МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров
13.10.2021 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.В.ДВ.02.01 ОЦЕНКА ПРИРОДООХРАННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ООПТ

Направление подготовки
05.03.06 Экология и природопользование

Профиль
Рациональное природопользование и экологический инжиниринг

год набора: 2022

Автор: Малкова Е.А., кбн, Борисова Ю.П., Архипов М.В., Михеева Е.В., кбн.

Одобрено на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Иностранных языков и деловой коммуникации	горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Юсупова Л. Г.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 28.09.2021 г.	Протокол № 2 от 08.10.2021 г.
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

Теоретическая часть

Выделяют 5 основных природоохранных функций ООПТ, каждая из которых определяется несколькими компонентами, а те, в свою очередь, большим или меньшим набором составляющих (компонентами 2-го порядка). Они определяются как целями и задачами ООПТ, указанными в соответствующих нормативных документах об их организации и в положениях о конкретных ООПТ, так и потенциалом для сохранения природного разнообразия и поддержания экологического баланса в регионе, которым данная ООПТ обладает в силу своих природных особенностей и независимо от поставленных перед ней формальных задач.

1. Эталонная функция проявляется в сохранении на ООПТ ненарушенных и малонарушенных природных комплексов, характерных для соответствующего природного региона, с присущими им внутренним разнообразием и видовыми композициями.
2. Роль рефугиумной функции проявляется в сохранении на ООПТ редких и исчезающих таксонов (видов, подвидов и популяций) растений и животных, редких, исчезающих и эндемичных сообществ и экосистем.
3. Резерватная функция определяется ролью на ООПТ в качестве территории воспроизводства таксонов растений и животных, имеющих хозяйственную ценность, а также сохранения крупных скоплений животных, особо уязвимых в силу образования ими на определенных этапах жизненного цикла подобных скоплений, определяющих состояние их популяций на более или менее обширных территориях.
4. «Монументальная» функция определяется наличием на ООПТ особо примечательных природных объектов, которые могут считаться «исключительными природными феномена - ми», а также «территорий исключительной природной красоты и эстетической ценности» или исключительной научно-познавательной ценности.
5. Эколого-стабилизирующая функция заключается в предоставлении ООПТ различного вида экосистемных услуг, значимых для окружающих ее и (или) для более удаленных территорий.

Для каждой из оцениваемых составляющих природоохранных функций ООПТ, определяется 3 исходных базовых показателя: репрезентативность (r), контраст с окружением (d) и текущее состояние (c).

Репрезентативность (r) отражает исходный потенциал ООПТ для реализации оцениваемой составляющей той или иной природоохранной функции, в большинстве случаев выражающийся в наличии и полноте представленности определяющих ее природных комплексов и объектов, а также важности ООПТ для их сохранения, с учетом относительной природоохранной ценности этих комплексов и объектов. Некоторое исключение составляют такие составляющие эталонной функции, как чуждые и синантропные виды, чуждые сообщества, а также нарушенные и преобразованные экосистемы, в отношении которых репрезентативность проявляется в степени «чистоты» ООПТ от них.

Контраст с окружением (d) характеризует различия в статусе природных объектов, определяющих составляющие природоохранных функций ООПТ, в ее границах и за ее

пределами. Показатель используется для более полной оценки природоохранной ценности ООПТ, учитывающей разницу в состоянии охраняемых природных объектов на ООПТ и в ее окружении (принимается, что ценность ООПТ тем выше, чем больше позитивных для нее различий в состоянии охраняемых на ней объектов и аналогичных объектов за ее пределами. Так, заповедный лесной массив в сплошном окружении вырубок или пашни считается относительно более ценным в природоохранном отношении, чем аналогичный массив, полностью окруженный такими же, как и на его территории, лесами.

Текущее состояние (с) характеризует современный статус природных комплексов или объектов, определяющих оцениваемые составляющие природоохранных функций, выражающийся в определенных тенденциях их состояния. Последнее принципиально отличает данный показатель от показателя репрезентативности. Так, например, в случае с редкими видами показатель репрезентативности характеризует роль ООПТ в их сохранении и основан на относительной численности их популяций. Показатель же текущего состояния оценивает степень благополучности и жизнеспособности соответствующих популяций и наблюдающиеся тенденции их изменения. При этом одинаково репрезентативные популяции могут характеризоваться разным текущим состоянием: одна может характеризоваться стабильным состоянием с тенденциями к росту, а вторая - ухудшением состояния. И наоборот, текущее состояние весьма различающихся по репрезентативности популяций может быть одинаковым: как весьма значимая многочисленная, так и незначительная малочисленная популяции могут быть одинаково жизнеспособными и благополучными.

Практическое занятие № 1

Оценка природоохранной эффективности ООПТ по ЭТАЛОННОЙ функции

Задание:

1. Приведите информацию (сделайте описание) со ссылками на источники по составляющим эталонной функции для выбранной ООПТ, по представленному ниже шаблону.

а) **Видовое богатство** –к характерным для соответствующей природной зоны (подзоны) и физико-географического региона (страны, области) уровням видового богатства локальных флор и фаун.

б) **Ландшафтное разнообразие** – полнота представленности на ООПТ характерных ландшафтов и внутриландшафтных подразделений региона.

Ландшафт –территориальная система, состоящая из взаимодействующих природных или природных и антропогенных компонентов и комплексов более низкого таксономического ранга [ГОСТ 17.8.1.01-86, статья 1][1]

Компоненты ландшафта: Основные составные части ландшафта, представленные фрагментами отдельных сфер географической оболочки - воздух, поверхностные и подземные воды, горные породы, почвы, растительный и животный мир. К антропогенным компонентам относят все объекты производственной и непроизводственной деятельности человека [ГОСТ 17.8.1.01-86, статья 5]

Примеры ландшафтов

Среднегорные ландшафты:

- лесостепные с лиственничными и березово-лиственничными лесами по склонам северных экспозиций на горно-лесных дерновых и черноземовидных почвах в сочетании с сухими степями на горностепных черноземовидных почвах по склонам южной ориентации;
- сухие мелкодерновинно-злаковые степи на горных каштановых почвах;
- сухие мелкодерновинно-злаковые с караганой степи на горных каштановых почвах с участками умеренно-сухих степей на горных черноземах[2].

Мелкосопочники:

- сухие мелкодерновинные злаковые степи на горных каштановых почвах с фрагментами разнотравно-злаковых, кустарниковых умеренно-сухих степей на горностепных черноземовидных почвах;
- опустыненные полынно-ковыльные степи, с караганой на горных светло-каштановых почвах с участками лугово-ковыльных и тарово-полынных степей на светло-каштановых солонцеватых почвах. Межгорно-котловинные ландшафты:
- сухие полынно-злаковые степи, часто с караганой на темнокаштановых и каштановых, местами солонцеватых почвах и южных черноземах;
- разнотравно-полынно-злаковые, ковыльные, кустарниковые опустыненные степи на светлокаштановых, местами солонцеватых почвах. Ландшафты долин рек:
- пойменные долины и озерные котловины с сочетанием прирусловых ивняков, местами тополевников и галофитно-разнотравноосоковых заболоченных и засоленных лугов на иловато-перегнойноглеевых почвах[3].

в) **Чуждые и синантропные виды,** под **чуждыми** понимаются виды, не свойственные для экосистем ООПТ. Их присутствие в границах ООПТ прямо или косвенно связано с хозяйственной деятельностью, являясь результатом целенаправленной интродукции или побочными следствиями иных процессов: случайного заноса или завоза, создания условий для распространения за счет антропогенных изменений среды и т. д., а также самостоя-

[1] ГОСТ 17.8.1.01-86 Охрана природы. Ландшафты. Термины и определения; 01.01.1987 – Изд-во стандартов, 2002. - с. 86-90.

[2] Демиденко, Г.А. Ландшафтоведение: учеб. пособие [Электронный ресурс] / Г.А. Демиденко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2018. – 139 с.

[3] Демиденко, Г.А. Ландшафтоведение: учеб. пособие [Электронный ресурс] / Г.А. Демиденко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2018. – 139 с.

тельного, более или менее естественного расселения из районов преднамеренной или непреднамеренной интродукции или акклиматизации, для которых эти виды изначально также чужды. К **синантропным** относятся виды, более или менее характерные для окрестностей ООПТ, но обычно отсутствующие или не достигающие значимой численности в ее природных, не трансформированных экосистемах.

г) **Чуждые сообщества и экосистемы –** устойчивое сообщество растений, животных и микроорганизмов, находящихся в постоянном взаимодействии с компонентами атмосферы, гидросферы и литосферы.

д) **Экосистемы, наиболее характерные для соответствующего физико-географического региона** и наиболее широко распространенные в его естественных (природных) ландшафтах, в первую очередь — зональные.

е) **Экосистемы, играющие второстепенную роль в сложении естественного ландшафтного покрова**, но специфичные для природной зоны или физико-географического региона, в которых расположена ООПТ

ё) Экосистемы, более характерные для других регионов или одинаково характерные для нескольких или многих физико-географических подразделений, не занимающие в естественных ландшафтах данного региона существенных площадей, но находящиеся на территории ООПТ в идеальном или близком к нему состоянии, характеризующемся абсолютной полночленностью, отсутствием значимых нарушений и т.д.

ж) **Нарушенные экосистемы,** т.е. системы, не испытывающие антропогенного воздействия в настоящее время и способные к самостоятельному возобновлению (гари на месте антропогенных пожаров или вырубки, находящиеся в окружении естественной растительности, и т. п.).

з) **Нарушенные и преобразованные экосистемы,** т.е. системы, не испытывающие антропогенного воздействия в настоящее время, но не способные к самостоятельному восстановлению (или таковое потребует чрезвычайно длительного времени) и требующие рекультивации (залежи в степной зоне, изолированные от участков со степной растительностью; карьеры, отвалы и т. п.).

и) **Преобразованные экосистемы** т.е. системы, находящиеся под антропогенным воздействием, поддерживающим их современный облик (поля, луга, водохранилища и их зоны затопления и т. п.).

Таблица 1

Оценка природоохранных функций ООПТ

Природоохранные функции ООПТ	***Компоненты природоохранных функций***	***Составляющие природоохранных функций***	***Оцениваемые показатели природоохранных функций***	***Пример****
ЭТАЛОННАЯ ФУНКЦИЯ	Природное разнообразие	а) Видовое богатство	Репрезентативность (r)	Флора Кроноцкого заповедника содержит 729 видов сосудистых растений, 305 родов и 86 семейств. Из них 51 вид, 26 родов и 1 семейство — адвентивные (завезенные). К числу редких и охраняемых на территории Камчатского края отнесено 37 видов Фауна млекопитающих Кроноцкого Заповедника — типично полуостровная, несколько обедненная. Всего насчитывается 397 видов позвоночный; 104 вида рыб; 239 видов птиц (249 — с подвидами)
			Контраст с окружением (d)	В определителе сосудистых растений Камчатской области в составе региональной флоры указано 1168 видов. Фауну насекомых составляют 22 отряда, 247 семейства, 2396 видов, подвидов. Ихтиофауна представлена 380 разновидностями рыбообразных и рыб (74 семейства, 26 отрядов, 3 класса), орнитофауна - 280 (42 семейства, 17 отрядов), млекопитающие - 71 видом (25 семейств, 8 отрядов).
			Текущее состояние (c)	На данный момент почти все популяции животных и растений, живущих на территории ООПТ находятся в стабильном состоянии. Также, многие виды животных осваивать новые территории
		б) Ландшафтное разнообразие	Репрезентативность (r)	Ландшафтное разнообразие заповедника представлено вулканами (на его территории расположено 26 вулканов, в том числе 9 действующих), редкими для полуострова Камчатка участками хвойной тайги, термальными источниками и гейзерными районами, одним из которых является всемирно известная долина реки Гейзерной
			Контраст с окружением (d)	Ландшафт Камчатского края представлен горами (Срединный на западе полуострова и Восточный в восточной его части), множеством рек, гейзеров, термальных источников и лесами, которые

Природоохранные функции ООПТ	*Компоненты природоохранных функций*	*Составляющие природоохранных функций*	*Оцениваемые показатели природоохранных функций*	*Пример**
				занимают около одной трети ее площади. Кроноцкий заповедник составляет около 2 % территории Камчатского края. На территории заповедника, наряду с типичными для Восточной Камчатки природными комплексами, расположен целый ряд объектов, которые в пределах Камчатки и России в целом не имеют аналогов и являются уникальными.
			Текущее состояние (c)	На территории заповедника были зарегистрированы случаи горных овалов, селей, оплозней. С 2008 года чрезвычайных ситуаций в Кроноцком заповеднике не было. На данный момент, сотрудниками ООПТ ведется мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций природного характера, однако из-за выраженной вулканической активности территории Камчатского края точное прогнозирование на данный момент не осуществимо.
	Чуждые и синантропные элементы	в) Чуждые и синантропные виды	Репрезентативность (r)	Кладоцера (Cladocera). Обитатель палеарктической и неарктический областей Северного полушария, кладоцера, также показала способность к расселению.
			Контраст с окружением (d)	Доля чужеродных видов растений на территории заповедника составляет всего 3,2%, что меньше среднего по всему Дальнему Востоку
			Текущее состояние (c)	Биоценотические связи в териокомплексе заповедника за последние 30–35 лет усложняются, хотя и не кардинально. Этому причиной и естественная реинтродуция каланов, и проникновение синантропов и интродуцентов (серая крыса, ондатра, норка, лось)
		г) Чуждые сообщества и экосистемы	Репрезентативность (r)	Сообщество мучнистых червецов завезли дачники. Они стали многочисленными и теперь перешли на питание почти всех плодово-ягодных культур. На территории заповедника из 10 анализируемых деревьев, 7 оказались обильно заселены этим видом
			Контраст с окружением (d)	Сообщество мучнистых червенцов было обнаружено за территорией заповедника, что говорит о их расселении на территории Камчатки. Пострадали такие районы, как Елизовски, Мильковский, Быстринский и Усть-Камчатский.

Природоохранные функции ООПТ	*Компоненты природоохранных функций*	*Составляющие природоохранных функций*	*Оцениваемые показатели природоохранных функций*	*Пример**
			Текущее состояние (c)	Уже более трёх лет сообществ мучнистого червеца почти нет в лесах района, численность угасает и на дачных участках. Снижение численности связано с неприспособленностью к местным погодным условиям.
	Эталонные экосистемы	д) Экосистемы, наиболее характерные для соответствующего физико-географического региона	Репрезентативность (r)	Щапинские ельники. Коренные ненарушенные леса из ели аянской. Средний возраст хвойных деревьев составляет около 220—230 лет. Ельники являются уникальными растительными сообществами, поскольку находятся в островной изоляции на северной границе ареала ели аянской (Picea ajanensis), имеют реликтовый статус
			Контраст с окружением (d)	В районах Центральной Камчатки ельники являются зональными. Однако, только на территории Щапинских ельников был обнаружен уникальный лишайник Эриодерма войлочная (*Erioderma pedicellatum*), который можно встретить еще только в трех местах на планете (атлантические побережья Норвегии, Канады, США).
			Текущее состояние (c)	Щапинские ельники. На площади отмечено 41 ели (Picea ajanensis), 11 берез (Betula platyphylla), 10 лиственниц (Larix 81 cajanderi) и единично встречены тополь и рябина (Alnus hirsuta и Sorbus aucuparia subsp. sibirica).
		е) Экосистемы, играющие второстепенную роль в сложении естественного ландшафтного покрова	Репрезентативность (r)	Горно-тундровая растительность плато Синий Дол. На плато Синий дол в верхнем плейстоцене (около 20 тыс. лет назад) располагался обширный ледник площадью 123 км2 , покрывавший практически ровную поверхность вулканического плато, образованного верхнеплейстоценовыми игнимбритами, с абсолютными отметками 900–1000 м.
			Контраст с окружением (d)	Тундровые сообщества занимают около 20% площади полуострова. Существует горно-тундровый пояс (Ключевская группа вулканов). В данном поясе встречается формация Saliceta glaucae (ивняки из ивы сизой) и лапчатки кустарниковой (Potentilleta fruticosae). Эти сообщества встречаются спорадически, небольшими участками, не играя существенной роли в сложении расти-

Природоохранные функции ООПТ	*Компоненты природоохранных функций*	*Составляющие природоохранных функций*	*Оцениваемые показатели природоохранных функций*	*Пример**
				тельного покрова полуострова.
			Текущее состояние (c)	Горно-тундровая растительность плато Синий Дол.В результате проведенных геоботанических исследований в горнотундровых фитоценозах плато Синий дол выявлено 47 видов мохообразных: 41 вид мхов и 6 видов печеночников.
		ё) Экосистемы, более характерные для других регионов или одинаково характерные для нескольких или многих физико-географических подразделений	Репрезентативность (r)	Каменноберезовые биотопы и зона ольховых слатников. По берегам рек в субальпийском поясе господствует зона ольховых слатников. В данной зоне преобладают сообщества ольхи волосистой, чозении, тополя душистого, древесных и кустарниковых ив
			Контраст с окружением (d)	Каменноберезовые леса наиболее широко распространённая лесная формация Камчатки. Они занимают 3657.7 тыс га. Каменнобереняки встречаются на террасах речных долин, холмах, моренных грядах
			Текущее состояние (c)	Каменноберезовые леса долины реки Гейзерной состоят из Березы Эрмана (Betula Ermanii Cham). Данный вид покрывает более 60% леса.
	Антропогенно нарушенные и трансформированные экосистемы	ж) Нарушенные экосистемы	Репрезентативность (r)	Часть территории Долины реки Гейзерная. Изменение природных комплексов под воздействием рекреационных нагрузок Основным объектом исследования изменений природных комплексов под воздействием рекреационных нагрузок стал район функционирования экскурсионного маршрута в долине р. Гейзерной. Рекреационное воздействие связано лишь с незначительным изменением растительного покрова высокотравных и разнотравных ПТК в связи со скашиванием.
			Контраст с окружением (d)	Влияние рекреантов появляется в вытаптывай растительного покрова. На территории термальный проявлений Камчатки образуются не только участки, лишенные растительного покрова, а также костровные поляны и тропы
			Текущее состояние (c)	С 1989 года для снижения негативного влияния рекреационной нагрузки началось обустройство центральной части Долины гейзеров деревянными настилами и смотровыми площадками. Это позволило стабилизировать рекреационную нагрузку и сделать

Природоохранные функции ООПТ	*Компоненты природоохранных функций*	*Составляющие природоохранных функций*	*Оцениваемые показатели природоохранных функций*	*Пример**
				прогнозируемыми последствия эксплуатации настильной тропы. В 2017 году отмечается восстановительные сукцессии растительного покрова
		з) Нарушенные и преобразованные экосистемы	Репрезентативность (r)	Районы функционирования экскурсионных маршрутов в кальдере влкю Узон. Годовая рекреационная нагрузка на них составила в 2018 году 5 019 человек (5 294 человеко-дней)
			Контраст с окружением (d)	При условиях постоянной рекреационный нагрузке растительность полностью уничтожается и восстановление растительного покрова не происходит. Полная деградация почв характерна для некоторых районов юга Камчатки
			Текущее состояние (c)	Районы функционирования экскурсионных маршрутов в кальдере влк. Узон.Для сохранения тундровых экосистем этого уникального объекта проводится инфраструктурное обустройство источников интенсивного воздействия (вертолетные площадки), а также предусматривается разработка допустимых мер рекультивации уже необратимо нарушенных ПТК для остановки их прогрессирующей деградации
		и) Преобразованные экосистемы	Репрезентативность (r)	Наиболее нарушенным и обширным очагом площадного воздействия в окрестностях экскурсионного маршрута является участок. Нарушения представляют собой крупные участки, лишенные растительного покрова, с оголением минерального почвенного горизонта, с крупными выбоинами и нарушениями микрорельефа вследствие посадки вертолетов. Общая площадь нарушенных до 3 (необратимой) стадии дигрессии участков составляет более 600 м2.
			Контраст с окружением (d)	На Камчатке наблюдается заметная интенсификация природопользования, расширяются площади прямо или косвенно подвергающиеся влиянию предприятий, использующих не возобновляемые природные ресурсы и сопутствующей им инфраструктуры, что ведет к деструктивным изменениям природных комплексов и сокращению площадей дикой природы.
			Текущее состояние (c)	Нарушения на всем участке представлены обширными областями

Природоохранные функции ООПТ	*Компоненты природо-охранных функций*	*Составляющие природоохранных функций*	*Оцениваемые показа-тели природоохранных функций*	*Пример**
				природных комплексов, лишенных растительного покрова, с участками развития линейной и площадной эрозии

*Источник: Борисова Ю.П. Оценка природоохранной эффективности Кроноцкого государственного природного биосферного заповедника [Текст]: курсовая работа / Борисова Юлия Павловна; ФГБОУ ВО «УГГУ» – Екатеринбург, 2020. – 104 с.

**В таблице представлены выдержки из каждого раздела курсовой. С полным текстом работы можно ознакомиться в библиотеке кафедры

Практическое занятие № 2

Оценка природоохранной эффективности ООПТ по РЕФУГИУМНОЙ функции

Задание:

1. Приведите информацию (сделайте описание) со ссылками на источники по составляющим рефугиумной функции для выбранной ООПТ, по представленному ниже шаблону.
2. Описание таксонов животного и растительного мира в показателе репрезентативности составляются по единой схеме:
   - русское и латинское название таксона;
   - таксоны приводятся в систематизированном порядке;
   - категория редкости, согласно классификации, принятой Международным Союзом Охраны Природы — МСОП (0 — по-видимому, исчезнувшие виды; 1 — виды, находящиеся под угрозой исчезновения; 2 — уязвимые виды; 3 — редкие виды; 4 — виды с неопределенным статусом);
   - Распространение и место обитания (можно ограничиться данными о распространении таксона на территории ООПТ);
   - краткое обоснование причины включения в Красную книгу.

а) **эндемичные и субэндемичные таксоны, занесенные в красную книгу Российской Федерации, а также узкоэндемичные таксоны**

Эндемичными называют виды и более крупные таксоны, которые встречаются только в какой-то определенной области и нигде более. Эндемики представляют специфический элемент фауны, и они-то отличают ее от других фаун.[4]

б) **таксоны, занесенные в красную книгу Российской Федерации, но хорошо представленные и за пределами России**: таксоны из «мониторинговых» списков федеральной Красной книги; таксоны, занесенные в региональные Красные книги и списки особо охраняемых объектов животного и растительного мира из-за сокращения их численности в результате антропогенной деятельности, а также имеющие низкую численность региональные эндемики

в) **таксоны, занесенные в региональные красные книги или списки особо охраняемых объектов животного и растительного мира вследствие их нахождения близ границ природных ареалов.** В число рассматриваемых таксонов и сообществ включаются те из них, современный статус которых является результатом сокращения их численности и (или) ареала в результате природных изменений или антропогенных воздействий.

г) **сообщества и экосистемы, редкие и исчезающие в мировом масштабе, а также узкоэндемичные сообщества, распространенные только на ООПТ и в ее ближайших окрестностях**

[4] Литвинов, Н.И. Зоогеография: учебное пособие для студентов биологических специальностей / Н.И. Литвинов, Е.А. Литвинова, М.Н. Литвинов. – Владивосток: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2018. – 288 с., цв. ил. ISBN 978-5-98137-044-1

д) **сообщества и экосистемы, редкие и исчезающие в масштабах станы, а также редкие сообщества эндемичные для региона**

е) **сообщества и экосистемы, редкие и исчезающие в масштабах региона**

Таблица 2

а) эндемичные и субэндемичные таксоны, занесенные в Красную книгу Российской Федерации, а также узкоэндемичные таксоны	
Базовые характеристики	**Описание**
Репрезентативность **(r)**	Носатый голец бассейна оз. Кроноцкого (Salvelinus malma (Walbaum, 1792)). Статус. Категория 3. Малочисленная узкоэндемичная форма
Контраст с окружением **(d)**	Только на территории Кроноцкого заповедника распространены такие таксоны, как гольцы Кроноцкого озера ; Длинноголовый голец бассейна оз. Кроноцкого ; Носатый голец бассейна оз. Кроноцкого; Большеротый го-лец бассейна оз. Кроноцкого; Малоротый голец бассейна оз. Кроноцкого
Текущее состояние **(c)**	Пилоус камчатский Heterocerus kamtschaticus (Egorov, 1989). В кальдере влк. Узон численность жуков местами достигает 3—8 особей на 1 дм2 . В других районах заповедника при осмотре подходящих биотопов пока не найдены (район оз. Хлоридное, Восьмёрка, Фумарольное, Дальнее, песчаные отмели и берега рр. Гейзерная, Шумная, Баранья, Чажма, Семячикский лиман)
б) таксоны, занесенные в Красную книгу Российской Федерации, но хорошо представленные и за пределами России	
Репрезентативность **(r)**	Сивуч (Eumetopias jubatus (Schreber, 1776)). Категория 2. В российских водах обитает западный подвид — один из двух выделяемых в настоящее время подвидов сивуча с сокращающейся на большей части ареала числен-ностью
Контраст с окружением **(d)**	Сивуч (Eumetopias jubatus). Встречается от Берингова пролива до Японии. У берегов Камчатки и Командорских о-вов обитает круглогодично. Летом большинство зверей рассредоточены вдоль восточного побережья Камчатки, у западного встречаются редко. Зимой наблюдается в открытом море в районах работы рыболовных судов. В камчатском регионе насчиты-вается около 40 береговых лежбищ сивуча
Текущее состояние **(c)**	Сивуч (Eumetopias jubatus (Schreber, 1776)). Численность, подсчитан-ная в отдельные дли на лежбище составил 519 особей
в) таксоны, занесенные в региональные Красные книги или списки особо охраняемых объектов животного и растительного мира вследствие их нахождения близ границ природных ареалов	
Репрезентативность **(r)**	Карабус полевой Carabus arcensis (Herbst, 1784). Категория 3. Редкий, локальный вид. Охраняется в ГПБЗ «Кроноцкий», ПП «Быстринский», природном заказнике (ПЗ) «Хламовитский». Необходимо отказаться от палов, планомерно уменьшать возможность пожаров
Контраст с окружением **(d)**	Все таксоны третьей категории встречаются за территорией ООПТ, так и в ее пределах.
Текущее состояние **(c)**	Северный кожан Amblyotus nilssonii (Keyserling et Blasius, 1839). Численность неизвестна. По

	встречаемости повсеместно уступает ночнице Бранд-та. Среди просмотренных рукокрылых доля кожанов в долине р. Камчатки составляла 24,3 % (1), в Кроноцком заповеднике — от 2,2 до 4,3 %
г) сообщества и экосистемы, редкие и исчезающие в мировом масштабе, а также узкоэндемичные сообщества, распространенные только на ООПТ и в ее ближайших окрестностях	
Репрезентативность **(r)**	Геотермальный природный комплекс. Вулканическая и поствулканическая деятельность на Камчатке создает множество разнообразных геотопов. Они различаются по рельефу и структуре грунтов, по химическим характеристикам грунтов, вод и газов, по режиму температуры и влажности. Здесь формируются множество микробиотопов за счет видов флоры и фауны, толерантных к тому или иному сочетанию физико-химических факторов среды
Контраст с окружением **(d)**	Геотермальный природный комплекс. Камчатка – зона высокой вулканической и сейсмической активности. В 1996 году шесть заповедных территорий вошли в состав объекта Всемирного природного наследия ЮНЕСКО «Вулканы Камчатки». На территории объекта ЮНЕСКО расположены 30 действующих и 300 потухших вулканов.
Текущее состояние **(c)**	Геотермальный природный комплекс. «Мы изучали состав, биотопиче-ское распределение и элементы экологии насекомых в Долине Гейзеров (Лобкова, 2002; Лобкова, Лобков, 2003). Здесь в зоне действия термальных полей обитает не менее 310 видов насекомых. Собственно, термофильная фауна составляет не менее 128 видов насекомых, 41% известной энтомофауны Долины Гейзеров. Из них 29 видов (9%) встречаются только на термальных площадках.»
д) сообщества и экосистемы, редкие и исчезающие в масштабах станы, а также редкие сообщества эндемичные для региона	
Репрезентативность **(r)**	Пихтовые рощи. Единственная на Камчатке пихтовая роща (Семячик-ский административно-хозяйственный участок, 159˚56′6.6″–50.9″ в. д., 54˚08′26.6″–37.8″) образована пихтой грациозной (AbiesgracilisKom.), включенной в Красную книгу Камчатки.
Контраст с окружением **(d)**	На Камчатке есть только одна роща пихты грациозной, находящаяся в Кроноцком заповеднике (Единственная на Камчатке пихтовая роща (Семячикский административно-хозяйственный участок, 159˚56′6.6″–50.9″ в. д., 54˚08′26.6″–37.8″) образована пихтой грациозной (AbiesgracilisKom.), включенной в Красную книгу Камчатки
Текущее состояние **(c)**	Роща пихты грациозной. По результатам проведенной в 2016 г. GPS-съемки площадь коренного массива по сравнению с 2010 г. осталась практи-чески без изменений и составила около 16,5 га, а с учетом отдельно стоящих в непосредственной близости к основному массиву деревьев, проникающих в окружающий березовый лес, – около 20 га
е) сообщества и экосистемы, редкие и исчезающие в масштабах региона	
Репрезентативность **(r)**	Озеро Кроноцкое. По своему происхождению озеро Кроноцкое является подпрудным водое-

	мом, образованным в результате перекрытия древнего русла реки Палеокроноцкой мощными (до 200 м) лавовыми и пирокластическими отложениями от извержений вулканов Кроноцкого и Крашенинникова. В результате этих вулканических событий в конце позднего плейстоцена и образовалось этот горный водоем, расположенный у подножья одного из красивейших вулканов мира — Кроноцкого. Высота плеса над уровнем моря — 372 м.
Контраст с окружением **(d)**	На территории Камчатки расположено значительное количество озер (более 112 тыс.) общей площадью водной поверхности около 5880 км^2, что составляет 1,2% площади края. Озера имеют преимущественно небольшие размеры (площадь зеркала менее 0,1 км^2). Только четыре озера имеют площадь более 50 км^2
Текущее состояние **(c)**	Кроноцкое озеро - крупнейший пресноводный водоем Камчатки; оно изолировано от проникновения проходной мальмы из реки Кроноцкая непреодолимыми порогами. Ихтиофауна озера долгое время формировалась в условиях изоляции. В озере обитают носатый голец (голец Шмидта), длинноголовый голец, белый голец, речная мальма и карликовый голец. На островах, в удалении от 34 до 44 км от морского побережья, располагаются колонии тихоокеанских чаек общей численностью около 600 пар

Практическое занятие 3

Оценка природоохранной эффективности ООПТ по РЕЗЕРВАТНОЙ функции

Задание:

1. Приведите информацию (сделайте описание) со ссылками на источники по составляющим резерватной функции для выбранной ООПТ, по представленному ниже шаблону[5].

а. **копытные**
б. **крупные хищники (медведь, волк, рысь, росомаха)**
в. **мелкие и средние хищники**
г. **грызуны и зайцеобразные**
д. **водоплавающие и околоводные птицы**
е. **куриные**
ж. **промысловые виды рыб**
з. **лежбища морских млекопитающих**
и. **скопления копытных во время отела**
к. **колонии морских птиц**
л. **внутриконтинентальные колонии водоплавающих и околоводных птиц**
м. **линные скопления гусеобразных**
н. **миграционные и зимовочные скопления крупных видов птиц**

[5] Как и в предыдущих случаях, при оценке учитывается число более или менее обычных на ООПТ видов каждой группы.

о. **крупные нерестилища промысловых видов рыб**

п. **лекарственные растения**

р. **ценные пищевые растения;**

с. **декоративные растения, подвергающиеся активному сбору, за исключением занесенных в федеральную и региональные Красные книги**

т. **дикие родичи культурных растений**

В описании видов животных указывается название вида, его таксонометрическая классификация, храткая характеристика, ценность в промысле или охоте.

Для каждого объекта животного и растительного мира приводится русское и латинское название вида, их систематический порядок. Можно ограничиться распределением по отделам и семействам, соответствующим составляющих природоохранных функций. Должна указываться ценность в области охоты и промысла для животных, а для растений-

Таблица 3

а. копытные	
Базовые характеристики	**Описание**
Репрезентативность **(r)**	ЛОСЬ – ALCES ALCES AMERICANUS CHERNYAVSKY ET ZHELEZNOV, 1982. Лесной мигрант, крупный, малочисленный, промысловый. Ценится за деликатесное мясо, шкуру и рога
Контраст с окружением **(d)**	ЛОСЬ – ALCES ALCES AMERICANUS CHERNYAVSKY ET ZHELEZNOV, 1982.В долину р. Камчатка (окр. Лазо и др.) в 70-х гг. прошлого столетия вертолетами было доставлено 50 молодых лосей, которые успешно прижились и широко распространились по полуострову (отмечаются заходы в Налычевский природный парк, звери замечены во многих местах Кроноцкого биосферного заповедника и др.). Промысел проводится в местах естественного обитания – в бассейне р. Пенжина и центральных районах полуострова. Наибольшее количество особей лося проживает на территории долины реки Камчатка, которая в горах центральной части полуострова
Текущее состояние **(c)**	ЛОСЬ – Alces alces americanus Chernyavsky et Zheleznov, 1982. Этот вид в настоящее время широко освоил пойменные биотопы и продолжает расселяться по речным бассейнам заповедника. В марте по результатам маршрутных наблюдений следы лосей помимо пойменных биотопов (Пу=4,16) отмечены в лиственичниках (Пу=0,45) и каменноберезовых стациях
б. крупные хищники	
Репрезентативность **(r)**	МЕДВЕДЬ КАМЧАТСКИЙ БУРЫЙ – URSUS ARCTOS PISCATOR PUCHERAN, 1855. Лесной, крупный, пантофаг (рыбоядный и др.), обычный, служит объектом спортивной лицензионной охоты, охраняемый (СИТЕС-II). Численность популяции 17,9 тыс. особей

Контраст с окружением **(d)**	МЕДВЕДЬ КАМЧАТСКИЙ БУРЫЙ – URSUS ARCTOS PISCATOR PUCHERAN, 1855. Бурый камчатский медь ведь проживает в лесах лиственных, хвойных и смешанных типов, зарослях кедрового стланика, тундрах, высокогорьях, речных и озерных пойменных комплексах, морских побережьях и др. Различные стации объединены медведем в единый ландшафт медвежьего местообитания.
Текущее состояние **(c)**	МЕДВЕДЬ КАМЧАТСКИЙ БУРЫЙ – Ursus arctos piscator Pucheran, 1855. В последние 25 лет камчатский бурый медведь испытал ряд угроз, не отмечавшихся за все историческое время существования этого подвида зве-ря. Так, в начале-середине 90-х годов прошлого века численность медведя на полуострове была значительно сокращена браконьерской добычей – вначале из-за желчи (Честин и др., 2006) и несколько позднее – из-за лап медведя (Валенцев, 2013). Но к 2006 г. влияние этих угроз значительно снизилось, и к 2010 г. численность камчатского медведя составляла 17.5–18 тыс., в том чис-ле на полуострове 16 тыс. особей. На данный момент, популяция стабильна
в. мелкие и средние хищники	
Репрезентативность **(r)**	ПЕСЕЦ МАТЕРИКОВЫЙ – ALOPEX LAGOPUS LAGOPUS (LINNAEUS, 1758). Горно-долинный мигрант, средний, малочисленный, охраняемый (Красная книга Камчатки, 2006). Возможна лицензионная добыча для научных целей
Контраст с окружением **(d)**	ПЕСЕЦ МАТЕРИКОВЫЙ – ALOPEX LAGOPUS LAGOPUS (LINNAEUS, 1758). Небольшая популяция песца имеется на севере Камчатского края. В зимний период песец мигрирует по участкам Срединного хребта в более южные районы. Отмечается на о. Верхотурова. На Командорских островах имеется обособленная популяция [30].
Текущее состояние **(c)**	ВОЛК ПОЛЯРНЫЙ – CANIS LUPUS KAMTSCHATICUS KERR, 1792. По результатам ЗМУ 2018 года в Кроноцком заповеднике следов волка были отмечены на приморских тундрах (Пу=8,73)
г. грызуны и зайцеобразные	
Репрезентативность **(r)**	КАМЧАТСКИЙ ЧЕРНОШАПОЧНЫЙ СУРОК – MARMOTA CAMTSCHATICA CAMTSCHATICA (PALLAS, 1811). Длина тела 54 см, масса 5,4 кг. Горно-долинный, средний, малочисленный, подвидовой эндемик, промысловый вид. Образует колонии в гористых местах Камчатки, Корякии. В сентябре залегает в зимнюю спячку. На этот вид ведется небольшой лимитированный промысел
Контраст с окружением **(d)**	КАМЧАТСКИЙ ЧЕРНОШАПОЧНЫЙ СУРОК – MARMOTA CAMTSCHATICA CAMTSCHATICA (PALLAS, 1811). По данным сайта inaturalist, Камчатский черношапочный сурок был зафиксирован в центральной части камчатки (Усть-Камчатском и Мильковском районе) и в южной (Елизовский район). На территории Кроноцкого заповедника наблюдения

	не проводилось
Текущее состояние **(c)**	КАМЧАТСКИЙ ЧЕРНОШАПОЧНЫЙ СУРОК – Marmota camtschatica camtschatica (Pallas, 1811). В сезоне 2010 года нами проведены работы по картированию поселений черношапочного сурка в пределах двух горно-вулканических массивов – на склонах влк. Таунщиц и в кальдере влк. Крашенинникова. В выводках было зарегистрировано 2 и 4 молодых зверька. Общая численность сурков на модельном участке определена в 10 особей при средней плотности населения 14,71 особи на 1000 га. Средний размер участка, занятого одной семьей, составил около 6,5 га
д. водоплавающие и околоводные птицы	
Репрезентативность **(r)**	ЧЕРНЕТЬ ХОХЛАТАЯ AYTHYA FULIGULA (LINNAEUS, 1758). Гнездящийся перелетный, водно-болотный, обычный. Объект спортивной охоты
Контраст с окружением **(d)**	ГОГОЛЬ ОБЫКНОВЕННЫЙ.По данным сайта inaturalist, гоголь обыкновенный был зафиксирован в центральной части камчатки (Мильковском районе). Одно наблюдение было сделано на территории Кроноцкого заповедника
Текущее состояние **(c)**	
е. куриные	
Репрезентативность **(r)**	Отряд курообразные – galliformes. Семейство Тетеревиные — Tetraonidae КУРОПАТКА БЕЛАЯ — LAGOPUS LAGOPUS KORENI THAYER ET BANGS, 1914. Оседлый, горно-тундровый, обычный. Объект промысловой и спортивной охоты
Контраст с окружением **(d)**	КУРОПАТКА БЕЛАЯ — Lagopus lagopus koreni Thayer et Bangs, 1914.Северная граница ареала совпадает с побережьем Северного Ледовитого океана
Текущее состояние **(c)**	КУРОПАТКА БЕЛАЯ — Lagopus lagopus koreni Thayer et Bangs, 1914. Плотность в подходящих биотопах была оценена в 8-10 пар на квадратный километр
ж. промысловые виды рыб	
Репрезентативность **(r)**	КЕТА O. Keta- является вторым, после горбуши, по численности видом тихоокеанских лососей, обитающим в северной части Тихого океана. Предлагаемое промысловое районирование во многом соответствует районированию для горбуши
Контраст с окружением **(d)**	ГОРБУША O. Gorbuscha.Северо-восточное побережье Камчатки служит основным районом воспроизводства горбуши на восточном побережье Камчатского полуострова. Наиболее важные в нерестовом отношении реки [Хайлюля, Русакова, Ивашка, Дранка, Карага, Тымлат, Кичига, Белая, Анапка, Вывенка] расположены в Карагинском, меньшая доля [реки Пахача, Апука, Опуха] приходится на Олюторский заливы, хотя в последние годы количество нерестующей горбуши здесь заметно увеличилось.
Текущее состояние **(c)**	ГОРБУША O. GORBUSCHA. Массовый проходной вид, нерестится повсеместно в среднем и нижнем течении рек и ручьев заповедника.

	Внутривидовых форм и рас не образует. Молодь скатывается в Кроноцкий залив в мае-июне на первый год жизни
з. лежбища морских млекопитающих	
Репрезентативность **(r)**	На территории Кроноцкого заповедника находятся лежбища ларги (phoca vitulina larga); акибы (кольчатая нерпа -phoca hispida); лахтака (мор-ской заяц- erignathus barbatus nauticus); крылатки (полосатый тюлень) (histriophoca fasciata); антура (островной тюлень- phoca vitulina kurilensis)
Контраст с окружением **(d)**	Лежбище ЛАРГИ (PHOCA VITULINA LARGA). Залежки ларг отмечаются на дрейфующих торошенных льдах около о. Верхотурова, вдоль во-сточного побережья о. Карагинского, около п-ва Озерного, в прол. Литке и на полосе торошенных льдов от м. Озерного до м. Камчатского. В заливах Кроноцком, Камчатском и Авачинском отмечаются единичные пары тюленей по всей акватории, покрытой льдом.
Текущее состояние **(c)**	Лежбище ЛАРГИ (PHOCA VITULINA LARGA). Южнее устья р. Кам-чатки (территория Кроноцкого заповедника) до м. Кроноцкого ларга встре-чается около устьев мелких речек и около рифов группами от 10 до 50 го-лов. Исключение составляет р. Сторож, где в устье обитает группа в 200 особей, и м. Каменистый - группа до 150 ларг
и. скопления копытных во время отела	
Репрезентативность **(r)**	Стадо дикого северного оленя (Rangifer tarandus); стадо снежного ба-рана (Ovis nivicola)
Контраст с окружением **(d)**	СТАДО ДИКОГО СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ.Самыми благоприятными территориями для обитания популяций дикогого северного оленя являются бассейн Кроноцкого озера, Кроноцко-Богачевские приморские тундры. Средневысотные горы Кроноцкого и Шипунского полуостровов задерживают все, а также тундры Синего Дола и истоки р. Жупановой. Для Южной Камчатки относительно характерными районами распространения являются западные склоны с. Горелая, в. Асача, г. Саван и район Толмачевского дола
Текущее состояние **(c)**	Стадо дикого северного оленя. С учетом изложенного, общая численность диких северных оленей Кроноцко-Жупановского стада по результатам авиаучетов (включая численность животных на приграничных и сопредель-ных участках горных тундр) составила в текущем году приблизительно 300 особей, т.е. еще более снизилась по сравнению с 2010 и 2015г.г
к. колонии морских птиц	
Репрезентативность **(r)**	Колонии тихоокеанской чайки (Larus schistisagus Stejneger, 1884). Тихоокеанские чайки образуют в Кроноцком заповеднике и Южно-Камчатском заказнике поселения двух типов. Первый - небольшие гнездовые группировки по 5-15 реже до 60-70 гнездящихся пар, расположенные вдоль побережья на приморских обрывах и кекурах. Второй, уникальный для тихоокеанской чайки тип, - поселения, расположенные на островах, пресноводных озер,

	удаленных от моря на 30-35 километров
Контраст с окружением **(d)**	Колонии Тихоокеанской чайки (Larus schistisagus Stejneger, 1884. Тихоокеанская чайка гнездится не на всех 11 островах Кроноцкого озера. За последние 30 лет исчезли и многие колонии чаек на островах. Во все годы большая часть гнездящихся на озере чаек размножалась на острове Бэра (табл. 1). Здесь тихоокеанские чайки образуют практически моновидовую колонию
Текущее состояние **(c)**	Колонии Тихоокеанской чайки (Larus schistisagus Stejneger, 1884). Всего мы обнаружили 74 пустых и 85 активных гнезда. На панорамных фотографиях нам удалось насчитать около 200 взрослых птиц, державшихся возле острова во время учета. В отличие от наших учетов 2011, когда наблюдалась массовая гибель птенцов чаек разных возрастов мы обнаружили всего 4 мертвых птенцов в 3 гнездах. Средняя величина кладок (яйца и птенцов объединили в одну выборку, мертвые птенцы учитывались) составила 1,93±0,088753 SD
л. внутриконтинентальные колонии водоплавающих и околоводных птиц	
Репрезентативность **(r)**	Колонии (камчатской) крачки Sterna aleutica Baird, 1869. На Камчатке алеутская крачка – малочисленный гнездящийся вид. На местах гнездования крачки формируют разреженные колонии, границы которых меняются от года к году. Характер распределения птиц на колонии зависит от их числен-ности, а также, по всей видимости, от ряда абиотических факторов
Контраст с окружением **(d)**	Колонии алеутской (камчатской) крачки Sterna aleutica Baird, 1869. Обитает на открытых приморских заболоченных равнинах или лугах, в уз-кой приморской полосе 3-6 реже до 20 километров шириной
Текущее состояние **(c)**	Колонии алеутской (камчатской) крачки Sterna aleutica Baird, 1869. Современная численность вида в американской части ареала составляет около 15 тыс. гнездящихся особей. Результаты многолетних исследований в Кроноцком заповеднике свидетельствуют о высокой уязвимости гнездовий алеутских крачек. Их плодовитость реализуется на 60–65 %, при этом от 15 до 83 % яиц погибает. Нередко колонии оказывались полностью уничтожен-ными хищниками, пресс которых необычайно велик
м. линные скопления гусеобразных	
Репрезентативность **(r)**	На территории Кроноцкого заповедника находятся скопления Бело-клювой гагары (Gavia adamsii); Большого крохаля (Mergus merganser); Гу-менника (Anser fabalis sp.)
Контраст с окружением **(d)**	Большой крохаль Mergus merganser Linnaeus, 1758. Широко распространен в Евразии и центральных районах Северной Америки. В России населяет лесную зону севера Европейской части, южных районов Сибири и Дальнего Востока. На Камчатке встречается во всех районах полуострова, а также в Пенжинском и Олюторском районах
Текущее состояние **(c)**	Большой крохаль Mergus merganser Linnaeus, 1758.Численность вида на Камчатке, опреде-

	ленная на основании весенних учетов 1975–2001 гг., составляет 12 тыс. особей (6). Часть больших крохалей остается на полуострове зимовать. В 1970-х гг. численность птиц, зимующих на внутренних водоемах Камчатки, оценивалась в 3 тыс. особей (7). Популяция большого крохаля на Камчатке начала неуклонно сокращаться с 1960-х гг. с появлением легких моторных лодок, на которых охотники-любители стали проникать далеко вверх по руслам рек
н. миграционные и зимовочные скопления крупных видов птиц	
Репрезентативность **(r)**	Скопления кречета (Falco rusticolus). Кречет – редкий гнездящийся пролетный и зимующий вид Кроноцкого заповедника. Живет небольшими группами
Контраст с окружением **(d)**	Скопления Белоплечинского орлана (Haliaeetus pelagicus). Скопления орлана населяют высокоствольные леса и скалистое морское побережье. Предпочитает леса в низовьях рек, по берегам лиманов и крупных озер и вдоль морского побережья. Гнездится на скалистых морских обрывах, на островах и кекурах (охотно селится на птичьих базарах), иногда на скалах в речных долинах. Вдоль гористого восточного побережья Камчатки населе-ние вида сосредоточено в основном в приморской полосе шириной 8–12 км, а вдоль низинного западного — шириной 60–80 км, максимальное удаление от моря здесь 110 км
Текущее состояние **(c)**	Скопления Белоплечинского орлана (Haliaeetus pelagicus). Мировая популяция насчитывает порядка 7,5 тыс. особей, из которых 5,6 тыс. — условно взрослые птицы. В камчатской популяции 1200–1500 пар и не менее 1500 неполовозрелых птиц. На морском побережье в подходящих местах одна пара живет на каждые 2,5–8 км, а в долинах крупных рек местами по 2–3 гнезда находятся в 0,8–1,5 км одно от другого. Скопление гнезд крупных хищных птиц (в том числе 6–8 гнезд белоплечего орлана) находится в низовье р. Камчатка на участке "Ключи — Хапица". Зимой на Камчатке остается 3,6–4,2 тыс. особей
о. крупные нерестилища промысловых видов рыб	
Репрезентативность **(r)**	На териитории Кроноцкого заповедника происходит нерест нескольких форм гольцов: носатого гольца (Salvelinus schmidti), белого гольца (Salvelinus albus). Также происходит нерест жилой (Oncorhynchus nerka (Walbaum, 1792) и проходной нерки
Контраст с окружением **(d)**	Крупные нерестилища нерки (Oncorhynchus nerka Walbaum, 1792).Одним из основных районов воспроизводства нерки является северо-восток Камчатки и, главным образом, бассейны рек, впадающих в Олюторский залив Берингова моря.
Текущее состояние **(c)**	Крупные нерестилища нерки (Oncorhynchus nerka Walbaum, 1792). Учетом 70 гидроакустическим способом был охвачен больший период вре-мени нерестовой миграции нерки стада р. Озерная, и учет проведен более полно. На участке от «Кутхиных батов» и до «Култука» в

	реке регистрировали 36,0 тыс. особей нерки
п. лекарственные растения	
Репрезентативность **(r)**	БЕЛОЗОР БОЛОТНЫЙ. ПАРНАССИЯ (из семейства камнеломковых). Травянистый многолетник 7—40 см высоты с прямым ребристым стеблем. В прошлом все части белозора применялись в народной медицине при лечении болезней глаз, печени, поносов и в качестве мочегонного средства. В настоящее время применяется в виде отвара, наподобие чая, при сердечных болезнях, кровотечении, кровохарканье, эпилепсии
Контраст с окружением **(d)**	БЕЛОЗОР БОЛОТНЫЙ. ПАРНАССИЯ (из семейства камнеломковых). Разнотравные и сырые луга, болота, берега водоёмов (оз. Паланское: оз. Ку-рильское; оз. Центральное (территория заповедника)), термальные площадки (кальдера Узона, Долина гейзеров), сырые кустарничковые тундры
Текущее состояние **(c)**	Рекреационное воздействие в долине реки Гейзерная настильной тропы на растительность ограничивается буфером не более 1 м шириной и в основном связано лишь с незначительным изменением растительного покрова высокотравных и разнотравных ПТК в связи со скашиванием. В 2017 году отмечается восстановительные сукцессии растительного покрова
р. ценные пищевые растения;	
Репрезентативность **(r)**	КИСЛИЧНИК ДВУХСТОЛБИКОВЫЙ Oxyria digyna Гречишные — Polygonaceae (Оксирия двустолбчатая, накустом) Растение до 40 см высотой. Листья сердцевидно-почковидные, на длинных черешках в прикорневых розетках. Соцветие метелковидное. Плод — сухой орешек
Контраст с окружением **(d)**	КИСЛИЧНИК ДВУХСТОЛБИКОВЫЙ Oxyria digyna: По данным сай-та inaturalist кисличник двухстолбиковый встречается в Елизовском (Петро-павловск-Камчатский) и Мильковском районе
Текущее состояние **(c)**	Звездчатка лучистая (stellaria radians) и стрептопус стеблеобъемлющий (streptopus amplexifolius) произрастают в пойменных лесах. На территории заповедника пойменные леса не были подвержены изменениям растительного покрова, значит данные представители фауны находятся в стабильном состоянии
с. декоративные растения, подвергающиеся активному сбору, за исключением занесенных в федеральную и региональные Красные книги	
Репрезентативность **(r)**	ЛИЛИЯ СЛАБАЯ Lilium debile Лилиевые — Liliaceae (Сарана-овсянка, тамук, овсянка) Растение до 70–100 см высотой. Декоративное, лекарственное и пищевое растение
Контраст с окружением **(d)**	ЛИЛИЯ СЛАБАЯ (Lilium debile) Лесной вид. Встречается единично и группами в смешанных, широколиственных и мелколиственных лесах на по-лянах и опушках юга российского Дальнего Востока, Обычный для п-ва Камчатка вид произрастает на разнотравных лугах, в осветлённых камен-ноберезовых лесках на среднеувлажненных почвах до 600 м. н.у.м.; в зарос-лях кустарников и крупнотравья, в

	шикшовниках, в горах., поднимаясь до 1000 м. н.у.м. Естественно произрастает на Курильских островах, Сахалине, Камчатке. Общий ареал. Корейский п-ов (южная и островная часть) , Китай (провинция Чжэцзян), Япония (о-ва Хоккайдо и Хонсю)
Текущее состояние **(c)**	Лилия слабая (Lilium debile) и триллиум камчатский (Trillium cam-schatcense) произрастают в широколиственных, мелколиственных, каменноберезовых лесах. На территории заповедника данные леса не были подвержены изменениям растительного покрова, значит данные представители флоры находятся в стабильном состоянии
т. дикие родичи культурных растений	
Репрезентативность **(r)**	Диких родичей культурных растений насчитывают более 30 (Agrostis stolonifera L. - Полевица побегообразующая; Beckmannia syzigachne (Steud.) Fern. - Бекмания восточная; Bromopsis pumpelliana (Scribn.) Holub. - Кострец Пампелла, костер сибирский; Elymus subfibrosus (Tzvelev) Tzvelev - Пырейник почтиволокнистый; Elymus trachycaulus (Link) Gould et Shinners - Пы-рейник шероховатостебельный; Elymus gmelinii (Ledeb.) Tzvelev - Пырейник Гмелина. Lathyrus japonicus Willd. - Чина японская; Melilotus suaveo-lens Ledeb. - Донник ароматный, донник душистый; Linum usitatissimum L. s.str. - Лен обыкновенный, лен культурный, долгунец; Spiraea salicifolia L. - Спирея иволистная, таволга иволистная)
Контраст с окружением **(d)**	КОСТРЕЦ ПАМПЕЛЛА,-Bromopsis pumpelliana (Scribn.) Holub. оби-тает на пойменных лесах (распространены в основном по долинам крупных рек – Камчатка, Пенжина, Тигиль, Воровская, Большая, Быстрая, Плотнико-ва, Авача) и долинных лугах, по берегам рек, на лесных опушках и полянах, в кустарниковых сообществах, а также на щебнистых склонах и осыпях
Текущее состояние **(c)**	Пырейник Гмелина (Elymus gmelinii (Ledeb.) Tzvelev) и Пырейник ше-роховатостебельный (Elymus trachycaulus (Link) Gould et Shinners) произ-растают лесных опушках, в сухих разреженных лесах, белоберезовых редколесьях, зарослях кустарников, в лесном поясе - на открытых каменистых южных степных склонах; иногда разрастается на залежах. На территории заповедника данные объекты не были подвержены изменениям растительного покрова, значит данные представители флоры находятся в стабильном состоянии

Практическое занятие 4

Оценка природоохранной эффективности ООПТ по «МОНУМЕНТАЛЬНОЙ» функции

Задание:

1. Приведите информацию (сделайте описание) со ссылками на источники составляющим «монументальной» функции для выбранной ООПТ, по представленному ниже шаблону.

а. **геолого-геоморфологические**
б. **гидрологические и гляциологические объекты, уникальные или крайне редкие по своему типу или основным характеристикам для региона, страны или мира**
в. **биологические объекты, уникальность или редкость которых обусловлены не сокращением их ареала, а уникальностью или специфичностью условий их существования, либо историей развития**
г. **ландшафты, уникальные по приведенным характеристикам для региона**
д. **ландшафты, уникальные по приведенным характеристикам для страны**
е. **ландшафты, уникальные по приведенным характеристикам для мира**

Таблица 4

а. геолого-геоморфологические	
Базовые характеристики	**Описание**
Репрезентативность **(r)**	Долина реки Гейзерная. Долина гейзеров представляет собой каньон (ущелье) шириной до 4 км, глубиной 400 м и длиной 8 км, по которому протекает река Гейзерная
Контраст с окружением **(d)**	Объекты вулканического происхождения.. Камчатка – зона высокой вулканической и сейсмической активности. В 1996 году шесть заповедных территорий вошли в состав объекта Всемирного природного наследия ЮНЕСКО «Вулканы Камчатки». На территории объекта ЮНЕСКО распо-ложены 30 действующих и 300 потухших вулканов. В Кроноцком заповеднике, который также вошел в состав объекта Всемирного природного наследия, расположены восемь действующих вулканов, знаменитые кальдера вулкана Узон и Долина гейзеров, которые формируют уникальный геотермический комплекс, аналогов которому в России нет, а в мире всего три
Текущее состояние **(c)**	Геологическая катастрофа, произошедшая 3 июня 2007 года, существенно изменила облик Долины Гейзеров. Отложениями гигантского оползня и грязекаменной лавины были погребены все источники на ручье Водопадном, погребена или залита водой подпрудного озера значительная часть термопроявлений по речке Гейзерной (находившихся ниже отметки 424 м).
б. гидрологические и гляциологические объекты, уникальные или крайне редкие по своему типу или основным характеристикам для региона, страны или мира	
Репрезентативность **(r)**	По своему происхождению озеро Кроноцкое является подпрудным водоемом, образованным в результате перекрытия древнего русла реки Палеокроноцкой мощными лавовыми и пирокластическими отложениями от извержений вулканов Кроноцкого и Крашенинникова. Озеро уникально не только своим происхождением, но и природным комплексом в пределах всего бассейна. Ледники Кроноцкого полуострова. Площадь

	снежников и ледников в заповеднике в отдельные годы достигает 14 тыс. га (1,4% заповедной территории). Это ледники на вулканах Большой Семячик, Кихпиныч, Кроноцкий, Гамчен и другие. А наиболее мощные ледники расположены на Кроноцком полуострове, где они образуют мощную ледниковую систему и занимают площадь 11 тыс. га, (в их числе ледники долинного, карового и кароводолинного типов)
Контраст с окружением **(d)**	На территории Камчатки расположено значительное количество озер (более 112 тыс.) общей площадью водной поверхности около 5880 км 2 , что составляет 1,2% площади края. Озера имеют преимущественно небольшие размеры (площадь зеркала менее 0,1 км 2). Только четыре озера имеют площадь более 50 км 2 , а два — более 100 Ледники районов активного вулканизма расположены главным образом на крупных вулканических постройках и часто занимают отрицательные формы вулканического рельефа: кратеры, кальдеры, барранкосы, взрывные и обвальные цирки. Для этих районов характерно распространение специфических типов ледников, которых нет в других типах ледниковых районов. Крупнейший район активного вулканизма и второй по размеру район оледенения на Камчатке – Ключевская группа вулканов.
Текущее состояние **(c)**	Кроноцкое озеро - крупнейший пресноводный водоем Камчатки; оно изолировано от проникновения проходной мальмы из реки Кроноцкая непреодолимыми порогами. Ихтиофауна озера долгое время формировалась в условиях изоляции. По нашим данным в озере обитают носатый голец (го-лец Шмидта), длинноголовый голец, белый голец, речная мальма и карликовый голец.На островах, в удалении от 34 до 44 км от морского побережья, располагаются колонии тихоокеанских чаек общей численностью около 600 пар. Так, общее сокращение площади ледников Камчатки с 1950 по 2002–2015 гг. составило 10,6%, или 82,81 км2 [1], однако в разных районах это происходит неодинаково. Больше всего сократились (27,6%, или 24,6 км2 за 1957–2013 гг.) тёплые ледники Кроноцкого полуострова, наиболее чувствительные к изменениям климата.
в. биологические объекты, уникальность или редкость которых обусловлены не сокращением их ареала, а уникальностью или специфичностью условий их существования, либо историей развития	
Репрезентативность **(r)**	Пихтовая роща. Единственная на Камчатке пихтовая роща (Семячикский административно-хозяйственный участок, 159˚56′6.6″–50.9″ в. д., 54˚08′26.6″–37.8″) образована пихтой грациозной (AbiesgracilisKom.), включенной в Красную книгу Камчатки
Контраст с окружением **(d)**	Роща пихты грациозной. На Камчатке есть только одна роща пихты грациозной, находящаяся в Кроноцком заповеднике (Единственная на Камчатке пихтовая роща (Семячикский административно-хозяйственный участок,

	159˚56′6.6″–50.9″ в. д., 54˚08′26.6″–37.8″) образована пихтой грациозной (AbiesgracilisKom.), включенной в Красную книгу Камчатки.
Текущее состояние **(c)**	Роща пихты грациозной. По результатам проведенной в 2016 г. GPS-съемки площадь коренного массива по сравнению с 2010 г. осталась практически без изменений и составила около 16,5 га, а с учетом отдельно стоящих в непосредственной близости к основному массиву деревьев, проникающих в окружающий березовый лес, – около 20 га.
г. ландшафты, уникальные по приведенным характеристикам для региона	
Репрезентативность **(r)**	К уникальным ландшафтам Кроноцкого заповедника, имеющим выдающуюся научно-познавательную или эстетическую ценность, отнесены ландшафты кальдеры Узон и восточный вулканических хребет. Данные ландшафты не зарегистрированы как отдельные ООПТ, но они достаточно ценны. Три года назад на территории заповедника существовал памятник природы «Урочище Верховье реки Левая Щапина», но был лишен данного статуса.
Контраст с окружением **(d)**	Вулканы Камчатки.Подавляющее большинство действующих и потенциально активных вулканов Камчатки расположено в Восточном вулканическом поясе. Северное окончание ряда действующих вулканов Восточного вулканического пояса находится в Центральной Камчатской депрессии, где располагаются гигантская Ключевская группа вулканов.
Текущее состояние **(c)**	Кальдера влк. Узон является природной системой, в которой в результате разгрузки высокотемпературных гидротерм практически от самой поверхности осадки нагреты до температур, характерных для глубин 2—3 км и более в классических нефтегазоносных бассейнах. Иными словами, кальдера кратера влк. Узон представляет собой природную лабораторию современного образования нефти из органического вещества плиоцен-нижнечетвертичных осадков.
д. ландшафты, уникальные по приведенным характеристикам для страны	
Репрезентативность **(r)**	Кальдера кратера влк. Узон представляет собой уникальную природную лабораторию современного образования нефти из органического вещества плиоцен-нижнечетвертичных осадков.
Контраст с окружением **(d)**	Вулканический хребты. Крупнейшими горными сооружениями полу-острова, сложенными преимущественно древними породами, являются Срединный и Восточный хребты (Часть Восточного хребта находиться на территории заповедника).
Текущее состояние **(c)**	Восточный вулканический хребет.Ширина Восточного хребта – до 80 км, абсолютные отметки вершин – 2000-3500 м. Морфология определяется цепочкой четвертичных вулканов, поднимающихся над вулканическим плато на 500-1100 м. Плато наклонено к океану и густо расчленено долинами рек и ручьев с врезом 100-400 м. В районе находятся восемь уникальных действующих вулканов – Кихпиныч, Крашенинникова, Кроноцкий, Комарова, Гам-чен,

	Кизимен, Тауншиц, Высокий. К действующим вулканам также относится группа вулканов Большого Семячика, где проявился многовыходной экструзивный вулканизм. Состояние хребта стабильно.
е. ландшафты, уникальные по приведенным характеристикам для мира	
Репрезентативность **(r)**	Кальдера вулкана Узон — уникальный в масштабе Земли район современного вулканизма. Эта гигантская котловина 9х12 км образовалась 40 тысяч лет назад. Гидротермальная система Узона – одна из мощнейших на Камчатке. На пяти термальных полях сосредоточено более тысячи термальных источников, множество выходов парогазовых струй, термальных озер, грязевых котлов и вулканчиков.
Контраст с окружением **(d)**	Рельеф Срединного хребта отличается исключительным разнообразием. В одних местах горы очень сильно расчленены, имеют острые гребни и пики с крутыми, иногда отвесными стенками. Такой рельеф имеют наиболее высокие части хребта, обработанные древними ледниками. Менее высокие участки отличаются более спокойным характером рельефа: здесь преобладают менее расчлененные горы с уплощенными водоразделами. Большим распространением в этом районе пользуются вулканы и высоко приподня-тые, ровные, как стол, площадки, сложенные лавами.
Текущее состояние **(c)**	Западное подножье Ганальского хребта (к востоку от Ганальской тунд-ры). Геологические и геохимические данные свидетельствуют, что образование гранулитоподобных пород в контактовом ореоле Юрчикского габброноритового интрузива Ганальского хребта Камчатки обусловлено процесса-ми контактового метаморфизма, метасоматоза и локального плавления исходных осадочно-вулканогенных отложений вахталкинской толщи ганальской серии.

Практическое занятие 5

Оценка природоохранной эффективности ООПТ по ЭКОЛОГО-СТАБИЛИЗИРУЮЩЕЙ функции

Задание:

1. Приведите информацию (сделайте описание) на источники составляющим эколого-стабилизирующей функции для выбранной ООПТ, по представленному ниже шаблону.

а. **смягчение последствий изменения климата и состава атмосферы**

б. **предотвращение эрозии и деградации почв**

в. **защита берегов и предотвращение наводнений**

г. **обеспечение запасов воды и ее качества**

д. **воспроизводство ключевых и хозяйственно ценных видов**

Таблица 5

а. смягчение последствий изменения климата и состава атмосферы	
Базовые характеристики	**Описание**
Репрезентативность **(r)**	В последние годы в связи с проблемой выброса в атмосферу большого количества парниковых газов (углекислый газ, метан и др.) лесные и другие природные экосистемы раскрываются в совершенно новом для них аспекте. Сохранение и разведение лесов стало рассматриваться как способ связывания (депонирования) атмосферного углерода, позволяющий хотя бы отчасти сбалансировать мощные выбросы углекислого газа в атмосферу при сжигании природного топлива. Природные леса, обладающие большей способностью к депонированию углерода по сравнению с искусственными насаждениями, безусловно, играют важнейшую роль в обеспечении данной глобально значимой экосистемой услуги.
Контраст с окружением **(d)**	Выделяются разновидности лесных экосистем — Каменноберезовые леса (лесообразующая порода — береза каменная), стланиковые леса (кед-ровый и ольховый стланики), долинные леса (тополь душистый, чозения, ивы), хвойные леса (лиственница Каяндера, лиственница камчатская, ель аянская, ель камчатская). Каменноберезняки занимают более половины лесопокрытой площади полуострова. Стланиковые леса, сформированные густыми зарослями кедрового и ольхового стлаников, приурочены к горным территориям.
Текущее состояние **(c)**	Все лесные экосистемы Кроноцкого заповедника находятся в стабильном состоянии.1 га леса Кроноцкого заповедника аккумулирует в среднем 33,17 т углерода, или 121,4 т углекислого газа; годовой запас углерода в лесах Кроноцкого заповедника составляет 11,81 млн т; запас углекислого газа — 43,22 млн т. В год лесами заповедника депонируется 548,19 тысячи т углерода (0,83 т С / га), или 2006,37 тысячи т углекислого газа (3,038 т CO2/ га) [61].
б. предотвращение эрозии и деградации почв	
Репрезентативность **(r)**	Ненарушенный растительный покров играет важную роль в сохранении почв и регулировании эрозионных процессов. Чем большее время почва находится под покровом возделываемых растений, особенно трав, тем лучше ее структура и выше ее противоэрозионная стойкость.
Контраст с окружением **(d)**	Растительный покров Камчатки определяется: сообществом рябины бу-зинолистной (Sorbeta sambucifoliae), расположенном в верхней границе лес-ного пояса; сообщества кустарниковых ивняков (Группа формаций Salicetosum pulchrae) встречаются в лесном и субальпийском поясах); сооб-щества ольхового стланика (Alneta kamtshaticae) и т.д.
Текущее состояние **(c)**	На 2008 год удельная стоимость хвойных лесов в сохранении почв составляет 2957,2 рублей/га; кустарниковых зарослей-19930,9 рублей/га лист-венных лесов-2957,2 рублей/га; тундр-2957,2 рублей/га; лугов—2233,7 рублей/га; бо-

	лот-778,6 рублей/га.
в. защита берегов и предотвращение наводнений	
Репрезентативность **(r)**	Экосистемы Кроноцкого заповедника играют большое значение в обеспечении регулирующих и поддерживающих экосистемных услуг, которые используются потребителями не напрямую, а опосредованно, а потому зачастую остаются незамеченными и недооцененными. Одной из таких функций является защита берегов и предотвращение наводнений.
Контраст с окружением **(d)**	Еловые леса полуострова, образованные елью аянской (Picea ajanensis Fisch.), являются реликтовыми и находятся на северной границе ареала. Площадь еловых лесов Камчатки до начала их интенсивного промышленного использования составляла 178 тыс. га.
Текущее состояние **(c)**	На 2008 год удельная стоимость хвойных лесов в защита берегов, предотвращение наводнений и других природных катастроф составляет 146,4 рублей/га; кустарниковых зарослей-9231,5 рублей/га лиственных лесов-146,4 рублей/га; тундр-146,4 рублей/га; лугов-18465,6 рублей/га; болот-194419,4 рублей/га..
г. обеспечение запасов воды и ее качества	
Репрезентативность **(r)**	Кроноцкий заповедник обладает хорошо развитой гидрологической сетью, здесь же находится и первое по площади водосбора пресноводное озеро Камчатки Кроноцкое.
Контраст с окружением **(d)**	Камчатка богата водными объектами — по территории края протекает более 140 тыс. рек различной протяженности. Общая протяженность всех рек более 350 тыс. км, а средний коэффициент густоты речной сети равен 0,76 км/км 2 . Из этого количества примерно 95% приходится на реки протяженностью менее 10 км. Только две реки — Камчатка и Пенжина имеют длину соответственно 758 и 713 км. Также наиболее значимыми являются реки Таловка, Парень, Белая, Тигиль, Вывенка, Апука, Пахача, Большая, Хайрюзова и др.
Текущее состояние **(c)**	Чистый экономический доход пользователей водными ресурсами Кро-ноцкого заповедника составил 90,5 тысячи рублей в год.
д. воспроизводство ключевых и хозяйственно ценных видов	
Репрезентативность **(r)**	ШМЕЛЬ ШРЕНКА Bombus schrenki (F. Morawitz, 1881) Отряд: Пере-пончатокрылые — Hymenoptera Семейство: Пчелиные — Apidae Важный опылитель цветковых растений, в том числе бобовых, губо-цветных, орхидных.
Контраст с окружением **(d)**	ШМЕЛЬ СПОРАДИКУС Bombus sporadicus (Nylander, 1848). Большей части ареала обитает в таежных массивах, в том числе таких, где растет лиственница (1). На Камчатке летает на ягодниковых приморских и горных тундрах, на разнотравных альпийских, субальпийских и приморских лугах, по опушкам и полянам каменноберезовых, лиственничных и пойменных лесов..
Текущее состояние **(c)**	ШМЕЛЬ ШРЕНКА Bombus schrenki (F. Morawitz, 1881). Численность: В годы максимума бывает в среднем по 1 особи на 1 м2 цветущей

	растительности, в годы депрессии их можно ни разу не заметить за сезон.

Практическое занятие 6

Оценка природоохранной ценности и текущей природоохранной эффективности отдельных ООПТ (рис.1) складывается из частных оценок их ценности и значимости для реализации базовых природоохранных функций ООПТ.

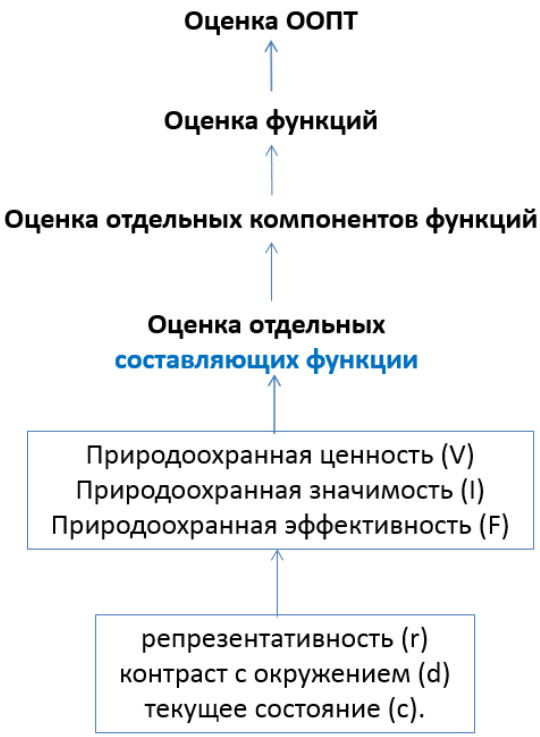


Рис.1 Схема оценки природоохранной ценности и текущей природоохранной эффективности отдельных ООПТ

На основе представленной теоретической части и собранной вами информации по каждой функции, провести расчеты и заполнить ниже представленные таблицы.

Для оценки репрезентативности используется четырехбальная шкала (от 0 до 3), критерии которой индивидуальны для различных составляющих и приведены в таблице 1. **Исключение** составляет компонент «растения, имеющие утилитарную ценность», для составляющей которого максимальной оценкой является 2. Все составляющие, получившие оценку «0», по остальным показателям не оцениваются и исключаются из дальнейшего анализа.

Для оценки контраста с окружением используется шкала от –1 до +2. Оценка «0» соответствует отсутствию существенных различий между ООПТ и ее окружением по состоянию объектов, определяющих оцениваемую составляющую. Оценки «1» и «2» отражают разные степени позитивного для ООПТ контраста. Оценка «–1» используется для

негативных различий, когда статус и состояние охраняемых объектов оказываются лучше за пределами ООПТ.

Для оценки текущего состояния используется по шкале, включающей три оценки: 0, 2 и 4. **Оценка «4»** присваивается, когда определяющий оцениваемую составляющую природный объект находится в оптимальном или близком к нему состоянию или таковое улучшается (происходит восстановление и т. д.). **Оценка «2»** соответствует случаям относительно стабильного состояния этих объектов при их существенных характеристиках, отличающихся от оптимальных (неполнота экосистем, низкий уровень воспроизводства популяций и т. п.). **Оценка «0»** используется в случаях ухудшения состояния (деградации) соответствующих природных объектов.

Полученные оценки репрезентативности, контраста с окружением и текущего состояния каждой оцениваемой составляющей природоохранных функций ООПТ определяют 3 расчетных показателя: Природоохранная ценность (V), Природоохранная значимость (I) Природоохранная эффективность (F)

Природоохранная ценность (V) отражает исходный потенциал ООПТ для сохранения природных комплексов и объектов, определяющих оцениваемую составляющую.

Для большинства составляющих рассчитывается как сумма оценок репрезентативности и контраста с окружением:

$$\mathbf{V = r + d}$$

Особый случай представляют составляющие резерватной функции, для которых учитывается также число видов, образующих каждую из оцениваемых групп или тип скоплений животных.

Расчет ведется по формуле: $\mathbf{V = n \times (r + d),}$ где

n – индекс числа значимых видов оцениваемой группы или типа скоплений животных, оцениваемый по пятибалльным шкалам.

Природоохранная значимость (I) характеризует текущую роль ООПТ в сохранении природных комплексов и объектов, определяющих оцениваемую составляющую, или реализуемый в настоящее время природоохранный потенциал.

Этот показатель рассчитывается по формуле: $\mathbf{I = V \times (c/cmax),}$ где

V – природоохранная ценность, c – текущее состояние, cmax – максимально возможное текущее состояние, равное 4.

Природоохранная эффективность (F) представляет собой выраженное в процентах отношение показателя природоохранной значимости к природоохранной ценности.

Показатель эффективности составляет 100%, когда эти показатели одинаковы, то есть при наилучшем состоянии определяющих оцениваемую составляющую природных комплексов и объектов, и равен нулю при нулевой природоохранной значимости. Третье воз-

можное для отдельных составляющих значение составляет 50%, означающее неполную эффективность.

$$F = (I \times 100)/V,$$

$$I = V \times (c/cmax),$$

$$\mathbf{F = (c/cmax) \times 100}$$

Таким образом, показатель природоохранной эффективности может быть рассчитан только по оценкам текущего состояния объектов, определяющих оцениваемую составляющую, и не зависит от абсолютных значений показателей природоохранной ценности и значимости.

Полученные для отдельных составляющих природоохранных функций расчетные показатели используются для вычисления аналогичных суммарных показателей для компонентов этих функций

Исключение:

Эколого-стабилизирующая функция, **каждая составляющая** которой представляет собой **отдельный компонент.** Средние значения необходимо умножить на коэффициенты значимости для отдельных компонентов. Назначение этих коэффициентов – устранение возможных искажений реальной роли компонентов природоохранных функций и природоохранных функций в целом в определении природоохранной ценности, которые могут возникать по причине различного количества составляющих отдельных компонентов и числа компонентов различных функций.

Коэффициенты компонентов были определены эмпирическим путем:

10 – для компонента «Нарушенные и трансформированные ландшафты»,

8 – для компонента «Экосистемные услуги»,

5 – для компонентов «Природное разнообразие» и «Чуждые элементы»,

2 –для компонентов «рефугиумной» и «монументальной» функций,

1 – для всех прочих компонентов, то есть для компонента «Эталонные экосистемы» и всех компонентов резерватной функции.

По полученным показателям суммарной природоохранной ценности и значимости для каждой функции рассчитывается показатель ее общей текущей природоохранной эффективности.

Природоохранные функции ООПТ	Компоненты природоохранных функций	Оцениваемые составляющие природоохранных функций	Базовые характеристики		
			Репрезентативность **(r)**	контраст с окружением **(d)**	текущее состояние **(c)**
ЭТАЛОННАЯ ФУНКЦИЯ	1.1. Природное разнообразие	а) видовое богатство			
		б) ландшафтное разнообразие			
	1.2. Чуждые и си-	а) чуждые и синан-			

	нантропные элементы	тропные виды			
		в) чуждые сообщества и экосистемы			
	1.3. Эталонные экосистемы	а) экосистемы, наиболее характерные для соответствующего физико-географического региона			
		б) экосистемы, играющие второстепенную роль в сложении естественного ландшафтного покрова			
		в) экосистемы, более характерные для других регионов или одинаково характерные для нескольких или многих физико-географических подразделений			
	1.4. Антропогенно-нарушенные и трансформированные экосистемы	а) нарушенные экосистемы			
		б) нарушенные и преобразованные экосистемы			
		в) преобразованные экосистемы			

ЭТАЛОННАЯ ФУНКЦИЯ	Компоненты природоохранных функций	Базовые характеристики		
		Природоохранная ценность **(V)**	Природоохранная значимость **(I)**	природоохранная эффективность **(F)**
	1.1. Природное разнообразие			
	1.2. Чуждые и синантропные элементы			
	1.3. Эталонные экосистемы			
	1.4. Антропогенно-нарушенные и трансформированные экосистемы			

РЕФУГИУМНАЯ ФУНКЦИЯ	Компоненты природоохранных функций	Оцениваемые составляющие природоохранных функций	Базовые характеристики		
			Репрезентативность **(r)**	контраст с окружением **(d)**	текущее состояние **(c)**
	1.1. Редкие, исчезающие и эндемичные таксоны	а) эндемичные и субэндемичные таксоны, занесенные в Красную книгу Российской Федерации, а также узкоэндемичные таксоны			
		б) таксоны, занесенные в Красную книгу Российской Федерации, но хорошо представленные и за пре-			

		делами России			
		в) таксоны, занесенные в региональные Красные книги или списки особо охраняемых объектов животного и растительного мира вследствие их нахождения близ границ природных ареалов			
	1.2. Редкие, исчезающие и эндемичные сообщества и экосистемы	а) сообщества и экосистемы, редкие и исчезающие в мировом масштабе, а также узкоэндемичные сообщества, распространенные только на ООПТ и в ее ближайших окрестностях			
		б) сообщества и экосистемы, редкие и исчезающие в масштабах станы, а также редкие сообщества эндемичные для региона			
		в) сообщества и экосистемы, редкие и исчезающие в масштабах региона			

РЕФУГИУМНАЯ ФУНКЦИЯ	Компоненты природоохранных функций	Базовые характеристики			
		Природоохранная ценность **(V)**	Природоохранная значимость **(I)**		природоохранная эффективность **(F)**
	1.1. Редкие, исчезающие и эндемичные таксоны				
	1.2. Редкие, исчезающие и эндемичные сообщества и экосистемы				

РЕЗЕРВАТНАЯ ФУНКЦИЯ	Компоненты природоохранных функций	Оцениваемые составляющие природоохранных функций	Базовые характеристики		
			Репрезентативность **(r)**	контраст с окружением **(d)**	текущее состояние **(c)**
	1.1. Охотничье-промысловые виды животных	а) копытные;			
		б) крупные хищники (медведь, волк, рысь, росомаха);			
		в) мелкие и средние хищники;			
		г) грызуны и зайцеобразные;			
		д) водоплавающие и околоводные птицы;			
		е) куриные;			
		ж) промысловые виды рыб			
	1.2. Крупные скопления животных	а) лежбища морских млекопитающих;			

		б) скопления копытных во время отела;			
		в) колонии морских птиц;			
		г) внутриконтинентальные колонии водоплавающих и околоводных птиц;			
		д) линные скопления гусеобразных;			
		е) миграционные и зимовочные скопления крупных видов птиц;			
		ж) крупные нерестилища промысловых видов рыб.			
	1.3. Растения, имеющие утилитарную ценность	а) лекарственные растения;			
		б) ценные пищевые растения;			
		в) декоративные растения, подвергающиеся активному сбору, за исключением занесенных в федеральную и региональные Красные книги;			
		г) дикие родичи культурных растений.			
РЕЗЕРВАТНАЯ ФУНКЦИЯ	Компоненты природоохранных функций	Базовые характеристики			
		Природоохранная ценность **(V)**	Природоохранная значимость **(I)**		природоохранная эффективность **(F)**
	1.1. Охотничье-промысловые виды животных				
	1.2. Крупные скопления животных				
	1.3. Растения, имеющие утилитарную ценность				
«МОНУМЕНТАЛЬНАЯ» ФУНКЦИЯ	Компоненты природоохранных функций	Оцениваемые составляющие природоохранных функций	Базовые характеристики		
			Репрезентативность **(r)**	контраст с окружением **(d)**	текущее состояние **(c)**
	1.1. Природные объекты, имеющие выдающееся приро-	а) геолого-геоморфологические,			
		б) гидрологические и			

	доохранное или научно-познавательное значение	гляциологические объекты, уникальные или крайне редкие по своему типу или основным характеристикам для региона, страны или мира;			
		в) биологические объекты, уникальность или редкость которых обусловлены не сокращением их ареала, а уникальностью или специфичностью условий их существования, либо историей развития			
	1.2. Ландшафты, имеющие выдающееся познавательное или эстетическое значение	а) ландшафты, уникальные по приведенным характеристикам для региона,			
		б) ландшафты, уникальные по приведенным характеристикам для страны			
		в) ландшафты, уникальные по приведенным характеристикам для мира.			
«МОНУМЕНТАЛЬНАЯ» ФУНКЦИЯ	Компоненты природоохранных функций	Базовые характеристики			
		Природоохранная ценность **(V)**	Природоохранная значимость **(I)**	природоохранная эффективность **(F)**	
	1.1. Природные объекты, имеющие выдающееся природоохранное или научно-познавательное значение				
	1.2. Ландшафты, имеющие выдающееся познавательное или эстетическое значение				
ЭКОЛОГО-СТАБИЛИЗИРУЮЩАЯ ФУНКЦИИ	Оцениваемые составляющие природоохранных функций	Базовые характеристики			
		Репрезентативность **(r)**	контраст с окружением **(d)**	текущее состояние **(c)**	
	а) смягчение последствий изменения климата и состава атмосферы;				
	б) предотвращение эрозии и деградации почв;				
	в) защита берегов и предотвращение наводнений;				

	г) обеспечение запасов воды и ее качества;			
	д) воспроизводство ключевых и хозяйственно ценных таксонов (кроме тех, которые учитываются при оценке резерватной функции).			

Оценка компонентов природоохранных функций				
Природоохранные функции ООПТ	Оцениваемые составляющие природоохранных функций	Базовые характеристики		
		Природоохранная ценность **(V)**	Природоохранная значимость **(I)**	природоохранная эффективность **(F)**
ЭКОЛОГО-СТАБИЛИЗИРУЮЩАЯ ФУНКЦИИ	а) смягчение последствий изменения климата и состава атмосферы;			
	б) предотвращение эрозии и деградации почв;			
	в) защита берегов и предотвращение наводнений;			
	г) обеспечение запасов воды и ее качества;			
	д) воспроизводство ключевых и хозяйственно ценных таксонов (кроме тех, которые учитываются при оценке резерватной функции).			

Практическое занятие 7

По полученным показателям суммарной природоохранной ценности и значимости для каждой функции рассчитать показатель ее общей текущей природоохранной эффективности и заполнить представленную ниже таблицу.

Параметры	Эталонная функция	Рефугимная функция	Резерватная функция	«Монументальная» функция	Эколого-стабилизирующая функция	ИТОГО
Средняя репрезентативность						
Средний контраст с окружением						
Среднее текущее состояние						
Суммарная природоохранная ценность						
Суммарная природоохранная значимость						
Природоохранная эффективность						

Тут не знаю что написать!!!! Толи вывод письменный должен быть толи заключение какоето?!

Список заповедников Российской Федерации, для выбора ООПТ

№ п/п	Название заповедника	Ссылка
1.	Азас	http://zapovednik-azas.ru/
2.	Алтайский заповедник	https://www.altzapovednik.ru/
3.	Астраханский заповедник	https://astrakhanzapoved.ru/
4.	Байкало-Ленский заповедник	https://baikal-1.ru/territory/baikal-lena/
5.	Байкальский заповедник	https://baikalzapovednik.ru/
6.	Баргузинский заповедник	https://zapovednoe-podlemorye.ru/save/biosphere/
7.	Басеги	https://basegi.ru/
8.	Бастак	https://bastak-eao.ru/
9.	Башкирский заповедник	https://bashzapoved.ru/
10.	Белогорье	http://www.zapovednik-belogorye.ru/
11.	Богдинско-Баскунчакский заповедник	https://bogdozap.ru/
12.	Болоньский заповедник	http://www.zapovedamur.ru/zapovednik_bolonskij
13.	Большая Кокшага	https://b-kokshaga.ru/
14.	Большехехцирский заповедник	http://www.zapovedamur.ru/zapovednik_bolshekhekhtsirskij
15.	Большой Арктический заповедник	http://www.bigarctic.ru/
16.	Ботчинский заповедник	http://заповедник-ботчинский.рф/
17.	Брянский лес	http://www.bryansky-les.ru/
18.	Буреинский заповедник	http://zapbureya.ru/
19.	Верхне-Тазовский заповедник	https://втз.янао.инфо.сайт/
20.	Висимский заповедник	https://visimskiy.ru/
21.	Витимский заповедник	http://vitimzap.bodaibo.ru/
22.	Вишерский заповедник	https://www.vishersky.ru/
23.	Волжско-Камский заповедник	https://vkgz.ru/ru
24.	Воронежский заповедник	https://zapovednik-vrn.ru/
25.	Воронинский заповедник	http://voroninsky.ru/
26.	Восток Финского залива	https://www.n-svirsky.ru/o-zapovednike/upravlenie-oopt/vostok-finskogo-zaliva/
27.	Дагестанский заповедник	http://dagzapoved.ru/
28.	Дальневосточный морской заповедник	https://morskoyzapovednik.ru/
29.	Дарвинский заповедник	https://дарвинский.рф/
30.	Даурский заповедник	http://daurzapoved.com/
31.	Денежкин Камень	http://www.denkamen.ru/
32.	Джугджурский заповедник	http://djugdjur.ru/
33.	Жигулёвский заповедник	http://zhreserve.ru/
34.	Зейский заповедник	https://zeyzap.ru/
35.	Ильменский заповедник	http://igz.ilmeny.ac.ru/
36.	Кабардино-Балкарский высокогорный заповедник	http://zapovednik-kbr.ru/
37.	Кавказский заповедник	https://kavkazzapoved.ru/
38.	Казантипский природный заповедник	https://zapovedcrimea.ru/kazantipskiy

39.	Калужские засеки	https://zaseki.ru/
40.	Кандалакшский заповедник	https://kandalaksha-reserve.ru/
41.	Карадагский природный заповедник	http://karadag.com.ru/
42.	Катунский заповедник	http://www.katunskiy.ru/
43.	Кедровая Падь	http://kedrpad.dvo.ru/
44.	Керженский заповедник	http://kerzhenskiy.narod.ru/Index.htm
45.	Кивач (заповедник)	https://zapkivach.ru/
46.	Кологривский лес	https://kologrivskiy-les.ru/
47.	Командорский заповедник	http://www.komandorsky.ru/
48.	Комсомольский заповедник	http://www.zapovedamur.ru/zapovednik_komsomolskij
49.	Костомукшский заповедник	https://www.kostzap.com/
50.	Кроноцкий заповедник	https://kronoki.ru/
51.	Кузнецкий Алатау	http://www.kuz-alatau.ru/
52.	Курильский заповедник	http://kurilskiy.ru/
53.	Лазовский заповедник	http://lazovzap.ru/
54.	Лапландский заповедник	http://www.laplandzap.ru/
55.	Лебяжьи острова	https://zapovedcrimea.ru/lebyazhie
56.	Магаданский заповедник	http://www.magterra.ru/index.php?newsid=16
57.	Малая Сосьва	https://www.m-sosva.ru/
58.	Мордовский заповедник	https://zapoved-mordovia.ru/
59.	Ненецкий заповедник	https://nenzap.ru/
60.	Нижне-Свирский заповедник	https://www.n-svirsky.ru/
61.	Норский заповедник	http://norzap.ru/
62.	Нургуш	https://nurgush.org/
63.	Окский заповедник	http://oksky-reserve.ru/
64.	Олёкминский заповедник	https://olekmazap.ru/
65.	Опукский природный заповедник	https://www.opuk-crimea.ru/
66.	Оренбургский заповедник	https://orenzap.ru/territory/orenburgskiy-zapovednik/zapovednik-orenburgskiy/
67.	Остров Врангеля	http://www.ostrovwrangelya.org/
68.	Пасвик	https://pasvik-reserve.ru/
69.	Печоро-Илычский заповедник	https://www.pechora-reserve.ru/
70.	Пинежский заповедник	http://www.zapovednik-pinega.ru/
71.	Полистовский заповедник	http://polistovsky.ru/
72.	Поронайский заповедник	http://zapovednik-65.ru/
73.	Приволжская лесостепь	http://zpls.ru/
74.	Приокско-Террасный заповедник	https://pt-zapovednik.ru/
75.	Присурский заповедник	http://www.prisursky.ru/
76.	Путоранский заповедник	http://platoputorana.ru/
77.	Рдейский заповедник	http://rdeysky.org/
78.	Ростовский заповедник	http://www.rgpbz.ru/
79.	Саяно-Шушенский заповедник	http://sayanzapoved.ru/
80.	Северо-Осетинский заповедник	http://zapovednik15.ru/
81.	Сихотэ-Алинский заповедник	https://сиалинь.рф/
82.	Сохондинский заповедник	https://sokhondo.ru/

83.	Таймырский заповедник	http://zapovedsever.ru/index.php
84.	Тигирекский заповедник	http://tigirek.ru//
85.	Тунгусский заповедник	http://тунгусский-заповедник.рф/
86.	Убсунурская котловина	https://ubsunurtuva.ru/
87.	Уссурийский заповедник	http://www.ussuriysky.ru/
88.	Усть-Ленский заповедник	https://ustlensky.ru/
89.	Утриш	https://utrishgpz.ru/
90.	Хакасский заповедник	https://zapovednik-khakassky.ru/
91.	Ханкайский заповедник	http://www.khanka-lake.ru/
92.	Хинганский заповедник	http://khingan.ru/
93.	Хопёрский заповедник	https://hoperzap.ru/
94.	Центрально-Лесной заповедник	http://clgz.ru/
95.	Центральносибирский заповедник	https://centralsib.com/
96.	Центрально-Черноземный заповедник	http://zapoved-kursk.ru/
97.	Чёрные земли	http://zapovednik-chernyezemli.ru/
98.	Шайтан-Тау	https://orenzap.ru/territory/zapovednik-shaytan-tau-/zapovednik-shaytan-tau/
99.	Шульган-Таш	https://shulgan-tash.ru/
100.	Эрзи	https://www.erziri.net/
101.	Юганский заповедник	http://ugansky.ru/
102.	Южно-Уральский заповедник	http://south-ural-reserve.ru/
103.	Ялтинский горно-лесной природный заповедник	https://zapovedcrimea.ru/yaltinskiy

Поиск информации

1. **Официальный сайт заповедника**
2. **Монографии (книги)**
3. **Красная книга (РФ, региональные) https://redbookrf.ru/**
4. **Диссертации https://www.dissercat.com/**
5. **Публикации из научных статей или сборников**

https://www.elibrary.ru/query_results.asp

6. Летопись природы http://zapovedsever.ru/other/letopis-prirody

7. Проект Inaturalist https://www.inaturalist.org/observations?place_id=144274&threatened&view=species

8. Карты и атласы, в том числе электронные

9. Государственные доклады о состоянии окружающей среды (по регионам) https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii/

10. Электронные справочники (разновидность монографии), размещенные на сайтах научных организаций https://ipae.uran.ru/library/publications_pdf/red_books

11. Документальные фильмы о заповеднике

12. Экологические проекты : Национальный проект «Экология» https://xn--80agfniahlkdbfn5a8c2gsb.xn--p1ai/proekt/

Природоохранные функции ООПТ	Компоненты природоохранных функций	Оцениваемые составляющие природоохранных функций	Базовые характеристики		
			Репрезентативность **(r)**	контраст с окружением **(d)**	текущее состояние **(c)**
ЭТАЛОННАЯ ФУНКЦИЯ	1.1. Природное разнообразие	а) видовое богатство			
		б) ландшафтное разнообразие			
	1.2. Чуждые и синантропные элементы	а) чуждые и синантропные виды			
		в) чуждые сообщества и экосистемы			
	1.3. Эталонные экосистемы	а) экосистемы, наиболее характерные для соответствующего физико-географического региона			
		б) экосистемы, играющие второстепенную роль в сложении естественного ландшафтного покрова			
		в) экосистемы, более характерные для других регионов или одинаково характерные для нескольких или многих физико-географических подразделений			
	1.4. Антропогенно-нарушенные и трансформированные экосистемы	а) нарушенные экосистемы			
		б) нарушенные и преобразованные экосистемы			
		в) преобразованные экосистемы			

Оценка компонентов природоохранных функций

Природоохранные функции ООПТ	Компоненты природоохранных функций	Базовые характеристики		
		Природоохранная ценность **(V)**	Природоохранная значимость **(I)**	природоохранная эффективность **(F)**
ЭТАЛОННАЯ ФУНКЦИЯ	1.1. Природное разнообразие			
	1.2. Чуждые и синантропные элементы			
	1.3. Эталонные экосистемы			
	1.4. Антропогенно-нарушенные и трансформированные экосистемы			

Природоохранные функции ООПТ	Компоненты природоохранных функций	Оцениваемые составляющие природоохранных функций	Базовые характеристики		
			Репрезентативность **(r)**	контраст с окружением **(d)**	текущее состояние **(c)**

РЕФУГИУМНАЯ ФУНКЦИЯ	1.1. Редкие, исчезающие и эндемичные таксоны	а) эндемичные и субэндемичные таксоны, занесенные в Красную книгу Российской Федерации, а также узкоэндемичные таксоны			
		б) таксоны, занесенные в Красную книгу Российской Федерации, но хорошо представленные и за пределами России			
		в) таксоны, занесенные в региональные Красные книги или списки особо охраняемых объектов животного и растительного мира вследствие их нахождения близ границ природных ареалов			
	1.2. Редкие, исчезающие и эндемичные сообщества и экосистемы	а) сообщества и экосистемы, редкие и исчезающие в мировом масштабе, а также узкоэндемичные сообщества, распространенные только на ООПТ и в ее ближайших окрестностях			
		б) сообщества и экосистемы, редкие и исчезающие в масштабах страны, а также редкие сообщества эндемичные для региона			
		в) сообщества и экосистемы, редкие и исчезающие в масштабах региона			

Оценка компонентов природоохранных функций

Природоохранные функции ООПТ	Компоненты природоохранных функций	Базовые характеристики		
		Природоохранная ценность **(V)**	Природоохранная значимость **(I)**	природоохранная эффективность **(F)**
РЕФУГИУМНАЯ ФУНКЦИЯ	1.1. Редкие, исчезающие и эндемичные таксоны			
	1.2. Редкие, исчезающие и эндемичные сообщества и экосистемы			

Природоохранные функции ООПТ	Компоненты природоохранных функций	Оцениваемые составляющие природоохранных функций	Базовые характеристики		
			Репрезентативность **(r)**	контраст с окружением **(d)**	текущее состояние **(c)**
РЕЗЕРВАТНАЯ ФУНКЦИЯ	1.1. Охотничье-промысловые виды животных	а) копытные;			
		б) крупные хищники (медведь, волк, рысь, росомаха);			
		в) мелкие и средние хищники;			
		г) грызуны и зайцеобразные;			

		д) водоплавающие и околоводные птицы;			
		е) куриные;			
		ж) промысловые виды рыб			
	1.2. Крупные скопления животных	а) лежбища морских млекопитающих;			
		б) скопления копытных во время отела;			
		в) колонии морских птиц;			
		г) внутриконтинентальные колонии водоплавающих и околоводных птиц;			
		д) линные скопления гусеобразных;			
		е) миграционные и зимовочные скопления крупных видов птиц;			
		ж) крупные нерестилища промысловых видов рыб.			
	1.3. Растения, имеющие утилитарную ценность	а) лекарственные растения;			
		б) ценные пищевые растения;			
		в) декоративные растения, подвергающиеся активному сбору, за исключением занесенных в федеральную и региональные Красные книги;			
		г) дикие родичи культурных растений.			

Оценка компонентов природоохранных функций

Природоохранные функции ООПТ	Компоненты природоохранных функций	Базовые характеристики		
		Природоохранная ценность **(V)**	Природоохранная значимость **(I)**	природоохранная эффективность **(F)**
РЕЗЕРВАТНАЯ ФУНКЦИЯ	1.1. Охотничье-промысловые виды животных			
	1.2. Крупные скопления животных			
	1.3. Растения, имеющие утилитарную ценность			

Природоохранные функции ООПТ	Компоненты природоохранных функций	Оцениваемые составляющие природоохранных функций	Базовые характеристики		
			Репрезентативность **(r)**	контраст с окружением **(d)**	текущее состояние **(c)**
«МОНУМЕНТАЛЬНАЯ» ФУНКЦИЯ	1.1. Природные объекты, имеющие выдающееся природоохранное или научно-познавательное значение	а) геолого-геоморфологические,			
		б) гидрологические и гляциологические объекты, уникальные или крайне редкие по своему типу или основным характеристикам для региона, страны или мира;			
		в) биологические объекты, уникальность или редкость которых обусловлены не сокращением их ареала, а уникальностью или специфичностью условий их существования, либо историей развития			
	1.2. Ландшафты, имеющие выдающееся познавательное или эстетическое значение	а) ландшафты, уникальные по приведенным характеристикам для региона,			
		б) ландшафты, уникальные по приведенным характеристикам для страны			
		в) ландшафты, уникальные по приведенным характеристикам для мира.			

Оценка компонентов природоохранных функций

Природоохранные функции ООПТ	Компоненты природоохранных функций	Базовые характеристики		
		Природоохранная ценность **(V)**	Природоохранная значимость **(I)**	природоохранная эффективность **(F)**
«МОНУМЕНТАЛЬНАЯ» ФУНКЦИЯ	1.1. Природные объекты, имеющие выдающееся природоохранное или научно-познавательное значение			
	1.2. Ландшафты, имеющие выдающееся познавательное или эстетическое значение			

Природоохранные функции ООПТ	Оцениваемые составляющие природоохранных функций	Базовые характеристики		
		Репрезентативность **(r)**	контраст с окружением **(d)**	текущее состояние **(c)**
ЭКОЛОГО-	а) смягчение последствий из-			

СТАБИЛИЗИРУЮЩАЯ ФУНКЦИИ	менения климата и состава атмосферы;			
	б) предотвращение эрозии и деградации почв;			
	в) защита берегов и предотвращение наводнений;			
	г) обеспечение запасов воды и ее качества;			
	д) воспроизводство ключевых и хозяйственно ценных таксонов (кроме тех, которые учитываются при оценке резерватной функции).			

Оценка компонентов природоохранных функций

Природоохранные функции ООПТ	Оцениваемые составляющие природоохранных функций	Базовые характеристики		
		Природоохранная ценность **(V)**	Природоохранная значимость **(I)**	природоохранная эффективность **(F)**
ЭКОЛОГО-СТАБИЛИЗИРУЮЩАЯ ФУНКЦИИ	а) смягчение последствий изменения климата и состава атмосферы;			
	б) предотвращение эрозии и деградации почв;			
	в) защита берегов и предотвращение наводнений;			
	г) обеспечение запасов воды и ее качества;			
	д) воспроизводство ключевых и хозяйственно ценных таксонов (кроме тех, которые учитываются при оценке резерватной функции).			

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров
13.10.2021 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.В.ДВ.02.02 ЭКОЛОГИЯ ПОЧВ

Направление подготовки

05.03.06 Экология и природопользование

Профиль

Рациональное природопользование и экологический инжиниринг

год набора: 2022

Автор: Михеева Е.В., кбн, Малкова Е.А., кбн

Одобрено на заседании кафедры

ГлЗЧС

(название кафедры)

Зав. кафедрой _____ *(подпись)*

Стороженко Л.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 09.09.2021 г.

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

горно-технологического факультета

(название факультета)

Председатель _____ *(подпись)*

Колчина Н.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 08.10.2021 г.

(Дата)

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ **5**

Глава 1. Химическая гетерогенность биосферы и биогеохимическое районирование **6**

1.1. Биогеохимические провинции: типология и классификация **8**

1.2. Адаптации к действию геохимического фактора **11**

1.3. Морфофизиологические особенности животных при действии различных факторов реды……..……**12**

1.4. Роль эндокринной системы в формировании адаптивных реакций...**16**

1.5. Адаптивные особенности репродуктивной системы……..**24**

Глава 2. Природные биогеохимические провинции в районах распространения ультраосновных горных пород Среднего Урала.... **27**

2.1. Содержание металлов в почве, тканях растений и животных…….**27**
на территориях природных биогеохимических провинций..…….... **27**

2.2. Адаптивные реакции животных в условиях природных биогеохимических провинций……**34**

2.2.1. Демографические характеристики популяций мелких млекопитающих (на примере рыжей полевки)……...**34**

2.2.2. Морфофизиологические показатели рыжей полевки……**35**

2.2.3. Морфофункциональные особенности коры надпочечника рыжей полевки……...**39**

2.2.4. Морфофункциональные особенности репродуктивной системы рыжей полевки……...**51**

Глава 3. Смертность и заболеваемость человека в условиях природной биогеохимической провинции……**61**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ **65**

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК **66**

ВВЕДЕНИЕ

ЭКОЛОГИЯ ПОЧВ – это наука, изучающая взаимодействия между живыми и косными компонентами почвы, а также отношения между почвой и окружающей ее средой, включая абиотические факторы и живые организмы.

Определенное место в экологии почв занимает учение о биогеохимических провинциях, основы которого были заложены трудами отечественных ученых В. И. Вернадского и А. П. Виноградова. Формирование представлений о типологии биогеохимических провинций, их генезисе, географии, биологических эффектах продолжается и в настоящее время.

Уникальным полигоном для изучения биогеохимических аномалий и провинций является Урал благодаря своему геологическому своеобразию и индустриальному развитию. В данном издании изложены теоретические представления о биогеохимических провинциях в целом и представлены результаты практического изучения естественных биогеохимических провинций Урала, не вызывающих эндемических заболеваний.

Авторы выражают сердечную благодарность научным руководителям тех направлений исследований, результаты которых легли в основу учебно-методического пособия: доктору биологических наук, профессору Олегу Антоновичу Жигальскому, кандидату биологических наук Вере Павловне Маминой, доктору геолого-минералогических наук, директору ООО «Мавин» Владимиру Евгеньевичу Максимову, за всестороннюю помощь и поддержку. Авторы искренне признательны главе администрации п. Уралец Пригородного района Свердловской области Владимиру Ивановичу Лебедеву за содействие в организации полевых работ и сотрудникам Института экологии растений и животных УрО РАН за обсуждение результатов исследований и ценные консультации.

Глава 1. Химическая гетерогенность биосферы и биогеохимическое районирование

Тесная взаимосвязь геохимических условий среды и физиологического состояния живых организмов общеизвестна [14, 17, 45, 31, 80, 105, 107].

Значение геохимической среды для развития растений и животных определяется использованием химических элементов в процессах обмена веществ, вхождением их в состав биологически активных соединений [2, 15, 44, 56, 78], а также неспецифическим влиянием на метаболизм и регуляторные системы организма [31, 74, 75].

Избыток или недостаток химических элементов нарушает сбалансированность метаболических процессов в организме, что вызывает определенные изменения в эндокринной, иммунной, репродуктивной системах и может привести к различного рода заболеваниям, сокращению продолжительности жизни [1, 56]. При недостаточном или избыточном содержании в среде химических элементов, включение которых в обменные процессы связано со специфическим действием, возникают эндемические заболевания.

Первичные эндемии связаны непосредственно со специфическим действием геохимических факторов, вторичные представляют собой осложненные геохимической обстановкой неэндемические болезни [31].

В природных условиях геохимической среды существуют также добавочные геохимические факторы, которые влияют на обмен основного элемента, связанного с эндемией. Добавочные геохимические факторы определяют локальный характер нарушений метаболизма и эндемий.

В настоящее время распространение эндемических заболеваний расширилось в связи с техногенным воздействием человека на биосферу [31, 100].

В качестве нормативных величин при эколого-геохимических исследованиях чаще всего применяются фоновые содержания химических элементов. Под фоновым содержанием химического элемента понимается средняя его концентрация в природных телах (почвах, донных отложениях) однородного в ландшафто-геохимическом отношении участка, прямо не затронутого техногенезом [17, 68, 69]. Сведения о фоновом, природном, содержании микроэлементов в породах и почвах необходимы для предупреждения вредного воздействия геохимических условий на биоту, а также для оценки реального техногенного воздействия на окружающую среду [24].

Концентрации элементов, отличающиеся от фоновых, считаются аномальными. Геохимические аномалии могут быть отрицательными (концентрации элементов ниже фона) и положительными (концентрации элементов выше фона) [24, 69].

Биогеохимическое районирование, позволяющее выявить части биосферы различного размера с аномальным или фоновым (нормальным) содержанием химических элементов, связывает биологические реакции организмов коррелятивными и причинными связями с химическим составом окружающей среды. В составе биосферы выделяют биогеохимические регионы, субрегионы и биогеохимические провинции [31, 60, 69].

Биогеохимические регионы биосферы – таксоны первого порядка в системе биогеохимического районирования, имеющие по протяженности признаки почвенно-климатических зон или их сочетаний с учетом специфики трофической цепи и преобладающих биологических реакций на естественный химический состав среды или его техногенные изменения. Регионы биосферы характеризуются биогеохимической мозаичностью.

Биогеохимические субрегионы биосферы выделяются, как правило, по принципу географической непрерывности. Субрегионы могут сохранять типичные признаки региона, либо иметь характеристики, не соответствующие типичным признакам региона (азональные субрегионы). Азональные

субрегионы зачастую возникают над залежами полезных ископаемых или в районах интенсивного техногенного загрязнения.

Биогеохимические провинции – таксоны третьего порядка, являются частями субрегионов биосферы и характеризуются определенным качественным и количественным составом биогеохимических трофических цепей, а также типичными реакциями организмов, в некоторых случаях в виде эндемических заболеваний [14, 31, 69, 123].

1.1. Биогеохимические провинции: типология и классификация

Термин «биогеохимические провинции» был предложен А.П. Виноградовым. Биогеохимическими провинциями являются «области на Земле, тесно связанные с геохимическими провинциями, и отличающиеся более или менее одинаковой концентрацией в среде (почвах, воде, воздухе), отличной от соседних областей, одного или нескольких химических элементов (нормальной, избыточной или недостаточной), с чем связана характерная биологическая реакция флоры и фауны данной области» [16, 17].

По источнику поступления основных химических элементов, образующих провинцию, выделяют природные, техногенные и природно-техногенные биогеохимические провинции.

Возникновение **природных (естественных)** биогеохимических провинций определяется геохимическими условиями почвообразующих пород [14, 18, 48, 69].

Техногенные биогеохимические провинции образуются в регионах со значительной антропогенной нагрузкой [30, 100, 106, 122]. Человечество в процессе своей производственной деятельности выступает как мощный геохимический фактор, изменяющий и перераспределяющий огромные массы химических элементов. Производственная деятельность человека оказывает существенное влияние как на глобальные биогеохимические циклы, так и на биогеохимические процессы небольших территорий [27].

Природные и техногенные биогеохимические провинции отличаются друг от друга рядом особенностей: продолжительность существования природных аномальных территорий существенно больше, чем техногенных; избыточное поступление химических элементов в пищевую цепь природной провинции происходит преимущественно из подстилающей горной породы, в то время как источники техногенного загрязнения окружающей среды весьма разнообразны; распределение химических элементов в почве и породах на аномальных территориях различного происхождения также специфично [26, 48, 67].

Природно-техногенные биогеохимические провинции, как правило, возникают при интенсивной разработке месторождений полезных ископаемых. В целом техносфера регионов формируется обычно в соответствии с их металлогенической зональностью [24, 30, 69].

Первичные провинции возникают непосредственно над рудными телами или в зонах интенсивного техногенного загрязнения. При рассеянии химических элементов, чаще всего с водным стоком, возникают **вторичные** провинции, иногда на значительном удалении от первичного источника. В некоторых случаях биологические реакции организмов во вторичных биогеохимических провинциях выражены в большей степени, чем в первичных [31].

По уровню накопления химических элементов и связанной с ним реакции биоты выделяют **типичные** биогеохимические провинции, **потенциальные** и **фоновые.**

На территории **потенциальных (скрытых)** провинций концентрации основного химического элемента не достигают пороговых значений, но очень близки к ним. Характерные для данного элемента реакции в таких районах обычно не проявляются, но при действии неблагоприятных условий среды или в случаях ослабления регуляторных функций организма могут возникать эндемические заболевания.

В условиях **фоновых** биогеохимических провинций характерные для данного субрегиона пониженные или повышенные концентрации химических элементов не вызывают каких-либо заметных реакций организмов [31].

Особую актуальность проблема воздействия условий биогеохимических провинций на растения, животных и человека приобретает в Уральском регионе. Известно, что на Урале широко распространены геохимические аномалии элементов всех групп токсичности. На отдельных участках максимальные концентрации в почве различных химических элементов превышают предельно допустимые в сотни раз [24]. Довольно широко распространены в Уральском регионе пояса ультраосновных пород с высоким содержанием в них хрома, никеля, кобальта [24, 48].

Для биогеохимических провинций характерно в целом повышенное содержание в горных породах, почвах, грунтовых водах основного элемента, а также целого ряда сопутствующих [14, 16, 24, 48].

1.2. Адаптации к действию геохимического фактора

Довольно часто условия биогеохимических провинций провоцируют возникновение эндемических заболеваний растений и животных, клинические проявления которых довольно хорошо изучены [1, 16, 43, 31, 56].

Вместе с тем неблагоприятные геохимические факторы способны вызывать биологические реакции, которые не носят специфического характера и не позволяют непосредственно сделать заключение о действующей причине. Для животных неблагополучных в геохимическом отношении зон могут быть характерны следующие особенности: сокращение продолжительности жизни, снижение репродуктивного успеха, отклонения в развитии, изменения иммунологических характеристик [43, 44, 75, 76].

По мнению М.А. Риш (1965), биологические эффекты действия геохимического фактора делятся на адаптивные и патологические. В свою очередь, в рамках адаптивных реакций выделяются:

1) физиологическая и биохимическая адаптации (в интервале пороговых концентраций химических элементов);

2) генетическая адаптация – результат селекции форм, приспособленных к определенным условиям геохимической среды [80].

В основе генетических адаптаций лежит явление полиморфизма популяций [80].

Сходная классификация биологических эффектов геохимических условий среды была предложена Н.А. Агаджаняном и А.В. Скальным. По их мнению, умеренные отклонения от нормального содержания микроэлементов в окружающей среде вызывают количественные изменения в рамках обычных регуляторных реакций организма. При резком недостатке или избытке определенных химических элементов возникают либо различные приспособления к обитанию в конкретных геохимических условиях, либо качественные изменения обмена веществ, которые приводят к эндемическим заболеваниям и уродствам [1].

Таким образом, по мнению Н. А. Агаджаняна, геохимические факторы среды играют немаловажную роль в процессах жизнедеятельности организмов, детерминации физиологической гетерогенности популяций животных и эволюции жизни. В настоящее время в результате хозяйственной деятельности человечества происходит смещение значимости экологических факторов в сторону биогеохимических условий, которые начинают приобретать доминирующее значение среди прочих экологических детерминант качества жизни [1].

1.3. Морфофизиологические особенности животных при действии различных факторов среды

Метод морфофизиологических индикаторов С.С. Шварца [94], позволяющий оценить реакцию популяции на конкретные условия окружающей среды по комплексу весовых показателей, довольно широко используется в экологических исследованиях. Изменчивость экстерьерных и интерьерных характеристик может быть связана с определенными адаптивными сдвигами метаболизма животных при действии разнообразных факторов среды [92, 94].

Масса (вес) тела является отличным индикатором, реагирующим на внешние и внутрипопуляционные факторы, и довольно широко используется при анализе состояния популяций животных [87]. Снижение веса тела животных, особенно в период интенсивного роста, свидетельствует о неблагополучии популяции [94].

Отношение массы к длине тела характеризует упитанность особей и позволяет наряду с анализом изменчивости абсолютного веса тела оценить состояние популяции в конкретных условиях существования.

Индекс печени относится к важнейшим морфофизиологическим индикаторам, так как данный орган полифункционален, - печень является пищеварительной железой, депо углеводов, принимает участие в процессах кроветворения и метаболизма некоторых соединений. Масса печени зависит от

пола, возраста животных, кроме того, данному показателю свойственны сезонные колебания [92, 93].

Ведущим фактором, определяющим размеры печени, является интенсивность обмена веществ. Снижение ее массы при неблагоприятных условиях происходит в первую очередь за счет расходования запасов гликогена, в экстремальных ситуациях – жировых резервов [94].

Индекс надпочечника можно рассматривать в качестве одного из лучших показателей общего физиологического состояния особей, поскольку все условия, требующие резкой интенсификации обмена веществ, влекут за собой повышенное выделение кортикостероидов, что может привести к гормональному истощению и гибели животного [94]. Активизация синтеза гормонов надпочечника довольно часто связана с определенными гистологическими изменениями, в ряде случаев приводящими к гипертрофии органа. В связи с этим, вес надпочечника может являться довольно надежным индикатором его функционального состояния.

Показано, что ведущим фактором, определяющим размеры надпочечника у самок, является участие в размножении, у самцов - температурные условия существования. Животные старших возрастных групп реагируют на изменения условий существования более резким изменением размеров надпочечников, чем молодые [94].

Гепатосупраренальный коэффициент, представляющий собой отношение массы печени к массе надпочечника, является интегрированным выражением энергетического потенциала и неспецифической резистентности организма. Сохранение энергетического потенциала на определенном уровне при неблагоприятных условиях обеспечивает стабильное функционирование адаптивных механизмов [49].

Общеизвестны половозрастные аспекты динамики массы тела и относительной массы внутренних органов животных. Морфофизиологические особенности участвующих в размножении животных обусловлены активизацией процессов обмена веществ, связанной с более высокими, чем у

неполовозрелых особей, энергетическими потребностями [94], и непосредственным действием половых гормонов на функциональное состояние и трофику некоторых органов [82].

Геохимические условия района обитания, отличающиеся от фоновых, могут обусловить изменения регуляторных систем организма, которые зачастую не носят специфического характера и могут привести к нарушению роста, развития, воспроизводства, а также к изменению различных физиологических параметров животных [42, 46, 56, 75, 106].

Обширная литература посвящена особенностям морфофизиологических параметров животных в условиях техногенных ландшафтов (техногенных биогеохимических провинций). В частности, выявлено снижение массы печени и увеличение массы почек у птиц при действии солей меди [38], увеличение индексов сердца, почек, гонад амфибий в антропогенно измененной среде [70] изменения индексов печени [79], почек, надпочечника, селезенки мелких млекопитающих [20] в условиях нефтяного и свинцово-цинкового загрязнений [37], сердца и печени у животных, обитающих на отвалах в зоне добычи золота [66]. При изучении приспособлений животных к действию техногенных загрязнителей обсуждается вопрос о «новой» физиологической норме, адаптированной к действию токсичных концентраций тяжелых металлов в техногенных районах [10, 11].

Геохимический фактор естественной природы также может провоцировать изменения морфофизиологических характеристик животных. С.С. Шварцем отмечено влияние микроэлементов на рост печени амфибий в условиях рудного поля [91]. Увеличение относительного веса почек было обнаружено у мелких млекопитающих, обитающих в Анкаванской молибденовой биогеохимической провинции [40, 81].

Необходимо отметить, что большинство исследований фауны биогеохимических провинций посвящены оценке накопления химических элементов в организмах животных и патологическим проявлениям в условиях избытка или недостатка определенных микроэлементов. Вместе с тем проблема

приспособительных механизмов животных к обитанию в данных районах освещена не достаточно полно.

Плотность популяции также является фактором, определяющим изменчивость морфофизиологических показателей, так как процесс динамики численности сопровождается качественными перестройками морфофизиологических, биохимических и эндокринных систем [21, 86, 96].

На фазе пика численности многими исследователями регистрировалась максимальная масса тела мелких млекопитающих, снижение численности сопровождалось снижением массы тела особей [21, 87, 102, 113].

Общеизвестна взаимосвязь динамики численности популяции и относительного веса надпочечника. Эксперименты в условиях вивария выявили прямую зависимость между количеством животных в клетке и массой надпочечника [103]. Большинство исследователей склонны считать, что повышение функциональной активности надпочечника при стрессе, обусловленном высокой плотностью популяции, приводит к гипертрофии органа. Адреналовый фрагмент эндокринной системы, традиционно избыточно функционирующий во время массового размножения, получает дополнительный стимул в результате переуплотнения популяции [3, 32].

С. В. Ельшин, напротив, выявил увеличение индекса надпочечника у леммингов в фазу депрессии численности [29]. Кроме того, при минимальной численности происходило снижение индекса печени.

Также в противоположность исследованиям, касающихся гипертрофии надпочечника при переуплотнении популяции, максимальный уровень стрессированности водяных полевок, сопровождавшийся гиперфункцией надпочечника, наблюдался во время снижения численности [21].

Г. А. Корнеев и А.А. Карпов наблюдали снижение гепатосупраренального коэффициента при пике и минимальные его значения при спаде численности большой песчанки [48].

А.В. Ткачев с соавторами отмечают определенную динамику индекса щитовидной железы в соответствии с фазами популяционного цикла

леммингов. В период пика численности относительный вес щитовидной железы был наименьшим, в годы спада и депрессии происходило увеличение данного показателя [87].

Кроме того, отмечены минимальные показатели массы семенников животных при максимальной численности популяции [87].

1.4. Роль эндокринной системы в формировании адаптивных реакций

Эндокринная система наряду с нервной осуществляет регуляцию и координацию функций организма, а также сохранение его гомеостаза [77].

Сохранение гомеостаза в организме предполагает, что степень функциональной активности эндокринной железы находится в равновесии с концентрацией ее гормона (гормонов) в крови. В ряде случаев это равновесие обеспечивается взаимодействием между периферической эндокринной железой и соответствующей тропной функцией гипофиза. Взаимоотношения между ними имеют характер отрицательной обратной связи. Вместе с тем обратные связи в эндокринной системе замыкаются не только на уровне гипофиза. В некоторых случаях обнаруживается прямое угнетающее действие гормона на производящую его железу. Гормоны также могут оказывать действие на высшие отделы центральной нервной системы, что, в свою очередь, отражается на гипоталамусе. Кроме того, гормоны, выделяемые одной железой, оказывают влияние (прямое или опосредованное) на прочие эндокринные органы. Поэтому любое нарушение эндокринного равновесия не ограничивается функцией одной железы, а распространяется на все звенья эндокринной системы. Механизмы этих влияний могут быть столь же многообразны, как и способы взаимодействия между гормоном и продуцирующей его железой [77, 82].

Кора надпочечника и адаптивные реакции организма

Кора надпочечника играет исключительную роль в осуществлении адаптивных реакций организма и устранении последствий разнообразных повреждений при действии широчайшего спектра стрессирующих факторов. Многочисленными исследованиями показано, что на воздействия неадекватных экзогенных факторов организм отвечает не только защитной реакцией, но и адекватным физиологическим процессом вне зависимости от того, какой именно раздражитель действует на него в данный момент [82, 117]. Различные неблагоприятные факторы, такие как интоксикация, в том числе и тяжелыми металлами, травма, социальный стресс, физическая нагрузка, недостаток кислорода и пр., индуцируют выделение гипоталамусом КРФ (кортикотропин-рилизинг-фактора). Воздействие КРФ на аденогипофиз приводит к интенсификации выработки АКТГ (адренокортикотропного гормона), который стимулирует продукцию гормонов коры надпочечника, принимающих участие в формировании неспецифической резистентности организма (82). Диапазон участия кортикостероидов в адаптивных реакциях организма довольно широк от общих стрессовых внутрипопуляционных взаимодействий до регуляции специфических звеньев обмена.

Механизмы защитной роли кортикостероидов при действии неблагоприятных факторов связаны с обеспечением достаточного количества энергоемких метаболитов (глюкозы и жирных кислот), воздействием на водно-солевой баланс, поддержанием необходимого объема плазмы крови, пермиссивным действием в отношении ряда гормонов [77, 82, 117].

Воздействие АКТГ на ткань надпочечника может приводить к морфологическим изменениям последнего, поэтому при изучении адаптации животных к разнообразным условиям среды оценка морфофункционального состояния коры надпочечника имеет важнейшее значение.

Эффекты АКТГ на адренокортикоциты можно разделить на три группы в зависимости от времени, требующегося для проявления ответа:

1) острый эффект, проявляющийся в первые несколько минут, не опосредуемый синтезом новых мРНК;

2) подострый эффект, который зависит от синтеза мРНК специфических ферментов, участвующих в стероидогенезе (наблюдается спустя несколько часов);

3) хронический эффект – гипертрофия и гиперплазия железы, для наступления которых требуется от нескольких часов до суток.

При длительном воздействии АКТГ на клетки надпочечников (хронический эффект) можно наблюдать не только избирательную индукцию ферментов, но и развитие генерализованной гипертрофии железы. Этот эффект является результатом сложного взаимодействия гормональных, обменных и сосудистых процессов [82].

К настоящему времени морфология и функции надпочечников довольно детально изучены. Кора надпочечника млекопитающих построена из эпителиальных тяжей, ориентированных перпендикулярно к капсуле и разделенных тонкими прослойками соединительной ткани, которые составляют строму надпочечника.

Наружная часть коры надпочечника – клубочковая зона, образована мелкими, многоугольными эпителиальными клетками, объединенными в дугообразные группировки. В клетках содержатся мелкие вакуоли.

Сравнительно более крупные клетки пучковой зоны образуют столбовидные тяжи. Клетки в большинстве случаев имеют вид призм, иногда их форма близка к кубической или многоугольной. В клетках пучковой зоны обильно накапливаются липоиды и нейтральные жиры, чем обусловливается характерный светло-желтый цвет, свойственный коре надпочечников. Жиро-липоидные включения имеют вид капелек разной величины.

В нижней части коры пучковая зона переходит в сетчатую, граничащую с медуллярной частью. В сетчатой зоне правильное столбовидное расположение железистых клеток теряется, и эпителиальные тяжи разветвляются, образуя рыхлую сеть. Относительно мелкие клетки данной зоны имеют более темный

вид по сравнению с фасцикуляторными благодаря пигменту липофусцину. Нередко встречаются дегенерирующие клетки с пикнотзирующимися ядрами.

Строение пучковой и сетчатой зон отличается мозаичностью. Наряду со светлыми спонгиоцитами встречаются так называемые темные клетки [61]. Существует мнение, что светлые и темные клетки находятся на различных стадиях секреторного цикла. Темные клетки содержат много РНК и мало липидов, которые были использованы на образование гормонов. Большое количество темных фасцикуляторных клеток свидетельствует об усиленной секреции надпочечной железы. Светлые клетки находятся в фазе истощения [5].

В нормально функционирующем надпочечнике млекопитающих на долю клубочковой зоны приходится 8-10, пучковой – 50, сетчатой – 30-35, мозгового вещества – 6-10 % от массы всего органа [41].

Кроме основных зон в коре надпочечника выделяют субкапсулярную бластему (между капсулой надпочечника и клубочковой зоной) и суданофобную зону (на границе клубочковой и пучковой), которые обладают камбиальными свойствами [77]. На границе с медуллярной частью у мышевидных грызунов расположена зона светлых клеток, зона Х, особенно заметная у самок. Считается, что в данной зоне образуются вещества, обладающие андрогенными свойствами [77].

Сфера действия гормонов коры надпочечных желез чрезвычайно велика. Она включает регуляцию водно-солевого обмена, тканевого метаболизма, контроль за функционированием иммунной и репродуктивной систем. Ни один другой эндокринный орган не вырабатывает такого набора химических веществ со столь разнонаправленным и широким диапазоном влияния на организм [88]. Функциональная специфика клеток различных кортикальных зон заключается в синтезе различных типов гормонов. В клубочковой зоне происходит образование минералокортикоидов, в пучковой – глюкокортикоидов. Основная функция сетчатой зоны – синтез стероидов, обладающих андрогенным действием [41, 77].

Эндокринный адаптационный синдром, несмотря на неспецифическую природу, меняет симптоматику в зависимости от вида стресса, т.е. приобретает черты специфичности. Эндокринный статус при острых и хронических воздействиях характеризуется разнонаправленными сдвигами со стороны одной и той же железы. В зависимости от внешних условий функциональное равновесие между гипофизом и надпочечником может устанавливаться при различных уровнях продуцируемых гормонов. Значительную роль в поддержании данного равновесия играет способность гормонов надпочечника воздействовать не только на адренокортикотропную функцию гипофиза, но и ослаблять реакцию адренокортикоцитов на гипофизарный гормон. Кроме того, в зависимости от исходного состояния организма может меняться направленность действия гормона. К примеру, если под влиянием токсического агента анаболические процессы ослаблены, то АКТГ не снижает, а усиливает их [84].

Многочисленными исследованиями показано, что изменения регуляторных систем организма при действии разнообразных факторов внешней среды приводят к гиперфункции адреналовой железы. Однако особенности морфофункционального состояния надпочечников зависят от природы, интенсивности и продолжительности действия раздражителя.

Показателями стрессорной гипертрофии надпочечников являются возрастание массы железы, увеличение размеров и количества клеток коры [40, 82], а также повышение кровенаполнения органа [34].

Многие авторы отмечают структурно- функциональные изменения коры надпочечника у млекопитающих в экстремальных условиях. Г. Селье наряду с основными признаками общего адаптационного синдрома обращал внимание на гипертрофию и снижение количества аскорбиновой кислоты в коре надпочечника млекопитающих при стрессовых воздействиях [117].

В условиях острой гипоксии надпочечник реагирует изменением объема зон и увеличением массы всего органа. При этом у крыс масса органа увеличивается на 35 %, объем пучковой зоны возрастает на 85 %, сетчатой – 42

%, а размер клубочковой несколько уменьшается по сравнению с контролем [34].

Г.А. Трофимова и О.И. Кириллов наблюдали циклические изменения гипертрофии ядер адренокортикоцитов у крыс при раздражении электрическим током [87], а также у иммобилизованных и плававших животных [40]. Прохождение отдельных этапов цикла наблюдаемых изменений при хроническом стрессе приблизительно совпадало со стадиями тревоги, резистентности и истощения.

Отмечены изменения объемов ядер адренокортикоцитов крыс при экспериментальном хроническом воздействии 2-3-дихлорпропена [36]. Средняя доза препарата вызывала увеличение, высокая – уменьшение объемов ядер пучковой зоны. Ядра в клубочковой зоне увеличивались в размерах, в сетчатой зоне и мозговом веществе уменьшались независимо от дозы. Кроме того, обнаружена дистрофия пучковой зоны, которая диагностировалась по кариолизису, кариопикнозу, полиморфности ядер и цитолизу. Таким образом, в результате хронического воздействия яда активизировалась минералокортикоидная функция, снизилась активность сетчатой зоны и мозгового вещества.

В.П. Маминой отмечено изменение ядерно-цитоплазматического индекса пучковой и сетчатой зон надпочечника мышей после воздействия ионизирующего излучения [54].

О.В. Ермаковой описаны морфофункциональные изменения коры надпочечника полевок-экономок, обитающих в условиях повышенной радиоактивности [32]. Обнаружены значительное расширение коры надпочечника за счет пучковой зоны, увеличение размеров адренокортикоцитов и их ядер, кортикальная дезинтеграция, признаки повреждения клеточных структур.

При длительном воздействии неблагоприятных условий, как правило, наблюдается истощение адреналовой железы [77], обычно сопровождаемое

уменьшением гипертрофии зон надпочечника, адренокортикоцитов и их ядер и признаками альтерации [41].

Немаловажную роль в ответе адреналовой железы на разнообразные воздействия играет и генетическая детерминация реакции организма на стресс, что может иметь значение для выживаемости и способности к воспроизводству животных в природных популяциях.

Проблема влияния плотности и демографической структуры популяции на структурные и функциональные характеристики надпочечников привлекает пристальное внимание исследователей [3, 32, 86, 102, 103].

При экспериментальном увеличении плотности у мышей наблюдалось увеличение массы надпочечников и уменьшение концентрации в нем аскорбиновой кислоты, что свидетельствует о функциональном напряжении органа.

В природной популяции копытного лемминга при росте и высокой численности наблюдалась гипертрофия пучково-сетчатой зоны, при максимальной плотности – уменьшение размеров клубочковой зоны. При минимальной численности наблюдали уменьшение ширины пучковой зоны, увеличение клубочковой, а также дезинтеграцию адренокортикальной ткани, т.е. стирание границ между ее отдельными зонами [3]. Гистологические изменения коры надпочечника при высокой численности леммингов выражались в гипертрофии, гиперплазии клеток пучковой зоны, пролиферации адренокортикоцитов клубочковой зоны вглубь коры. Изменения морфофункционального состояния адреналовой железы животных свидетельствовали об активизации ее функции при росте и максимальном функциональном напряжении при пике численности. Своеобразие эндокринной конституции животных, родившихся на пике численности, обусловливает неспособность обеспечить достаточный уровень воспроизводства популяции и дальнейший спад численности [3].

А. В. Ткачев и Ф. Б. Чернявский также описали гипертрофию пучковой зоны леммингов при пике численности, которая сопровождалась увеличением

количества темных, активно функционирующих, адренокортикоцитов. При депрессии было отмечено преобладание светлых, истощенных, клеток, дезинтеграция коры и отчетливая выраженность зоны компрессии между клубочковой и пучковой зонами [87]. Сочетание гормональных функций и связанные с этим структурные перестройки эндокринных органов являются следствием функционирования гормонального комплекса в предыдущей фазе цикла и основой для будущей гормональной ситуации [86]. О.В. Ермакова описала аналогичные изменения в коре надпочечников полевок-экономок в зависимости от плотности популяции [32].

Половозрастные особенности морфологии и реакции надпочечника на стрессоры также отмечались исследователями. Известно, что в онтогенезе у млекопитающих изменяются не только функциональная активность коры надпочечника, но и тип реакции коры на экзо- и эндогенные факторы. Подвержена возрастным колебаниям и адаптационная перестройка надпочечников [84]. Ткань надпочечников молодых животных характеризуется более высокой пролиферативной активностью [41]. Известно, что андрогены и эстрогены способны вызывать гипертрофию надпочечника, причем последние более эффективно. Существуют половые различия в уровне секреции кортикостероидов и активности ферментов специфического синтеза [84].

Таким образом, литературные данные свидетельствуют об изменении морфофункционального состояния коры надпочечника животных при действии самых разнообразных факторов среды. При изучении приспособительных реакций организмов к условиям геохимической аномалии (биогеохимической провинции) оценка морфофункционального состояния коры надпочечника имеет немаловажное значение, так как она является тем органом, в котором с наибольшей вероятностью следует ожидать проявления адаптивных реакций в экстремальных геохимических условиях (даже при отсутствии признаков эндемических заболеваний).

1.5. Адаптивные особенности репродуктивной системы

Известно, что адаптивные изменения морфофункционального состояния репродуктивной системы млекопитающих могут быть вызваны широким спектром воздействующих факторов как эндогенной, так и экзогенной природы [28, 50, 63, 86].

Женская репродуктивная система. Процессы роста и созревания фолликулов в яичниках самок зависят от плотности популяции млекопитающих, которая является фактором эндогенной природы. [90]. Кроме того, при действии неблагоприятных экзогенных факторов (нехватка кормов, низкая температура и др.), отмечено уменьшение фактической плодовитости у рыжей полевки [93, 98, 99]. В то же время у водяной полевки и малого суслика наблюдали обратный эффект: повышение фактической плодовитости в местообитаниях с низкими защитными свойствами (отсутствие укрытий). Это следствие компенсаторных реакций популяции на ухудшение условий существования обусловленных увеличением смертности животных [4]. Подобная закономерность величины выводка у животных в неблагоприятных условиях довольно широко известна [8]. В то же время показано, что действие экзогенных факторов, например, воздействие тяжелых металлов на организм животного, негативно отражается на репродуктивной системе [33]. Н.Ф. Иваницкой в исследованиях на крысах показано, что основным эффектом действия низких доз (не вызывающих общетоксического действия) ионизирующего излучения и свинца является как предимплантационная, так и постимплантационная гибель эмбрионов [35]. По данным Н.О. Мелик-Алавердян (1967), хроническая хлоропреновая интоксикация вызывает морфологические изменения в яичниках самок крыс, характеризующихся интенсивным процессом роста и развития примордиальных и однослойных фолликулов. Это приводит к резкому уменьшению их числа, усилению процессов атрезии (регрессии) созревающих фолликулов и задержке инволюции (обратного развития) желтых тел. В работе Л.Д. Шейко (1999)

приведены данные об отрицательном воздействии низких доз поллютантов на генеративную систему самок крыс: задержка созревания фолликулов в результате изменения продолжительности эстрального цикла за счет стадии диэструс (стадии покоя в половом цикле). Воздействие шестивалентного хрома как на уровне порога острого действия, так и на уровне ПДК вызывает нарушение гаметогенеза (производства половых клеток) у лабораторных животных. При наибольшей из исследуемых доз (2,8 мг/кг) изменения в репродуктивной функции обусловлены токсическими свойствами Cr (VI), а при наименьшей дозе – мутагенным действием. Гонадоповреждающее действие шестивалентного хрома связано у самок крыс с задержкой созревания фолликулов в результате изменения продолжительности эстрального цикла за счет стадии диэструс. Механизм действия шестивалентного хрома на репродуктивную функцию связан с активацией процессов перекисного окисления липидов в тканях яичников. Повышение уровня липопероксидации сопровождается у самок повышением антиоксидантной активности за счет физиологических ресурсов организма [95]. Результаты исследований Л. А. Башлыковой, О. В. Раскоши, О. В. Ермаковой показали, что у полевок, обитающих в условиях повышенной радиоактивности, запас примордиальных фолликулов значительно ниже, чем в контроле, что свидетельствует об ограничении резервных возможностей яичников. Кроме того, данными исследователями отмечено повышенное по сравнению с контролем количество растущих и первичных фолликулов в яичниках полевок, испытывающих хроническое действие радиации в природных условиях. Потенциальная плодовитость самок с ураново-радиевого участка выше, чем в контроле, у животных, обитающих в условиях повышенной радиоактивности, также обнаружены двуядерные фолликулы. Авторы делают вывод об ускоренных темпах созревания фолликулов у животных ураново-радиевого участка [9].

Я.Р. Мацюк с соавторами в экспериментах (2001), целью которых было выявление нарушений развития у потомства женской половой системы при хроническом воздействии инкорпорируемыми с пищей радионуклидами в

разные периоды онтогенеза, показал, что радионуклиды в период беременности матери тормозили инволюцию примордиальных фолликулов в яичниках потомства. В ранний постнатальный период они оказывали стимулирующие воздействие на фолликулогенез, вызывая, при этом, особенно в фолликулярных клетках растущих и вторичных фолликулов, структурные и цитохимические изменения, приводящие к значительному уменьшению в пубертатном (подростковом) периоде количества зрелых фолликулов и увеличению числа их атретических форм.

Исследования, касающиеся адаптивных реакций животных к обитанию в условиях избытка тяжелых металлов, проводятся в основном на техногенно загрязненных территориях и посвящены, как правило, изучению плодовитости. При этом мало изученной остается проблема воздействия геохимического фактора естественной природы на репродуктивную функцию животных в целом и на процесс фолликулогенеза в частности.

Мужская репродуктивная система. Отмечается увеличение относительной массы семенника (масса органа, разделенная на массу организма) у амфибий, обитающих в антропогенно загрязненной среде [70] и у полевок в природной биогеохимической провинции [56]. Авторы считают данную особенность животных адаптивной реакцией, обеспечивающей более высокий репродуктивный потенциал выживших особей в условиях высоких концентраций некоторых химических элементов в окружающей среды.

Увеличение индекса семенника у молодых животных обычно связывают с ускорением полового созревания животных. Явление ускоренного созревания молодняка было отмечено на техногенно загрязненных территориях [58] и в условиях искусственно разреженной плотности населения [97]. Авторы считают ускорение полового созревания сеголеток адаптивной реакцией в ответ на нарушение социальной среды.

Глава 2. Природные биогеохимические провинции в районах распространения ультраосновных горных пород Среднего Урала

Некоторые регионы Земли, в том числе и Урал, характеризуются широким распространением естественных геохимических аномалий, которые формируют биогеохимические провинции. Почвы районов естественных геохимических аномалий, приуроченных к ультраосновным горным породам, в значительной степени обогащены элементами семейства железа (Cu, Ni, Co, Cr) [69].

Представители биоты (растения и животные) природных биогеохимических провинций (естественных геохимических аномалий) представляют особый научный интерес, поскольку они в течение многих поколений подвергаются воздействию избыточного или недостаточного содержания определенных химических элементов. Уральский регион дает уникальную возможность изучения воздействия геохимического фактора на биологические системы, в частности на репродуктивную функцию млекопитающих, поскольку на его территории располагаются биогеохимические провинции как естественного, так и антропогенного происхождения.

2.1. Содержание металлов в почве, тканях растений и животных на территориях природных биогеохимических провинций

Природная биогеохимическая провинция. На основании данных почвенного анализа установлено существование естественной геохимической аномалии в окрестностях поселка Уралец Пригородного района Свердловской области. Максимальные концентрации никеля, кобальта и хрома в почве аномального участка превышают среднеуральские фоновые значения в 23, 15 и 100 раз соответственно.

Для оценки эффектов действия аномалии на живой организм исследования проводились как в аномальных районах, так и на фоновой территории.

Участок Висимского государственного природного биосферного заповедника (ВГПБЗ) рассматривался в качестве фонового, то есть условно нормального (табл. 1.). Максимальные концентрации химических элементов в почве фонового участка ни в одной из точек опробования не достигают аномальных значений.

Установлено, что содержание никеля и хрома в надземной фитомассе вейника тростниковидного (*Calamagrostis arundinacea Roth.*, семейство злаки) на аномальном участке выше, чем на фоновом. Содержание кобальта в тканях растений также выше на аномальном участке (табл. 2, рис. 1). Однако эти различия статистически не значимы. Данное обстоятельство, вероятно, связано с большей доступностью для растений соединений кобальта на фоновом участке, которая, в свою очередь, зависит не только от концентрации химического элемента в почве, но и от эколого-геохимических условий произрастания [71].

С целью оценки поступления тяжелых металлов в желудочно-кишечный тракт рыжих полевок, а также накопления их в печени, органе депонирования никеля, кобальта и хрома [33], исследуемые животные были разделены на четыре группы (половозрелые самцы, самки; неполовозрелые самцы, самки). Ввиду того, что значимых отличий по определяемым показателям между животными различных половозрастных групп не обнаружено как на аномальном, так и на фоновом участках, данные по отдельным половозрастным группам объединили.

Анализ концентраций никеля, кобальта и хрома в содержимом желудков рыжих полевок выявил более значительное поступление тяжелых металлов в организмы животных на аномальном участке по сравнению с фоновым (табл. 2, рис. 1).

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в почве аномального и фонового участков, мг/кг воздушно-сухого веса

Участок		п. Уралец	ВГПБЗ
Горные породы		пироксениты дуниты серпентиниты	габбро диориты гранитоиды
Количество точек опробования		20	12
Максимальная концентрация химического элемента	Ni	700	60
	Co	150	20
	Cr	10000	150
	Cu	90	40
	Zn	300	100
	Pb	40	20
Минимальная концентрация химического элемента	Ni	50	15
	Co	10	5
	Cr	100	50
	Cu	20	10
	Zn	н/о	50
	Pb	10	10
Средняя концентрация химического элемента	Ni	230	37
	Co	47	16
	Cr	289	98
	Cu	52	38
	Zn	124	78
	Pb	26	15
Геохимическая аномалия		+	–

Примечание. н/о – элемент не обнаружен, «+» – наличие, «-» – отсутствие геохимической аномалии.

Более высокие концентрации металлов в содержимом желудков животных по сравнению с их содержанием в анализируемой фитомассе объясняются широтой спектра питания рыжей полевки, куда помимо

сосудистых растений входят грибы, лишайники, мхи [28], которые характеризуются безбарьерным типом накопления химических элементов [31].

В результате оценки накопления тяжелых металлов в печени рыжих полевок установлено, что содержание кобальта и хрома в печени животных, обитающих в районе естественной геохимической аномалии, статистически значимо выше по сравнению с содержанием данных элементов в печени животных фонового участка. Содержание никеля в печени животных на аномальном участке также выше, чем на фоновом, однако, данные различия статистически не значимы. Это объясняется значительными колебаниями концентраций никеля в тканях организма как при нормальном, так и избыточном его содержании в окружающей среде [64].

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в вейнике тростниковидном, содержимом желудка и печени животных в районе естественной геохимической аномалии (над чертой) и на фоновом участке (под чертой), мкг/г воздушно-сухого веса

Объект	n	M±m			lim		
		Ni	Co	Cr	Ni	Co	Cr
Почва	9	390.86±9.13*	70.4±6.69*	2880 ±1799.7*	120.93-1053.7	41.4 - 102.18	350 - 10000
	9	9.2±0.99	7.54±0.73	11.38±0.58	3.08-11.7	4.78-11.21	9.19 - 14.07
Вейник тростниковидный	9	4.4±0.71*	0.16±0.05	1.14±0.08*	2.37-9.3	0.01 - 0.42	0.92 - 1.71
	9	1.76±0.09	0.11±0.02	0.66±0.06	1.28-1.99	0.03-0.22	0.42 - 0.88
Содержимое желудка рыжей полевки	18	6.22±0.64*	0.85±0.14*	3.05±0.71*	2.64-11.93	0.05 - 2.04	0.94-14.88
	16	1.69±0.1	0.48±0.08	0.82±0.14	0.92-2.33	0.05-1.01	0.05 - 1.98
Печень рыжей полевки	37	0.87±0.16	0.47±0.08*	1.39±0.2*	0.05 – 5.91	0.05 – 2.55	0.09 – 4.1
	33	0.55±0.05	0.18±0.03	0.56±0.08	0.03 – 1.29	0.02 – 0.88	0.02 – 1.79
Печень обыкновенной бурозубки	16	2.98 ±0.76**	0.96 ±0.21**	4.34 ±1.19**	0.69 – 9.71	0.07 - 2	0.72 – 13.46

Примечание. * - различия между аномальным и фоновым участками статистически значимы ($p \leq 0.05$);

** - различия между рыжей полевкой и обыкновенной бурозубкой на аномальном участке статистически значимы ($p \leq 0.05$).

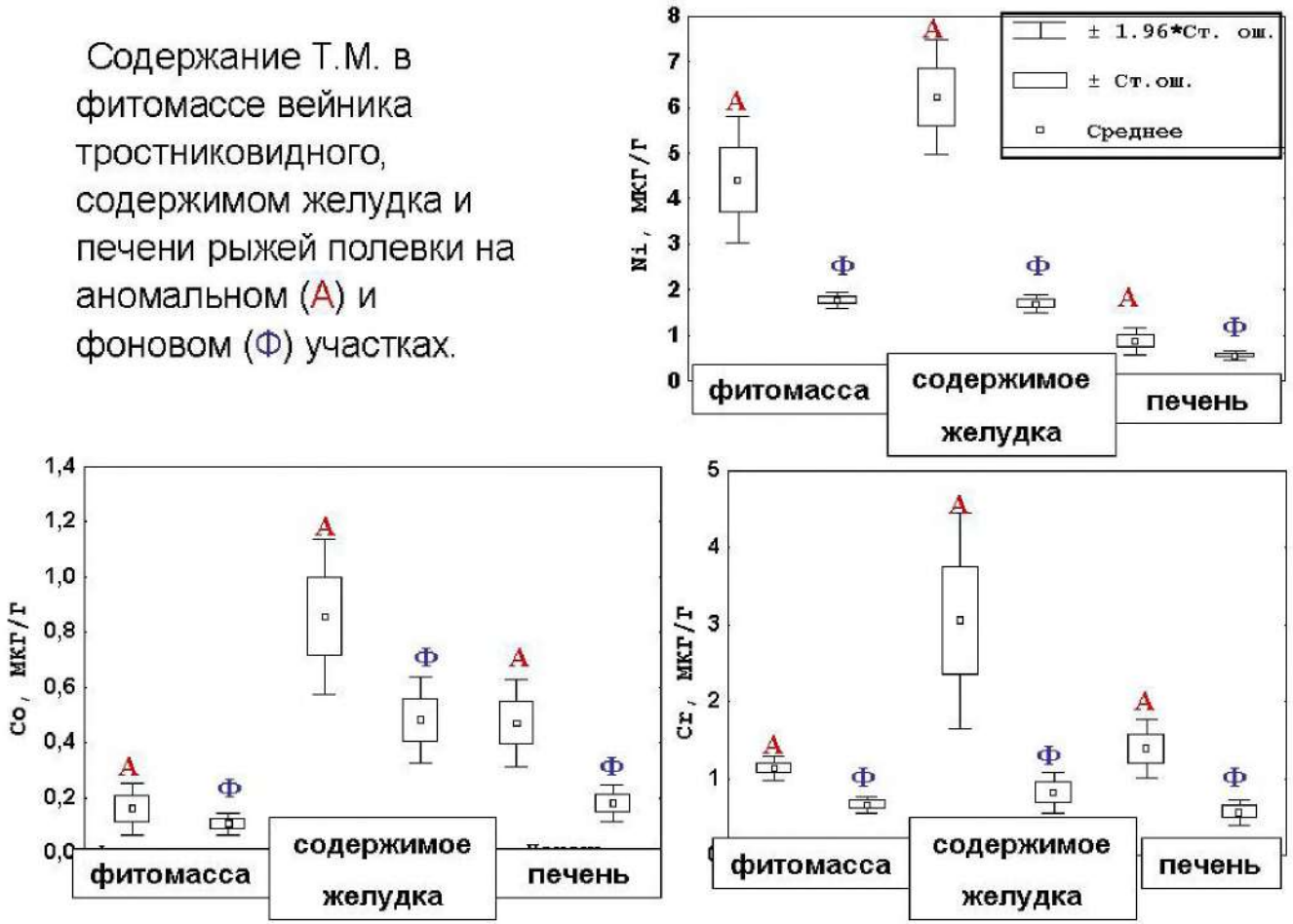


Рис. 1. Содержание тяжелых металлов в вейнике тростниковидном, содержимом желудка и печени рыжей полевки в районе естественной геохимической аномалии

Таким образом, установлено, что уровень накопления тяжелых металлов в тканях растений и животных, обитающих в районе естественной геохимической аномалии, выше по сравнению с фоновой территорией.

Интенсивность накопления химических элементов в организмах животных в немалой степени зависит от их биологии, а именно от местообитания и рациона. Животные, проводящие значительное время в толще почвы, накапливают больше тяжелых металлов, поступающих из подстилающей горной породы по сравнению с животными другого образа жизни.

Поэтому в печени обыкновенной бурозубки (значительную часть жизни проводит в почвенных норах, обладает интенсивным обменом веществ, в рационе преобладает животный компонент) тяжелые металлы накапливаются в больших количествах, чем в печени рыжей полевки (табл. 2).

На основании анализа содержания тяжелых металлов в тканях растений и животных и, в соответствии с биогеохимической типологией [7, 17], район с аномальным содержанием тяжелых металлов в почве, тканях растений и животных, может быть отнесен к природной биогеохимической провинции с избыточным содержанием никеля, кобальта и хрома.

2.2. Адаптивные реакции животных в условиях природных биогеохимических провинций

Исследования адаптивных реакций животных в экстремальных геохимических условиях проведены в районах естественных геохимических аномалий (природных биогеохимических провинций) с избыточным содержанием никеля, хрома и кобальта:

- особенности коры надпочечника оценены у животных, обитающих в окрестностях п. Уралец,
- особенности репродуктивной функции на двух территориях: п. Уралец и с. Анатольская Свердловской области.

Необходимо отметить, что признаков специфических токсикозов, обусловленных избыточным количеством никеля кобальта и хрома в окружающей среде, у исследованных животных обнаружено не было. Несмотря на довольно значительные валовые концентрации тяжелых металлов в почве аномального района, в пищевую цепь поступают такие их количества, которые не вызывают патологических нарушений в функционировании организма животных. Вместе с тем, геохимическое своеобразие района исследований может обусловить адаптивные изменения регуляторных систем организма животных, обитающих на данной территории.

2.2.1. Демографические характеристики популяций мелких млекопитающих (на примере рыжей полевки)

Рыжая полевка (*Clethrionomys glareolus* Schreber, 1780) является доминирующим видом среди мелких млекопитающих как на территориях биогеохимических провинций, так и на фоновом участке, что представляет собой удобство при использовании данного вида в качестве тестового. Отловы рыжей полевки проводились в летний период июнь-август с 2001 по 2006 гг. в годы «роста», «депрессии» и «пика» численности популяции. Исследуемые популяции животных характеризуются циклическими изменениями численности (плотности), которые проявляются в последовательной смене фаз

низкой численности (депрессия), роста популяции и высокой численности (пик). Обозначение фаз популяционного цикла было введено на основании демографической структуры и относительной численности популяции.

Подсчет относительного обилия мелких млекопитающих производили по формуле:

$I = (c/d) \times 100$ - суммарное относительное обилие,

где c – количество особей отловленных за 4 суток;

d – общее количество отработанных ловушко-суток ($d = a \times t$, a – общее число ловушек, t – число суток отлова).

В ходе анализа относительного обилия рыжей полевки отмечено статистически значимое снижение численности популяций рыжей полевки в районах природных биогеохимических провинций (участок 1 и 2) по сравнению с фоновым участком ($p < 0.05$, табл. 3).

Таблица 3

Численность рыжей полевки на территориях природных биогеохимических провинций (участок 1, 2) и фоновом участке

Район / год	Относительное обилие, особей/100 ловушко-суток					
	2001 (пик)	2002 (депрессия)	2003 (рост)	2004 (пик)	2005 (депрессия)	2006 (рост)
Фон	40,0	-	5	22	0	13,5
Участок 1	12,5	0,5	3	11,5	нет данных	
Участок 2	Нет данных			5,5	0,5	2,3

2.2.2. Морфофизиологические показатели рыжей полевки

Тесная взаимосвязь адаптивных реакций организма и интенсивности метаболизма общеизвестна [1, 12, 47], поэтому для оценки приспособительных механизмов к обитанию на территории биогеохимической провинции целесообразно изучение таких морфофизиологических параметров организма, которые характеризуют интенсивность обмена веществ и энергетический потенциал животных.

Для оценки общего физиологического состояния, интенсивности процессов метаболизма и энергетического потенциала рыжей полевки в районе биогеохимической провинции и на фоновой территории были выбраны следующие морфофизиологические характеристики: масса тела, отношение массы к длине тела (индекс упитанности, состояния), индексы печени, надпочечника, щитовидной железы, гепатосупраренальный коэффициент, индекс семенника (табл. 4). Индекс вычисляется как отношение массы органа к массе тела.

При изучении факторов динамики изучаемых характеристик использованы многомерные модели дисперсионного анализа. В модели были включены следующие градации факторов: геохимические условия (биогеохимическая провинция, фоновая территория), фаза популяционного цикла («рост», «пик»), пол (самцы, самки) и репродуктивный статус животных (половозрелые, неполовозрелые). При проверке гипотез о значимости факторов выбран 5 %-й уровень значимости.

Анализ влияния геохимического фактора на морфофизиологические параметры животных показал, что в районах природных биогеохимических провинций (участок 1, 2) с избыточным содержанием никеля, кобальта, хрома у рыжей полевки значимо возрастает относительная масса почки ($p<0.01$), что связано с интенсификацией метаболизма.

Кроме того, у рыжей полевки, обитающей на аномальных участках, обнаружено увеличение индекса надпочечника, снижение индекса упитанности и гепатосупраренального коэффициента, что указывает на снижение энергетического потенциала животных при избытке тяжелых металлов в окружающей среде [48]. Анализ результатов сравнения значений индексов почки, надпочечника, упитанности и гепатосупраренального коэффициента по участкам при помощи точечного критерия НСР (наименьшая существенная разница) (LSD test of planned comparisons) теста, показал значимое различие в вариантах участок 1 – фон, участок 2 – фон ($p<0.05$).

Таблица 4

Морфофизиологические показатели (среднее ± стандартная ошибка) рыжей полевки при различной численности популяции (участок 1 / участок 2 / Фон)

Пол	Самцы		Самки	
Репродуктивный статус	половозрелые	неполовозрелые	половозрелые	неполовозрелые
«Рост» численности популяции (2003, 2006 гг.)				
Количество животных	9 7 12	5 3 29	3 3 13	2 - 20
Индекс печени, ‰	54,64±4,12 64,3±2,79 66,62±2,72	75,58±5,68 65±1,71 66,93±1,95	76,56±5,17 67,96±7,36 71,15±2,36	69,07±9,07 ---------- 71,02±1,97
Индекс почки, ‰	7,85±0,28 8,8±0,34 7,83±0,31	9,86±0,92 7,33±0,27 7,17±0,15	6,95±0,5 7,77±0,7 7,49±0,32	9,36±0,09 ---------- 7,39±0,23
Индекс надпочечника, ‰	0,21±0,02 0,22±0,09 0,27±0,02	0,21±0,03 0,18±0,02 0,22±0,02	0,49±0,22 0,54±0,05 0,46±0,04	0,84±0,34 ---------- 0,22±0,03
Отношение массы к длине тела, г/см	2,01±0,11 2,13±0,1 2,28±0,11	1,91±0,1 1,85±0,03 1,88±0,04	2,03±0,23 1,97±0,34 2,52±0,13	1,75±0,15 ---------- 1,80±0,03
Гепатосупраренальный коэффициент	227,52±33,6 287,74±60,26 241,13±18,43	261,53±45,29 365,42±60,66 287,79±19,86	149,33±30,67 142,13±14,53 151,35±13,92	93,39±26,61 ---------- 312,16±28,05
Индекс семенника, ‰	16,04 ± 1,63 17,45 ± 1,72 15,50 ±0,98	10,4 ± 0,76 11,95 ± 0,85 1,13 ± 0,15		
«Пик» численности популяции (2001, 2004 гг.)				
Количество животных	15 1 9	15 17 27	15 7 9	29 12 32

Окончание табл. 4

Пол	Самцы		Самки	
Репродуктивный статус	Половозрелые	Неполовозрлые	Половозрелые	Неполовозрелые
Индекс печени, ‰	65,74±1,9 --- 68,97±6,8	64,75±3,11 58,03±1,43 65,02±2,81	74,14±3,3 84,55±4,97 69,54±9,95	63,52±1,43 65,59±2,17 69,49±2,21
Индекс почки, ‰	7,47±0,24 --- 6,29±0,38	7,62±0,27 7,94±0,16 7,47±0,24	6,95±0,14 8,46±0,42 7,39±0,53	8,23±0,25 8,5±0,3 6,96±0,2
Индекс надпочечника, ‰	0,27±0,01 --- 0,21±0,02	0,31±0,02 0,29±0,02 0,21±0,01	0,42±0,03 0,53±0,06 0,39±0,06	0,27±0,01 0,25±0,03 0,23±0,01
Отношение массы к длине тела, г/см	2,44±0,05 --- 2,24±0,2	1,77±0,04 1,7±0,03 1,81±0,04	2,64±0,07 2,45±0,18 2,51±0,13	1,7±0,03 1,83±0,04 1,83±0,04
Гепатосупраренальный коэффициент	250,07±11,85 --- 290,56±38,48	233,16±27,05 200±18,08 294,09±20,52	161,17±6,92 151,88±19,4 173,85±13,63	231,47±15,84 270,5±36,28 303,11±13,28
Индекс семенника, ‰	16,92 ± 1,43 --- 15,42 ± 1,03	1,34 ± 0,03 1,33 ± 0,03 0,63 ± 0,02		

Примечание: прочерк означает отсутствие данных

Так как тяжелые металлы влияют на процессы тканевого дыхания и энергетический метаболизм клеток, то одной из основных причин увеличения энергозатрат организма в биогеохимической провинции, вероятно, является тканевой дефицит энергии у животных. Значительные концентрации микроэлементов вызывают разобщение дыхательной цепи, при действии малых доз основные изменения продукции энергии связаны с увеличением скорости гликолиза и гликогенеза [65].

При анализе факторов изменчивости относительного веса семенника обнаружено его статистически значимое увеличение у животных, обитающих в

природных биогеохимических провинциях ($p<0.01$). Значимые различия отмечены ($p<0.05$) в вариантах участок 1 – фон, участок 2 - фон по результатам НСР теста.

Таким образом, метод морфофизиологических индикаторов С.С. Шварца, отлично зарекомендовавший себя в многочисленных экологических исследованиях, позволил выявить определенные изменения интерьерных показателей у рыжей полевки в зависимости от геохимических условий обитания, фазы популяционного цикла, пола и возраста зверьков.

Показано, что в районе природной биогеохимической провинции происходит статистически значимое увеличение абсолютной и относительной массы надпочечника животных, что свидетельствует об активизации его функции и напряженности энергетического баланса животных.

В экстремальных геохимических условиях у рыжей полевки также происходит увеличение индекса семенника, что, возможно, обеспечивает более высокий репродуктивный потенциал взрослых животных при избытке тяжелых металлов в окружающей среде и ускорение созревания молодняка.

2.2.3. Морфофункциональные особенности коры надпочечника рыжей полевки

В результате оценки морфофизиологических характеристик рыжей полевки было показано, что действие неблагоприятных геохимических условий на территории природной биогеохимической провинции обусловило увеличение относительного веса надпочечника, которое связано с активизацией его функции и повышением неспецифической резистентности животных аномального участка. С целью выяснения механизмов гипертрофии надпочечника на территории биогеохимической провинции был проведен анализ его морфофункционального состояния. Известно, что повышение функциональной активности адреналовой железы, сопровождающееся ее гипертрофией, может обеспечиваться изменением размеров зон, клеток, ядер коры надпочечника в зависимости от природы, силы и продолжительности

действия фактора среды. В связи с этим при изучении морфофункционального состояния адреналовых желез полевок были проанализированы следующие показатели: площадь среза надпочечника, площадь клубочковой и пучково-сетчатой зон, относительный размер клубочковой и пучково-сетчатой зон (% от площади среза органа), площадь ядер и клеток в клубочковой, пучковой и сетчатой зонах (табл. 5, 6).

При оценке воздействия геохимических условий на морфофункциональное состояние адреналовых желез рыжей полевки обнаружена статистически значимая гипертрофия (увеличение) пучково-сетчатой зоны, а также фасцикуляторных клеток (клеток пучковой зоны коры) и их ядер у животных аномального участка. Нами не обнаружено статистически значимых различий морфометрических показателей клубочковой и сетчатой зон в зависимости от геохимических условий. Различия в размерах среза надпочечника между животными аномального и фонового района статистически незначимы, т.е. на аномальном участке не происходит значительного укрупнения адреналовой железы, однако абсолютный и относительный ее вес на территории биогеохимической провинции статистически значимо увеличивается. Возрастание массы надпочечника на аномальном участке происходит в основном за счет увеличения кровенаполнения органа, а не его объема. Следовательно, увеличение индекса надпочечника не всегда обусловлено увеличением его объема.

Наблюдаемое статистически значимое увеличение площади пучково-сетчатой зоны на аномальной территории обусловлено увеличением площади клеток только пучковой зоны и свидетельствует об интенсификации глюкокортикоидной функции надпочечника при адаптации к экстремальным геохимическим условиям. Обнаруженная гипертрофия ядер фасцикуляторных клеток на аномальном участке связана с нарастанием объема продуктов ядерного синтеза в результате активизации их функции.

При рассмотрении средних значений морфометрических показателей по отдельным демографическим группам, как правило, не наблюдается

одновременного укрупнения ядер, клеток и зоны в целом на аномальном участке по сравнению с фоновыми значениями. Видимо, это связано с активацией различных механизмов, повышающих функциональную активность надпочечника, и сложностью гормональных взаимодействий, обеспечивающих адаптацию организма к условиям среды, в каждом конкретном случае.

Таблица 5

Размер зон коры надпочечника (среднее ± стандартная ошибка) рыжей полевки при различной численности популяции (над чертой – биогеохимическая провинция, под чертой – фоновая территория)

Пол		Самцы		Самки	
Репродуктивный статус		половозрелые	неполовозрелые	половозрелые	неполовозрелые
«Рост» численности популяции 2003 г.					
Количество животных (срезов)		6 (18) 6 (18)	4 (12) 3 (9)	4 (12) 4 (12)	3 (9) 3 (9)
Площадь, мм^2	срез надпочечника	1,03 ± 0,08 1,39 ± 0,17	1,04 ± 0,12 1,10 ± 0,05	1,75 ± 0,16 2,01 ± 0,27	3,05 ± 0,09 1,91 ± 0,14
	клубочковая зона	0,20 ± 0,02 0,29 ± 0,03	0,25 ± 0,02 0,23 ± 0,02	0,41 ± 0,01 0,44 ± 0,03	0,59 ± 0,02 0,48 ± 0,05
	пучково-сетчатая зона	0,60 ± 0,05 0,79 ± 0,08	0,61 ± 0,07 0,62 ± 0,04	1,15 ± 0,10 1,19 ± 0,17	1,99 ± 0,13 1,15 ± 0,09
% от площади среза	клубочковая зона	20,1 ± 1,4 21,3 ± 1,6	23,9 ± 1,1 21,3 ± 1,4	23,7 ± 1,2 22,3 ± 1,2	19,3 ± 1,0 25,1 ± 0,6
	пучково-сетчатая зона	58,1 ± 1,0 57,8 ± 1,9	58,4 ± 1,5 56,8 ± 1,9	60,0 ± 1,9 59,1 ± 2,3	65,1 ± 2,9 60,5 ± 0,2
«Пик» численности популяции 2001 г.					
Количество животных (срезов)		7 (21) 8 (18)	5 (15) 16 (48)	7 (21) 8 (24)	15 (45) 23 (69)
Площадь, мм^2	срез надпочечника	1,10 ± 0,12 1,29 ± 0,10	0,72 ± 0,11 0,97 ± 0,05	2,74 ± 0,37 1,90 ± 0,17	0,74 ± 0,05 0,86 ± 0,05
	клубочковая зона	0,20 ± 0,02 0,28 ± 0,03	0,17 ± 0,02 0,20 ± 0,01	0,63 ± 0,16 0,46 ± 0,03	0,15 ± 0,01 0,18 ± 0,01
	пучково-сетчатая зона	0,68 ± 0,08 0,71 ± 0,09	0,37 ± 0,06 0,54 ± 0,03	1,70 ± 0,20 1,14 ± 0,14	0,43 ± 0,03 0,50 ± 0,03
% от площади среза	клубочковая зона	18,3 ± 1,0 22,9 ± 2,3	25,0 ± 3,0 20,7 ± 0,8	22,4 ± 2,6 23,3 ± 0,8	20,4 ± 0,7 20,5 ± 0,6
	пучково-сетчатая зона	60,9 ± 1,5 54,0 ± 3,6	51,3 ± 3,5 55,3 ± 3,5	62,8 ± 3,1 55,3 ± 1,4	58,1 ± 1,9 57,1 ± 1,2

Таблица 6

Площадь ядер и клеток коры надпочечника (среднее ± стандартная ошибка) рыжей полевки при различной численности популяции (над чертой – биогеохимическая провинция, под чертой – фоновая территория), мкм^2

Пол		Самцы		Самки	
Репродуктивный статус		половозрелые	неполовозрелые	половозрелые	неполовозрелые
«Рост» численности популяции 2003 г.					
Количество животных (клеток)		6 (900) 6 (900)	4 (600) 3 (450)	4 (600) 4 (600)	3 (450) 3 (450)
Клубочковая зона	ядро	14,4 ± 0,7 14,7 ± 0,6	12,7 ± 0,5 12,8 ± 0,3	13,8 ± 0,5 12,5 ± 0,6	13,6 ± 1,3 13,4 ± 1,2
	клетка	45,2 ± 2,6 48,8 ± 2,2	44,2 ± 2,7 43,3 ± 1,3	48,6 ± 1,0 44,3 ± 1,8	46,0 ± 3,5 44,6 ± 4,2
Пучковая зона	ядро	19,1 ± 0,8 19,6 ± 1,0	18,5 ± 1,6 14,6 ± 0,6	22,6 ± 0,7 17,2 ± 1,1	21,5 ± 0,7 19,3 ± 0,8
	клетка	75,3 ± 3,8 74,4 ± 2,9	64,8 ± 6,7 56,6 ± 5,6	98,0 ± 1,9 75,5 ± 5,1	88,0 ± 6,4 85,4 ± 2,9
Сетчатая зона	ядро	15,8 ± 0,8 20,1 ± 0,8	17,2 ± 1,5 15,8 ± 0,2	20,0 ± 0,5 18,3 ± 0,3	22,0 ± 1,5 24,3 ± 0,9
	клетка	49,5 ± 2,6 77,3 ± 1,7	58,4 ± 4,6 56,0 ± 2,2	79,1 ± 1,2 68,6 ± 3,6	81,8 ± 4,2 78,7 ± 3,2
«Пик» численности популяции 2001 г,					
Количество животных (клеток)		7 (1050) 8 (1200)	5 (750) 16 (2400)	7 (1050) 8 (1200)	15 (2250) 23 (3450)
Клубочковая зона	ядро	12,8 ± 0,3 12,2 ± 0,5	12,4 ± 0,4 12,6 ± 0,5	14,2 ± 0,6 15,3 ± 0,8	12,1 ± 0,4 12,7 ± 0,3
	клетка	47,5 ± 1,9 47,8 ± 1,8	42,3 ± 1,8 41,2 ± 1,6	46,2 ± 2,2 49,0 ± 3,6	38,3 ± 1,3 42,4 ± 0,8
Пучковая зона	ядро	16,2 ± 0,6 13,8 ± 0,6	13,1 ± 0,4 12,7 ± 0,6	19,7 ± 0,8 18,0 ± 1,1	12,3 ± 0,3 13,4 ± 0,4
	клетка	81,7 ± 4,8 81,0 ± 4,1	45,8 ± 1,7 44,5 ± 2,4	73,0 ± 5,5 69,2 ± 4,3	39,2 ± 0,7 46,9 ± 1,1
Сетчатая зона	ядро	19,5 ± 1,5 16,9 ± 2,1	15,2 ± 0,8 13,6 ± 0,4	21,2 ± 1,2 16,3 ± 1,0	16,1 ± 0,6 13,9 ± 0,3
	клетка	69,5 ± 7,6 54,1 ± 2,5	50,6 ± 1,6 49,8 ± 1,7	75,8 ± 2,4 62,6 ± 4,9	55,3 ± 2,2 47,4 ± 1,2

Анализ всего комплекса изучаемых морфофункциональных параметров позволяет сделать вывод об увеличении функциональной активности пучковой зоны надпочечника рыжей полевки на аномальном участке, что обеспечивает повышение неспецифической резистентности животных в условиях биогеохимической провинции. Таким образом, интенсификация адренокортикальной функции на аномальном участке является адаптивной реакцией, а гипертрофия фасцикуляторных клеток, ядер и пучковой зоны в целом – структурным следом адаптации.

Активация гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы, с одной стороны, обеспечивает приспособление организма к условиям биогеохимической провинции, с другой, возможно, сокращает энергетические резервы в качестве платы за адаптацию. Это может быть связано со способностью гормонов пучковой зоны надпочечника воздействовать на распад и транспорт энергоемких молекул.

Взаимодействия факторов. Анализ эффектов взаимодействий факторов, определяющих изменчивость морфофункционального состояния надпочечника, свидетельствует об усилении на территории биогеохимической провинции функционального напряжения коры адреналовой железы, вызванного действием других факторов, т. е. в экстремальных геохимических условиях возрастают межполовые различия морфологии надпочечника и различия, связанные с изменением плотности популяции.

Эффекты взаимодействий факторов продемонстрированы на примере показателей, характеризующих функциональную активность пучковой зоны коры надпочечника: площади фасцикуляторных клеток и их ядер.

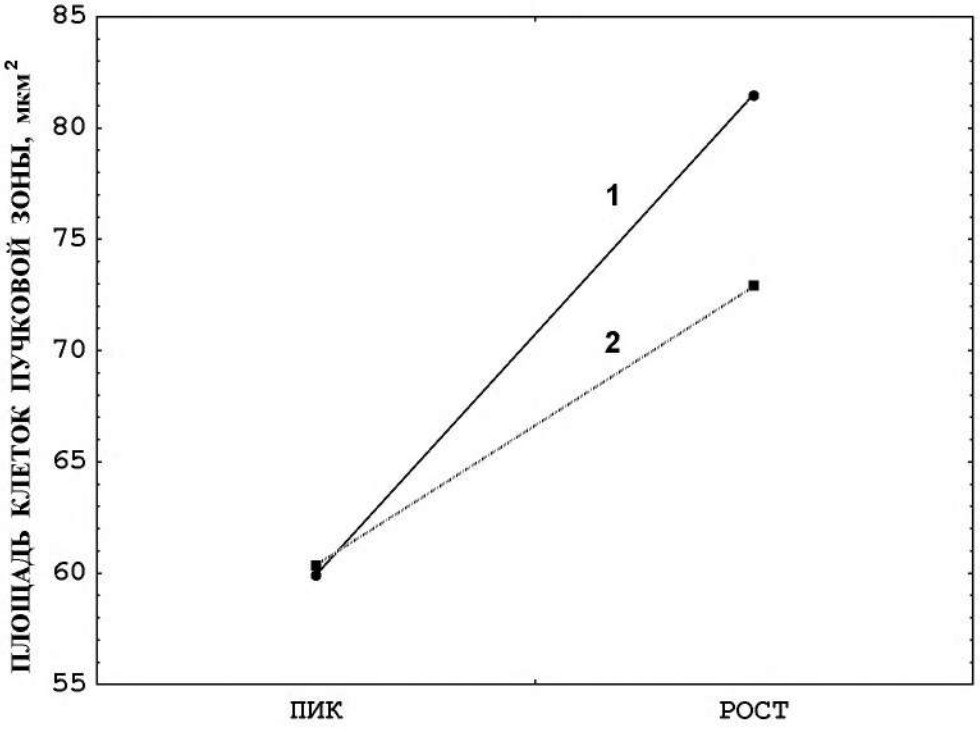
«Геохимический фактор» и «фаза популяционного цикла». Статистически значимое взаимодействие «геохимического» фактора с фактором «фаза популяционного цикла» отражает более значительное увеличение морфометрических параметров надпочечника в год «роста» численности популяции на аномальном участке по сравнению с фоновым (рис.

2). Это свидетельствует об усилении эффектов плотности популяции в экстремальных геохимических условиях.

Трех- и четырехфакторные взаимодействия подчеркивают описанную выше закономерность, а именно, эффект синергизма (совместное и однородное функционирование) при действии геохимического и других факторов, вызывающих активацию функции коры надпочечника.

«Геохимический фактор» и «пол». Взаимодействие «геохимического» фактора с фактором «пол» отражает более существенное увеличение значений морфометрических характеристик пучковой зоны у самок по сравнению с самцами на аномальном участке, чем на фоновом (рис. 3), т. е. действие неблагоприятных геохимических условий увеличивает функциональную напряженность коры надпочечников самок.

А



Б

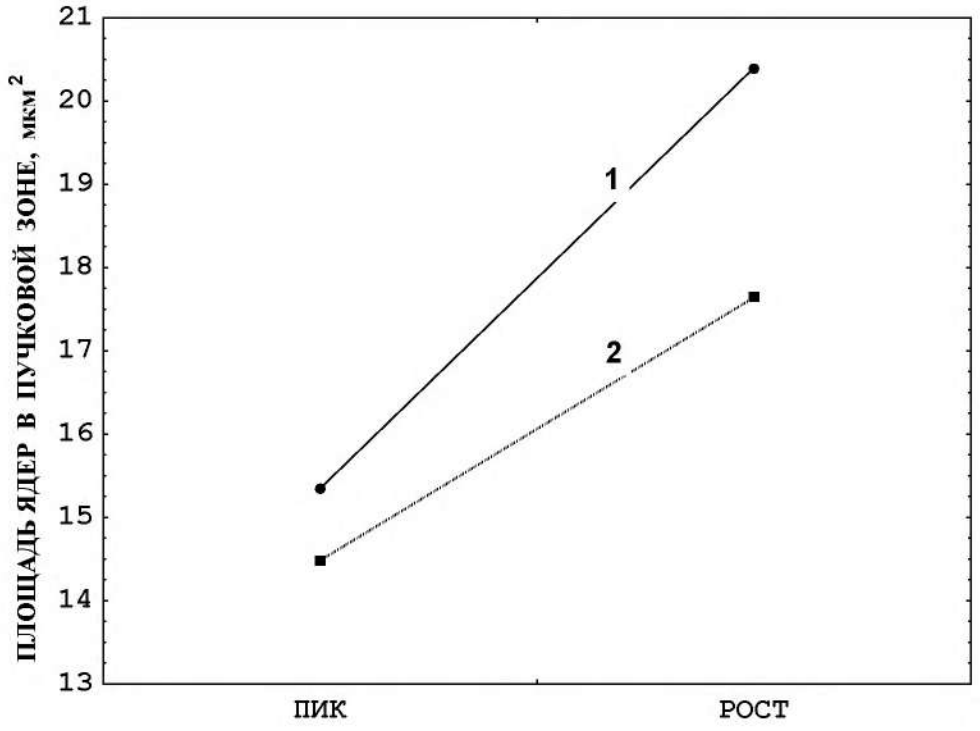
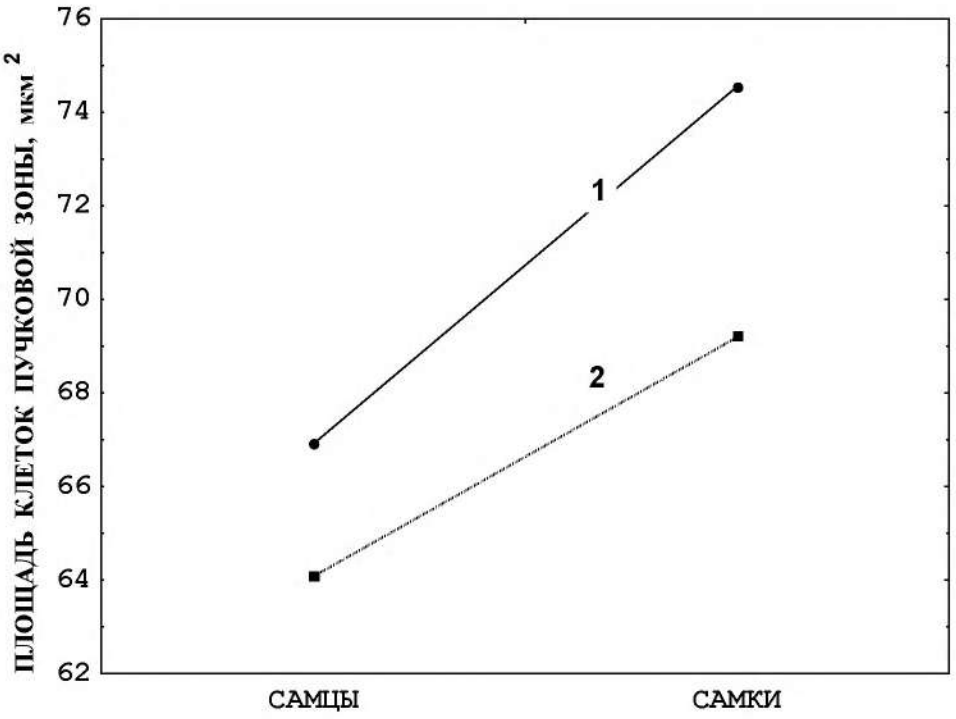


Рис. 2. Морфофункциональные особенности надпочечника рыжей полевки (средние невзвешенные) при взаимодействии геохимического фактора с фактором «фаза популяционного цикла», А – площадь клеток пучковой зоны, Б – площадь ядер в пучковой зоне, $p < 0{,}002$, 1 – провинция, 2 – фон

А



Б

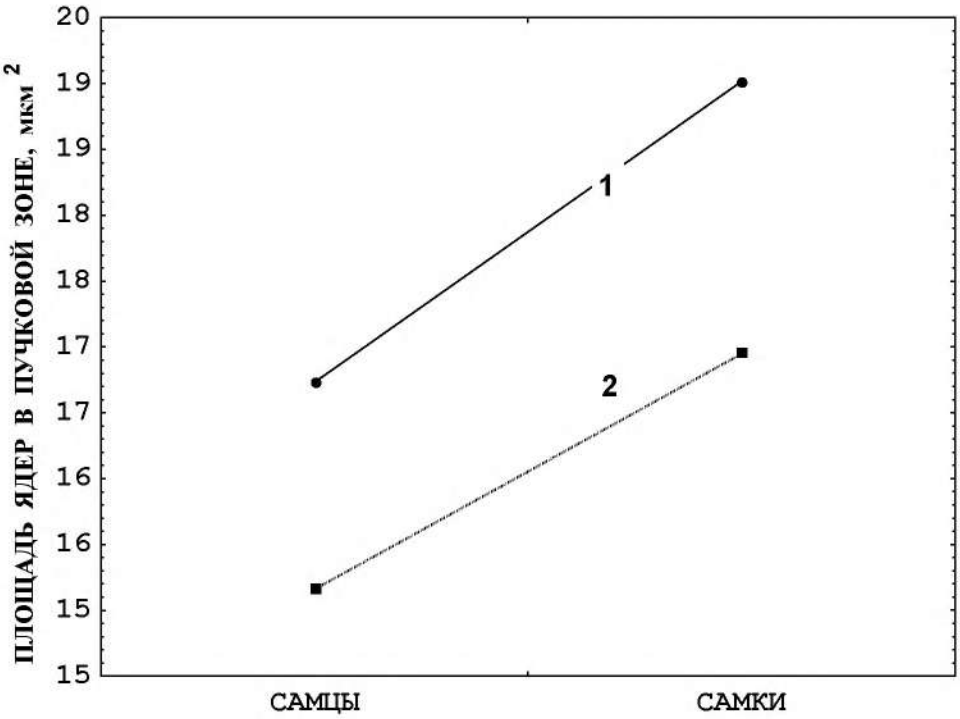


Рис. 3. Морфофункциональные особенности надпочечника рыжей полевки (средние невзвешенные) при взаимодействии геохимического фактора с фактором «пол», А – площадь клеток пучковой зоны, Б – площадь ядер в пучковой зоне, $p < 0,003$, 1 – провинция, 2 – фон

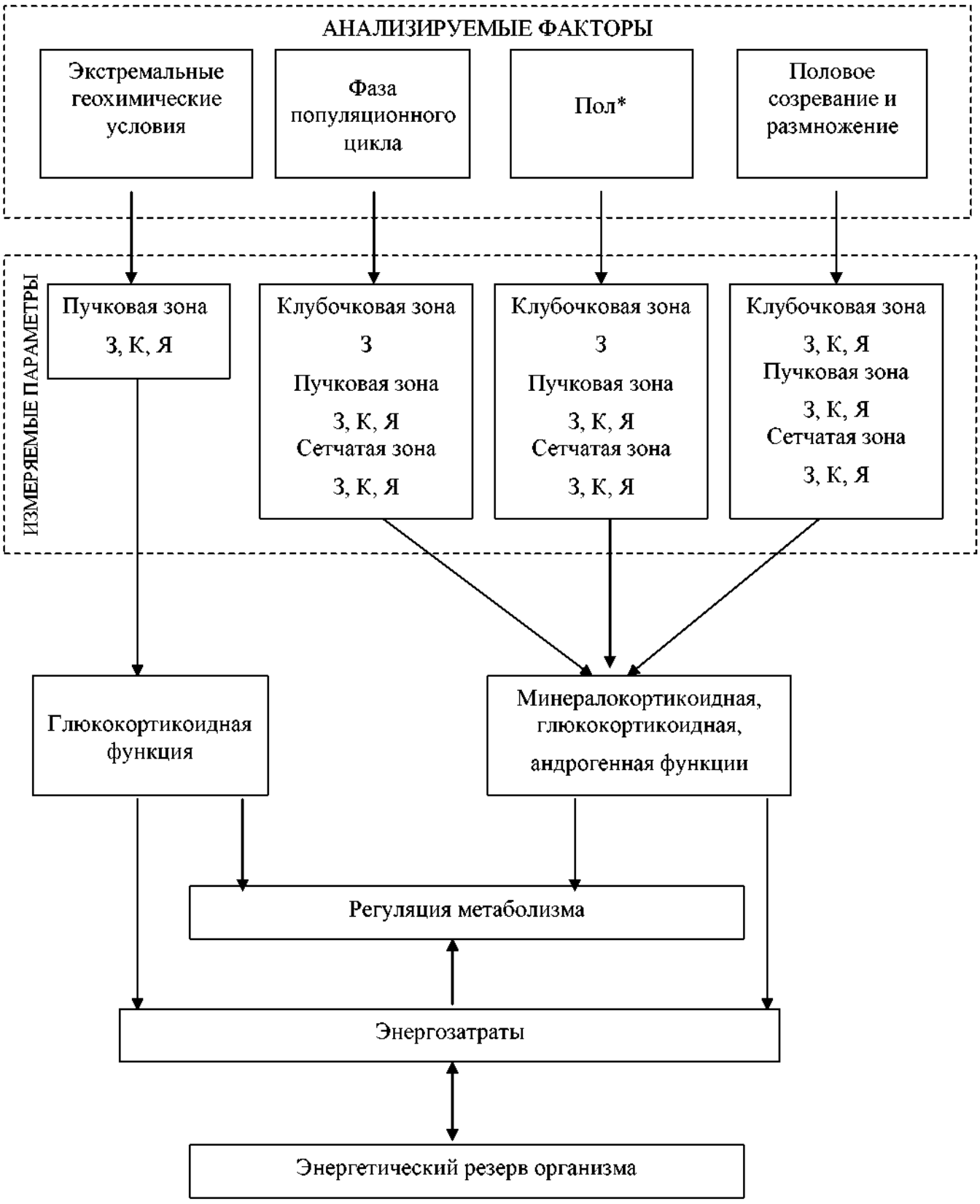


Рис. 4. Схема воздействия геохимических условий, фазы популяционного цикла, пола и репродуктивного статуса животных на функциональную активность коры надпочечника рыжей полевки, «*» – особенности, наблюдаемые у самок. Буквами обозначено увеличение площади: З – зон коры надпочечника, К – клеток, Я – ядер

Многочисленными исследованиями показано, что разнообразные изменения условий внешней среды приводят к активации гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы и гиперфункции адреналовой железы, особенности морфофункционального состояния которой зависят от природы, интенсивности и продолжительности действия раздражителя. Показателями стрессорной гипертрофии надпочечников являются возрастание его массы, увеличение размеров и количества клеток коры, а также повышение кровенаполнения органа.

Вопрос о функциональной активности адреналовой железы в условиях природной биогеохимической провинции до сих пор во многом остается открытым.

В результате проведенных исследований установлено, что на территории природной биогеохимической провинции, приуроченной к ультраосновным горным породам, происходит повышение относительного и абсолютного веса надпочечника у рыжей полевки, обусловленное в значительной степени увеличением кровенаполнения органа и свидетельствующее об активизации его функции.

Анализ параметров морфофункционального состояния надпочечника рыжей полевки позволил описать механизмы изменения функциональной активности адреналовой железы в зависимости от геохимических условий обитания, фазы популяционного цикла, пола и репродуктивного статуса животных (рис. 4). Установлено, что экстремальные геохимические условия вызывают увеличение площади пучковой зоны коры надпочечника, ее клеток и ядер, что, вероятно, связано с интенсификацией выработки глюкокортикоидов, участвующих в широчайшем спектре адаптивных реакций и обеспечивающих повышение неспецифической резистентности животных при избытке тяжелых металлов в окружающей среде. Адаптация животных к условиям природной биогеохимической провинции происходит, возможно, за счет сокращения энергетического резерва в результате катаболического эффекта (процесс метаболического распада сложных органических молекул) глюкокортикоидов.

Связь плотности популяции, репродуктивного статуса, а также половой принадлежности животных с морфофункциональным состоянием надпочечника неоднократно отмечалась исследователями.

Нами показано, что действие плотностнозависимых механизмов способно вызывать расширение всех зон коры, а также увеличение размеров клеток и ядер в пучковой и сетчатой зонах (рис. 4). Это, вероятно, связано с изменением физиологического состояния животных при различных уровнях плотности популяции.

Половой диморфизм морфофункционального состояния адреналовой железы проявляется в том, что самки обладают более крупными надпочечниками с более широкими зонами коры, чем самцы. К отличительным особенностям надпочечников самок относятся также крупные клетки и ядра в пучковой и сетчатой зонах (рис. 4).

В ходе исследования показано, что наиболее реактивной зоной коры надпочечника при действии различных факторов является пучковая. Это связано с интенсификацией выработки ее гормонов – глюкокортикоидов в ответ на любое воздействие, при котором необходимо включение адаптивных изменений регуляторных систем организма.

Оценка эффектов взаимодействий факторов продемонстрировала, что экстремальные геохимические условия усиливают эффекты действия других факторов. Это подтверждает наше предположение о сокращении резервных возможностей животных на аномальной территории в качестве платы за адаптированность. В связи с этим в районах природных биогеохимических провинций, возможно, следует ожидать снижение устойчивости животных к действию различных факторов среды, особенно в тех ситуациях, которые требуют от организма значительных энергозатрат.

Таким образом, условия геохимических аномалий даже при отсутствии признаков эндемических заболеваний могут провоцировать адаптивные изменения регуляторных систем организма животных. Данное предположение, вероятно, справедливо и в отношении людей, населяющих территории

естественных геохимических аномалий. Проживание в районах распространения ультраосновных горных пород может привести к негативным последствиям для здоровья населения: снижению устойчивости к действию факторов окружающей среды, увеличению заболеваемости, осложнению неэндемических заболеваний, увеличению смертности, снижению продолжительности жизни.

2.2.4. Морфофункциональные особенности репродуктивной системы рыжей полевки

Исследования по изучению влияния различных факторов на репродуктивную функцию мелких млекопитающих достаточно широко представлены в современной литературе, поскольку интенсивность воспроизводства отражает популяционную приспособленность к условиям обитания [23, 33, 42, 85], Показано увеличение показателей плодовитости в условиях техногенного загрязнения и повышенного уровня радиоактивности [9, 52], При лабораторном введении шестивалентного хрома, сочетанном действии свинца и радиации в районах с высоким уровнем радиоактивности, при действии плотностнозависимых механизмов (зависят от количества особей на территории) отмечено изменение морфофункционального состояния яичников животных [86, 95]. Однако, несмотря на многочисленные исследования, посвященные оценке репродуктивной функции самок при действии разнообразных факторов, вопрос о ее изменении в условиях природных биогеохимических провинций (естественных геохимических аномалий) и, следовательно, о приспособительных реакциях популяции в данных районах во многом остается открытым.

В результате наших исследований у самок рыжей полевки из районов природных биогеохимических провинций, приуроченных к ультраосновным гонным породам, (п. Уралец и с. Анатольская Свердловская область) обнаружено увеличение потенциальной и фактической плодовитости рыжей полевки (табл. 7).

На основании анализа литературных данных для объяснения увеличения потенциальной плодовитости можно предположить, что на территориях естественных геохимических аномалий имеет место отбор самок с генетически более высоким репродуктивным потенциалом. Известно, что у гетерозиготных животных по гену BMP 15(CDF9B) происходит увеличение количества овулирующих ооцитов [104, 109, 114]. Экспрессия этого гена, согласно современным представлениям молекулярной биологии, важна для регуляции числа овулирующих ооцитов. Возможно, в популяциях рыжей полевки на территориях биогеохимических провинций происходит поддержание гетерозиготности особей по данному признаку. Это и обеспечивает повышенную потенциальную плодовитость самок в экстремальных геохимических условиях.

Таблица 7

Плодовитость и доимплантационная смертность у самок рыжей полевки на территориях природных биогеохимических провинций (участок 1 и 2) и фоновом участках

Признак	участок 1	участок 2	фон
Потенциальная плодовитость *	6,1±0,24	6,9±0,30	5,4±0,22
Фактическая плодовитость **	5,7±0,22	6,1±0,52	4,8±0,23
Эмбриональные потери, %	5,12	10,9	12,90
Доимплантационная смертность, %	5,12	3,78	9,20
Постимплантационная смертность, %	-	7,04	2,23
Доля самок с доимплатанционными потерями, %	27,78	25,0	31,58
Доля самок с постимплантационными потерями, %	-	25,0	5,26
Количество животных	18	8	19

Примечание. * - Потенциальная плодовитость оценивается по количеству желтых тел в яичнике.

** - Фактическая плодовитость оценивается по количеству живых эмбрионов в матке,

Успех процесса имплантации эмбрионов определяется многими факторами, в том числе и концентрацией в крови эстрогена [72]. Усиленная активация эстрогензависимого деления некоторых клеток матки [111] в условиях биогеохимической провинции происходит вследствие повышения выработки глюкокортикоидов (гормонов коры надпочечника). Данный эффект ведет к снижению доимплантационной (до прикрепления эмбриона к стенке матки) смертности эмбрионов у самок из аномальных участков.

Известно, что размер помета (количество детенышей) положительно коррелирует с концентрацией основного гормона беременности прогестерона и глюкокортикоидов в крови беременных самок [38, 53, 59]. Повышенная секреция этих гормонов-иммуносупрессоров обусловливает подавление иммунитета. Обнаруженное увеличение фактической плодовитости у самок рыжей полевки из районов геохимических аномалий, по-видимому, является косвенным признаком более низкой иммунореактивности этих животных по сравнению с фоновым участком. А низкий уровень численности рыжей полевки при более высоких значениях фактической плодовитости связан с повышенным уровнем постнатальной смертности животных на территориях природных биогеохимических провинций. У беременных и лактирующих самок возрастают энергетические потребности, поэтому, возможно, именно эта группа подвержена высокой смертности [60] в экстремальных геохимических условиях.

Увеличение показателей плодовитости, снижение доимплантационной смертности и доли самок с доимплантационными потерями является адаптивной реакцией популяции на воздействие комплекса условий биогеохимических провинций (естественных геохимических аномалий), которая, связана с повышенным уровнем постнатальной смертности животных в геохимически аномальных районах.

Известно, что процесс полового созревания начинается с увеличения секреции гонадотропинов гипофизом [82]. По мере увеличения секреции фолликулостимулирующего гормона (ФСГ) нарастает интенсивность

фолликулогенеза (развития яйцеклеток). При этом уровень синтеза эстрадиола в фолликуле растет экспоненциально и строго коррелирует с диаметром фолликула [110, 116] (рис. 5).

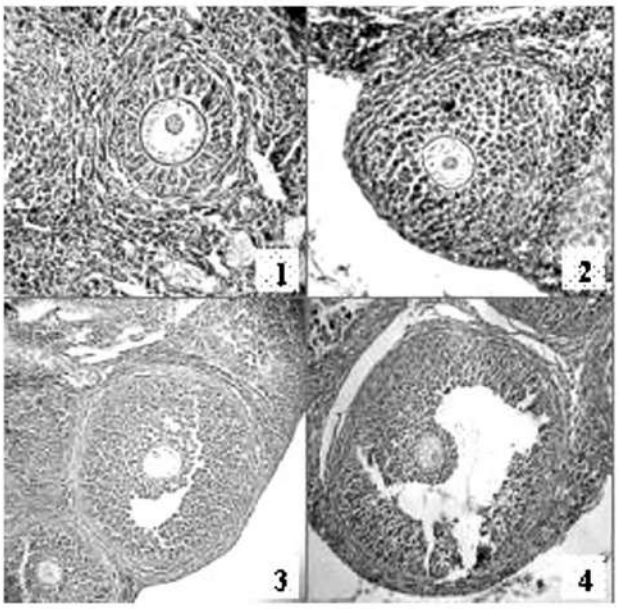


Рис. 5. Поперечный срез яичника рыжей полевки: 1 – однослойный фолликул, ув. 175; 2 – вторичный (компактный) фолликул, увелич. 105; 3 – вторичный (полостной) фолликул, ув. 77; 4 – третичный фолликул, увеличение 77

На территориях природных биогеохимических провинций обнаружено увеличение количества вторичных и третичных, а также размеров компактных и полостных фолликулов в яичниках неполовозрелых самок рыжей полевки, что свидетельствует об интенсификации процесса фолликулогенеза (табл. 8,9).

Взаимодействие «геохимического» фактора с фактором «тип фолликула» показывает, что различие между изучаемыми участками наблюдаются по количеству вторичных и третичных фолликулов. У неполовозрелых самок на территориях природных биогеохимических провинций количество данных типов фолликулов значимо выше по сравнению с фоновым участком (рис. 6).

Количество вступивших в рост однослойных фолликулов в яичниках самок на всех участках примерно одинаково. Это связано с тем, что факторы, определяющие начало роста и дифференцировки примордиальных фолликулов

гормонально независимы. Согласно теории латеральной спецификации (lateral specification) пусковым фактором начала дифференцировки фолликулов является потеря между ними межклеточных контактов. В рост идут те фолликулы, которые потеряли боковой контакт с соседними фолликулами, и обычно рост фолликулов происходит по краю яичника.

Таблица 8

Количество фолликулов в яичнике рыжей полевки (среднее ± стандартная ошибка) при различной численности популяции на территориях биогеохимических провинций (участки 1, 2) и фоновом участке

Стадия полового цикла / тип фолликула	Количество фолликулов в одном яичнике рыжей полевки		
	участок 1	участок 2	фон
Беременность	«Рост» численности популяции (2003, 2006 гг)		
однослойные фолликулы	361,43 ± 42,06	273,33 ± 33,83	456,67 ± 49,58
вторичные фолликулы	112,14 ± 10,23	118,33 ± 14,24	157,50 ± 24,55
третичные фолликулы	16,43 ± 2,61	21,67 ± 3,33	18,33 ± 2,47
Количество животных	7	3	6
Беременность	«Пик» численности популяции (2001, 2004 гг)		
однослойные фолликулы	312,86 ± 51,53	360,0 ± 61,10	227,50 ± 20,16
вторичные фолликулы	92,14 ± 8,23	85,0 ± 10,0	82,50 ± 10,10
третичные фолликулы	17,14 ± 3,23	16,67 ± 3,33	10,0 ± 2,04
Количество животных	7	3	11
Неполовозрелость	«Пик» численности популяции (2001, 2004 гг)		
однослойные фолликулы	294,0 ± 84,82	255,56 ± 51,74	265,0 ± 55,03
вторичные фолликулы	101,43 ± 32,88	132,22 ± 30,63	63,75 ± 34,30
третичные фолликулы	10,0 ± 7,07	24,40 ± 9,83	3,13 ± 2,59
Количество животных	7	9	8

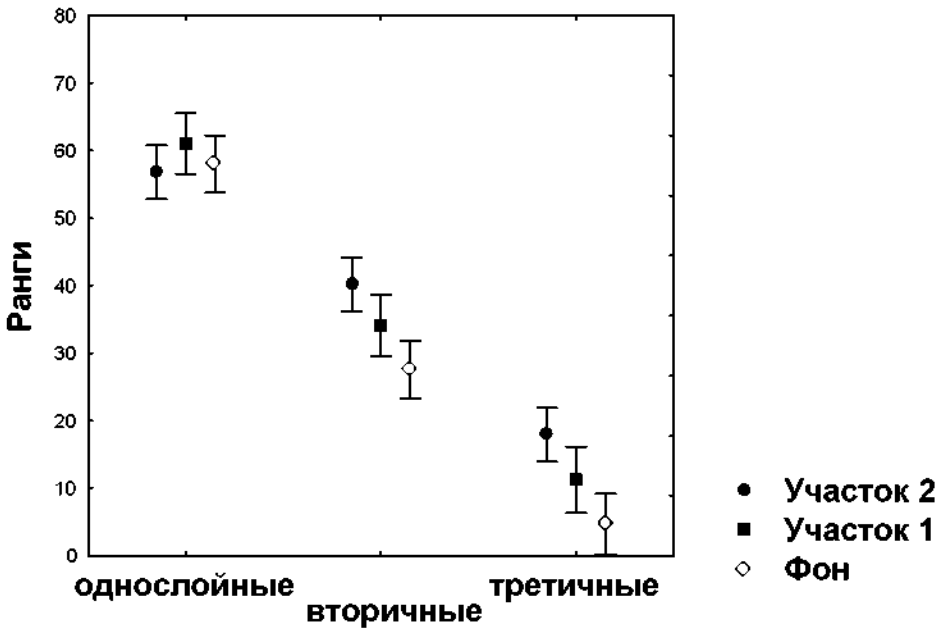


Рис. 6. Количество фолликулов в яичнике рыжей полевки (средние невзвешенные ± 0,95 доверительный интервал, данные ранжированы) при взаимодействии геохимического фактора и фактора «тип фолликула», $p < 0,01$

Роль этого фактора, отвечающего за потерю межклеточных контактов и начала дифференцировки, выполняет продукт экспрессии гена Notch [101]. О гормонально-независимом характере начала роста фолликулов также говорит тот факт, что он происходит в аваскулярной (бессосудистой) зоне [13].

Дальнейшее развитие и скорость роста фолликулов зависит от гонадотропных гормонов: фолликулостимулирующего (ФСГ) и лютеинизирующего (ЛГ). Под воздействием стимуляции ФСГ и ЛГ синтез эстрадиола значительно увеличивается. Высокая концентрация эстрадиола в крови вызывает по принципу отрицательной обратной связи снижение выделения ФСГ гипофизом. Под воздействием снижающегося уровня ФСГ все фолликулы, которые не успели достигнуть определенного размера, подвергаются атрезии – обратному развитию [110, 116].

Процесс полового созревания начинается с увеличения секреции гонадотропинов гипофизом, выполняющих «команду» гипоталамуса (Теппермен, 1989). Поэтому состояние фолликулярной системы в данный период развития зависит от нейрогуморальных взаимоотношений в системе

гипофиз – гипоталамус – яичник. По мере полового созревания организма выявляются гетерохронность и последовательная функциональная активация звеньев, составляющих гипоталамо-гипофизарно-яичниковую ось. В начале повышается продукция дегидроэпиандростерона в коре надпочечников, а в дальнейшем увеличивается секреция тестостерона и эстрогенов. Это приводит к нарастанию секреции ФСГ, что сопровождается интенсификацией фолликулогенеза. Затем повышается концентрация ЛГ, устанавливаются определенные соотношения эстрогенов и ФСГ [19].

Таблица 9

Максимальные диаметры фолликулов в яичнике рыжей полевки (среднее ± стандартная ошибка) при различной численности популяции на территориях биогеохимических провинций и фоновом участке

Стадия полового цикла и развития фолликула	Максимальные диаметры (мкм) в яичнике рыжей полевки на изучаемых участках		
	Участок 1	Участок 2	Фон
Беременность:	«Рост» численности популяции (2003, 2006 гг.)		
компактные фолликулы	182,22±8,84 (34)	172,70±12,50 (17)	198,74±4,69 (121)
полостные фолликулы	316,95±10,11 (26)	317,36±14,88 (12)	311,01±7,60 (46)
Беременность:	«Пик» численности популяции (2001, 2004 гг)		
компактные фолликулы	179,65±6,60 (61)	184,99±9,41 (30)	172,00±9,11 (32)
полостные фолликулы	287,342±8,360 (38)	339,463±18,22 (18)	285,770±18,22 (18)
Неполовозрелость:	«Пик» численности популяции		
компактные фолликулы	163,30±4,30 (57)	151,46±3,63 (80)	134,35±4,79 (46)
полостные фолликулы	263,80±8,65 (26)	275,60±6,57 (45)	229,71±8,82 (25)

Примечание. Прочерк означает отсутствие данных. Цифра в скобках - количество измеренных фолликулов.

Поэтому преобладание более зрелых форм фолликулов в яичниках одномесячных самок на участках 1 и 2 (табл. 9) свидетельствует о повышенной по сравнению с фоновой территорией активности их гонад и, вероятно, об ускорении полового созревания животных в районах с избыточным почвенным содержанием хрома, никеля и кобальта. Наблюдаемое ускорение полового созревания животных, по-видимому, связано со стимуляцией гонадотропной функции гипофиза соединениями хрома [25].

Взаимодействие геохимического фактора с фактором «тип фолликула» показывает, что различия между изучаемыми участками наблюдаются как по размерам компактных, так и полостных фолликулов. У неполовозрелых самок на территориях природных биогеохимических провинций значения максимальных диаметров фолликулов выше по сравнению с фоновым участком (рис. 7).

Явление ускоренного созревания самок рыжей полевки, обитающих в районах природных биогеохимических провинций, может быть связано с накоплением солей хрома в организмах животных, поскольку данный элемент в определенных концентрациях оказывает стимулирующее влияние на гонадотропную функцию гипофиза [25]. Кроме того, интенсификация функции щитовидной железы, описанная ранее Е.В. Михеевой (2006), также вносит определенный вклад, поскольку гормоны щитовидной железы ускоряют развитие организма [82].

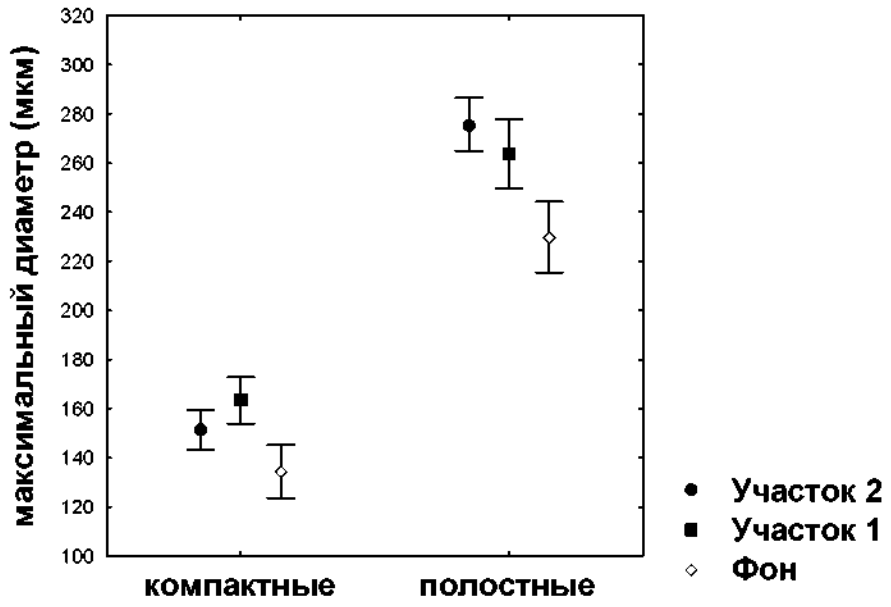


Рис. 7. Максимальный диаметр фолликулов в яичниках неполовозрелых рыжих полевок (средние невзвешенные ± 0,95 доверительный интервал) при взаимодействии факторов «тип фолликула» и геохимического фактора (p = 0,02)

Таким образом, наши данные в целом согласуются с концепцией адаптации популяций широко распространенных видов мелких млекопитающих к экстремальным условиям существования [12, 52, 73, 94] и дополняют ее. Показано, что природный избыток тяжелых металлов в районах, для которых не характерны эндемические заболевания, может вызывать адаптивную реакцию популяции за счет изменения репродуктивной функции самок. Наблюдаемые показатели плодовитости (увеличение потенциальной и фактической плодовитости) и морфофункциональные характеристики яичников животных (увеличение количества и размеров овариальных фолликулов у неполовозрелых самок) свидетельствуют о том, что на территории природной биогеохимической провинции (естественной геохимической аномалии) происходит увеличение рождаемости, направленное на компенсацию высокой постнатальной смертности и поддержание численности популяции (рис. 8). Отсутствие изменения интенсивности фолликулогенеза у беременных самок в зависимости от стадии популяционного цикла («рост» - «пик») на территориях

геохимических аномалий указывает на то, что репродуктивная функция самок находится на пределе своих возможностей.



Рис. 8. Схема адаптивных изменений в репродуктивной системе самок рыжей полевки на территориях природных биогеохимических провинций

Глава 3. Смертность и заболеваемость человека в условиях природной биогеохимической провинции

Воздействие аномальных геохимических условий способно снизить функциональный резерв организма и вследствие этого модифицировать протекание и продолжительность различных заболеваний, в том числе инфекционных [1, 2, 74].

Проведено ретроспективное исследование смертности и заболеваемости людей, проживающих на территории природной биогеохимической провинции (естественной геохимической аномалии) в окрестностях п.Уралец Свердловской области (участок 1).

В результате анализа смертности людей установлено, что ее структура в районе природной биогеохимической провинции отличается от показателей г. Екатеринбурга, Свердловской области и фонового района. Первое место в списке причин смерти (ранг 1) на всех исследуемых территориях занимают болезни системы кровообращения, что соответствует общемировой ситуации, так как данные заболевания обусловливают значительную часть в структуре человеческой смертности [82]. Второе место в списке причин смерти (ранг 2) на территории естественной геохимической аномалии занимают новообразования, в то время как в г. Екатеринбурге, Свердловской области и в Шалинском районе смертности от онкологических заболеваний принадлежит третье место. Показатель относительной смертности от новообразований на геохимически аномальной территории (330,1 случаев на 100 тысяч населения) самый высокий среди всех анализируемых выборок (рис, 9). Необходимо отметить, что определенный вклад в повышение относительной смертности от онкологических заболеваний вносит увеличение доли населения старших возрастных классов, так как аномальная территория является поселком с характерной для небольших населенных пунктов возрастной структурой. Однако перечисленными особенностями невозможно объяснить увеличение

онкосмертности на аномальной территории по сравнению с геохимически фоновым районом (262,6 случаев на 100 тысяч населения).

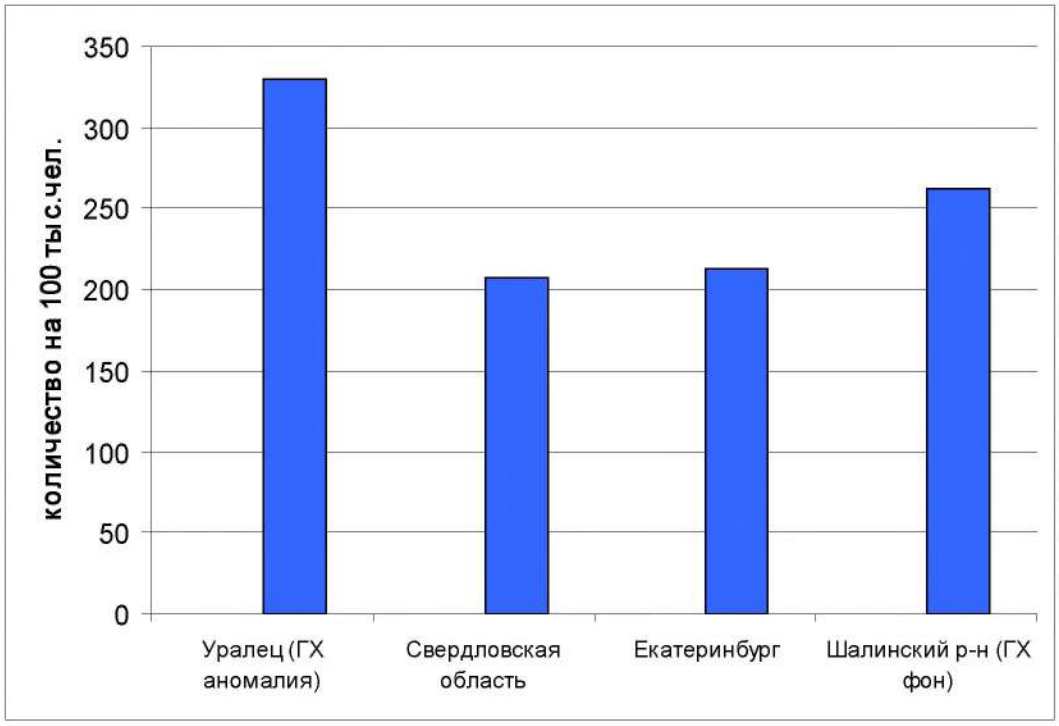


Рис. 9. Средняя относительная смертность от новообразований за 2002-2006 гг.

Для этого фонового участка (Шалинский район) по данным Территориального органа федеральной службы государственной статистики по Свердловской области установлена аналогичная аномальному участку возрастная структура населения.

Отличительными особенностями выборки геохимического фона по сравнению с геохимической аномалией также является отсутствие смертей от врожденных аномалий и болезней мочеполовой системы. Относительные показатели смертности от врожденных аномалий (12,5 случаев на 100 тысяч населения) и болезней мочеполовой системы (12,5) на аномальной территории превышают значения, характерные для г. Екатеринбурга (3,1 и 7,9) и Свердловской области (4,1 и 8,6 врожденные аномалии и болезни мочеполовой системы соответственно). Стоит заметить, что на основании данных пятилетнего периода наблюдений не представляется возможным

сформулировать окончательные выводы относительно таких редких причин смерти.

Вероятно, относительно высокие показатели смертности от новообразований, врожденных аномалий и болезней мочеполовой системы в районе геохимической аномалии объясняются природным избыточным содержанием тяжелых металлов, обусловленным химическим составом подстилающих горных пород территории.

При изучении заболеваемости населения для геохимически аномального участка (п. Уралец) установлены максимальные среди всех анализируемых выборок значения заболеваемости широко распространенными заболеваниями (болезни органов дыхания, пищеварения, системы кровообращения и костно-мышечной системы). Таким образом, геохимический фактор способен существенно повлиять на показатели заболеваемости населения широко распространенными заболеваниями.

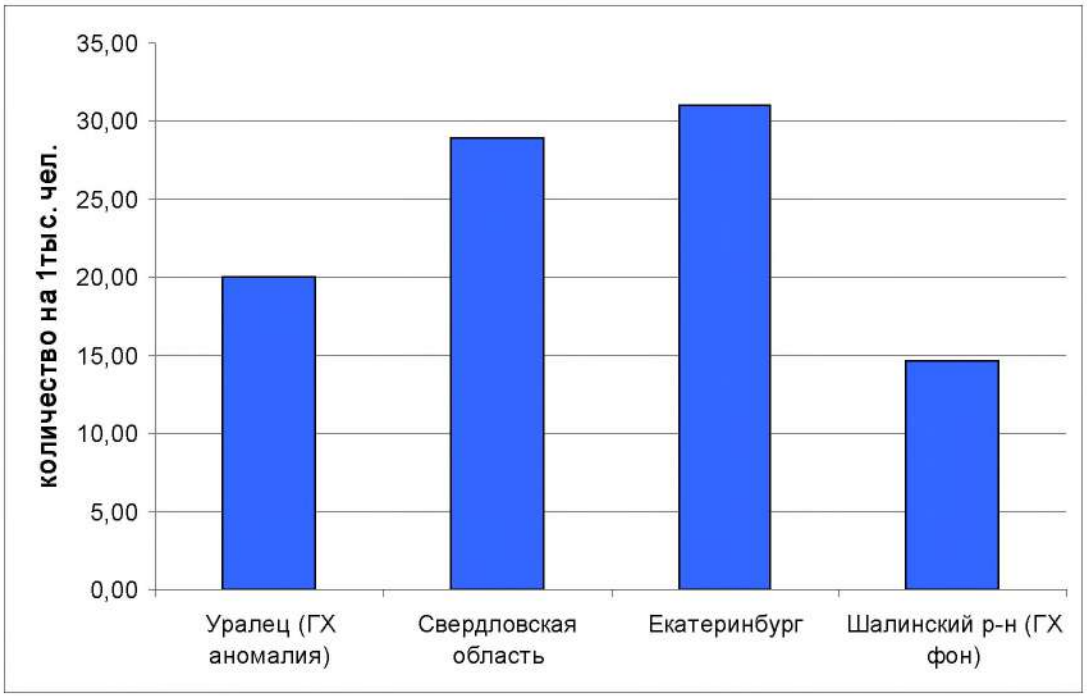


Рис. 10. Средняя относительная заболеваемость онкологическими заболеваниями за 2002-2006 гг.

В результате исследования заболеваемости людей онкологическими заболеваниями на геохимически разнородных территориях обнаружено увеличение данного показателя в районе аномалии (20,1 случаев на 1 тысячу населения) по сравнению с фоновым участком (14,7, рис, 10), что указывает на негативное влияние экстремального геохимического фактора на организм человека. Уровни онкозаболеваемости в Екатеринбурге (29,0) и Свердловской области (31,1) в целом превышают значение, установленное для аномального участка, в виду того, что на людей, включенных в данные контрольные выборки, действует помимо прочего и фактор техногенного загрязнения.

Таким образом, в результате наших исследований установлено, что экстремальные геохимические условия (естественные геохимические аномалии или природные биогеохимические провинции) провоцируют изменения интерьерных показателей животных, структурных особенностей органов эндокринной и репродуктивной систем животных, увеличение смертности людей от онкологических заболеваний, заболеваний мочеполовой системы и врожденных аномалий, а также заболеваемости широко распространенными типами заболеваний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Растения, животные и человек в ходе своей жизнедеятельности осуществляют биогенную миграцию химических элементов, при этом эколого-физиологические связи живых организмов и окружающей среды проявляются определенными адаптивными реакциями в процессе приспособления к тем или иным геохимическим условиям.

В результате наших исследований установлено, что на территориях геохимических аномалий (биогеохимических провинций) Среднего Урала с избыточным содержанием тяжелых металлов происходят следующие процессы: накопление определяющих аномалию элементов в тканях живых организмов, изменения интерьерных показателей животных, структурных особенностей органов эндокринной и репродуктивной систем, увеличение физиологической напряженности. На геохимически аномальных территориях отмечено снижение численности животных при компенсаторном увеличении показателей плодовитости, Данные факты установлены в отношении биогеохимических провинций, в которых эндемические заболевания животных и человека не зафиксированы.

Кроме этого, для территорий биогеохимической провинции природного происхождения характерно увеличение смертности людей от онкологических заболеваний, заболеваний мочеполовой системы и врожденных аномалий. В районе провинции, приуроченной к ультраосновным горным породам, происходит увеличение показателей заболеваемости широко распространенными типами заболеваний, что может рассматриваться в качестве следствия увеличения физиологической напряженности. Вероятно, повышение заболеваемости можно рассматривать в качестве проявления вторичных эндемий, т.е. осложненных геохимической обстановкой неэндемических заболеваний.

Изученные биогеохимические провинции провоцируют сходные адаптивные изменения регуляторных систем живых организмов, которые являются реакцией на допороговые дозы накопления тяжелых металлов, не вызывающие эндемических заболеваний (первичных эндемий).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Агаджанян Н.А., Скальный А.В.* Химические элементы в среде человека и экологический портрет человека . – М.: КМК, 2001. – 83 с.
2. *Антонов А.Р., Ефремов А.В.* Микроэлементы в жизни человека / Природные минералы на службе здоровья человека. – Новосибирск: Экор. 1999 – С. 28-39.
3. *Ардашев А.А.* Функциональная активность надпочечников копытного лемминга (*Dicrostonyx torquatus*) в зависимости от сезона и плотности популяции / А.А. Ардашев, А.Л. Горбачев // Механизмы регуляции численности леммингов и полевок на Крайнем Севере. – Владивосток, 1980. – С. 3-8.
4. *Артемьев Ю.Т., Окулова С.М.* Методика полевого изучения эмбриональной смертности до имплантации у грызунов // Микроэволюция. – Казань, 1981. – С. 64-74.
5. *Артишевский А.А.* Надпочечные железы: (строение, функции, развитие). – Минск: Беларусь, 1977. – 128 с.
6. *Ахметов И.З.* Эколого-физиологические особенности щитовидной железы грызунов. – Ташкент: Фан, 1978. 231 с.
7. *Башкин В.А., Касимов Н.С.* Биогеохимия. – М: Научный мир, 2004. – 648 с.
8. *Башенина Н.В.* Пути адаптации мышевидных грызунов. – М.: Наука, 1977. – 356 с.
9. *Башлыкова Л.А., Раскоша О.В., Ермакова О.В.* Изменение процесса размножения мышевидных грызунов, обитающих в условиях

радиоактивного загрязнения // Вестн. Ин-та биологии. – 2005. – № 9. – С. 22–24.

10. *Безель В.С.* Популяционная экотоксикология млекопитающих / В.С. Безель; отв. ред. В.А. Филов. – М.: Наука, 1987. – 129 с.

11. *Безель В.С.* Экологическая токсикология: региональные аспекты / В.С. Безель // Проблемы региональной экологии – 1996. – № 1. – С. 42-52.

12. *Большаков В.Н., Ковальчук Л.А., Ястребов А.П.* Энергетический обмен у полевок и его изменения в экстремальных условиях / В.Н. Большаков. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984. – 115 с.

13. *Боярский К.Ю.* Овариальная стимуляция и фолликулогенез в конце 80-х: на пороге будущего // Пробл. репродукции. – 1997 – № 4. – С. 61–68.

14. *Вернадский В.И.* Биогеохимические очерки (1922-1932 г.г.). – М., Л.: Изд-во АН СССР, 1940. – 250 с.

15. *Вернадский В.И.* Проблемы биогеохимии // – М.: Наука, 1980 (Тр. Биогеохим. лаб. Ин-та геохимии и аналит. химии. – Т. 16. – 226 с.

16. *Виноградов А.П.* Биогеохимические провинции и эндемии // Докл. АН СССР. – 1938. – Т. 18. – № 4. – С. 14-22.

17. *Виноградов А.П.* Биогеохимические провинции // А.П. Виноградов: Труды юбилейной сессии, посвящ. 100-летию со дня рождения В.В. Докучаева. – М.; Л., 1949. – С. 59-85.

18. *Виноградов А.П.* О генезисе биогеохимических провинций // Тр. Биогеохим. лаб. Ин-та геохимии и аналит. химии. – М., 1960. – Т. 11. – С. 3-7.

19. *Волкова О.В.* Функциональная морфология женской репродуктивной системы. – М.: Медицина. 1983. – 224 с.

20. *Гашев С.Н.* Млекопитающие в системе экологического мониторинга / С.Н. Гашев. – Тюмень: Изд-во Тюм. гос. ун-та, 2000. – 220 с.

21. *Генетико-эволюционные* и экологические аспекты проблемы популяционного гомеостаза млекопитающих / В.И. Евсиков, М.П.

Мошкин, М.А. Потапов и др. // Экология популяций: структура и динамика: материалы совещ. – Москва, 1995. – Ч.1. – С. 63-96.

22. *Геохимия окружающей среды* / Ю.Е. Сает, Б. А. Ревич, Е. П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.

23. *Гилязов А.С., Катаев Г.Д.* Опыт зооиндикации промышленных загрязнений в условиях Кольского Севера // Антропогенные воздействия на природу заповедников: Сб. научн. тр. ЦНИЛ Главохоты РСФСР. – М.: ЦНИЛ охот. х-ва и заповед. 1990. – С. 5–25.

24. *Грибовский Г.П., Грибовский Ю.Г., Плохих Н.А.* Биогеохимические провинции Урала и проблемы техногенеза // Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы. – М., 2003. – С. 174-187.

25. *Давыдова Т.Б.* Состояние некоторых звеньев эндокринной системы крыс под влиянием хронического воздействия низких концентраций шестивалентного хрома // Эндокринная система организма и токсические факторы внешней среды: Матер. конф. Ленинград, 17-19 мая 1979 г. – Л.: Б.и., 1980. – С. 55.

26. *Дмитриев М.Т., Казнина Н.И., Пинигина И.А.* Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде – М.: Химия,1989. – 368 с.

27. *Добровольский В.В.* Основы биогеохимии – М.: Высш. шк., 1998. – 413 с.

28. *Европейская рыжая полевка* / отв. ред. Н.В. Башенина. – М.: Наука, 1981. – 351 с.

29. *Ельшин С.В.* Изменчивость некоторых морфо-физиологических признаков сибирского и копытного леммингов в фазы депрессии и нарастания численности / С.В. Ельшин // Механизмы регуляции численности леммингов и полевок на Крайнем Севере. – Владивосток. 1980. – С. 49-54.

30. *Ермаков В.В., Башкин В.Н., Снакин В.В.* Биогеохимические критерии оценки экологического состояния ландшафтов // Биогеохимические основы экологического нормирования. – М. 1993. – С. 274-280.

31.*Ермаков В.В.* Геохимическая экология как следствие системного изучения биосферы / В.В. Ермаков // Тр. Биогеохим. лаб. Ин-та геохимии и аналит. химии. –1999. – Т. 23. – С. 152-182.

32.*Ермакова О.В.* Морфофункциональные изменения щитовидной железы и коры надпочечника у полевок-экономок, обитающих в условиях повышенной радиоактивности: автореф. дис… канд. биол. наук / О.В. Ермакова. – Киев: Б.и., 1991. – 26 с.

33.*Ершов Ю.А., Плетнев Т.В.* Механизмы токсического действия неорганических соединений. – М.: Медицина, 1989. – 272 с.

34.*Закиров Дж. З.* Гипофизарно-адреналовая система при сложных формах адаптации / Дж. З. Закиров. – Фрунзе: Илим, 1979. – 124 с.

35.*Иваницкая Н.Ф., Талакин Ю.Н., Бабич Т.Ю.* Сочетанное воздействие свинца и радиации на потомство в период предимплантации // Современные проблемы токсикологии. – 2001. – №3. – С. 10–18.

36.*Иванов В.В.* Морфофункциональная характеристика надпочечников крыс после хронического воздействия 2-3-дихлорпропеном / В.В. Иванов, В.Н. Федянина, М.Н. Павленко // Гормональные механизмы адаптации. Сезонная периодика в организме. Адаптация водно-солевого обмена: материалы 3 всесоюз. совещ. По экологической физиологии, биохимии и морфологии. – Новосибирск, 1967. – С. 78.

37.*Игнатова Н.К.* Морфофункциональные изменения в организме мелких млекопитающих в условиях техногенного пресса / Н.К. Игнатова, Н.К. Христофорова // Изв. Рос. Акад. Наук. Сер. биол. – 2003. – № 3. – С. 345-350.

38.*Иммунореактивность* разных демографических групп в городских популяциях полевой мыши, Apodemus Agrarius (Rodentia Muridae) / Москвитина Н.С. Кравченко Л.Б., Мак В.В., Добротворский А.К., Панов В. В., Андреевских А.В., Мошкин М.П. // Зоологический журнал. – 2004. – Т. 83. – № 4. – С. 480-485.

39. *Инербаева А.Т.* Влияние хронического воздействия солей тяжелых металлов на гематологические показатели и изменение массы внутренних органов птиц / А.Т. Инербаева, Т.И. Бокова // Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы – биофилы в окружающей среде: докл. 2-ой междунар. науч. – практ. конф., 16 – 18 октября 2002 г. – Семипалатинск. 2002. – С. 320-322.

40. *Карагезян А.Р.* Экологические особенности кустарниковой полевки и лесной мыши, обитающих в условиях биогеохимической провинции, обогащенной молибденом: автореф. дис… канд. биол. наук. / А.Р. Карагезян. – Свердловск, 1987. – 17 с.

41. *Кириллов О.И.* Стрессовая гипертрофия надпочечников / О.И. Кириллов. – М.: Наука, 1994. – 176 с.

42. *Ковальский В.В.* Изменчивость обмена веществ у животных, вызываемая естественными факторами среды // Вестн. с.-х. науки. – 1971. – № 1. – С. – 64-73.

43. *Ковальский В.В.* Биохимические пути приспособляемости организмов к условиям геохимической среды // Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине. – М.: Наука, 1974. – С. 16-28.

44. *Ковальский В.В.* Геохимическая экология – М.: Наука, 1974. – 299 с.

45. *Ковальский В.В.* Системная организованность биогенного цикла химических элементов // Тр. Биогеохим. лаб. Ин-та геохимии и аналит. химии. – М., 1981. – Т. 19. – С. 189-202.

46. *Ковальский В.В.* Геохимическая среда, микроэлементы, реакции организмов // Тр. Биогеохим. лаб. Ин-та геохимии и аналит. химии. – М., 1991. – Т. 22. – С. 5-23.

47. *Ковальчук Л.А., Ястребов А.П.* Экологическая физиология мелких млекопитающих Урала. – Екатеринбург: УрО РАН, 2003. – 204 с.

48. *Ковда В.А.* Биогеохимия почвенного покрова. – М.: Наука, 1985. – 264 с.

49. *Корнеев Г.А., Карпов А.А.* Опыт изучения индексов печени и надпочечников как показателей энергетического потенциала популяции большой песчанки // Грызуны: материалы 5 всесоюз. совещ. – М.: Наука, 1980. – С. 213-214.

50. *Кубанцев Б.С.* О половом составе популяций у млекопитающих // Журнал общей биологии. –1972. –Т. 33. № 2. – С. 7-14.

51. *Лукьянов О.А.* Изучение плотности оседлых и потока мигрирующих особей в популяциях мелких млекопитающих методом безвозвратного изъятия // Экология. – 1991. –№ 6. – С. 36-47.

52. *Лукьянов О.А., Лукьянова Л.Е.* Миграционная активность рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus Schreber* 1780) в пессимальных и оптимальных местообитаниях // Экология. – 1996. – № 3. – С. 206–208.

53. *Мак В.В.* Изменчивость гуморального иммунного ответа в популяциях грызунов: Автореф. дис. канд. биол. наук. – Новосибирск: Ин-т цитологии и генетики СО РАН, 1998. – 17с.

54. *Мамина В.П.* Взаимодействие тиреоид-адреналовой системы с тестикулярной функцией у мышей, подвергнутых γ-облучению / В.П. Мамина // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1997. – Т. 37. вып. 1. – С. 20-24.

55. *Мелик-Алавердян Н.О.* Генеративная функция яичников и эстральный цикл у крыс при хронической хлорпреновой интоксикации / Н.О. Мелик-Алавердян. Ереван: Айстан, 1967. – 45 с.

56. *Микроэлементозы человека* (этиология, классификация, органопатология) / Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С., – М.: Медицина, 1991. – 496 с.

57. *Михеева Е.В.* Морфофункциональные особенности надпочечника и щитовидной железы рыжей полевки на территории природной биогеохимической провинции: автореф. дис. … канд. биол. наук. – Екатеринбург: ИЭРиЖ УрО РАН, 2006. – 26 с.

58. *Мухачева С.В., Безель В.С.* Уровни токсических элементов и функциональная структура популяций мелких млекопитающих в условиях техногенного воздействия // Экология. – 1995. – № 3. – С. 237 – 240.

59. *Мошкин М.П., Герлинская Л.А., Евсиков В.И.* Иммунная система и реализация поведенческих стратегий размножения при паразитарных прессах // Журнал общей биологии. – 2003. – Т. 64. – № 1. С.23–44.

60. *Мякушко* С.А. Лесные грызуны в антропогенно изменяющейся среде (на примере трех фоновых видов грабовой дубравы). Автореф. дис. канд. биол. наук. Киев: Ин-т зоологии им. И.И. Шмальгаузена НАН Украины. 2003. – 26 с.

61. *Надпочечная железа* / Д.Х. Хамидов, А.А. Войткевич, К.А. Зуфаров, Г.А. Овчинникова – Ташкент: ФАН, 1966. – 360 с.

62. *Науменко Е.В.* О регуляции численности популяции // Руководство по физиологии: экологическая физиология животных.– Л., 1979. – С. 318-341.

63. *Наумов С.П., Шаталова С.П., Гиберт Л.А.* Материалы по сравнительной экологии европейской рыжей и красной полевок в Марийской АССР // Фауна и экология животных. – М., 1976. – С. 128-129.

64. *Никель и его соединения* / авт.-сост. А.И. Ицкова (Серия «Научные обзоры современной литературы по токсичности и опасности химических веществ»). – М.: Центр международных проектов ГКНТ, 1984. – Вып. 58. – 44 с.

65. *Общая токсикология* / под ред. Б.А. Курляндского и В.А. Филова. – М.: Медицина, 2002. – 608 с.

66. *Орешков Д.Н.* Комплекс мелких млекопитающих как показатель нарушенности лесных экосистем Средней Сибири: автореф. дисс… канд. биол. наук / Д.Н. Орешков. – Красноярск: Б.и., 2005. – 16 с.

67. *Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Лозановская И.Н.* Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. – М.: Высш. шк., 2002. – 334 с.

68.*Перельман А.И.* Геохимия: учеб. пособие для геолог. спец. ун. – М.: Высш. шк., 1979. – 423 с.

69.*Перельман А.И., Касимов Н.С.* Геохимия ландшафта. – М.: Астрея – 2000, 1999. – 764 с.

70.*Пескова Ю.П.* Адаптационная изменчивость земноводных в антропогенно загрязненной среде. Автореф. дис… д-ра биол. наук. – Тольятти: Волгоградский государственных педагогический университет, 2004. – 36 с.

71.*Петрунина Н.С.* Геохимическая экология растений в провинциях с избыточным содержанием микроэлементов [Ni, Co, Cu, Mo, Pb, Zn] // Тр. Биогеохим. лаб. Ин-та геохимии и аналит. химии. – 1974. – Вып. 13. – С. 57-117.

72.*Побединский Н.М., Балтуцкая О.И., Омельяненко А.И.* Стероидные рецепторы нормального эндометрия // Акушерство и гинекология. – 2000. – № 3. С. – 5–8.

73.*Пястолова О.А.* Эколого-морфологические особенности субарктических популяций полевки-экономки. Автореф. дис. канд. биол. наук. – Свердловск: Ин-т экологии растений и животных УрО РАН, 1967. – 24 с.

74.*Райцес В.С.* Нейрофизиологические основы действия микроэлементов – Л.: Медицина, 1981. – 152 с.

75.*Риш М.А.* Микроэлементы в пустынных почвах и сероземах Узбекистана // География и классификация почв Азии. – М.: Наука, 1965. – С. 152-165.

76.*Ротшильд Е.В.* Зависимость инфекционных болезней от состава химических элементов в природной среде и периодический закон // Успехи соврем. биологии. – 2001. – Т. 121, № 3. – С. 252-265.

77.*Руководство по эндокринологии* / под. ред. Б.В. Алешина, С.Г. Генеса, В.Г. Воргалика, – М.: Медицина, 1973. – 512 с.

78.*Скальный А.В.* Химические элементы в физиологии и экологии человека. – М.: Мир, 2004. – 216 с.

79. *Степанова З.Л.* Влияние техногенного загрязнения среды на процессы метаболизма чужеродных соединений в печени мышевидных грызунов / З.Л. Степанова // Млекопитающие в экосистемах. – Свердловск, 1990. – С. 54-57.

80. *Сусликов В.Л.* Геохимическая экология болезней.– М.: Гелиос АРВ. – 1999 – Т.1: Диалектика биосферы и нообиосферы – 410 с.

81. *Сюзюмова Л.М.* О влиянии геохимических условий среды на экологические особенности популяций мелких грызунов / Л.М. Сюзюмова, А.Р. Карагезян // Грызуны: материалы 6-ого всесоюз. совещ., Ленинград, 25 – 28 янв. 1984 г. – Л., 1983. – С. 450-451.

82. *Теппермен Дж., Теппермен Х.* Физиология обмена веществ и эндокринной системы: вводный курс. – М.: Мир, 1989. – 656 с.

83. *Трофимова Г.А.* Митотическая активность и объем ядер пучковой зоны коры надпочечников при повторном раздражении электрическим током / Г.А. Трофимова, О.И. Кириллов // Цитология. – 1971. – Т. 13, № 1. – С. 112-114.

84. *Функциональная морфология* нейроэндокринной системы / Т.Б. Журавлева, Р.А. Прочуханов, Г.В. Иванова, Г.Б. Ковальский, Т.И. Ростовцева-Байдаченко. – Л.: Наука, 1976. – 198 с.

85. *Чернишова Л.М., Закотюк Л.М., Бичкова Н.Г.* Микроэлементарный статус новорожденных и их матерей // Педиатрия, акушерство и гинекология. – 1994. – № 3. – С. 7–8.

86. *Чернявский Ф.Б., Лазуткин А.Н.* Циклы леммингов и полевок на Севере. – Магадан: ИБПС ДВО РАН, 2004. – 150 с.

87. *Чернявский Ф.Б., Ткачев А.В.* Популяционные циклы леммингов в Арктике: Экологические и эндокринные аспекты. – М.: Наука, 1982. – 164 с.

88. *Шварева Н.В.* Репродуктивная система самок копытного лемминга острова Врангеля в различные фазы репродукции и популяционного

цикла // Механизмы регуляции численности леммингов и полевок на Крайнем Севере. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. – С. 137-158.

89. *Шварева Н.В.* Некоторые особенности морфофункциональной активности овариальной железы копытного лемминга Dicrostonyx torquatus (rodentia) на острове Врангеля в динамике популяционного цикла // Зоологический журнал. – 1982. – Т. 61. – Вып. 11. – С. 1740–1748.

90. *Шварева Н.В.* Популяционные аспекты развития яичников у копытного лемминга (Dicrostonyx torquatus Pall.) // Журнал общей биологии. – 1987. – Т. 48, № 4. – С. 499-505.

91. *Шварц С.С.* Влияние микроэлементов на животных в естественных условиях рудного поля / С.С. Шварц // Тр. Биогеохим. лаб. Ин-та геохимии и аналит. химии. – 1954. – Т. 10. – С. 76-81.

92. *Шварц С.С.* Некоторые закономерности экологической обусловленности интерьерных особенностей наземных позвоночных животных // Тр. Ин-та биологии УФАН СССР. –1960. – Вып. 14. – С. 113-177.

93. *Шварц С.С.* Пути приспособления наземных позвоночных животных к условиям существования в Субарктике. – Свердловск: УФАН СССР, 1963. – 132 с.

94. *Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н.* Метод морфофизиологических индикаторов в экологи наземных позвоночных. – Свердловск: УФАН СССР, 1968. – 388 с.

95. *Шейко Л.Д.* Влияние малых доз шестивалентного хрома на репродуктивную функцию мелких млекопитающих. Автореф. дис. канд. биол. наук. – Екатеринбург: Ин-т экологии растений и животных УрО РАН, 1999. – 16 с.

96. *Шилов И.А.* Эколого-физиологические основы популяционных отношений у животных / И.А. Шилов.– М.: МГУ, 1977. – 261 с.

97. *Шилова С.А., Орленев Д.П.* Некоторые особенности поведения мелких млекопитающих при нарушении социальной среды // Изв. Рос. Акад. Наук. Сер. биол. – 2004. – № 4. – С. 436-446.

98. *Шмальгаузен И.И.* Борьба за существование и расхождение признаков // Журнал общей биологии. – 1940. – Т. 1. № 1. – С. 9-24.

99. *Шмальгаузен И.И.* Проблемы дарвинизма. – Л.: Наука, 1969. – 493 с.

100. *Янин Е.П.* Экологическая геохимия и проблемы биогенной миграции химических элементов 3-го рода / Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы. – М., 2003. – С. 37-75.

101. *Baker S.. Spears N.* The role of intra-ovarian interactions in the regulation of follicle dominance // Hum Reprod Update. – 1999. – № 5. – P. 153–165.

102. *Chitty D.* Mortality among voles (Microtus agrestis) at lake Vyrnwy, Mongomeryshire in 1936 – 1939 / D. Chitty // Phil. Trans. Roy. Soc. London Ser. B., 1952. Vol. 236. P. 505-552.

103. *Christian J.J.* Effect of population size on the adrenal glands and reproductive organs of male mice in population of fixed size / J.J. Christian // Amer. J. Phisiol. – 1955. – Vol. 182. – P. 292-300.

104. *Dube J.L, Wang P., Elvin J., Lyons K. M.* The bone morphogenetic protein 15 gene is X-linked and expressed in oocytes // Mol. Endocrinol. – 1998. – V. 12. – P. 1809–1817.

105. *Environmental chemistry.* A review of the literature published up to mid-1980. – London: The Royal Society of Chemistry. 1982. – 265 p.

106. *Hughes M.* The urban ecosystem / M. Hughes // Biologist. – 1974. – Vol. 21. № 3. – P. 117-127.

107. *Kovalsky V.V.* Geochemical ecology and problems of health // Environmental geochemistry and health – L.: Roy. Soc., 1980. – P. 185-191

108. *Erickson G., Shimasaki S.* The physiology of folliculogenesis: the role of novel growth factors // Fertil Steril. – 2001. – № 76. – P. 943–949.

109. *Existence of human DAZLA protein* in the cytoplasm of human oocytes / Nishi S., Hoshi N., Kasahara M., Ishibashi T., Fujimoto S. // Molecular Hum Reproduction. – 1999. – V. 1 – № 5. – P. 495–497.

110. *Exogenous LH:* let's design the future / Levy D., Navarro J., Schattman G., Davis O., Rosenwaks Z. // Hum Reprod. – 2000. – № 15. – P. 2258–2265.

111. *Gunin A.G., Mashin I.N., Zakharov D.A.* Proliferation, mitosis orientation and morphogenetic changes in the uterus of mice following chronic treatment with both estrogen and glucocorticoid hormones // J. Endocrinol. – 2001. – № 169. – P. 23-31

112. *Measurement of dimeric inhibin B* throughout the human menstrual cycle / Groome N.P., Illingworth P.J., O'Brien M., Pai R., Rodger F.E., Mether J.P., and McNeilly A.S. // J. Clin. Endocrinol. Metab. – 1996. – № 81. – P. 1401–1405.

113. *Narrdaki K.* Changes in individual quality during a 3-year population cycle of vole / K. Narrdaki, E. Korpimaki // Oecologia. – 2002. - Vol. 130. – P. 239-249.

114. *Pasquale E. P., Beck-Peccoz. Persani L.* Hypergonadotropic ovarian failure associated with an inherited mutation of human bone morphogenetic protein-15 (BMP15) gene // Amer. J. Human Genetic. – 2004. – V. 75. – № 1. P. 106–111.

115. *Production of transforming growth factor-a* by normal and polycystic ovaries / Mason H., Carr L., Leake R., Franks S. // J. Clin. Endocrinol. Metab. – 1995. – № 80. – P. 2053–2056.

116. *Selection of the dominant follicle in Cattle* / Ginter O., Wiltbank M., Fricke P., Gibbons J., Kot K. // Biol Repr. – 1996. – № 55. – P. 1187–1194.

117. *Selye H.* General adaptation syndrome and diseases of adaptation / H. Selye // J. Clin. Endocrinol. – 1946. – № 6. – P. 117-230.

118. *Triiodothyronine (T3) modulates hCG-regulated progesterone secretion*, cAMP accumulation and DNA content in cultured human luteinized granulosa cells / Goldman S., Dirnfeld M., Abramovici H., Kraiem Z. // Mol. Cell. Endocrinol. – 1993. – V. 96. – № 2. – P. 125-31.

119. *Umezu M., Takeuchi S.* The potency of the pituitary ovulating hormone in immatury rats // Tonoku J. Agric. Rec. – 1968. – V. 19. – № 3. – P. 182–187.

120. *Wakim AN., Polizotto SL., Burholt DR.* Influense of thyroxine on human granulosa cell steroidogenesis in vitro // J. Assist. Reprod. Genet. – 1995. – V. 12. – № 4. – P. 274–277.

121. *Weestergaad L., Andersen C., Byskov A.* Epidermal growth factors in small antral follicles in pregnant women // J. Endocrinol. – 1990. – № 127. – P. 363–367.

122. *Wood J.M., Goldberg E.D.* Impact of metals on the biosphere // Global chemical cycles and their alterations by man. – Berlin: Dahlem Konferenzen, 1977. – P. 137-153.

123. *Yermakov V.V., Korobova E.M.* The concept of biogeochemical provinces in modern ecology // Agriculture and environment in Eastern Europe and the Netherlands, Proceedings. – Wageningen: Wageningen Agr. Univ. press. 1992. – P. 317-330.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров
13.10.2021 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.В.ДВ.04.01 МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

Направление подготовки
05.03.06 Экология и природопользование

Профиль
Рациональное природопользование и экологический инжиниринг

год набора: 2022

Автор: Михеева Е.В., кбн, Малкова Е.А., кбн

Одобрено на заседании кафедры

Иностранных языков и деловой коммуникации
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Юсупова Л. Г.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 28.09.2021 г.
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

горно-технологического факультета
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 08.10.2021 г.
(Дата)

Екатеринбург

По материалам собственных исследований авторов

Смертность населения в условиях естественных геохимических аномалий **2**

Общая заболеваемость населения в условиях естественных геохимических аномалий **13**

Первичная заболеваемость населения в условиях естественных геохимических аномалий **23**

УДК 613.16:550.47:574.24

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНОГО ГЕОХИМИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ СРЕДНЕГО УРАЛА

[*]Е.В. Михеева, [**]Е.А. Байтимирова, [*]О.А. Медведев

[*]*Уральский филиал Всероссийского научно-исследовательского института по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций, г. Екатеринбург*

[**]*Институт экологии растений и животных Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург*

Проблема воздействия геохимических условий на здоровье населения характеризуется особой актуальностью в Уральском регионе ввиду широкого распространения ультраосновных горных пород, определяющих избыточные почвенные концентрации тяжелых металлов. Цель настоящей работы – изучить воздействие естественных никель-кобальт-хромовых геохимических аномалий, не вызывающих эндемических заболеваний, на животных и человека. На модельном виде – рыжей полевке исследованы демографические характеристики популяций, проанализированы морфофизиологические индикаторы по методу С.С. Шварца, выполнены гистологические исследования надпочечников и яичников. Проведено ретроспективное изучение причин смертности людей. Установлено, что естественные геохимические аномалии провоцируют увеличение относительной массы почки, надпочечника, семенника, гипертрофию клеток и ядер пучковой зоны коры надпочечника мелких млекопитающих. У самок полевок в районах геохимических аномалий обнаружено снижение доимплантационной смертности, увеличение потенциальной и фактической плодовитости. В районах геохимических аномалий показано ускорение полового созревания животных. На аномальной территории возрастают показатели смертности людей от новообразований, врожденных аномалий и болезней мочеполовой системы.

Ключевые слова

естественная геохимическая аномалия, смертность, надпочечник, яичник, плодовитость, новообразования

Введение

Известно, что районы с аномальным содержанием химических элементов в объектах окружающей среды относят к геохимическим аномалиям. Для Уральского региона проблема воздействия геохимических условий на здоровье населения приобретает особую актуальность ввиду широкого распространения ультраосновных горных пород, определяющих избыточные почвенные концентрации никеля, хрома, кобальта и других металлов [5, 7, 8]. Однако до сих пор не проводились исследования, касающиеся воздействия на организм человека природного избытка тяжелых металлов, в районах, для которых не характерны эндемические заболевания, но существует вероятность неспецифических адаптивных реакций организма. На данных территориях при отсутствии признаков эндемий, вероятно, следует ожидать снижения устойчивости организмов к действию различных факторов среды, повышения заболеваемости, сокращения продолжительности жизни.

В настоящее время высокие концентрации тяжелых металлов в объектах среды на Урале зачастую ошибочно связывают только с техногенным загрязнением, в то время как даже в «экологически благополучных» районах естественный избыток химических элементов может представлять определенную угрозу для населения.

Цель: изучить воздействие естественных никель-кобальт-хромовых геохимических аномалий, не вызывающих эндемических заболеваний, на животных и человека.

Методы

Исследования проводились в два этапа:

1. оценка влияния естественных геохимических аномалий на животных (на примере рыжей полевки *Myodes glareolus*): оценка демографических характеристик популяций, анализ морфофизиологических индикаторов по методу С.С. Шварца [11], гистологические исследования надпочечников и яичников животных;
2. ретроспективное исследование причин смертности людей (нозологии по МКБ-Х) за пятилетний период.

Исследования проведены в двух районах с избыточным содержанием никеля, кобальта, хрома, обусловленным ультраосновными горными породами (участок 1 – п. Уралец, участок 2 – д. Анатольская Свердловской области). В качестве контрольных территорий использовались: для зоологических исследований – геохимически фоновый участок Висимского государственного природного биосферного заповедника, для изучения структуры смертности людей – Свердловская область, г. Екатеринбург,

участок с фоновыми концентрациями тяжелых металлов в Шалинском районе Свердловской области. Максимальные концентрации никеля, кобальта, хрома в почве аномальных участков превышают среднеуральские фоновые значения в 23, 15, 100 раз (участок 1) и в 67, 20, 20 раз (участок 2) соответственно. Концентрации тяжелых металлов в тканях растений и животных на аномальных участках статистически значимо отличаются от показателей контрольной территории. Эндемических заболеваний на данных территориях не отмечено.

При статистической обработке полученных данных использовали пакет прикладных программ СТАТИСТИКА 5.0 (StatSoft). Проверку предположения о нормальности распределения проводили с использованием критериев χ^2 и Колмогорова – Смирнова. При статистической обработке данных морфофизиологических и гистологических исследований использовали многофакторные, многомерные модели дисперсионного анализа, а так же тест Манна-Уитни. В модели были включены следующие факторы и их градации: геохимические условия (геохимические аномалии, контрольная территория), фаза популяционного цикла животных («рост», «пик»), пол (самцы, самки), репродуктивный статус животных (половозрелые, неполовозрелые), тип овариального фолликула (однослойные, вторичные, третичные). При проверке гипотез о значимости факторов выбран 5%-ный уровень значимости.

Для оценки влияния условий естественных геохимических аномалий на организм человека исследовали причины смертности ретроспективным методом за пятилетний период.

Результаты и обсуждение

С целью оценки интенсивности метаболизма животных, обитающих в условиях естественных геохимических аномалий, проведен анализ морфофизиологических индикаторов по методу С.С. Шварца. Метод морфофизиологических индикаторов [9, 11, 12] дает возможность оценить физиологические особенности животных, в том числе и напряженность энергетического баланса, по комплексу косвенных признаков, к которым относятся масса тела и относительная масса внутренних органов животных. В данной работе исследовались: масса тела животных, отношение массы к длине тела (индекс упитанности), индексы (отношение массы органа к массе тела) печени, надпочечника, семенника, гепатосупраренальный коэффициент (отношение массы печени к массе надпочечника). Установлено, что в районах естественных геохимических аномалий у рыжей полевки возрастает относительная масса почки (табл. 1), что свидетельствует об интенсификации метаболизма. Также обнаружено

увеличение индекса надпочечника, снижение индекса упитанности и гепатосупраренального коэффициента, что демонстрирует напряженность энергетического баланса организмов животных при избытке тяжелых металлов в окружающей среде (табл. 1). В экстремальных геохимических условиях у рыжей полевки также происходит увеличение индекса семенника (табл. 1), свидетельствующее о повышении генеративных потенций взрослых самцов и ускорении созревания молодых [4, 10].

При изучении воздействия геохимических условий на морфофункциональное состояние надпочечника рыжей полевки на территории природной геохимической аномалии выявлена статистически значимая гипертрофия пучковой зоны коры, ее клеток и ядер (табл. 1). Данные изменения, вероятно, связаны с увеличением объема продуктов ядерного синтеза и свидетельствуют об интенсификации выработки глюкокортикоидов, которые участвуют в адаптивных реакциях и обеспечивают повышение неспецифической резистентности животных в экстремальных геохимических условиях. Активация гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы, с одной стороны, обеспечивает приспособление организма к условиям геохимической аномалии, с другой, возможно, сокращает энергетические резервы в качестве платы за адаптацию [1].

Установлено, что в районах естественных геохимических аномалий у самок рыжей полевки увеличивается потенциальная плодовитость (количество желтых тел в яичниках). Обнаружены статистически значимые различия по данному показателю между аномальным участком 2 и контрольным участком (6.9 ± 0.30 и 5.4 ± 0.22 желтых тел беременности в яичнике, участок 2 и контроль соответственно, тест Манна-Уитни). Фактическая плодовитость (количество плодов в матке) также выше у полевок, населяющих аномальные районы (5.7 ± 0.22; 6.1 ± 0.52; 4.8 ± 0.23 жизнеспособных эмбрионов на самку, участки 1; 2; и контроль соответственно, тест Манна-Уитни). Доимплантационная смертность у самок в районах геохимических аномалий (участки 1 и 2) в 1.8 и 2.4 раза ниже по сравнению с контрольной территорией. Вместе с тем, следует отметить, что численность рыжей полевки выше на контрольной территории по сравнению с аномальными участками. Низкие численности при более высоких показателях плодовитости связаны с повышенным уровнем постнатальной смертности животных на территориях естественных геохимических аномалий [3].

Кроме того, на территориях аномалий обнаружено увеличение количества и размеров фолликулов в яичниках неполовозрелых самок рыжей полевки, что

свидетельствует об интенсификации процесса фолликулогенеза и, следовательно, ускорении полового созревания животных.

Анализ статистически значимых взаимодействий факторов изменчивости исследуемых показателей (дисперсионный анализ) позволил заключить, что экстремальные геохимические условия усиливают действие других факторов. Установлено, что на аномальной территории половой диморфизм в отношении морфофизиологических индикаторов и гистологических особенностей надпочечника выражен в большей степени, чем на контрольной. В районах аномалий наблюдается усиление влияния плотности популяции животных на изучаемые показатели [10]. Эффекты взаимодействия факторов продемонстрированы на примере морфофизиологических характеристик коры надпочечника животных (рис).

В результате анализа смертности людей установлено, что ее структура в районе естественной геохимической аномалии отличается от показателей г. Екатеринбурга, Свердловской области и фонового района. Первое место в списке причин смерти (ранг 1) на всех исследуемых территориях занимают болезни системы кровообращения (табл. 2), что соответствует общемировой ситуации, так как данные заболевания обусловливают значительную часть в структуре человеческой смертности [2, 6]. Второе место в списке причин смерти (ранг 2) на территории естественной геохимической аномалии занимают новообразования, в то время как в г. Екатеринбурге, Свердловской области и в Шалинском районе смертности от онкологических заболеваний принадлежит третье место (табл. 2). Показатель относительной смертности от новообразований на геохимически аномальной территории (330.1 случаев на 100 тысяч населения) самый высокий среди всех анализируемых выборок (табл. 2). Необходимо отметить, что определенный вклад в повышение относительной смертности от онкологических заболеваний вносит увеличение доли населения старших возрастных классов, так как аномальная территория является поселком с характерной для небольших населенных пунктов возрастной структурой. Однако перечисленными особенностями невозможно объяснить увеличение онкосмертности на аномальной территории по сравнению с геохимически фоновым районом (262.6 случаев на 100 тысяч населения). Для этого фонового участка (Шалинский район) по данным Территориального органа федеральной службы государственной статистики по Свердловской области установлена аналогичная аномальному участку возрастная структура населения. Отличительными особенностями выборки геохимического фона по сравнению с геохимической аномалией также является отсутствие смертей от

врожденных аномалий и болезней мочеполовой системы. Относительные показатели смертности от врожденных аномалий (12.5 случаев на 100 тысяч населения) и болезней мочеполовой системы (12.5) на аномальной территории превышают значения, характерные для г. Екатеринбурга (3.1 и 7.9) и Свердловской области (4.1 и 8.6 врожденные аномалии и болезни мочеполовой системы соответственно). Стоит заметить, что на основании данных пятилетнего периода наблюдений не представляется возможным сформулировать окончательные выводы относительно таких редких причин смерти.

Вероятно, относительно высокие показатели смертности от новообразований, врожденных аномалий и болезней мочеполовой системы в районе геохимической аномалии объясняются природным избыточным содержанием тяжелых металлов, обусловленным химическим составом подстилающих горных пород территории.

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что естественные никель-кобальт-хромовые геохимические аномалии определяют низкую численность мелких млекопитающих, провоцируют изменения относительной массы некоторых органов, гипертрофию пучковой зоны коры надпочечника и модификации в становлении репродуктивной функции мелких млекопитающих. На аномальной территории возрастают показатели смертности людей от новообразований, врожденных аномалий и болезней мочеполовой системы. Отмеченные особенности выявлены на фоне отсутствия эндемических заболеваний. Природный избыток тяжелых металлов в районах распространения ультраосновных горных пород можно охарактеризовать как опасное природное явление, способное влиять на структуру смертности населения. Данный факт диктует необходимость дальнейших исследований, направленных на поиск общих закономерностей воздействия на организм человека геохимических аномалий, не вызывающих эндемических заболеваний.

Таблица 1

Результаты дисперсионного анализа изменчивости исследуемых показателей рыжей полевки. Частные эффекты «геохимического фактора»*

Параметры	Средние невзвешенные участок 1/участок 2/контроль	F	Ст. свободы	p
Индекс почки, ‰	7.93 / 8.09 / 7.28	8.84	2, 267	<0.01
Индекс надпочечника, ‰	0.41 / 0.35 / 0.30	16.45	2, 267	0.02
Индекс упитанности, г/см	2.06 / 2.00 / 2.15	4.31	2, 267	0.01
Гепатосупраренальный коэффициент	214.67 / 239.40 / 268.21	5.77	2, 267	<0.01
Индекс семенника, ‰	10.57 / 11.53 / 9.0	5.37	2, 131	0.01
Количество овариальных фолликулов в яичнике	36.7 / 38.3 / 31	12.01	2, 61	<0.01
Максимальный диаметр овариального фолликула, мкм	214 / 219/ 184	17.57	2, 273	<0.01
Площадь пучково-сетчатой зоны коры надпочечника, мм^2	0.94 / – / 0.83	4.75	1, 106	0.03
Площадь клеток в пучковой зоне коры надпочечника, мкм^2	70.7 / – / 66.7	4.46	1, 106	0.03
Площадь ядер в пучковой зоне коры надпочечника, мкм^2	17.9 / – / 16.1	18.38	1, 106	<0.01

Примечание. * – приведены только статистически значимые эффекты; прочерк означает отсутствие данных.

Таблица 2

Средние показатели смертности населения различных территорий Свердловской области за 2002-2006 гг

Группы нозологий	Уралец (геохимическая аномалия)			Свердловская область			Екатеринбург			Шаля (геохимический фон)		
	на 100 тыс.	%	ранг	на 100 тыс.	%	ранг	на 100 тыс.	%	ранг	на 100 тыс.	%	ранг
инфекционные и паразитарные болезни	25.5	1.05	5	30.3	1.81	7	27.3	1.90	7	43.5	1.67	6
туберкулез	25.5	1.05	5	24.8	1.48	8	19.0	1.32	8	22.0	0.83	7
новообразования	330.1	13.68	2	207.2	12.35	3	212.9	14.80	3	262.6	10.00	3
болезни эндокринной системы	0	0	-	7.3	0.43	11	6.9	0.48	11	0	0	-
болезни крови и кроветворных органов	0	0	-	0.9	0.05	15	0.7	0.05	16	0	0	-
психические расстройства	0	0	-	1.6	0.10	13	0.7	0.05	16	0	0	-
болезни НС и органов чувств	25.0	1.05	5	12.3	0.73	9	12.6	0.88	9	43.4	1.67	6
болезни системы кровообращения	1664.4	68.42	1	907.2	54.07	1	743.1	51.62	1	1611.0	61.67	1
болезни органов дыхания	25.7	1.05	5	69.5	4.15	4	54.7	3.80	5	130.1	5.00	4
болезни органов пищеварения	75.7	3.16	4	63.5	3.78	5	55.6	3.87	4	65.2	2.50	5
болезни мочеполовой системы	12.5	0.53	6	8.6	0.51	10	7.9	0.55	10	0	0	-
осложнения беременности, родов	0	0	-	0.4	0.02	16	0.3	0.02	17	0	0	-
болезни кожи и подкожной клетчатки	0	0	-	1.6	0.09	14	1.8	0.13	14	0	0	-
болезни костно-мышечной системы	0	0	-	1.5	0.09	14	1.4	0.10	15	0	0	-
врожденные аномалии	12.5	0.53	6	4.1	0.24	11	3.1	0.21	13	0	0	-
болезни перинатального периода	0	0	-	4.3	0.26	12	3.1	0.22	12	0	0	-
неточно обозначенные состояния	12.5	0.53	6	52.4	3.12	6	50.5	3.51	6	64.7	2.50	5
травмы и отравления	216.8	8.95	3	280.5	16.72	2	237.6	16.50	2	371.7	14.17	2

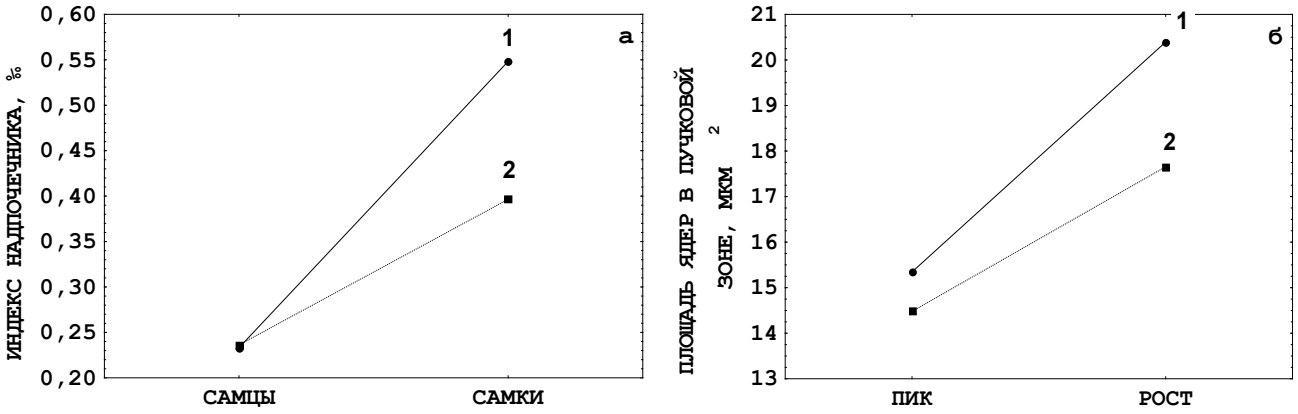


Рис. Взаимодействие факторов изменчивости морфофизиологических параметров надпочечника рыжей полевки

Примечание. а – взаимодействие геохимического фактора с фактором «пол», Rao $R(6, 112) = 11.86$, $p < 0.01$; б – взаимодействие геохимического фактора с фактором «фаза популяционного цикла», Rao $R (11, 96) = 2.91$, $p < 0.01$; 1 – участок 1, 2 – контроль.

Список литературы:

1. *Адаптация* рыжей полевки к условиям природной биогеохимической провинции с избыточным содержанием никеля, кобальта и хрома / Е.В. Михеева, О.А. Жигальский, В.П. Мамина, Е.А. Байтимирова // Журнал общей биологии. – 2006. – Т. 67, № 3. – С. 212-221.
2. *Атлас* здоровья в Европе. Пер. с англ. – Публ. ВОЗ / Серия: Мир в цифрах. – 2004. – 120 с.
3. *Байтимирова Е.А.* Плодовитость и морфофизиологические особенности европейской рыжей полевки на территориях природных биогеохимических провинций / Е.А. Байтимирова, В.П. Мамина, О.А. Жигальский // Экология. – 2008. – № 4. – С. 318-320.
4. *Байтимирова Е.А.* Эколого-физиологические особенности репродуктивной функции самок рыжей полевки на территориях природных биогеохимических провинций: Автореф. дис… канд. Биол. наук – Пермь, 2008. – 25 с.
5. *Башкин В.Н.* Биогеохимия. / В.Н. Башкин, Н.С. Касимов. – М.: Научный мир, 2004. – 648 с.
6. *Воробьева Е.Н.* Роль свободнорадикального окисления в патогенезе болезней системы кровообращения / Е.Н. Воробьева // Бюллетень СО РАМН – 2005. – № 4. – С. 24-30.
7. *Грибовский Г.П.* Биогеохимические провинции Урала и проблемы техногенеза / Г.П. Грибовский, Ю.Г. Грибовский, Н.А. Плохих // Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы. – М., 2003. – С. 174-187.
8. *Ковда В.А.* Биогеохимия почвенного покрова / В.А. Ковда. – М.: Наука, 1985. – 264 с.
9. *Корнеев Г.А.* Опыт изучения индексов печени и надпочечников как показателей энергетического потенциала популяции большой песчанки / Г.А. Корнеев, А.А. Карпов // Грызуны: материалы 5 Всесоюз. совещ. – М.: Наука, 1980. – С. 213-214.
10. *Михеева Е.В.* Морфофункциональные особенности надпочечника и щитовидной железы рыжей полевки на территории природной биогеохимической провинции: Автореф. дис… канд. биол. наук – Екатеринбург, 2006. – 24 с.
11. *Шварц С.С.* Метод морфофизиологических индикаторов в экологи наземных позвоночных / С.С. Шварц, В.С. Смирнов, Л.Н. Добринский. – Свердловск: УФАН СССР, 1968. – 388 с.

12. *Lidicker W.Z.* Regulation of numbers in an Island population of California Vole, a problem in Community Dinamics / W.Z. Lidicker // Ecologycal Monographs. – 1973. – Vol. 43, № 3. – P. 271-302.

ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ (ЧЕЛОВЕКА) В УСЛОВИЯХ ЕСТЕСТВЕННОЙ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ АНОМАЛИИ, НЕ ВЫЗЫВАЮЩЕЙ ЭНДЕМИЙ

Михеева Е.В., Байтимирова Е.А., Кшнясев И.А.

Для Кати – пометки синим
Для Ивана – красным

Экологически обусловленная заболеваемость является общепризнанным фактом (Авцын,; Агаджанян,; Немых, 2007; Ревич, 2008). В случаях техногенных загрязнений среды описаны токсикозы, связанные с избытком химических элементов, профессиональные заболевания, увеличение общей и первичной заболеваемости населения (Даутов, 2010; Пашков, 2013; Ушаков и др, 2003; Хотунцев, 2002; Ушаков и др., 2003; Environmental Health.., 1999; Dory, 1992). В условиях естественных отклонений от геохимической нормы регистрируются эндемические заболевания животных и человека (Техногенез; Добровольский В.В.; Ковальский, 1991;), изменения анатомии и физиологии растений (Петрунина, 1974; Ковалевский, 1991; Алексеева, 1990). Экологические факторы способны привести к изменениям клинического течения некоторых заболеваний, вызвать формирование их хронических форм (Хаитов, 1995). В связи с серьезной угрозой, которую представляют собой аномальные концентрации химических элементов в окружающей среде введен и достаточно широко используется термин «экологическая безопасность» (Хоружая, 2002; Шмаль, 2010).

При этом существуют районы с естественно высоким содержанием некоторых химических элементов, в которых, тем не менее, не отмечаются ни эндемические заболевания, ни отклонения от нормы, вызванные техногенным воздействием. К таким районам относится исследуемый участок Уральского региона, расположенный в границах пояса ультраосновных пород с высоким содержанием в них хрома, никеля, кобальта и ряда других элементов.

Данная работа посвящена изучению общей заболеваемости человека в районе естественной геохимической аномалии (биогеохимической провинции), в котором наряду с аномально высоким содержанием тяжелых металлов в почве не встречаются эндемии животных и человека.

Методы

Исследования проведены в районе естественной геохимической аномалии с избыточным содержанием никеля, кобальта, хрома, обусловленным ультраосновными горными породами (п. Уралец, Свердловской области). За избыточные (аномальные) принимались концентрации химических элементов, превышающие среднеуральские фоновые значения (табл.) в 3 и более раз. На изучаемой территории максимальные концентрации основных, образующих аномалию, химических элементов – никеля, кобальта и хрома – превышают среднеуральские фоновые (кларковые) значения в 23, 15 и 100 раз соответственно, сопутствующих элементов – меди, цинка, свинца – в 5, 6 и 4 раза

соответственно. Концентрации других элементов не превышают фоновые значения. Эндемических заболеваний на аномальной территории не отмечено.

В качестве контрольных территорий использовались: Свердловская область, г. Екатеринбург и участок с фоновыми концентрациями тяжелых металлов в Шалинском районе Свердловской области.

Геохимически аномальный и фоновый участки различаются типом горных пород: для аномальной территории характерны ультраосновные породы, для фоновой – известняки.

Участки в п.Уралец и Шалинском районе по данным Территориального органа федеральной службы государственной статистики по Свердловской области аналогичны друг другу по демографической структуре (табл. 1) и социальному положению населения.

Таблица 1 – Возрастная структура аномальной и фоновой территорий (%)

Территория	0-14 лет	15-17 лет	18 лет и старше	Трудоспособное население
Уралец (ГХ аномалия)	14,84	4,95	80,22	53,77
Шаля (ГХ фон)	14,82	6,40	78,78	55,22

Предшествующими исследованиями показано увеличение содержания тяжелых металлов в тканях растений и животных аномального участка по сравнению с фоновой территорией (рис. 1, автореф), а также изменение структуры человеческой смертности (Михеева, 2010).

В рамках работ, положенных в основу статьи, проведено изучение содержания тяжелых металлов (перечислить металлы, указать районы, объекты, метод анализа)

Для оценки влияния условий естественных геохимических аномалий на организм человека исследовали показатели заболеваемости населения ретроспективным методом за пятилетний период (нозологии по Международной классификации болезней X пересмотра).

При обработке данных использовали пакет прикладных программ «Statistica».

ОПИСАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Принцип

Только заболеваемость или в модель вошла и смертность?

Факторы

Территории

Уровень значимости

Актуальность-адекватность для данного вида исследований?

Оценка содержания ТМ в почве изучаемых районов

Изучение региональных аспектов техногенных и природных геохимических факторов, влияющих на состояние окружающей природной среды в городах и населенных пунктах, позволяет определять степень гигиенического неблагополучия и оптимальный перечень приоритетных тяжелых металлов для мониторинга объектов среды обитания.

В методику:

С помощью геологических карт и проведенного почвенного апробирования была выделена геохимическая аномалия смешанного генеза на территории г. Екатеринбурга Свердловской области. В данном районе с целью изучения природно-техногенного загрязнения ТМ проведено почвенное опробование в границах Калиновского лесопарка, территория которого характеризуется наличием в своем составе ультраосновных подстилающих горных пород. Кроме того, была проведена комплексная оценка содержания тяжелых металлов в районе естественной геохимической аномалии (ЕГА) в окрестностях п. Уралец Свердловской области. В качестве фонового района был рассмотрен: Шалинский район Свердловской обл. (Мартьяново, Чусовое). Изучаемая ЕГА обусловлена сходными с Калиновским лесопарком ультраосновными горными породами (пироксениты, серпентиниты). Фоновый район характеризуются такими породами как известняки. Отбор почвенных образцов для изучения природно-техногенного загрязнения почвы был проведен с глубин 5-10 см и 30-40 см. Всего было отобрано 55 проб. Валовые формы изучаемых элементов (Ni, Co, Cr, Cu, Pb, Cd) проанализированы с помощью метода атомной абсорбции.

Значимость различий в концентрациях элементов между выборками оценивали при помощи дисперсионного анализа, значения предварительно логарифмированы; для множественных сравнений использовали LSD test ((Fisher's) Least Significant Difference test).

Результаты:

Результаты представлены в таблице (см отдельный файл).

Хром: содержание валовых форм превышает среднеуральский кларк и ПДК (200 мг/кг) в районе естественной геохимической аномалии (различия статистически значимы по сравнению с другими изучаемыми районами (Post Hoc LSD test $p<0,05$)), максимальные концентрации обнаружены на глубине 30-40 см, что подтверждает природный путь поступления хрома в почву. На территории лесопарка также обнаружены высокие концентрации хрома в нижнем горизонте, но не выходящие за пределы ПДК и не отличающиеся значимо от фоновой территории (горизонт А: Post Hoc LSD test $p=0,86$; горизонт В: Post Hoc LSD test $p=0,41$).

Кобальт: Содержание валовых форм кобальта также значимо выше на территории ЕГА в сравнении с фоновой территорией и лесопарком (Post Hoc LSD test $p<0,01$ в каждом из попарных сравнений) и превышает среднеуральский кларк (10 мг/кг) более чем в три раза.

Никель: Содержание валовых форм никеля в почве превышает уровни ПДК (85 мг/кг) в районе геохимической аномалии и на территории Калиновского лесопарка и значимо отличаются от фоновой территории (горизонт А, В: Post Hoc LSD test $p<0,01$- попарные сравнения с ЕГА; горизонт А: Post Hoc LSD test $p=0,03$; горизонт В: Post Hoc LSD test $p=0,02$ – попарные сравнения с лесопарком). Концентрации никеля на фоновом участке находятся в пределах регионального кларка.

Свинец: Содержание в почве, с превышением ПДК (30 мг/кг), валовых форм свинца отмечается в верхнем почвенном горизонте на участке ЕГА и на территории Екатеринбурга. При этом концентрации в почве фонового района значимо отличаются только от территории ЕГА (горизонт А: Post Hoc LSD test $p=0,05$; горизонт В: Post Hoc LSD test $p=0,01$).

Медь: Содержание валовых форм меди в верхнем почвенном горизонте значимо выше в лесопарке по сравнению с остальными районами (Post Hoc LSD test $p<0,01$ в каждом из попарных сравнений) и превышает значения ПДК (55 мг/кг).

Кадмий: Содержание кадмия в почве изучаемых районов незначительно.

Таким образом, на данном этапе можно сделать заключение, что геохимическая аномалия, выделенная на территории г. Екатеринбурга характеризуется высоким содержанием меди и никеля, а также отличается с локальными превышениями ПДК по таким элементам как хром и свинец.

В целом можно отметить, что на глубине до 10 см в почве геохимических аномалий преимущественно накапливаются медь, свинец и кадмий, тогда как в нижележащем горизонте отмечаются повышенные концентрации кобальта, никеля и хрома – может это не надо??.

Проведенное нами исследование позволяет сделать заключение о том, что природный избыток тяжелых металлов на территориях естественных геохимических аномалий Среднего Урала может быть отнесен к опасным природным явлениям с риском токсического воздействия на человека. При этом дополнительное загрязнение подобных районов ТМ в следствие атмотехногенной нагрузки повышает вероятность токсического воздействия на организм.

Нужна ли табличка с результатами дисперсионного анализа, вот эта?? Или просто где-то это текстом прописать…

	Test	Value	F	Effect df	Error df	p
район	Wilks	0,075124	18,9808	12	86	0,000000
горизонт	Wilks	0,408220	10,3892	6	43	0,000000
район*горизонт	Wilks	0,518571	2,7854	12	86	0,002979

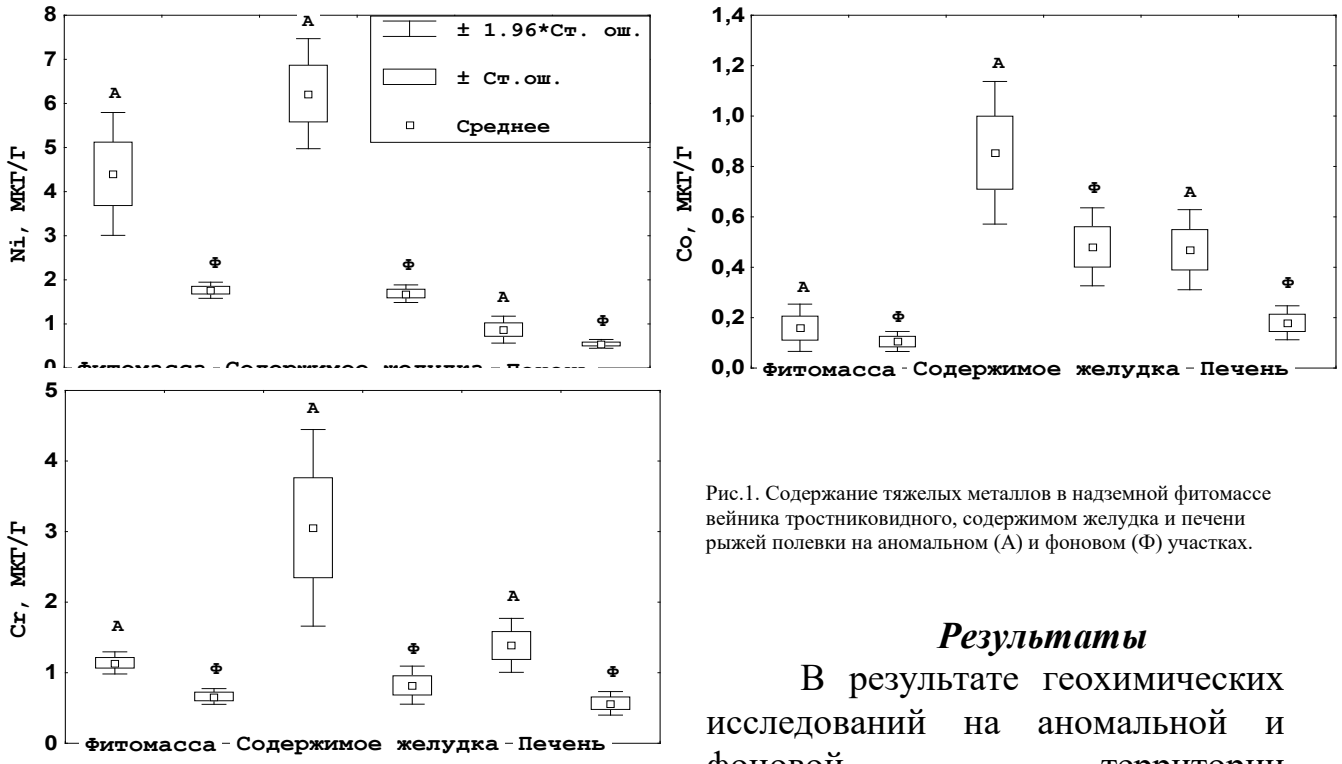


Рис.1. Содержание тяжелых металлов в надземной фитомассе вейника тростниковидного, содержимом желудка и печени рыжей полевки на аномальном (А) и фоновом (Ф) участках.

Результаты

В результате геохимических исследований на аномальной и фоновой территории отмечены….график и описание по последней геохимии

При изучении заболеваемости населения для геохимически аномального участка (п. Уралец) установлены максимальные среди всех анализируемых выборок значения относительной заболеваемости (заболевания на 1 тысячу населения) широко распространенными группами нозологий: болезни органов дыхания, пищеварения, системы кровообращения и костно-мышечной системы (табл. 2).

Структура онкозаболеваемости демонстрирует более высокий ранг для территории аномалии (12 место в списке частоты регистрации данного типа нозологий) по сравнению с остальными выборками (14 место). Относительные уровни регистрации новообразований в Екатеринбурге (155.25 на 1 тыс.) и Свердловской области (144.83 на 1 тыс.) в целом превышают значение, установленное для аномального участка (100.25 на 1 тыс.) ввиду того, что на людей, включенных в данные контрольные выборки, действует помимо прочего и фактор техногенного загрязнения. Для территории геохимического фона отмечено минимальное значение (73.24 на 1 тыс.).

Для аномальной территории зарегистрированы более высокие ранги следующих нозологий: болезни крови и кроветворных органов, эндокринной, нервной систем, врожденных аномалий, а также более низкие – для болезней лаза и придаточного аппарата, уха и сосцевидного отростка (табл. 2). Относительные показатели заболеваемости данными группами нозологий не

дают оснований однозначно утверждать о повышении либо понижении частоты встречаемости описанных отклонений от нормы в районе геохимической аномалии.

В ходе математического анализа абсолютных показателей заболеваемости максимальное среднее значение…отмечено для аномальной территории, минимальное – для фоновой и промежуточное – для г. Екатеринбурга (рис. 2).

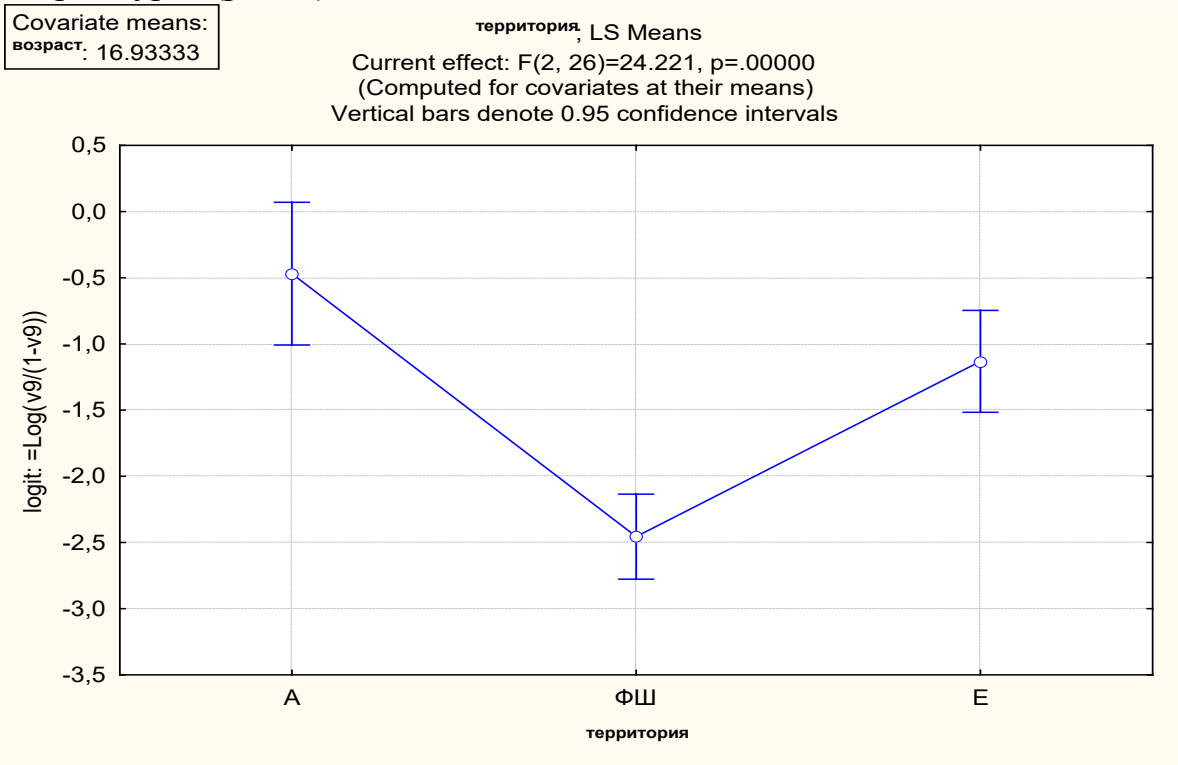


Рис. 2

Значения средних… показателей заболеваемости отдельных возрастных групп (дети, подростки, взрослые) продемонстрированы на рис. 3.

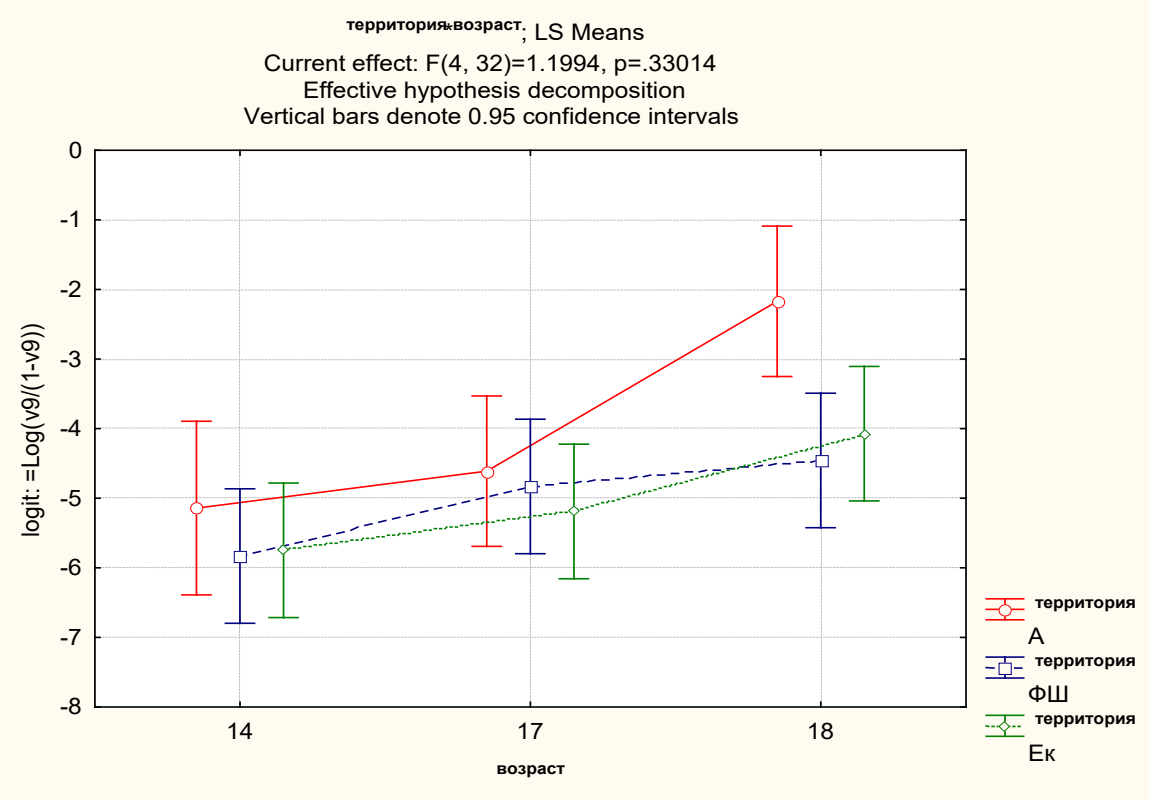


Рис. 3

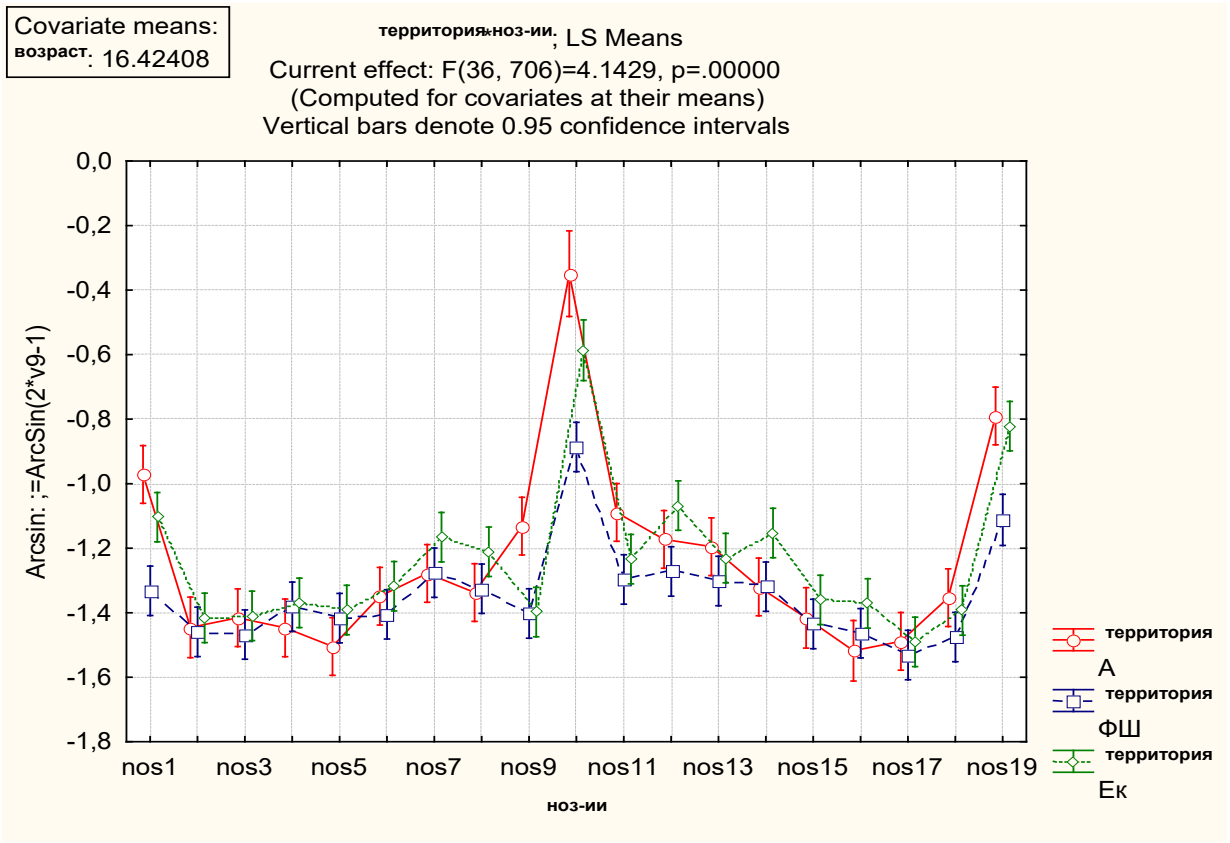


Рис. 4

Обсуждение и заключение допишу после того, как будут окончательно оформлены результаты

Для обсуждения:

Изменение иммунного статуса населения в экологически неблагоприятных районах: Архипова Е.И., Оконенко Т.И. Характеристика заболеваемости населения Великого Новгорода с учетом уровня загрязнения атмосферного воздуха // Экология человека. 2007. № 5. С. 11-14.

Антропогенные загрязнители - частота врожденных аномалий: И. Н. Верзилина, Н. М. Агарков, М. И. Чурносов Влияние антропогенных загрязнителей атмосферы на частоту врожденных аномалий развития среди новорожденных детей в г. Белгороде // Экология человека. 2007. № 8. С. 10-14.

Экологически неблагополучный регион – заболеваемость: С.В. Грищенко, И.И. Солдак, В.А. Шамрай, И.М. Нагорный Современные закономерности формирования патологии среди взрослого населения донецкой области

Список литературы:

1. Микроэлементозы человека (этиология, классификация, органопатология) / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
2. Агаджанян Н.А. Химические элементы в среде человека и экологический портрет человека / Н.А. Агаджанян., А.В. Скальный. – М.: КМК, 2001. – 83 с.
3. Грибовский Г.П. Биогеохимические провинции Урала и проблемы техногенеза / Г.П. Грибовский, Ю.Г. Грибовский, Н.А. Плохих // Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы. – М., 2003. – С. 174-187.
4. Ковальский В.В. Геохимическая среда, микроэлементы, реакции организмов / В.В. Ковальский // Тр. Биогеохим. лаб. Ин-та геохимии и аналит. химии. – М., 1991. – Т. 22. – С. 5-23.
5. Михеева Е.В. Морфофункциональные особенности надпочечника и щитовидной железы рыжей полевки на территории природной биогеохимической провинции: Автореф. дис… канд. биол. наук – Екатеринбург, 2006. – 24 с.
6. Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы. – М.: Наука, 2003. 351 с.
7. Хлебович И.А., Ротанова И.Н., Шибких А.А., Курепина Н.Ю. Системное медико-экологическое картографирование // Сибирский экологический журнал. 2003. № 2. С. 193–204.
8. Ревич Б.А. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения. Введение в экологическую эпидемиологию. М.: МНЕПУ, 2008. – 264 с.
9. Немых В.Н. Основные механизмы формирования экологически обусловленных болезней. Экологические аспекты канцерогенеза. Методические рекомендации / В.Н. Немых. – Воронеж, 2007. – 32 с.

10. Пашков А.Н. Биология. Медицинские проблемы в экологии человека: региональный компонент : в 3-х частях / А.Н. Пашков, О.В. Мячина. – Воронеж : ВГМА, 2013. – Ч. 1. – 109 с.
11. Ушаков И. Б., Володин А. С., Губин В. В. МЕДИЦИНСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И НЕКОТОРЫЕ РЕШЕНИЯ ДАННОЙ ПРОБЛЕМЫ // Экология человека. 2003. № 4. С. 3-7
12. **Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы**. Труды **биогеохимической** лаборатории; Т. 24 Научное издание. Ермаков В. В., ред. год издания — **2003**, кол-во страниц — 351
13. Добровольский В.В. Основы биогеохимии / В.В. Добровольский – М.: Высш. шк., 1998. – 413 с.
14. Ковальский В.В. Геохимическая среда, микроэлементы, реакции организмов / В.В. Ковальский // Тр. Биогеохим. лаб. Ин-та геохимии и аналит. химии. – М., 1991. – Т. 22. – С. 5-23.
15. Петрунина Н.С. Геохимическая экология растений в провинциях с избыточным содержанием микроэлементов [Ni, Co, Cu, Mo, Pb, Zn] / Н.С. Петрунина // Тр. Биогеохим. лаб. Ин-та геохимии и аналит. химии. – 1974. – Вып. 13. – С. 57-117.
16. **Ковалевский** А.Л. **Биогеохимия растений**.-**М**.: **Наука**, **1991**.-**293 с**.
17. Алексеева-Попова Н.В. Внутривидовая дифференциация дикорастущих видов под влиянием избытка тяжелых металлов в среде. // Тр.Биогеохим. лаб.,1990, т.21,-с. 62-71

18. Шмаль А.Г. Факторы экологической безопасности – экологические риски. Издательство : г. Бронницы, МП «ИКЦ БНТВ, 2010. – 192
19. Хоружая, Т. А. Оценка экологической опасности. / Т. А. Хоружая — М.: «Книга сервис», 2002. — 208 с.

20. *Хаитов Р. М.* Экологическая иммунология / Р. М. Хаитов, Б. В. Пинегин, Х. И. Истамов. – М. : ВНИ-РО, 1995. – 219 с.
21. *Даутов Ф. Ф.* Изучение здоровья населения в связи с факторами среды / Ф. Ф. Даутов. – Казань, 1990. – 117 с.
22. *WHO/IPCS.* Environmental Health Criteria 210: Principles for the Assessment of Risks to Human Health from Exposure to Chemicals / World Health Organization, International Program on Chemical Safety/ – Geneva, 1999.
23. *Dory D.* Towards a geographic analysis of pluralistic health care systems / D. Dory // Geographia Medica. – 1992. – Suppl. 8. – P. 61–64.

24. Михеева Е.В., Байтимирова Е.А., Медведев О.А. Воздействие природного геохимического фактора на здоровье населения Среднего Урала // Экология человека. 2010. № 1. С. 14-18.

Таблица 2. Общая заболеваемость населения в различных геохимических условиях

Группа нозологий	Уралец (БГХ аномалия)		Свердловская область		Екатеринбург		Шалинский район (БГХ фон)	
	ранг	на 1 тыс	ранг	на 1 тыс	ранг	на 1 тыс	ранг	на 1 тыс
инфекционные и паразитарные болезни	8	138,44	9	282,84	9	263,44	10	97,14
новообразования	12	100,25	14	144,83	14	155,25	14	73,24
болезни крови и кроветворных органов	15	27,58	16	43,84	17	35,82	17	21,45
болезни эндокринной системы	10	116,88	12	175,09	12	183,79	11	93,08
психические расстройства	17	22,80	10	211,72	11	218,33	5	268,51
болезни нервной системы	9	135,04	11	199,52	15	144,06	13	76,70
болезни глаза и его придаточного аппарата	11	107,06	4	450,01	4	470,38	4	276,73
болезни уха и сосцевидного отростка	14	49,34	13	169,42	13	170,19	12	83,84
болезни системы кровообращения	2	913,81	2	657,28	3	538,61	2	349,16
болезни органов дыхания	1	1894,04	1	1612,99	1	1412,10	1	474,14
болезни органов пищеварения	5	500,86	6	403,41	5	371,67	6	193,28
болезни кожи и подкожной клетчатки	7	224,60	8	289,11	8	309,33	9	112,58
болезни костно-мышечной системы	4	646,08	5	415,24	7	364,89	8	174,71
болезни мочеполовой системы	6	291,62	7	372,79	6	369,43	7	178,36
патологии беременности и родов	13	55,51	15	142,24	10	227,54	15	55,73
болезни перинатального периода	19	1,32	18	35,23	16	53,65	16	23,52
врожденные аномалии	18	4,10	19	17,80	19	18,82	19	8,36
симптомы, признаки и отклонения от нормы	16	24,10	17	43,41	18	33,90	18	16,76
травмы и отравления	3	761,01	3	499,86	2	600,85	3	311,08

Михеева Е. В.[1], Малкова Е. А.[1,2], Кшнясев И. А.[2]

[1]*«Уральский государственный горный университет», г. Екатеринбург, Россия*

[2] *Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия*

ПЕРВИЧНАЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ПРИРОДНОЙ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ, НЕ ВЫЗЫВАЮЩЕЙ ЭНДЕМИЙ

Резюме

Проведен сравнительный анализ первичной заболеваемости людей трех территорий: природной биогеохимической провинции (с избыточным содержанием никеля, кобальта, хрома), г. Екатеринбурга и биогеохимически фонового района Свердловской области. Использовали аппарат обобщенных линейных моделей и канонический анализ соответствий. Установлены статистически значимые различия структуры первичной заболеваемости между выборками трех анализируемых территорий. Максимальный уровень первичной заболеваемости обнаружен в условиях природной биогеохимической провинции.

Ключевые слова: биогеохимическая провинция, первичная заболеваемость, геохимическая аномалия, нозологии.

Mikheeva E. V.[1], Malkova E. A.[1,2], Kshnyasev I. A.[2]

HUMAN MORBIDITY IN NATURAL BIOGEOCHEMICAL PROVINCE THAT CAUSES NO ENDEMIC DISEASES

1The Ural State Mining University, Ekaterinburg

2Institute of Plant and Animal Ecology, Urals Branch of RAS, Ekaterinburg

Resume

A comparative human primary morbidity analysis was carried out in three territories: the natural biogeochemical province (with an excess of nickel, cobalt, chromium), Yekaterinburg city (Sverdlovsk region, Russian Federation) and the biogeochemical background region in the Sverdlovsk region. The apparatus of generalized linear models and canonical correspondence analysis was used. Statistically significant differences in the structure of primary morbidity between the samples of the three territories were found. The maximum level of primary morbidity was found in the natural biogeochemical province.

Keywords: biogeochemical province, primary morbidity, geochemical anomaly, nosology.

Введение

Связь геохимических условий среды и физиологического состояния живых организмов общеизвестна [4-7]. Она определяется использованием химических элементов в процессах обмена веществ, функционированием биогеохимических циклов. Природные и техногенные биогеохимические провинции зачастую связаны с определенными ответными физиологическими реакциями растений, животных и человека. При этом геохимические условия способны не только вызывать эндемические заболевания, но и осложнять течение широко распространенных болезней [5, 21]. Поэтому аномальные в геохимическом отношении регионы могут характеризоваться определенной, отличной от других, структурой заболеваемости человека [22].

Нередко в качестве индикатора благополучия человеческой популяции используют первичную заболеваемость человека [8-12]. Она отражает связь условий окружающей среды с частотой возникновения тех или иных заболеваний, при этом рассматриваются только болезни, зарегистрированные у пациента впервые в жизни. Первичная заболеваемость рассчитывается как отношение числа вновь возникших заболеваний к средней численности населения. Учитываются все острые заболевания и впервые в жизни установленные хронические заболевания. Первичная заболеваемость может служить маркером качества окружающей среды в медико-экологических исследованиях.

Целью настоящих исследований является анализ первичной заболеваемости взрослого населения (18 лет и старше) на территории природной биогеохимической провинции с избыточным содержанием никеля, кобальта и хрома.

Природная биогеохимическая провинция приурочена к ультраосновным горным породам, расположена в окрестностях п.Уралец Свердловской области, ее условия не вызывают эндемических заболеваний животных и человека. Предшествующими исследованиями показано изменение структуры человеческой смертности и общей заболеваемости на территории данной провинции [9,10].

Материалы и методы исследования

Исследования проведены в районе природной биогеохимической провинции с избыточным содержанием никеля, кобальта, хрома (п. Уралец Свердловской области, Урал, РФ). За избыточные (аномальные) принимались концентрации химических элементов, превышающие среднеуральские фоновые значения в 3 и более раз. Максимальные концентрации никеля, кобальта и хрома в почве аномального участка превышают среднеуральские фоновые значения в 23, 15 и 100 раз соответственно. Абсолютные значения концентраций металлов в верхнем десятисантиметровом слое почвы варьируют в следующих пределах: Ni – 189,97–635,21, Co – 52,80–114,19, Cr – 1056,83–2506,18 мг/кг сухого веса. На глубине 30-40 см концентрации металлов составляют: Ni – 594,74–1104,56, Co – 89,26–151,86, Cr – 1174,28–2271,28 мг/кг сухого

веса [14].

Установлены повышенные концентрации данных металлов в тканях растений и животных на территории биогеохимической провинции [13]. Аномальные почвенные концентрации обусловлены ультраосновными горными породами (серпентиниты, пироксениты, дуниты). Для биогеохимической провинции не отмечены эндемические заболевания животных и человека, но установлены модификации эндокринной и репродуктивной систем [14] животных, поэтому она может быть отнесена к фоновой биогеохимической провинции.

В качестве контрольных использовали две территории:
1. биогеохимически фоновый район (Шалинский район Свердловской области, Урал, РФ), для почв которого аномальных концентраций химических элементов не установлено [14];
2. крупный мегаполис с высоким уровнем техногенной нагрузки (г. Екатеринбург, Урал, РФ).

На всех территориях проведено исследование относительной первичной заболеваемости человека. Относительная первичная заболеваемость – это отношение числа вновь (впервые) возникших заболеваний к средней численности населения, умноженное на 1000 (рассчитывается на 1000 населения).

Исследование проведено ретроспективным методом за пятилетний период, классификация нозологий приведена на основе Международной классификации болезней десятого пересмотра.

Изучались следующие группы болезней (нозологии):

инфекционные и паразитарные болезни (1), новообразования (2), болезни крови и кроветворных органов (3), болезни эндокринной системы (4), психические расстройства (5), болезни нервной системы (6), болезни глаза и его придаточного аппарата (7), болезни уха и сосцевидного отростка (8), болезни системы кровообращения (9), болезни органов дыхания (10), болезни органов пищеварения (11), болезни кожи и подкожной клетчатки (12), болезни костно-мышечной системы (13), болезни мочеполовой системы (14), патологии беременности и родов (15), болезни перинатального периода (16), врожденные аномалии (17), симптомы, признаки и отклонения от нормы (18), травмы и отравления (19).

Данные первичной заболеваемости населения анализировали с помощью аппарата обобщенных линейных моделей. Для оценки среднего безусловного (т.е. заболевание любой нозологии) риска был использован аппарат общих регрессионных моделей (GRM, =ANOVA), при этом 5 лет были рассмотрены как повторности (по которым можно проводить осреднение), а суммарную заболеваемость (в год) из ограниченной шкалы отношений преобразовывали в аддитивную интервальную шкалу логит-функцией:

$$\mathbf{logit(y)=ln[n1/(N-n1)] = ln[p/(1-p)]}$$

где N – численность (взрослого) населения, а n1 – число первичных регистраций (любой нозологии) в год.

Для выявления особенностей структуры заболеваемости в субпопуляции заболевших использовали ССА – канонический анализ соответствий – аналог метода главных компонент для категориальных признаков [15,16]. Для удобства интерпретации и визуализации данных, два фактора: «изучаемый район» и «год регистрации», были комбинированы в один «искусственный» фактор – «район–год» (первый вход таблицы сопряженности). Другим входом исследуемой таблицы сопряженности служил фактор «нозология». Данный способ позволяет от анализа трехфакторной таблицы перейти к исследованию простой – двухфакторной. В ячейках находятся целые числа – число первичных регистраций i-ой нозологии в j-ом «районе-году». Поскольку для двух из 19 нозологий были отмечены крайне низкие частоты или таковые вообще не были зарегистрированы в отдельные годы, две категории (17 и 18) были исключены из анализа. Статистический анализ и визуализация данных выполнены в среде «Statistica» (StatSoft inc.), лиц. № AXXR003A622407FAN8.

Результаты и обсуждение

В результате анализа первичной заболеваемости человека за пятилетний период (все нозологии, включенные в анализ) на геохимически разнородных территориях максимальный ее уровень установлен в районе природной биогеохимической провинции с избыточным содержанием никеля, кобальта и хрома (п. Уралец Свердловской области). На территории г.Екатеринбурга суммарная первичная заболеваемость статистически значимо ниже. В районе биогеохимически фонового участка (Шалинский район Свердловской области) первичная заболеваемость человека имеет минимальные показатели из всех изученных выборок (рис. 1). Множественные попарные сравнения анализируемых параметров демонстрируют статистически значимые различия между изученными территориями (табл. 1).

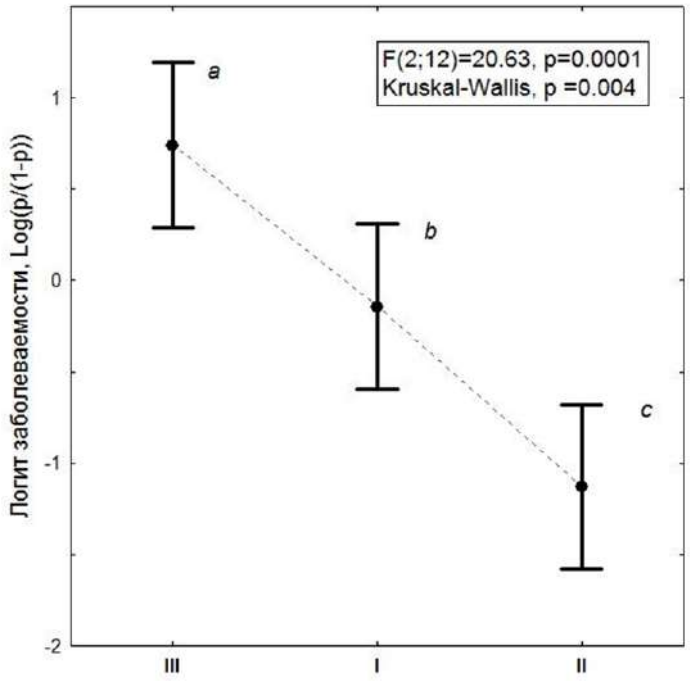


Рис. 1. Результаты ANOVA для логит-преобразованного риска (LogOdds в год). I – Екатеринбург; II – БГХФ (биогеохимический фон); III – БГХП (биогеохимическая провинция). Не содержащие одинаковых символов оценки (a, b, c) статистически значимо различаются не хуже чем на 0,05 уровне значимости (табл. 1).

Таблица 1. Контрасты и множественные сравнения средних значений первичной заболеваемости за пятилетний период

Контрасты	*Δ**	*SE(Δ)*	*t*	*p≤*	*95% ДИ для Δ*	
БГХП–Екатеринбург	0.884	0.292	3.03	0.011	0.248	1.520
БГХП–БГХФ	1.875	0.292	6.42	0.00003	1.238	2.511
	Все сравнения с поправкой Бонферрони					
БГХП–Екатеринбург	0.884	0.292		0.032	0.07	1.70

БГХП–БГХФ	1.875	0.292		0.0001	1.06	2.69
Екат–БГХФ	0.990	0.292		0.016	0.18	1.80

* - в логит-шкале, # - после поправки на множественные сравнения ни один контраст не теряет формальную «значимость». БГХФ (биогеохимический фон); БГХП (биогеохимическая провинция).

Кроме того, показано, что и структура заболеваемости различными нозологиями на изучаемых территориях неодинакова. При этом различия между популяциями разных районов более существенны, чем межгодовые колебания (рис. 2).

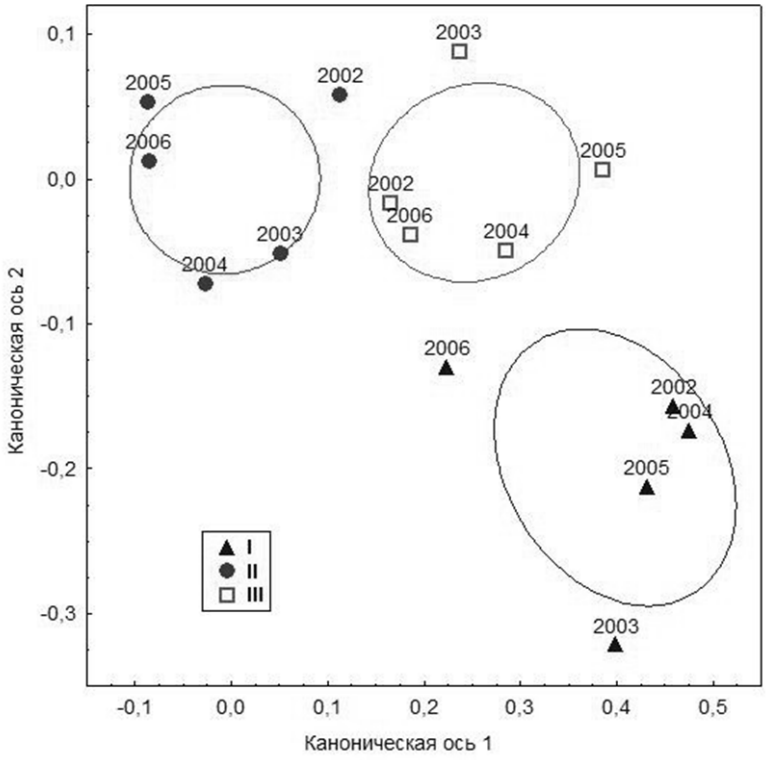


Рис.2. Проекция «районы + годы» в плоскость двух первых канонических осей.

I – Екатеринбург; II – БГХ фон; III – БГХ провинция. Эллипсы 95% доверительная вероятность. Первая ось противопоставляет Екатеринбург – БГХ фону и БГХ провинции. Вторая каноническая ось противопоставляет БГХ провинцию – Екатеринбургу и БГХ фону.

Высокие показатели первичной заболеваемости в биогеохимической провинции сформированы в основном за счет трех групп болезней. К ним относятся болезни системы кровообращения, органов дыхания и костно-мышечной системы (табл.2). Вероятность первичного возникновения заболеваний системы кровообращения на

территории провинции в 3.44 раза выше, чем в крупном мегаполисе (Екатеринбург) и в 2.57 раз выше, чем в условиях биогеохимического фона со сходной возрастной структурой исследуемого населения. Вероятность возникновения болезней органов дыхания в условиях провинции выше по сравнению с условиями города и биогеохимического фона в 1.49 и 1.85 раз соответственно. Болезни костно-мышечной системы могут возникать в районе аномалии в 2.5 и 1.38 раз чаще, чем на городской и фоновой территориях соответственно.

Таблица 2. Вероятность впервые заболеть определенной нозологией и отношения рисков в изучаемых районах

Районы	нозологии		
	Болезни системы кровообращения	Болезни органов дыхания	Болезни костно-мышечной системы
Екатеринбург	0.04	0.21	0.05
БГХ фон	0.05	0.17	0.08
БГХ провинция	**0.12**	**0.31**	**0.12**
Отношение рисков	3.44	1.49	2.5
БГХпровинция/Екатеринбург	2.57	1.85	1.38
БГХ провинция/ БГХ фон			

При изучении медико-демографических характеристик людей, проживающих на геохимически разнородных территориях, выявлены различия в уровне и структуре первичной заболеваемости. При этом эндемических заболеваний для данной провинции не зарегистрировано. Известно, что изменения показателей первичной заболеваемости могут быть связаны с техногенной нагрузкой, которую испытывает население промышленных центров и крупных предприятий. Например, установлены изменения первичной заболеваемости в условиях атмосферных загрязнений [18,19], химических загрязнений производственных площадок [20], отмечены региональные особенности данного медико-экологического показателя [21,22].

Нами продемонстрирована связь первичной заболеваемости человека с условиями природной биогеохимической провинции, приуроченной к ультраосновным горным породам, обогащающих почву тяжелыми металлами. Данный вид пород имеет

широкое распространение на территории Российской Федерации, что свидетельствует об актуальности оценки заболеваемости населения в этих районах. Условия фоновых и потенциальных биогеохимических провинций могут тем не менее провоцировать увеличение показателей первичной заболеваемости человека. Данная физиологическая ответная реакция организма не носит специфического характера и не относится к эндемическим заболеваниям. Это диктует необходимость разработки специальных мер по снижению риска возникновения заболеваний широко распространенными заболеваниями человека на территориях биогеохимических провинций, для которых не зарегистрированы эндемические заболевания.

Выводы:

1) Впервые проведен анализ первичной заболеваемости человека (нозологии по МКБ-Х) в условиях природной биогеохимической провинции, не вызывающей эндемических заболеваний. Максимальные значения первичной заболеваемости отмечены для природной биогеохимической провинции, промежуточные - для мегаполиса и минимальные - для геохимически фонового района.
2) На территории природной биогеохимической провинции с избыточным содержанием кобальта, никеля и хрома, возрастает риск заболеваний системы кровообращения, органов дыхания и костно-мышечной системы при отсутствии эндемических заболеваний. Неспецифический характер отмеченных болезней позволяет предположить аналогичный рост первичной заболеваемости в условиях любых фоновых и потенциальных биогеохимических провинций.
3) Показано, что структура заболеваемости на изучаемых территориях неодинакова. Различия между популяциями природной биогеохимической провинции, мегаполиса и геохимически фоновой территории более существенны, чем межгодовые колебания первичной заболеваемости. Это свидетельствует о значительном риске возникновения заболеваний, обусловленном действием природного геохимического фактора, и диктует необходимость разработки профилактических мероприятий для территорий фоновых и потенциальных биогеохимических провинций.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Андреева Е.Е. Первичная и профессиональная заболеваемость взрослого населения Москвы / Медицина труда и промышленная экология, № 1, 2017. С.50-53.
2. Балабина Н.М. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на первичную заболеваемость взрослого городского населения анемиями / Профилактическая медицина, 2005г. , №1 (39), С. 116-119.
3. Горичный В.А., Язенок А.В., Загородников Г.Г., Лось С.П., Филь С.Н., Комнатный С.Б., Фомичев А.В., Парцерняка А.С., Чепурнов В.А. Анализ первичной заболеваемости по классу болезней сердечно-сосудистой системы у лиц персонала объектов уничтожения химического оружия / MEDLINE.RU. Российский биомедицинский журнал, т. 14. №1, 2013г. с.52-64.

4. Дмитриев В.Н., Дмитриева Т.В., Миняйло О.Н., Литвиненко М.В. Первичная заболеваемость детского населения Белгородской области за период 2000-2014гг. / Медико-социальные проблемы инвалидности, №1, 2016. С.51-55.
5. Ершов А.В., Григорьев Ю.И. Особенности заболеваемости взрослого населения Калужской области / Астраханский медицинский журнал, 2011.Т. 6. № 1. с.178-184.
6. Королева Т.М., Нуралов В.Н., Бронштейн И.Э. Первичная заболеваемость участников ликвидации последствий чернобыльской аварии / Радиационная гигиена, 2008г.1(2). С.32-35.
7. Курчанов В.И., Лим Т.Е. и др. «Анализ причинно-следственной связи между первичной заболеваемостью детского населения Санкт-Петербурга и уровнем загрязнения атмосферного воздуха выбросами от автотранспорта» / Здоровье населения и среда обитания, №2 (236), 2014г. С.30-33.
8. Одинец А.В. Первичная заболеваемость и структура классов болезней в Ставропольском крае в 2010-2016 гг. / Современные проблемы науки и образования, №5, 2017г. С.125.
9. Одинец А.В., Огрызко Е.В., Данишевский К.И., Иванова М.А., Залевская О.В. Первичная заболеваемость инфекционными и паразитарными болезнями в структуре все болезней, зарегистрированных впервые в жизни, в Российской Федерации и Северо-Кавказском федеральном округе // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2019. Т. 27. № 3. С. 290-293.
10. Тимофеев Л.Ф. Первичная заболеваемость населения Республики Саха (Якутия) в 2013-2014 гг. / Якутский медицинский журнал, №2(54), 2016г. С.79-82.
11. Улумбекова Г.Э., Калашникова А.В., Мокляченко А.В. Показатели здоровья детей и подростков в России и мощности педиатрической службы / ОРГЗДРАВ. Вестник ВШОУЗ, №3-4, 2016г. С.18-33.
12. Ибраева Л.К., Аманбекова А.У., Жанбасинова Н.М., Сексенова Л.Ш., Рыбалкина Д.Х., Салимбаева Б.М., Дробченко Е.А., Газизова А.О. Эпидемиологические аспекты заболеваемости по классу органов пищеварения в Казахстане // Терапевтический архив. 2018. Т. 90. № 2. С. 75-78. Epidemiological aspects of morbidity in the class of digestive organs in Kazakhstan.
13. Сакиев К.З., Ибраева Л.К., Дюсембаева Н.К., Рыбалкина Д.Х., Дробченко Е.А. Качественный показатель потери здоровья населения региона Приаралья. Гигиена и санитария. 2016; 95(10): 950-954. DOI: http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-10-950-954
14. Уресаев, Н.К. Дюсембаева Н.К. Оценка состояния первичной заболеваемости подростков, проживающих в приаралье / Гигиена труда и медицинская экология, №1 (50), 2016г. С.88-94.
15. Михеева Е.В., Байтимирова Е.А., Медведев О.А. Воздействие природного геохимического фактора на здоровье населения Среднего Урала // Экология человека. 2010. № 1. С. 14-18.
16. Михеева Е. В., Байтимирова Е. А., Кшнясев И. А. Заболеваемость человека в условиях естественной геохимической аномалии, не вызывающей эндемий // Экология человека. 2017. № 10. С. 21-27.
17. Legendre L., Legendre P. Numerical ecology. 2-d ed. – Amsterdam: Elsevier Science BV, 1998. – 853 p.
18. Ter Braak C.J.F. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis // Ecology, 1986. – Vol. 67. – P. 1167-1179.
19. Son I. M., Leonov S. A., Vaisman D. Sh., Main morbidity trends of population of the Russian Federation in 2012–2013 (Federal Research Institute for Health Organization and

Informatics of Ministry of Health of the Russian Federation) // Management in health care 2014. № 9. http://idmz.ru/journals/manager-of-health-care/2014/9/.
20. Environmental Diseases from A to Z, Environmental Diseases from A to Z, NIH Publication No. 96-4145 US Department of Health and Human Services National Institutes of Health National Institute of Environmental Health Sciences, Second Edition, June 2007 /Режим доступа: URL: https://www.niehs.nih.gov/health/assets/docs_a_e/environmental_diseases_from_a_to_z_english_508.pdf (дата обращения: 29.08.2016).
21. Revista de Saúde Pública Rev. Saúde Pública vol.44 no.3 São Paulo jun. 2010 Epub 21-Maio-2010 https://doi.org/10.1590/S0034-89102010005000017 Rosinelle Castelo Branco Ramos LoyolaI; Ana Paula Scalia CarneiroII; Andréa Maria SilveiraIII; Poliana de Freitas La RoccaII; Marcela Souza NascimentoI; Ricardo Hernani de Almeida ChavesI Efectos respiratorios de la exposición al talco industrial en extrabajadores de minería.
22. Loyola, Rosinelle Castelo Branco Ramos, Carneiro, Ana Paula Scalia, Silveira, Andréa Maria, La Rocca, Poliana de Freitas, Nascimento, Marcela Souza, & Chaves, Ricardo Hernani de Almeida. (2010). Respiratory effects from industrial talc exposure among former mining workers. *Revista de Saúde Pública*, *44*(3), 541-547. Epub May 21, 2010.https://doi.org/10.1590/S0034-89102010005000017

Министерство науки и высшего образования РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

ФИЛОСОФИЯ

Направление подготовки
05.03.06 Экология и природопользование

Профиль
Рациональное природопользование и экологический инжиниринг

Автор: Гладкова И. В., доцент, к. ф. н

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Философии и культурологии	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Беляев В. П.	Колчина Н. В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 01.09.2021	Протокол № 2 от 08.10.2021
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по работе с текстом лекций	5
2	Методические рекомендации по подготовке к опросу	8
3	Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)	9
4	Методические рекомендации по написанию эссе	11
5	Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям	14
6	Методические рекомендации по подготовке к дискуссии	15
7	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	17
	Заключение	20
	Список использованных источников	21

ВВЕДЕНИЕ

Инициативная самостоятельная работа студента есть неотъемлемая составная часть учебы в вузе. В современном формате высшего образования значительно возрастает роль самостоятельной работы студента. Правильно спланированная и организованная самостоятельная работа обеспечивает достижение высоких результатов в учебе.

Самостоятельная работа студента (СРС) - это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, при сохранении ведущей роли студентов.

Целью СРС является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности. Ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней. Самостоятельная работа студента – важнейшая составная часть учебного процесса, обязательная для каждого студента, объем которой определяется учебным планом. Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины. Предметно и содержательно СРС определяется государственным образовательным стандартом, действующими учебными планами и образовательными программами различных форм обучения, рабочими программами учебных дисциплин, средствами обеспечения СРС: учебниками, учебными пособиями и методическими руководствами, учебно-программными комплексами и т.д.

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

Самостоятельная работа студента - это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как:

- уяснение цели и поставленной учебной задачи;
- четкое и системное планирование самостоятельной работы;
- поиск необходимой учебной и научной информации;
- освоение информации и ее логическая переработка;

- использование методов исследовательской, научно-исследовательской работы для решения поставленных задач;
- выработка собственной позиции по поводу полученной задачи;
- представление, обоснование и защита полученного решения;
- проведение самоанализа и самоконтроля.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию: текущие консультации, коллоквиум, прием и разбор домашних заданий и другие.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия: подготовка презентаций, составление глоссария, подготовка к практическим занятиям, подготовка рецензий, аннотаций на статью, подготовка к дискуссиям, круглым столам.

СРС может включать следующие формы работ:

- изучение лекционного материала;
- работа с источниками литературы: поиск, подбор и обзор литературы и электронных источников информации по заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, выдаваемых на практических занятиях: тестов, докладов, контрольных работ и других форм текущего контроля;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение; подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе или коллоквиуму;
- подготовка к зачету, экзамену, другим аттестациям;
- написание реферата, эссе по заданной проблем;
- выполнение расчетно-графической работы;
- выполнение выполнение курсовой работы или проекта;
- анализ научной публикации по определенной преподавателем теме, ее реферирование;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Подготовка к самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

.

1. Методические рекомендации по работе с текстом лекций

На лекционных занятиях необходимо конспектировать учебный материал. Обращать внимание на формулировки, определения, раскрывающие содержание тех или иных понятий, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском мастерстве. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента, и помогает усвоить учебный материал.

Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений, фиксировать вопросы, вызывающие личный интерес, варианты ответов на них, сомнения, проблемы, спорные положения. Рекомендуется вести записи на одной стороне листа, оставляя вторую сторону для размышлений, разборов, вопросов, ответов на них, для фиксирования деталей темы или связанных с ней фактов, которые припоминаются самим студентом в ходе слушания.

Слушание лекций - сложный вид интеллектуальной деятельности, успех которой обусловлен *умением слушать*, и стремлением воспринимать материал, нужное записывая в тетрадь. Запись лекции помогает сосредоточить внимание на главном, в ходе самой лекции продумать и осмыслить услышанное, осознать план и логику изложения материала преподавателем.

Такая работа нередко вызывает трудности у студентов: некоторые стремятся записывать все дословно, другие пишут отрывочно, хаотично. Чтобы избежать этих ошибок, целесообразно придерживаться ряда правил.

1. После записи ориентирующих и направляющих внимание данных (тема, цель, план лекции, рекомендованная литература) важно попытаться проследить, как они раскрываются в содержании, подкрепляются формулировками, доказательствами, а затем и выводами.

2. Записывать следует основные положения и доказывающие их аргументы, наиболее яркие примеры и факты, поставленные преподавателем вопросы для самостоятельной проработки.

3. Стремиться к четкости записи, ее последовательности, выделяя темы, подтемы, вопросы и подвопросы, используя цифровую и буквенную нумерацию (римские и арабские цифры, большие и малые буквы), красные строки, выделение абзацев, подчеркивание главного и т.д.

Форма записи материала может быть различной - в зависимости от специфики изучаемого предмета. Это может быть стиль учебной программы (назывные предложения), уместны и свои краткие пояснения к записям.

Студентам не следует подробно записывать на лекции «все подряд», но обязательно фиксировать то, что преподаватели диктуют – это базовый конспект, содержащий основные положения лекции: определения, выводы, параметры, критерии, аксиомы, постулаты, парадигмы, концепции, ситуации, а также мысли-маяки (ими часто являются афоризмы, цитаты, остроумные изречения). Запись лекции лучше вести в сжатой форме, короткими и четкими фразами. Каждому студенту полезно выработать свою систему сокращений, в которой он мог бы разобраться легко и безошибочно.

Даже отлично записанная лекция предполагает дальнейшую самостоятельную работу над ней (осмысление ее содержания, логической структуры, выводов). С целью доработки конспекта лекции необходимо в первую очередь прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект. Доработанный конспект и

рекомендуемая литература используется при подготовке к практическому занятию. Знание лекционного материала при подготовке к практическому занятию обязательно.

Особенно важно в процессе самостоятельной работы над лекцией выделить новый понятийный аппарат, уяснить суть новых понятий, при необходимости обратиться к словарям и другим источникам, заодно устранив неточности в записях. Главное - вести конспект аккуратно и регулярно, только в этом случае он сможет стать подспорьем в изучении дисциплины.

Работа над лекцией стимулирует самостоятельный поиск ответов на самые различные вопросы: над какими понятиями следует поработать, какие обобщения сделать, какой дополнительный материал привлечь.

Важным средством, направляющим самообразование, является выполнение различных заданий по тексту лекции, например, составление ее развернутого плана или тезисов; ответы на вопросы проблемного характера, (скажем, об основных тенденциях развития той или иной проблемы); составление проверочных тесты по проблеме, написание по ней реферата, составление графических схем.

По своим задачам лекции могут быть разных жанров: *установочная лекция* вводит в изучение курса, предмета, проблем (что и как изучать), а *обобщающая лекция* позволяет подвести итог (зачем изучать), выделить главное, усвоить законы развития знания, преемственности, новаторства, чтобы применить обобщенный позитивный опыт к решению современных практических задач. Обобщающая лекция ориентирует в истории и современном состоянии научной проблемы.

В процессе освоения материалов обобщающих лекций студенты могут выполнять задания разного уровня. Например: задания *репродуктивного* уровня (составить развернутый план обобщающей лекции, составить тезисы по материалам лекции); задания *продуктивного* уровня (ответить на вопросы проблемного характера, составить опорный конспект по схеме, выявить основные тенденции развития проблемы); задания *творческого* уровня (составить проверочные тесты по теме, защитить реферат и графические темы по данной проблеме). Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний.

.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента. При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии [1].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).
8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[2].

---

[1] Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

[2] Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. Объем временина на подготовку к устному опросу зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

3.Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)

Доклад – публичное сообщение по заданной теме, представляющее собой развернутое изложение на определенную тему, вид самостоятельной работы, который используется в учебных и внеаудиторных занятиях и способствует формированию навыков исследовательской работы, освоению методов научного познания, приобретению навыков публичного выступления, расширяет познавательные интересы, приучает критически мыслить.

При подготовке доклада используется дополнительная литература, систематизируется материал. Работа над докладом не только позволяет учащемуся приобрести новые знания, но и способствует формированию важных научно-исследовательских навыков самостоятельной работы с научной литературой, что повышает познавательный интерес к научному познанию.

Приветствуется использование мультимедийных технологий, подготовка докладов-презентаций.

Доклад должен соответствовать следующим требованиям:

- тема доклада должна быть согласованна с преподавателем и соответствовать теме занятия;

- иллюстрации (слайды в презентации) должны быть достаточными, но не чрезмерными;

- материалы, которыми пользуется студент при подготовке доклада-презентации, должны тсоответствовать научно-методическим требованиям ВУЗа и быть указаны в докладе;

- необходимо соблюдать регламент: 7-10 минут выступления.

Преподаватель может дать тему сразу нескольким студентам одной группы, по принципу: докладчик и оппонент. Студенты могут подготовить два выступления с противоположными точками зрения и устроить дискуссию по проблемной теме. Докладчики и содокладчики во многом определяют содержание, стиль, активность данного занятия, для этого необходимо:

- использовать технические средства;
- знать и хорошо ориентироваться в теме всей презентации (семинара);
- уметь дискутировать и быстро отвечать на вопросы;
- четко выполнять установленный регламент: докладчик - 7-10 мин.; содокладчик - 5 мин.; дискуссия - 10 мин;
- иметь представление о композиционной структуре доклада.

После выступления докладчик и содокладчик, должны ответить на вопросы слушателей.

В подготовке доклада выделяют следующие этапы:

1. Определение цели доклада: информировать, объяснить, обсудить что-то (проблему, решение, ситуацию и т. п.)

2. Подбор литературы, иллюстративных примеров.

3. Составление плана доклада, систематизация материала, композиционное оформление доклада в виде печатного /рукописного текста и электронной презентации.

Общая структура доклада

Построение доклада включает три части: вступление, основную часть и заключение.

Вступление.

Вступление должно содержать:

- название презентации (доклада);
- сообщение основной идеи;
- обоснование актуальности обсуждаемого вопроса;

- современную оценку предмета изложения;
- краткое перечисление рассматриваемых вопросов;
- живую интересную форму изложения;
- акцентирование оригинальности подхода.

Основная часть.

Основная часть состоит из нескольких разделов, постепенно раскрывающих тему. Возможно использование иллюстрации (графики, диаграммы, фотографии, карты, рисунки) Если необходимо, для обоснования темы используется ссылка на источники с доказательствами, взятыми из литературы (цитирование авторов, указание цифр, фактов, определений). Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным.

Задача основной части - представить достаточно данных для того, чтобы слушатели и заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. При этом логическая структура теоретического блока не должны даваться без наглядных пособий, аудио-визуальных и визуальных материалов.

Заключение.

Заключение - это ясное четкое обобщение, в котором подводятся итоги, формулируются главные выводы, подчеркивается значение рассмотренной проблемы, предлагаются самые важные практические рекомендации. Требования к оформлению доклада. Объем машинописного текста доклада должен быть рассчитан на произнесение доклада в течение 7 -10 минут (3-5 машинописных листа текста с докладом).

Доклад оценивается по следующим критериям:

Критерии оценки доклада, сообщения	*Количество баллов*
Содержательность, информационная насыщенность доклада	2
Наличие аргументов	2
Наличие выводов	2
Наличие презентации доклада	2
Владение профессиональной лексикой	2
Итого:	10

Электронные презентации выполняются в программе MS PowerPoint в виде слайдов в следующем порядке: • титульный лист с заголовком темы и автором исполнения презентации; • план презентации (5-6 пунктов - это максимум); • основная часть (не более 10 слайдов); • заключение (вывод). Общие требования к стилевому оформлению презентации: • дизайн должен быть простым и лаконичным; • основная цель - читаемость, а не субъективная красота; цветовая гамма должна состоять не более чем из двух-трех цветов; • всегда должно быть два типа слайдов: для титульных и для основного текста; • размер шрифта должен быть: 24–54 пункта (заголовок), 18–36 пунктов (обычный текст); • текст должен быть свернут до ключевых слов и фраз. Полные развернутые предложения на слайдах таких презентаций используются только при цитировании; каждый слайд должен иметь заголовок; • все слайды должны быть выдержаны в одном стиле; • на каждом слайде должно быть не более трех иллюстраций; • слайды должны быть пронумерованы с указанием общего количества слайдов

4. Методические рекомендации по написанию эссе

Эссе - это самостоятельная письменная работа на тему, предложенную преподавателем. Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Писать эссе чрезвычайно полезно, поскольку это позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи.

Эссе должно содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики дисциплины формы эссе могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор предложенной задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему и т.д.

Построение эссе - это ответ на вопрос или раскрытие темы, которое основано на классической системе доказательств.

Структура эссе

1. *Титульный лист* (заполняется по единой форме);

2. *Введение* - суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически.

На этом этапе очень важно правильно *сформулировать вопрос, на который вы собираетесь найти ответ в ходе своего исследования.*

3. *Основная часть* - теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса.

Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание эссе и это представляет собой главную трудность. Поэтому важное значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы.

В зависимости от поставленного вопроса анализ проводится на основе следующих категорий:

Причина - следствие, общее - особенное, форма - содержание, часть - целое, постоянство - изменчивость.

В процессе построения эссе необходимо помнить, что один параграф должен содержать только одно утверждение и соответствующее доказательство, подкрепленное графическим и иллюстративным материалом. Следовательно, наполняя содержанием разделы аргументацией (соответствующей подзаголовкам), необходимо в пределах параграфа ограничить себя рассмотрением одной главной мысли.

Хорошо проверенный (и для большинства — совершено необходимый) способ построения любого эссе - использование подзаголовков для обозначения ключевых моментов аргументированного изложения: это помогает посмотреть на то, что предполагается сделать (и ответить на вопрос, хорош ли замысел). Такой подход поможет следовать точно определенной цели в данном исследовании. Эффективное использование подзаголовков - не только обозначение основных пунктов, которые необходимо осветить.

Их последовательность может также свидетельствовать о наличии или отсутствии логичности в освещении темы.

4. *Заключение* - обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Подытоживает эссе или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл и значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий эссе элемент, как указание на применение (импликацию) исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами.

Структура аппарата доказательств, необходимых для написания эссе

Доказательство - это совокупность логических приемов обоснования истинности какого-либо суждения с помощью других истинных и связанных с ним суждений. Оно связано с убеждением, но не тождественно ему: аргументация или доказательство должны основываться на данных науки и общественно-исторической практики, убеждения же могут быть основаны на предрассудках, неосведомленности людей в вопросах экономики и политики, видимости доказательности. Другими словами, доказательство или аргументация - это рассуждение, использующее факты, истинные суждения, научные данные и убеждающее нас в истинности того, о чем идет речь.

Структура любого доказательства включает в себя три составляющие: тезис, аргументы и выводы или оценочные суждения.

Тезис - это положение (суждение), которое требуется доказать. *Аргументы* - это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса. *Вывод* - это мнение, основанное на анализе фактов. *Оценочные суждения* - это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах. *Аргументы* обычно делятся на следующие группы:

1. *Удостоверенные факты* — фактический материал (или статистические данные).
2. *Определения* в процессе аргументации используются как описание понятий, связанных с тезисом.
3. *Законы* науки и ранее доказанные теоремы тоже могут использоваться как аргументы доказательства.

Требования к фактическим данным и другим источникам

При написании эссе чрезвычайно важно то, как используются эмпирические данные и другие источники (особенно качество чтения). Все (фактические) данные соотносятся с конкретным временем и местом, поэтому прежде, чем их использовать, необходимо убедится в том, что они соответствуют необходимому для исследований времени и месту. Соответствующая спецификация данных по времени и месту — один из способов, который может предотвратить чрезмерное обобщение, результатом которого может, например, стать предположение о том, что все страны по некоторым важным аспектам одинаковы (если вы так полагаете, тогда это должно быть доказано, а не быть голословным утверждением).

Всегда можно избежать чрезмерного обобщения, если помнить, что в рамках эссе используемые данные являются иллюстративным материалом, а не заключительным актом, т.е. они подтверждают аргументы и рассуждения и свидетельствуют о том, что автор умеет использовать данные должным образом. Нельзя забывать также, что данные, касающиеся спорных вопросов, всегда подвергаются сомнению. От автора не ждут определенного или окончательного ответа. Необходимо понять сущность фактического материала, связанного с этим вопросом (соответствующие индикаторы? насколько надежны данные для построения таких индикаторов? к какому заключению можно прийти на основании имеющихся данных и индикаторов относительно причин и следствий? и т.д.), и продемонстрировать это в эссе. Нельзя ссылаться на работы, которые автор эссе не читал сам.

Как подготовить и написать эссе?

Качество любого эссе зависит от трех взаимосвязанных составляющих, таких как:

1. Исходный материал, который будет использован (конспекты прочитанной литературы, лекций, записи результатов дискуссий, собственные соображения и накопленный опыт по данной проблеме).

2. Качество обработки имеющегося исходного материала (его организация, аргументация и доводы).

3. Аргументация (насколько точно она соотносится с поднятыми в эссе проблемами).

Процесс написания эссе можно разбить на несколько стадий: обдумывание - планирование - написание - проверка - правка.

Планирование - определение цели, основных идей, источников информации, сроков окончания и представления работы.

Цель должна определять действия.

Идеи, как и цели, могут быть конкретными и общими, более абстрактными. Мысли, чувства, взгляды и представления могут быть выражены в форме аналогий, ассоциации, предположений, рассуждений, суждений, аргументов, доводов и т.д.

Аналогии - выявление идеи и создание представлений, связь элементов значений.

Ассоциации - отражение взаимосвязей предметов и явлений действительности в форме закономерной связи между нервно - психическими явлениями (в ответ на тот или иной словесный стимул выдать «первую пришедшую в голову» реакцию).

Предположения - утверждение, не подтвержденное никакими доказательствами.

Рассуждения - формулировка и доказательство мнений.

Аргументация - ряд связанных между собой суждений, которые высказываются для того, чтобы убедить читателя (слушателя) в верности (истинности) тезиса, точки зрения, позиции.

Суждение - фраза или предложение, для которого имеет смысл вопрос: истинно или ложно?

Доводы - обоснование того, что заключение верно абсолютно или с какой-либо долей вероятности. В качестве доводов используются факты, ссылки на авторитеты, заведомо истинные суждения (законы, аксиомы и т.п.), доказательства (прямые, косвенные, «от противного», «методом исключения») и т.д.

Перечень, который получится в результате перечисления идей, поможет определить, какие из них нуждаются в особенной аргументации.

*Источники***.** Тема эссе подскажет, где искать нужный материал. Обычно пользуются библиотекой, Интернет-ресурсами, словарями, справочниками. Пересмотр означает редактирование текста с ориентацией на качество и эффективность.

Качество текста складывается из четырех основных компонентов: ясности мысли, внятности, грамотности и корректности.

Мысль - это содержание написанного. Необходимо четко и ясно формулировать идеи, которые хотите выразить, в противном случае вам не удастся донести эти идеи и сведения до окружающих.

Внятность - это доступность текста для понимания. Легче всего ее можно достичь, пользуясь логично и последовательно тщательно выбранными словами, фразами и взаимосвязанными абзацами, раскрывающими тему.

Грамотность отражает соблюдение норм грамматики и правописания. Если в чем-то сомневаетесь, загляните в учебник, справьтесь в словаре или руководстве по стилистике или дайте прочитать написанное человеку, чья манера писать вам нравится.

Корректность — это стиль написанного. Стиль определятся жанром, структурой работы, целями, которые ставит перед собой пишущий, читателями, к которым он обращается.

5. Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой *дискуссию* в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие подведением итогоа обсуждения, заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия, демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Готовясь к конкретной теме занятия следует ознакомиться с новыми официальными документами, статьями в периодических журналах, вновь вышедшими монографиями.

6. Методические рекомендации по подготовке к дискуссии

Современная практика предлагает широкий круг типов семинарских занятий. Среди них особое место занимает *семинар-дискуссия,* где в диалоге хорошо усваивается новая информация, видны убеждения студента, обсуждаются противоречия (явные и скрытые) и недостатки. Для обсуждения берутся конкретные актуальные вопросы, с которыми студенты предварительно ознакомлены. Дискуссия является одной из наиболее эффективных технологий группового взаимодействия, обладающей особыми возможностями в обучении, развитии и воспитании будущего специалиста.

Дискуссия (от лат. discussio - рассмотрение, исследование) - способ организации совместной деятельности с целью интенсификации процесса принятия решений в группе посредством обсуждения какого-либо вопроса или проблемы.

Дискуссия обеспечивает активное включение студентов в поиск истины; создает условия для открытого выражения ими своих мыслей, позиций, отношений к обсуждаемой теме и обладает особой возможностью воздействия на установки ее участников в процессе группового взаимодействия. Дискуссию можно рассматривать как *метод интерактивного обучения* и как особую технологию, включающую в себя другие методы и приемы обучения: «мозговой штурм», «анализ ситуаций» и т.д.

Обучающий эффект дискуссии определяется предоставляемой участнику возможностью получить разнообразную информацию от собеседников, продемонстрировать и повысить свою компетентность, проверить и уточнить свои представления и взгляды на обсуждаемую проблему, применить имеющиеся знания в процессе совместного решения учебных и профессиональных задач.

Развивающая функция дискуссии связана со стимулированием творчества обучающихся, развитием их способности к анализу информации и аргументированному, логически выстроенному доказательству своих идей и взглядов, с повышением коммуникативной активности студентов, их эмоциональной включенности в учебный процесс.

Влияние дискуссии на личностное становление студента обусловливается ее целостно - ориентирующей направленностью, созданием благоприятных условий для проявления индивидуальности, самоопределения в существующих точках зрения на определенную проблему, выбора своей позиции; для формирования умения взаимодействовать с другими, слушать и слышать окружающих, уважать чужие убеждения, принимать оппонента, находить точки соприкосновения, соотносить и согласовывать свою позицию с позициями других участников обсуждения.

Безусловно, наличие оппонентов, противоположных точек зрения всегда обостряет дискуссию, повышает ее продуктивность, позволяет создавать с их помощью конструктивный конфликт для более эффективного решения обсуждаемых проблем.

Существует несколько видов дискуссий, использование того или иного типа дискуссии зависит от характера обсуждаемой проблемы и целей дискуссии.

Дискуссия- диалог чаще всего применяется для совместного обсуждения учебных и производственных проблем, решение которых может быть достигнуто путем взаимодополнения, группового взаимодействия по принципу «индивидуальных вкладов» или на основе согласования различных точек зрения, достижения консенсуса.

Дискуссия - спор используется для всестороннего рассмотрения сложных проблем, не имеющих однозначного решения даже в науке, социальной, политической жизни, производственной практике и т.д. Она построена на принципе «позиционного противостояния» и ее цель - не столько решить проблему, сколько побудить участников дискуссии задуматься над проблемой, уточнить и определить свою позицию; научить аргументировано отстаивать свою точку зрения и в то же время осознать право других иметь свой взгляд на эту проблему, быть индивидуальностью.

Условия эффективного проведения дискуссии:

- информированность и подготовленность студентов к дискуссии,

- свободное владение материалом, привлечение различных источников для аргументации отстаиваемых положений;

- правильное употребление понятий, используемых в дискуссии, их единообразное понимание;

- корректность поведения, недопустимость высказываний, задевающих личность оппонента; установление регламента выступления участников;

- полная включенность группы в дискуссию, участие каждого студента в ней.

Подготовка студентов к дискуссии: если тема объявлена заранее, то следует ознакомиться с указанной литературой, необходимыми справочными материалами, продумать свою позицию, четко сформулировать аргументацию, выписать цитаты, мнения специалистов.

В проведении дискуссии выделяется несколько этапов.

Этап 1-й, введение в дискуссию: формулирование проблемы и целей дискуссии;

определение значимости проблемы, совместная выработка правил дискуссии; выяснение однозначности понимания темы дискуссии, используемых в ней терминов, понятий.

Этап 2-й, обсуждение проблемы: обмен участниками мнениями по каждому вопросу. Цель этапа - собрать максимум мнений, идей, предложений, соотнося их друг с другом.

Этап 3-й, подведение итогов обсуждения: выработка студентами согласованного мнения и принятие группового решения.

Далее подводятся итоги дискуссии, заслушиваются и защищаются проектные задания. После этого проводится "мозговой штурм" по нерешенным проблемам дискуссии, а также выявляются прикладные аспекты, которые можно рекомендовать для включения в курсовые и дипломные работы или в апробацию на практике.

Семинары-дискуссии проводятся с целью выявления мнения студентов по актуальным и проблемным вопросам.

7. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен (зачет) - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь

на то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На

консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон, иначе в день экзамена не будет чувства бодрости и уверенности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестное выполнение заданий;

3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

2. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

3. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Направление подготовки
05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль)
Рациональное природопользование и экологический инжиниринг

Автор: Абрамов С. М., к.пед.н., доцент

Одобрены на заседании кафедры
Управления персоналом
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Ветошкина Т.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол №1 от 16.09.2021
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией
Горно-технологического факультета
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Колчина Н.В.
(Фамилия И. О.)
Протокол № 2 от 08.10.2021
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……..….3

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ…….…...6

ПОДГОТОВКА К ДОКЛАДУ……10

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ...15

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ……..18

ПОДГОТОВКА К РЕШЕНИЮ КЕЙСОВ…….19

ПОДГОТОВКА К ОПРОСУ……...22

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ……24

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении – это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знаний должна соответствовать уровню развития студентов;

- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;

- объем задания должен соответствовать уровню студента;

- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны – это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа – практические занятия;

2. внеаудиторная самостоятельная работа – подготовка к практическим занятиям, подготовка к устному опросу, участию в дискуссиях, решению практико-ориентированных задач и др.

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;

- уровень образования и степень подготовленности студентов;

- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процесса обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине «*Всеобщая история*» обращаю внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к выполнению *контрольной работы* и к сдаче *зачета*.

Настоящие методические указания позволят студентам самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности, и направлены на формирование компетенций, предусмотренных учебным планом поданному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине *«Всеобщая история»* являются:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение тем курса (в т. ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);
- подготовка к практическим (семинарским) занятиям (в т. ч. подготовка доклада, подготовка к выполнению практико-ориентированного задания);
- подготовка к тестированию;
- решение кейс-задач;
- подготовка контрольной работы;
- подготовка к зачету.

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики – это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

• составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;

• перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и выпускных квалификационных работ (ВКР), а что выходит за рамками официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);

• обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);

• определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;

• при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и руководителями ВКР, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;

• все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);

• если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;

• следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность

осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьёзный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель

устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;

- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план,

тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис - это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование - наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным

подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

ПОДГОТОВКА ДОКЛАДА

Одной из форм текущего контроля является доклад, который представляет собой продукт самостоятельной работы студента.

Доклад - это публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Как правило, в основу доклада ложится анализ литературы по проблеме. Он должен носить характер краткого, но в то же время глубоко аргументированного устного сообщения. В нем студент должен, по возможности, полно осветить различные точки зрения на проблему, выразить собственное мнение, сделать критический анализ теоретического и практического материала.

Подготовка доклада является обязательной для обучающихся, если доклад указан в перечне форм текущего контроля успеваемости в рабочей программе дисциплины.

Доклад должен быть рассчитан на 7-10 минут.

Обычно доклад сопровождается представлением презентации.

Презентация (от англ. «presentation» - представление) - это набор цветных слайдов на определенную тему, который хранится в файле специального формата с расширением PP.

Целью презентации - донести до целевой аудитории полноценную информацию об объекте презентации, изложенной в докладе, в удобной форме.

Перечень примерных тем докладов с презентацией представлен в рабочей программе дисциплины, он выдается обучающимся заблаговременно вместе с методическими указаниями по подготовке. Темы могут распределяться студентами самостоятельно (по желанию), а также закрепляться преподавателем дисциплины.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления.

Для этого, остановитесь на теме, которая вызывает у Вас больший интерес; определите цель выступления; подумайте, достаточно ли вы знаете по выбранной теме или проблеме и сможете ли найти необходимый материал;

- осуществить сбор материала к выступлению.

Начинайте подготовку к докладу заранее; обращайтесь к справочникам, энциклопедиям, научной литературе по данной проблеме; записывайте необходимую информацию на отдельных листах или тетради;

- организовать работу с литературой.

При подборе литературы по интересующей теме определить конкретную цель поиска: что известно по данной теме? что хотелось бы узнать? для чего нужна эта информация? как ее можно использовать в практической работе?

- во время изучения литературы следует: записывать вопросы, которые возникают по мере ознакомления с источником, а также ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;

- обработать материал.

Учитывайте подготовку и интересы слушателей; излагайте правдивую информацию; все мысли должны быть взаимосвязаны между собой.

При подготовке доклада с презентацией особо необходимо обратить внимание на следующее:

- подготовка доклада начинается с изучения источников, рекомендованных к соответствующему разделу дисциплины, а также специальной литературы для докладчика, список которой можно получить у преподавателя;

- важно также ознакомиться с имеющимися по данной теме монографиями, учебными пособиями, научными информационными статьями, опубликованными в периодической печати.

Относительно небольшой объем текста доклада, лимит времени, отведенного для публичного выступления, обусловливает потребность в тщательном отборе материала, умелом выделении главных положений в содержании доклада, использовании наиболее доказательных фактов и убедительных примеров, исключении повторений и многословия.

Решить эти задачи помогает составление развернутого плана.

План доклада должен содержать следующие главные компоненты: краткое вступление, вопросы и их основные тезисы, заключение, список литературы.

После составления плана можно приступить к написанию текста. Во вступлении важно показать актуальность проблемы, ее практическую значимость. При изложении вопросов темы раскрываются ее основные положения. Материал содержания вопросов полезно располагать в таком порядке: тезис; доказательство тезиса; вывод и т. д.

Тезис - это главное основополагающее утверждение. Он обосновывается путем привлечения необходимых цитат, цифрового

материала, ссылок на статьи. При изложении содержания вопросов особое внимание должно быть обращено на раскрытие причинно-следственных связей, логическую последовательность тезисов, а также на формулирование окончательных выводов. Выводы должны быть краткими, точными, достаточно аргументированными всем содержанием доклада.

В процессе подготовки доклада студент может получить консультацию у преподавателя, а в случае необходимости уточнить отдельные положения.

Выступление

При подготовке к докладу перед аудиторией необходимо выбрать способ выступления:

- устное изложение с опорой на конспект (опорой могут также служить заранее подготовленные слайды);
- чтение подготовленного текста.

Чтение заранее написанного текста значительно уменьшает влияние выступления на аудиторию. Запоминание написанного текста заметно сковывает выступающего и привязывает к заранее составленному плану, не давая возможности откликаться на реакцию аудитории.

Короткие фразы легче воспринимаются на слух, чем длинные.

Необходимо избегать сложных предложений, причастных и деепричастных оборотов. Излагая сложный вопрос, нужно постараться передать информацию по частям.

Слова в речи надо произносить четко и понятно, не надо говорить слишком быстро или, наоборот, растягивать слова. Надо произнести четко особенно ударную гласную, что оказывает наибольшее влияние на разборчивость речи.

Пауза в устной речи выполняет ту же роль, что знаки препинания в письменной. После сложных выводов или длинных предложений необходимо сделать паузу, чтобы слушатели могли вдуматься в сказанное или правильно понять сделанные выводы. Если выступающий хочет, чтобы его понимали, то не следует говорить без паузы дольше, чем пять с половиной секунд.

Особое место в выступлении занимает обращение к аудитории. Известно, что обращение к собеседнику по имени создает более доверительный контекст деловой беседы. При публичном выступлении также можно использовать подобные приемы. Так, косвенными обращениями могут служить такие выражения, как «Как Вам известно», «Уверен, что Вас это не оставит равнодушными». Выступающий показывает, что слушатели интересны ему, а это самый простой путь достижения взаимопонимания.

Во время выступления важно постоянно контролировать реакцию слушателей. Внимательность и наблюдательность в сочетании с опытом позволяют оратору уловить настроение публики. Возможно, рассмотрение некоторых вопросов придется сократить или вовсе отказаться от них.

После выступления нужно быть готовым к ответам на возникшие у аудитории вопросы.

Стоит обратить внимание на вербальные и невербальные составляющие общения. Небрежность в жестах недопустима. Жесты могут быть приглашающими, отрицающими, вопросительными, они могут подчеркнуть нюансы выступления.

Презентация

Презентация наглядно сопровождает выступление.

Этапы работы над презентацией могут быть следующими:

- осмыслите тему, выделите вопросы, которые должны быть освещены в рамках данной темы;
- составьте тезисы собранного материала. Подумайте, какая часть информации может быть подкреплена или полностью заменена изображениями, какую информацию можно представить в виде схем;
- подберите иллюстративный материал к презентации: фотографии, рисунки, фрагменты художественных и документальных фильмов, материалы кинохроники, разработайте необходимые схемы;
- подготовленный материал систематизируйте и «упакуйте» в отдельные блоки, которые будут состоять из собственно текста (небольшого по объему), схем, графиков, таблиц и т.д.;
- создайте слайды презентации в соответствии с необходимыми требованиями;
- просмотрите презентацию, оцените ее наглядность, доступность, соответствие языковым нормам.

Требования к оформлению презентации

Компьютерную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, удобнее всего подготовить в программе MS Power Point.

Презентация как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов. Чаще всего демонстрация презентации проецируется на большом экране, реже – раздается собравшимся как печатный материал.

Количество слайдов должно быть пропорционально содержанию и продолжительности выступления (например, для 5-минутного выступления рекомендуется использовать не более 10 слайдов).

На первом слайде обязательно представляется тема выступления и сведения об авторах.

Следующие слайды можно подготовить, используя две различные стратегии их подготовки:

1-я стратегия: на слайды выносится опорный конспект выступления и ключевые слова с тем, чтобы пользоваться ими как планом для выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- объем текста на слайде – не больше 7 строк;

- маркированный/нумерованный список содержит не более 7 элементов;
- отсутствуют знаки пунктуации в конце строк в маркированных и нумерованных списках;
- значимая информация выделяется с помощью цвета, кегля, эффектов анимации.

Особо внимательно необходимо проверить текст на отсутствие ошибок и опечаток. Основная ошибка при выборе данной стратегии состоит в том, что выступающие заменяют свою речь чтением текста со слайдов.

2-я стратегия: на слайды помещается фактический материал (таблицы, графики, фотографии и пр.), который является уместным и достаточным средством наглядности, помогает в раскрытии стержневой идеи выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- выбранные средства визуализации информации (таблицы, схемы, графики и т. д.) соответствуют содержанию;
- использованы иллюстрации хорошего качества (высокого разрешения), с четким изображением (как правило, никто из присутствующих не заинтересован вчитываться в текст на ваших слайдах и всматриваться в мелкие иллюстрации).

Максимальное количество графической информации на одном слайде – 2 рисунка (фотографии, схемы и т.д.) с текстовыми комментариями (не более 2 строк к каждому). Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана.

Обычный слайд, без эффектов анимации, должен демонстрироваться на экране не менее 10 - 15 секунд. За меньшее время аудитория не успеет осознать содержание слайда.

Слайд с анимацией в среднем должен находиться на экране не меньше 40 – 60 секунд (без учета времени на случайно возникшее обсуждение). В связи с этим лучше настроить презентацию не на автоматический показ, а на смену слайдов самим докладчиком.

Особо тщательно необходимо отнестись к оформлению презентации. Для всех слайдов презентации по возможности необходимо использовать один и тот же шаблон оформления, кегль – для заголовков - не меньше 24 пунктов, для информации - не менее 18.

В презентациях не принято ставить переносы в словах.

Наилучшей цветовой гаммой для презентации являются контрастные цвета фона и текста (белый фон – черный текст; темно-синий фон – светло-желтый текст и т. д.).

Лучше не смешивать разные типы шрифтов в одной презентации.

Рекомендуется не злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже).

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ

Практико-ориентированные задания выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций. Это могут быть ситуации, требующие применения умений и навыков, специфичных для соответствующего профиля обучения (знания содержания предмета), ситуации, требующие организации деятельности, выбора её оптимальной структуры личностно-ориентированных ситуаций (нахождение нестандартного способа решения).

Кроме этого, они выступают средством формирования у студентов умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач. Они строятся на основе ситуаций, возникающих на различных уровнях осуществления практики и формулируются в виде производственных поручений (заданий).

Под практико-ориентированными задания понимают задачи из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков, необходимых в повседневной жизни, в том числе с использованием элементов производственных процессов.

Цель практико-ориентированных заданий – приобретение умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачи практико-ориентированных заданий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- обучение приемам решения практических задач;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Важными отличительными особенностями практико-ориентированных задания от стандартных задач (предметных, межпредметных, прикладных) являются:

- значимость (познавательная, профессиональная, общекультурная, социальная) получаемого результата, что обеспечивает познавательную мотивацию обучающегося;

- условие задания сформулировано как сюжет, ситуация или проблема, для разрешения которой необходимо использовать знания из разных разделов основного предмета, из другого предмета или из жизни, на которые нет явного указания в тексте задания;

- информация и данные в задании могут быть представлены в различной форме (рисунок, таблица, схема, диаграмма, график и т.д.), что потребует распознавания объектов;

- указание (явное или неявное) области применения результата, полученного при решении задания.

Кроме выделенных четырех характеристик, практико-ориентированные задания имеют следующие:

1. по структуре эти задания – нестандартные, т.е. в структуре задания не все его компоненты полностью определены;

2. наличие избыточных, недостающих или противоречивых данных в условии задания, что приводит к объемной формулировке условия;

3. наличие нескольких способов решения (различная степень рациональности), причем данные способы могут быть неизвестны учащимся, и их потребуется сконструировать.

При выполнении практико-ориентированных заданий следует руководствоваться следующими общими рекомендациями:

- для выполнения практико-ориентированного задания необходимо внимательно прочитать задание, повторить лекционный материал по соответствующей теме, изучить рекомендуемую литературу, в т.ч. дополнительную;

- выполнение практико-ориентированного задания включает постановку задачи, выбор способа решения задания, разработку алгоритма практических действий, программы, рекомендаций, сценария и т. п.;

- если практико-ориентированное задание выдается по вариантам, то получить номер варианта исходных данных у преподавателя; если нет вариантов, то нужно подобрать исходные данные самостоятельно, используя различные источники информации;

- для выполнения практико-ориентированного задания может использоваться метод малых групп. Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссного решения, аналитические способности.

Примером практико-ориентированного задания по дисциплине «*Всеобщая история*» выступает **анализ исторического документа.**

Алгоритм анализа исторического документа:

1. Происхождение текста.

1.1. Кто написал этот текст?
1.2. Когда он был написан?
1.3. К какому виду источников он относится: письмо, дневник, официальный документ и т.п.?
2. Содержание текста.
Каково содержание текста? Сделайте обзор его структуры. Подчеркните наиболее важные слова, персоналии, события. Если вам не известны какие-то слова, поработайте со словарем.
3. Достоверна ли информация в тексте?
3.1. Свидетелем первой или второй очереди является автор текста? (Если автор присутствовал во время события, им описываемого, то он является первоочередным свидетелем).
3.2. Текст первичен или вторичен? (Первичный текст современен событию, вторичный текст берет информацию из различных первичных источников. Первичный текст может быть написан автором второй очереди, то есть созданным много позже самого события).
4. Раскройте значение источника и содержащейся в ней информации.
5. Дайте обобщающую оценку данному источнику.
- Когда, где и почему появился закон (сборник законов)?
- Кто автор законов?
- Чьи интересы защищает закон?
- Охарактеризуйте основные положения закона (ссылки на текст, цитирование).
- Сравните с предыдущими законами.
- Что изменилось после введения закона?
- Ваше отношение к этому законодательному акту (справедливость, необходимость и т.д.).

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответна имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

1. готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;

2. четко выяснить все условия тестирования заранее. Студент должен знать, сколько тестов ему будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т. д.;

3. приступая к работе с тестами, внимательно и до конца нужно прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов; выбрать правильные (их может быть несколько); на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;

- в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант;

- не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, нужно переходить к другим тестовым заданиям; к трудному вопросу можно обратиться в конце;

- обязательно необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

ПОДГОТОВКА К РЕШЕНИЮ КЕЙСОВ

Целью такого вида самостоятельной работы, как решение кейсов, является формирование умения анализировать в короткие сроки большой объем неупорядоченной информации, принятие решений в условиях недостаточной информации.

Кейс-задание (англ. case - случай, ситуация) - метод обучения, основанный на разборе практических проблемных ситуаций - кейсов, связанных с конкретным событием или последовательностью событий.

Различают следующие виды кейсов:

- иллюстративные,
- аналитические,
- кейсы, связанные с принятием решений.

Подготовка кейс-задания осуществляется в следующей последовательности:

1) подготовить основной текст с вопросами для обсуждения:

- титульный лист с кратким запоминающимся названием кейса;

- введение, где упоминается герой (герои) кейса, рассказывается об истории вопроса, указывается время начала действия;

- основная часть, где содержится главный массив информации, внутренняя интрига, проблема;

- заключение (в нем решение проблемы, рассматриваемой в кейсе, иногда может быть не завершено);

2) подобрать приложения с подборкой различной информации, передающей общий контекст кейса (документы, публикации, фото, видео и др.);

3) предложить возможное решение проблемы.

Планируемые результаты самостоятельной работы в ходе решения кейсов:

- способность студентов анализировать результаты научных исследований и применять их при решении конкретных исследовательских задач;

- готовность использовать индивидуальные креативные способности для оригинального решения исследовательских задач;

- способность решать нестандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий.

Алгоритм решения кейс-задачи студентом можно представить, как взаимосвязь последовательных действий:

1. Понимание задачи:

- усвоение какой учебной темы предлагает решение кейса;

- какого рода результат требуется;

- нужно ли дать оценку тому, что произошло, или рекомендации в отношении того, что должно произойти;

- если требуется прогноз, на какой период времени вы должны разработать подробный план действий;

- какая форма презентации требуется, каковы требования к ней;

- сколько времени вы должны работать с кейсом?

2. Просмотр кейса. После того как студенты узнали, каких действий от них ждут, они должны "почувствовать" ситуацию кейса:

- посмотреть его содержание, старясь понять основную идею и вид предоставленной информации;

- если на этой стадии возникают вопросы, или "выскакивают" важные мысли, или кажутся подходящими те или иные концепции курса, прочитав текст до конца, следует их выписать;

- после этого прочитать кейс медленнее, отмечая маркером или записывая пункты, которые кажутся существенными.

3. Составление описания как путь изучения ситуации и определения тем. При просмотре кейса вы неизбежно начнете:

- структурировать ситуацию, оценивая одни аспекты как важные, а другие как несущественные;

- определить и отобразить все моменты, которые могли иметь отношение к ситуации. Из них можно построить систему взаимосвязанных проблем, которые сделали ситуацию заслуживающей анализа;

- рассмотреть факторы, находящиеся вне прямого контекста проблемы, поскольку они могут быть чрезвычайно важны;

- выделить "темы" – связанные группы факторов, которые могут воздействовать на каждый аспект ситуации. Например, одна их часть может иметь дело с воспринимаемым низким качеством, другая – с изменениями в поведении конкурента;

- описать ситуацию.

4. Диагностика проблемы. Процесс определения проблемы включает в себя следующие действия:

- вспомнить изученные ранее темы и провести по ним мозговой штурм для выявления потенциально соответствующих кейсу теоретических знаний;

- вертикально структурируйте вопрос, начиная с тех, которые касаются отдельных работников, затем группы или подразделения, организации в целом и, наконец, окружающей среды;

- изучите обстоятельства возникновения ситуации;

- не забывать возвращаться к информации кейса и более внимательно рассматривать факторы, ставшие важными в ходе анализа.

5. Формулировка проблем. На этой стадии следует:

- письменно сформулировать восприятие основных проблем;

- при наличии нескольких проблем следует установить их приоритетность, используя следующие критерии:

- важность – что произойдет, если эта проблема не будет решена;

- срочность – как быстро нужно решить эту проблему;

- иерархическое положение — до какой степени эта проблема является причиной других проблем;

- разрешимость – можете ли вы сделать что-либо для ее решения.

6. Выбор критериев решения проблемы. Сразу после выяснения структуры проблемы следует подумать о критериях выбора решений.

7. Генерирование альтернатив. Важно разработать достаточно широкий круг вариантов решения проблемы, опираясь на известные или изучаемые концепции, чтобы предложить лучшие способы действий, опыт решения других кейсов, креативные методы (мозговой штурм, аналогия, метафора и др.).

8. Оценка вариантов и выбор наиболее подходящего из них.

- необходимо определите критерии предпочтительности варианта;

- критерии выбора варианта должны быть основаны на том, в какой мере они способствуют решению проблемы в целом, а также по признакам выполнимости, быстроты, эффективности, экономичности;

- каждый из критериев необходимо проанализировать с позиций всех групп интересов;

- при оценке вариантов вы должны подумать о том, как они будут воздействовать не только на центральную проблему, но и на всю ситуацию в целом;

- определите вероятные последствия использования ваших вариантов.

9. Презентация выводов.

ПОДГОТОВКА К ОПРОСУ

- ***Письменный опрос***

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе.

- ***Устный опрос***

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии.

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).

5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).

6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).

7. Использование дополнительного материала.

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание.

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу. Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к *зачету* по дисциплине «*Всеобщая история*» обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «*Всеобщая история*».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к *зачету* на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.О.02.02 ИСТОРИЯ РОССИИ

Направление подготовки
05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль)
Рациональное природопользование и экологический инжиниринг

Автор: Железникова А.В.

Одобрены на заседании кафедры
Управления персоналом
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Ветошкина Т.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 16.09.2021
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией
Горно-технологического факультета
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Колчина Н.В.
(Фамилия И. О.)
Протокол № 2 от 08.10.2021
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……..……..3

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ…….……..…….……..6

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ……10

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ…….……18

ПОДГОТОВКА К ДОКЛАДУ…….22

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ....27

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ……30

ПОДГОТОВКА ЭССЕ……31

ПОДГОТОВКА К ОПРОСУ…….....34

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ……36

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении – это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знаний должна соответствовать уровню развития студентов;

- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;

- объем задания должен соответствовать уровню студента;

- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны – это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа – практические занятия;

2. внеаудиторная самостоятельная работа – подготовка к практическим занятиям, подготовка к устному опросу, участию в дискуссиях, решению практико-ориентированных задач и др.

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;

- уровень образования и степень подготовленности студентов;

- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процесса обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине «*История России*» обращаю внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к выполнению *контрольной работы* и к сдаче *зачета*.

Настоящие методические указания позволят студентам самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю подготовки, опытом творческой и

исследовательской деятельности, и направлены на формирование компетенций, предусмотренных учебным планом поданному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «*История России*» являются:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение тем курса (в т. ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);
- подготовка к практическим (семинарским) занятиям (в т. ч. подготовка доклада, подготовка к выполнению практико-ориентированного задания);
- подготовка к тестированию;
- подготовка эссе;
- подготовка контрольной работы;
- подготовка к зачету.

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Тема 1. Объект, предмет, основные понятия и методы исследования истории

1.История как наука. Сущность, формы, функции исторического знания.

2.Методы и источники изучения истории. Понятие и классификация исторического источника.

3.Концепции исторического процесса.

4.История России - неотъемлемая часть всемирной истории.

5.Историография отечественной истории.

Тема 2. Славянский этногенез. Образование государства у восточных славян

1.Этногенез восточных славян.

2.Славяне: расселение, занятия, общественное устройство, верования.

3.Предпосылки образования государственности у восточных славян

4.Норманнская и антинорманнская теории.

5. Первые князья династии Рюриковичей.

6. Русь и Византия. Первые договоры.

Тема 3. Киевская Русь

1. Социально-экономический и общественно-политический строй Киевской Руси (конец X – первая треть XII вв.).

2.Формирование системы государственного управления. Князья Игорь, Ольга, Святослав.

3. Князь Владимир. Крещение Руси и его значение.

4. Ярослав Мудрый. «Русская правда» - первый свод законов Древнерусского государства. Владимир Мономах.

Тема 4. Русь в эпоху феодальной раздробленности

1.Предпосылки распада Киевской Руси и начала феодальной раздробленности.

2. Политическая раздробленность на Руси

а) Новгородская боярская республика.

б) Владимиро-Суздальская Русь. Юрий Долгорукий, Андрей Боголюбский, Всеволод Большое Гнездо.

в) Галицко-Волынская земля. Ростислав Мстиславич, Даниил Романович.

г) Киевская земля в период феодальной раздробленности.

3. Последствия раздробленности.

4. Завоевательные походы монголов и нашествие Батыя на Русь.

5. Борьба с немецко-шведской агрессией. Деятельность А.Невского

6. Золотоордынское влияние на развитие средневековой Руси: оценки историков.

Тема 5. Складывание Московского государства в XIV - XVI вв. (XIV – начало XVI вв.)

1.Предпосылки и особенности процесса объединения русских земель.

2.Этапы политического объединения, их характеристика и содержание. Иван Калита, Дмитрий Донской.

3.Социально-экономическое развитие и формирование политических основ Российского государства при Иване III и Василии III.

4. Внутренняя и внешняя политика Ивана IV.

5. Культура Руси XIV – начала XVI вв.

Тема 6. Российское государство в XVII в.

1.Смутное время начала XVII в.

2.Развитие Российского государства при первых царях династии Романовых:

а) новые явления в социально-экономической жизни;

б) движение социального протеста;

в) государственно-общественное развитие;

г) реформы патриарха Никона и церковный раскол;

д) внешняя политика России в XVII в., присоединение новых территорий

Тема 7. Россия в XVIII в.

1. Реформы Петра I и начало российской модернизации

2. Внешняя политика Петра I. Рождение Российской империи.

3. «Эпоха дворцовых переворотов» (1725–1762 гг.).

4.Царствование Екатерины II:

а) социально-экономическое развитие России во 2-й половине XVIII в.;

б) «Просвещенный абсолютизм»: содержание, особенности, противоречия.

4.Российское государство в конце XVIII века. Павел I.

5.Внешняя политика России

6.Европеизация и секуляризация русской культуры: результаты и последствия.

Тема 8. Россия в XIX в.

1. Александр I и его преобразования. М.М. Сперанский.

2. Внешняя политика в первой четверти XIX в.

3. Внутренняя и внешняя политика императора Николая I.

4. Александр II. Отмена крепостного права и ее влияние на социально-экономическое развитие страны.

5.Либерально-буржуазные реформы 60–70-х гг. XIX в. и их последствия.

6. «Контрреформы» Александра III: корректировка реформаторского курса.

7.Общественно-политические движения (консервативный, либеральный, революционный лагерь).

8.Внешняя политика России во второй половине XIX в.

9. Культура и общественная жизнь России в XIX в.

Тема 11. Россия в XX в.

1.Проблемы российской модернизации на рубеже XIX –XX вв. Программа индустриализации С. Ю. Витте. Реформы П. А. Столыпина.

2.Революция 1905–1907 гг. в России. Становление многопартийности и парламентаризма в России.

3. Внешняя политика. Первая мировая война.

4.Февральская революция 1917 года. Октябрь 1917 года: приход к власти большевиков.

5.Гражданская война в России и первое десятилетие Советской власти

6. Новая экономическая политика: цели, направления, результаты.

7.Социально-экономические преобразования в СССР:

а) индустриализация страны: необходимость, источники, методы, итоги;

б) коллективизация сельского хозяйства;

в) формирование и упрочение административно-бюрократической системы.

8. Политическая система СССР в 1930-е годы. Завершение «культурной революции».

9. Образование СССР. Внешняя политика СССР в 1930-е гг.

10. СССР во Второй мировой войне

а) подготовка страны к войне, этапы войны;

б) крупнейшие сражения, партизанское движение, работа тыла;

в) СССР и союзники во Второй мировой войне;

г) итоги войны, цена Великой победы.

11. СССР в послевоенный период

12. Социально-экономическое и общественно-политическое развитие СССР в 1946–1953 гг.

13.Успехи и противоречия социально-экономического и внешне-политического развития страны под руководством Н. С. Хрущева

14. Советское общество в эпоху «застоя» в период руководства Л.И. Брежнева

15. СССР в середине 1980-1990 гг.

а) Экономические преобразования в стране. Политика «ускорения». «Перестройка» в СССР.

б) Концепция «Нового политического мышления» и ее претворение в жизнь.

в) Реформирование политической системы. Распад СССР.

Тема 17. Россия и мир в начале XXI в.

1. Геополитические последствия распада СССР. Провозглашение суверенитета Российской Федерации. 2.Формирование новой государственности. Конституция 1993 г.

3. Социально-экономические преобразования. Рыночная модернизация страны.

4. Внешнеполитическая деятельность в условиях новой геополитической ситуации. Россия и мир на рубеже XX– XXI.

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Объект, предмет, основные понятия и методы исследования истории

История
Исторический факт
Исторический источник
Интерпретация
Этнос
Менталитет
Государство
Цивилизация
Формация
Классы
Прогресс
Регресс
Общественно-экономическая формация
Геополитика

Тема 2. Славянский этногенез. Образование государства у восточных славян

Великое переселение народов
Этногенез
Военная демократия
Язычество
Полюдье
Повоз
Погосты и уроки
Феодализм
Варяги
Вервь
Вече
Племенной союз
Государство
Князь
Русь
Волхвы
Анты и венеды
Отроки
Смерды
Закупы
Рядовичи
Холопы

Тема 3. Киевская Русь

«Русская правда»
Вотчина
Боярская дума
Децентрализация
Уделы
Централизация
Поместье
Воевода
Ремесло
Феодализм
Феодальные отношения
Усложнение социальной структуры
Культура народная, культура религиозная
Фольклор
Храм
Икона фреска
Летописание
Эволюция государственности
Хазары, половцы, печенеги

Тема 4. Русь в эпоху феодальной раздробленности

Великий князь
Княжеский двор
Дружина
Междоусобные войны
Феодальная раздробленность
Феодальные центры
Боярская республика
Посадник
Тысяцкий
Сепаратизм
Последствия раздробленности
Держава Чингисхана
Золотая Орда
Монголо-татарское нашествие
Баскак
Выход
Подушная подать
Монголо-татарское иго
Ярлык
Проблема взаимовлияния
Вторжения с северо-запада
Ливонский орден
Рыцари

Тема 5. Складывание Московского государства в XIV - XVI вв. (XIV – начало XVI вв.)

Централизация
Приказы
Поместье
Дворяне
Местничество
Кормление
Крепостное право
Боярская дума
Натуральное хозяйство
Судебник
Государев дворец
Государева казна
Государственные символы
«Москва – третий Рим»
Сословно-представительная монархия
Земский собор
Митрополит
Крепостное право
Венчание на царство
Избранная рада
Реформа
Приказы
Стрелецкое войско
Стоглав
Опричнина
Губные избы
Династический кризис

Тема 6. Российское государство в XVII в.

Смутное время
Интервенция
Крестьянская война
Семибоярщина
Самозванство
Народное ополчение
Сословно-представительная монархия
Патриарх
«Бунташный век»
Тягло
Урочные и заповедные лета
Мануфактуры
Юридическое закрепощение крестьян

Личная зависимость
Внеэкономическая эксплуатация
Стрельцы
Казаки
Полки нового строя
Раскол в Русской православной церкви
Старообрядчество
Ярмарка
Абсолютная монархия

Тема 7. Россия в XVIII в.

Абсолютизм
Империя
Регулярная армия
Синод
Сенат
Министерства
Коллегии
«Великое посольство»
Подушная подать
Табель о рангах
Рекруты
Ассамблеи
Кунсткамера
Протекционизм
Меркантилизм
Государственная монополия
Дворцовые перевороты
Гвардия
Верховный Тайный совет
Кондиции
«Бироновщина»
Просвещенный абсолютизм
Уложенная комиссия
Жалованная грамота
Приписные крестьяне
Обер-прокурор
Господствующее сословие
Податные сословия
Крестьянская война

Тема 8. Россия в XIX в.

Либеральные реформы
Конституционализм
Негласный комитет

Государственный Совет
Отечественная война
Конституция
Монархия
Крестьянский вопрос
Либерализм
Аракчеевщина
Реакция
Консерватизм
Общественное движение
Декабристы
Западники
Славянофилы
Теория «официальной народности»
Восточный вопрос
Бюрократизация
Кодификация
Финансовая реформа Е.Ф. Канкрина
Буржуазия
Капитализм
Рабочий класс
Промышленный переворот
Крестьянская реформа
Выкупные платежи
Временно-обязанные крестьяне
Уставные грамоты
Крестьянская община
Народничество, радикализм
Рабочее движение
Марксизм
Социал-демократия
Контрреформы
Легитимность
Выкупная сделка
Мировой суд
Земство
Всесословная воинская повинность
Буржуазия, пролетариат
Индустриализация и модернизация
Союз трех императоров

Тема 9. Россия в XX веке.

Монополия
Промышленный подъем
Депрессия

Модернизация
Революция
Манифест
Конституционная монархия
Политическая партия
Государственная Дума
Прогрессивный блок
Революционные партии
Антанта
Тройственный союз
Аграрная реформа
Отруб, хутор
Советы
Большевики, меньшевики
Временное правительство
Республика
Двоевластие
Учредительное собрание
Первая Мировая война

Совет народных комиссаров
Красная Армия
Белое движение
Гражданская война
Сепаратный мирный договор
Иностранная интервенция
Мировая революция
Декреты
Военный коммунизм
Продразверстка
Авторитаризм
Тоталитаризм
Коминтерн
Новая экономическая политика
Продналог
Индустриализация
Коллективизация
Культурная революция
«Мюнхенский сговор»
Лига Наций
Коллективная безопасность
Вторая Мировая война
Пакт о ненападении
Государственный Комитет обороны, Ставка Верховного главнокомандования

Эвакуация
Антигитлеровская коалиция
Второй фронт
Коренной перелом
Партизанское движение, подпольное движение
Сопротивление
Фашизм, японский милитаризм
Ленд-лиз
Капитуляция
ООН
НАТО, ОВД
Репрессии
Либерализация политического режима
Десталинизация
Денежная реформа
Мировая социалистическая система
«Оттепель»
ГУЛАГ
Реабилитация
«Холодная война»
Совхоз
Целина
Мелиорация
Спутник
Освоение космоса
Паритет
Правозащитное движение
Диссиденты
Развитой социализм
Герантократия
Разрядка
«Теневая экономика»
Концепция развитого социализма
Разрядка международной напряженности
Стабильность кадров
Реформа хозяйственного механизма
Экстенсивный путь развития
Страны социалистической ориентации
Перестройка
Гласность
«Новое политическое мышление»
Плюрализм
СНГ
Приватизация
Прибыль и рентабельность

Госприемка
«Шоковая терапия»
Ваучер
Распад СССР
Многопартийность
Возрождение парламентаризма
Рыночная экономика
Борьба с экстремизмом и терроризмом
Дефолт
Стабилизация
Финансовый кризис
Содружество Независимых государств

Тема 17. Россия и мир в начале XXI в.

Правовое государство
Гражданское общество
Рыночная экономика
Дефолт
Вертикаль власти
Олигархи
Глобализация
Совет Федерация
Государственная Дума
Совет Европы
ВТО

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики – это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

• составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;

• перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и выпускных квалификационных работ (ВКР), а что выходит за рамками официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);

• обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);

• определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;

• при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и руководителями ВКР, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;

• все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);

• если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;

• следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для

овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьёзный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель –

познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

- изучающее – предполагает досконального освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков,

вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис - это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование - наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

ПОДГОТОВКА ДОКЛАДА

Одной из форм текущего контроля является доклад, который представляет собой продукт самостоятельной работы студента.

Доклад - это публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Как правило, в основу доклада ложится анализ литературы по проблеме. Он должен носить характер краткого, но в то же время глубоко аргументированного устного сообщения. В нем студент должен, по возможности, полно осветить различные точки зрения на проблему, выразить собственное мнение, сделать критический анализ теоретического и практического материала.

Подготовка доклада является обязательной для обучающихся, если доклад указан в перечне форм текущего контроля успеваемости в рабочей программе дисциплины.

Доклад должен быть рассчитан на 7-10 минут.

Обычно доклад сопровождается представлением презентации.

Презентация (от англ. «presentation» - представление) - это набор цветных слайдов на определенную тему, который хранится в файле специального формата с расширением PP.

Целью презентации - донести до целевой аудитории полноценную информацию об объекте презентации, изложенной в докладе, в удобной форме.

Перечень примерных тем докладов с презентацией представлен в рабочей программе дисциплины, он выдается обучающимся заблаговременно вместе с методическими указаниями по подготовке. Темы могут распределяться студентами самостоятельно (по желанию), а также закрепляться преподавателем дисциплины.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления.

Для этого, остановитесь на теме, которая вызывает у Вас больший интерес; определите цель выступления; подумайте, достаточно ли вы знаете по выбранной теме или проблеме и сможете ли найти необходимый материал;

- осуществить сбор материала к выступлению.

Начинайте подготовку к докладу заранее; обращайтесь к справочникам, энциклопедиям, научной литературе по данной проблеме; записывайте необходимую информацию на отдельных листах или тетради;

- организовать работу с литературой.

При подборе литературы по интересующей теме определить конкретную цель поиска: что известно по данной теме? что хотелось бы узнать? для чего нужна эта информация? как ее можно использовать в практической работе?

- во время изучения литературы следует: записывать вопросы, которые возникают по мере ознакомления с источником, а также ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;

- обработать материал.

Учитывайте подготовку и интересы слушателей; излагайте правдивую информацию; все мысли должны быть взаимосвязаны между собой.

При подготовке доклада с презентацией особо необходимо обратить внимание на следующее:

- подготовка доклада начинается с изучения источников, рекомендованных к соответствующему разделу дисциплины, а также специальной литературы для докладчика, список которой можно получить у преподавателя;

- важно также ознакомиться с имеющимися по данной теме монографиями, учебными пособиями, научными информационными статьями, опубликованными в периодической печати.

Относительно небольшой объем текста доклада, лимит времени, отведенного для публичного выступления, обусловливает потребность в тщательном отборе материала, умелом выделении главных положений в содержании доклада, использовании наиболее доказательных фактов и убедительных примеров, исключении повторений и многословия.

Решить эти задачи помогает составление развернутого плана.

План доклада должен содержать следующие главные компоненты: краткое вступление, вопросы и их основные тезисы, заключение, список литературы.

После составления плана можно приступить к написанию текста. Во вступлении важно показать актуальность проблемы, ее практическую значимость. При изложении вопросов темы раскрываются ее основные положения. Материал содержания вопросов полезно располагать в таком порядке: тезис; доказательство тезиса; вывод и т. д.

Тезис - это главное основополагающее утверждение. Он обосновывается путем привлечения необходимых цитат, цифрового материала, ссылок на статьи. При изложении содержания вопросов особое внимание должно быть обращено на раскрытие причинно-следственных связей, логическую последовательность тезисов, а также на формулирование окончательных выводов. Выводы должны быть краткими, точными, достаточно аргументированными всем содержанием доклада.

В процессе подготовки доклада студент может получить консультацию у преподавателя, а в случае необходимости уточнить отдельные положения.

Выступление

При подготовке к докладу перед аудиторией необходимо выбрать способ выступления:

- устное изложение с опорой на конспект (опорой могут также служить заранее подготовленные слайды);
- чтение подготовленного текста.

Чтение заранее написанного текста значительно уменьшает влияние выступления на аудиторию. Запоминание написанного текста заметно сковывает выступающего и привязывает к заранее составленному плану, не давая возможности откликаться на реакцию аудитории.

Короткие фразы легче воспринимаются на слух, чем длинные.

Необходимо избегать сложных предложений, причастных и деепричастных оборотов. Излагая сложный вопрос, нужно постараться передать информацию по частям.

Слова в речи надо произносить четко и понятно, не надо говорить слишком быстро или, наоборот, растягивать слова. Надо произнести четко особенно ударную гласную, что оказывает наибольшее влияние на разборчивость речи.

Пауза в устной речи выполняет ту же роль, что знаки препинания в письменной. После сложных выводов или длинных предложений необходимо сделать паузу, чтобы слушатели могли вдуматься в сказанное или правильно понять сделанные выводы. Если выступающий хочет, чтобы его понимали, то не следует говорить без паузы дольше, чем пять с половиной секунд.

Особое место в выступлении занимает обращение к аудитории. Известно, что обращение к собеседнику по имени создает более доверительный контекст деловой беседы. При публичном выступлении также можно использовать подобные приемы. Так, косвенными обращениями могут служить такие выражения, как «Как Вам известно», «Уверен, что Вас это не оставит равнодушными». Выступающий показывает, что слушатели интересны ему, а это самый простой путь достижения взаимопонимания.

Во время выступления важно постоянно контролировать реакцию слушателей. Внимательность и наблюдательность в сочетании с опытом позволяют оратору уловить настроение публики. Возможно, рассмотрение некоторых вопросов придется сократить или вовсе отказаться от них.

После выступления нужно быть готовым к ответам на возникшие у аудитории вопросы.

Стоит обратить внимание на вербальные и невербальные составляющие общения. Небрежность в жестах недопустима. Жесты могут быть приглашающими, отрицающими, вопросительными, они могут подчеркнуть нюансы выступления.

Презентация

Презентация наглядно сопровождает выступление.

Этапы работы над презентацией могут быть следующими:

- осмыслите тему, выделите вопросы, которые должны быть освещены в рамках данной темы;
- составьте тезисы собранного материала. Подумайте, какая часть информации может быть подкреплена или полностью заменена изображениями, какую информацию можно представить в виде схем;
- подберите иллюстративный материал к презентации: фотографии, рисунки, фрагменты художественных и документальных фильмов, материалы кинохроники, разработайте необходимые схемы;
- подготовленный материал систематизируйте и «упакуйте» в отдельные блоки, которые будут состоять из собственно текста (небольшого по объему), схем, графиков, таблиц и т.д.;
- создайте слайды презентации в соответствии с необходимыми требованиями;
- просмотрите презентацию, оцените ее наглядность, доступность, соответствие языковым нормам.

Требования к оформлению презентации

Компьютерную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, удобнее всего подготовить в программе MS Power Point.

Презентация как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов. Чаще всего демонстрация презентации проецируется на большом экране, реже – раздается собравшимся как печатный материал.

Количество слайдов должно быть пропорционально содержанию и продолжительности выступления (например, для 5-минутного выступления рекомендуется использовать не более 10 слайдов).

На первом слайде обязательно представляется тема выступления и сведения об авторах.

Следующие слайды можно подготовить, используя две различные стратегии их подготовки:

1-я стратегия: на слайды выносится опорный конспект выступления и ключевые слова с тем, чтобы пользоваться ими как планом для выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- объем текста на слайде – не больше 7 строк;
- маркированный/нумерованный список содержит не более 7 элементов;
- отсутствуют знаки пунктуации в конце строк в маркированных и нумерованных списках;
- значимая информация выделяется с помощью цвета, кегля, эффектов анимации.

Особо внимательно необходимо проверить текст на отсутствие ошибок и опечаток. Основная ошибка при выборе данной стратегии состоит в том, что выступающие заменяют свою речь чтением текста со слайдов.

2-я стратегия: на слайды помещается фактический материал (таблицы, графики, фотографии и пр.), который является уместным и достаточным средством наглядности, помогает в раскрытии стержневой идеи выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- выбранные средства визуализации информации (таблицы, схемы, графики и т. д.) соответствуют содержанию;
- использованы иллюстрации хорошего качества (высокого разрешения), с четким изображением (как правило, никто из присутствующих не заинтересован вчитываться в текст на ваших слайдах и всматриваться в мелкие иллюстрации).

Максимальное количество графической информации на одном слайде – 2 рисунка (фотографии, схемы и т.д.) с текстовыми комментариями (не более 2 строк к каждому). Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана.

Обычный слайд, без эффектов анимации, должен демонстрироваться на экране не менее 10 - 15 секунд. За меньшее время аудитория не успеет осознать содержание слайда.

Слайд с анимацией в среднем должен находиться на экране не меньше 40 – 60 секунд (без учета времени на случайно возникшее обсуждение). В связи с этим лучше настроить презентацию не на автоматический показ, а на смену слайдов самим докладчиком.

Особо тщательно необходимо отнестись к оформлению презентации. Для всех слайдов презентации по возможности необходимо использовать один и тот же шаблон оформления, кегль – для заголовков - не меньше 24 пунктов, для информации - не менее 18.

В презентациях не принято ставить переносы в словах.

Наилучшей цветовой гаммой для презентации являются контрастные цвета фона и текста (белый фон – черный текст; темно-синий фон – светло-желтый текст и т. д.).

Лучше не смешивать разные типы шрифтов в одной презентации.

Рекомендуется не злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже).

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ

Практико-ориентированные задания выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков,

необходимых для освоения профессиональных компетенций. Это могут быть ситуации, требующие применения умений и навыков, специфичных для соответствующего профиля обучения (знания содержания предмета), ситуации, требующие организации деятельности, выбора её оптимальной структуры личностно-ориентированных ситуаций (нахождение нестандартного способа решения).

Кроме этого, они выступают средством формирования у студентов умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач. Они строятся на основе ситуаций, возникающих на различных уровнях осуществления практики и формулируются в виде производственных поручений (заданий).

Под практико-ориентированными задания понимают задачи из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков, необходимых в повседневной жизни, в том числе с использованием элементов производственных процессов.

Цель практико-ориентированных заданий – приобретение умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачи практико-ориентированных заданий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- обучение приемам решения практических задач;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Важными отличительными особенностями практико-ориентированных задания от стандартных задач (предметных, межпредметных, прикладных) являются:

- значимость (познавательная, профессиональная, общекультурная, социальная) получаемого результата, что обеспечивает познавательную мотивацию обучающегося;
- условие задания сформулировано как сюжет, ситуация или проблема, для разрешения которой необходимо использовать знания из разных разделов основного предмета, из другого предмета или из жизни, на которые нет явного указания в тексте задания;
- информация и данные в задании могут быть представлены в различной форме (рисунок, таблица, схема, диаграмма, график и т.д.), что потребует распознавания объектов;
- указание (явное или неявное) области применения результата, полученного при решении задания.

Кроме выделенных четырех характеристик, практико-ориентированные задания имеют следующие:

1. по структуре эти задания – нестандартные, т.е. в структуре задания не все его компоненты полностью определены;

2. наличие избыточных, недостающих или противоречивых данных в условии задания, что приводит к объемной формулировке условия;

3. наличие нескольких способов решения (различная степень рациональности), причем данные способы могут быть неизвестны учащимся, и их потребуется сконструировать.

При выполнении практико-ориентированных заданий следует руководствоваться следующими общими рекомендациями:

- для выполнения практико-ориентированного задания необходимо внимательно прочитать задание, повторить лекционный материал по соответствующей теме, изучить рекомендуемую литературу, в т.ч. дополнительную;

- выполнение практико-ориентированного задания включает постановку задачи, выбор способа решения задания, разработку алгоритма практических действий, программы, рекомендаций, сценария и т. п.;

- если практико-ориентированное задание выдается по вариантам, то получить номер варианта исходных данных у преподавателя; если нет вариантов, то нужно подобрать исходные данные самостоятельно, используя различные источники информации;

- для выполнения практико-ориентированного задания может использоваться метод малых групп. Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссного решения, аналитические способности.

Примером практико-ориентированного задания по дисциплине «*История России*» выступает **анализ исторического документа.**

Алгоритм анализа исторического документа:

1. Происхождение текста.

1.1. Кто написал этот текст?

1.2. Когда он был написан?

1.3. К какому виду источников он относится: письмо, дневник, официальный документ и т.п.?

2. Содержание текста.

Каково содержание текста? Сделайте обзор его структуры. Подчеркните наиболее важные слова, персоналии, события. Если вам не известны какие-то слова, поработайте со словарем.

3. Достоверна ли информация в тексте?

3.1. Свидетелем первой или второй очереди является автор текста? (Если автор присутствовал во время события, им описываемого, то он является первоочередным свидетелем).

3.2. Текст первичен или вторичен? (Первичный текст современен событию, вторичный текст берет информацию из различных первичных источников. Первичный текст может быть написан автором второй очереди, то есть созданным много позже самого события).
4. Раскройте значение источника и содержащейся в ней информации.
5. Дайте обобщающую оценку данному источнику.
- Когда, где и почему появился закон (сборник законов)?
- Кто автор законов?
- Чьи интересы защищает закон?
- Охарактеризуйте основные положения закона (ссылки на текст, цитирование).
- Сравните с предыдущими законами.
- Что изменилось после введения закона?
- Ваше отношение к этому законодательному акту (справедливость, необходимость и т.д.).

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответна имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

1. готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;

2. четко выяснить все условия тестирования заранее. Студент должен знать, сколько тестов ему будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т. д.;

3. приступая к работе с тестами, внимательно и до конца нужно прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов; выбрать правильные (их может быть несколько); на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;

- в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант;

- не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, нужно переходить к другим тестовым заданиям; к трудному вопросу можно обратиться в конце;

- обязательно необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

ПОДГОТОВКА ЭССЕ

Эссе - прозаическое сочинение небольшого объема и свободной композиции на частную тему, трактуемую субъективно и обычно неполно. (Словарь Ожегова)

Жанр эссе предполагает свободу творчества: позволяет автору в свободной форме излагать мысли, выражать свою точку зрения, субъективно оценивать, оригинально освещать материал; это размышление по поводу

когда-то нами услышанного, прочитанного или пережитого, часто это разговор вслух, выражение эмоций и образность.

Уникальность этого жанра в том, что оно может быть написано на любую тему и в любом стиле. На первом плане эссе − личность автора, его мысли, чувства, отношение к миру. Однако необходимо найти оригинальную идею (даже на традиционном материале), нестандартный взгляд на какую-либо проблему. Для грамотного, интересного эссе необходимо соблюдение некоторых правил и рекомендаций.

Особенности эссе:

- - наличие конкретной темы или вопроса;
- - личностный характер восприятия проблемы и её осмысления;
- - небольшой объём;
- - свободная композиция;
- - непринуждённость повествования;
- - внутреннее смысловое единство;
- - афористичность, эмоциональность речи.

Эссе должно иметь следующую структуру:

1. Вступление (введение) определяет тему эссе и содержит определения основных встречающихся понятий.

2. Содержание (основная часть) - аргументированное изложение основных тезисов. Основная часть строится на основе аналитической работы, в том числе - на основе анализа фактов. Наиболее важные обществоведческие понятия, входящие в эссе, систематизируются, иллюстрируются примерами. Суждения, приведенные в эссе, должны быть доказательны.

3. Заключение - это окончательные выводы по теме, то, к чему пришел автор в результате рассуждений. Заключение суммирует основные идеи. Заключение может быть представлено в виде суммы суждений, которые оставляют поле для дальнейшей дискуссии.

Требования, предъявляемые к эссе:

1. Объем эссе не должен превышать 1–2 страниц.

2. Эссе должно восприниматься как единое целое, идея должна быть ясной и понятной.

3. Необходимо писать коротко и ясно. Эссе не должно содержать ничего лишнего, должно включать только ту информацию, которая необходима для раскрытия вашей позиции, идеи.

4. Эссе должно иметь грамотное композиционное построение, быть логичным, четким по структуре.

5. Эссе должно показывать, что его автор знает и осмысленно использует теоретические понятия, термины, обобщения, мировоззренческие идеи.

6. Эссе должно содержать убедительную аргументацию для доказательства заявленной по проблеме позиции. Структура любого

доказательства включает по меньшей мере три составляющие: тезис, аргументы, вывод или оценочные суждения.

- Тезис — это сужение, которое надо доказать.
- Аргументы — это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса.
- Вывод — это мнение, основанное на анализе фактов.
- Оценочные суждения — это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах.

Приветствуется использование:

- Эпиграфа, который должен согласовываться с темой эссе (проблемой, заключенной в афоризме); дополнять, углублять лейтмотив (основную мысль), логику рассуждения вашего эссе. Пословиц, поговорок, афоризмов других авторов, также подкрепляющих вашу точку¬ зрения, мнение, логику рассуждения.
- Мнений других мыслителей, ученых, общественных и политических деятелей.
- Риторические вопросы.
- Непринужденность изложения.

Подготовка и работа над написанием эссе:

- изучите теоретический материал;
- уясните особенности заявленной темы эссе;
- продумайте, в чем может заключаться актуальность заявленной темы;
- выделите ключевой тезис и определите свою позицию по отношению к нему;
- определите, какие теоретические понятия, научные теории, термины помогут вам раскрыть суть тезиса и собственной позиции;
- составьте тезисный план, сформулируйте возникшие у вас мысли и идеи;
- для каждого аргумента подберите примеры, факты, ситуации из жизни, личного опыта, литературных произведений;
- распределите подобранные аргументы в последовательности;
- придумайте вступление к рассуждению;
- изложите свою точку зрения в той последовательности, которую вы наметили.
- сформулируйте общий вывод работы.

При написании эссе:

- напишите эссе в черновом варианте, придерживаясь оптимальной структуры;
- проанализируйте содержание написанного;
- проверьте стиль и грамотность, композиционное построение эссе, логичность и последовательность изложенного;

- внесите необходимые изменения и напишите окончательный вариант.

Требования к оформлению:

- Титульный лист.
- Текст эссе.
- Формат листов-А4. Шрифт- Times New Roman, размер-14,расстояние между строк- интерлиньяж полуторный, абзацный отступ-1,25см., поля-30мм(слева), 20мм (снизу),20мм (сверху), 20мм (справа). Страницы нумеруются снизу по центру. Титульный лист считается, но не нумеруется.

Критерии оценивания эссе:

1. Самостоятельное проведение анализа проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария
2. Четкость и лаконичность изложения сути проблемы
3. Материал излагается логически последовательно
4. Аргументированность собственной позиции
5. Наличие выводов
6. Владение навыками письменной речи

ПОДГОТОВКА К ОПРОСУ

- ***Письменный опрос***

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном

контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе.

- ***Устный опрос***

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии.

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала.
8. Рациональность использования времени, отведенного на задание.

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу. Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к *зачету* по дисциплине «*История России*» обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «*История России*».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как

подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к *зачету* на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой, к.п.н., доцент

_____ Л.Г. Юсупова

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

по дисциплине
Б1.О.03 ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Направление подготовки:
05.03.06 Экология и природопользование

Профиль
Рациональное природопользование и экологический инжиниринг

Автор: Безбородова С. А., к.п.н.

Одобрен на заседании кафедры
Иностранных языков и деловой коммуникации
(название кафедры)
Протокол № 1 от 28.09.2021 г.
(Дата)

Екатеринбург

Содержание

Цели и задачи дисциплины …….…….....3
Требования к оформлению контрольной работы ……..……..4
Содержание контрольной работы…….....4
Выполнение работы над ошибками……...…8
Критерии оценивания контрольной работы ……8
Образец титульного листа ……..…10

Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины: повышение исходного уровня владения иностранным языком, достигнутого на предыдущей ступени образования, и достижение уровня иноязычной коммуникативной компетенции достаточного для общения в социально-бытовой, культурной и профессиональной сферах, а также для дальнейшего самообразования.

Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины:

универсальные:

- способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах) (УК-4).

Для достижения указанной цели необходимо (задачи курса):

- владение иностранным языком как средством коммуникации в социально-бытовой, культурной и профессиональной сферах;
- развитие когнитивных и исследовательских умений с использованием ресурсов на иностранном языке;
- развитие информационной культуры;
- расширение кругозора и повышение общей гуманитарной культуры студентов;
- воспитание толерантности и уважения к духовным ценностям разных стран и народов.

Методические указания по выполнению контрольной работы предназначены для студентов очной и заочной формы обучения, обучающихся по специальности.

Письменная контрольная работа является обязательной формой *промежуточной аттестации.* Она отражает степень освоения студентом учебного материала по дисциплине Б1.О.03 Иностранный язык. А именно, в результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- особенности фонетического строя иностранного языка;
- лексические единицы социально-бытовой и академической тематики, основы терминосистемы соответствующего направления подготовки;
- основные правила грамматической системы иностранного языка;
- особенности построения устных высказываний и письменных текстов разных стилей речи;
- правила речевого этикета в соответствии с ситуациями межличностного и межкультурного общения в социально-бытовой, академической и деловой сферах;
- основную страноведческую информацию о странах изучаемого языка;
- лексико-грамматические явления иностранного языка профессиональной сферы для решения задач профессиональной деятельности;

Уметь:

- вести диалог/полилог и строить монологическое высказывание в пределах изученных тем;
- понимать на слух иноязычные тексты монологического и диалогического характера с различной степенью понимания в зависимости от коммуникативной задачи;
- читать аутентичные тексты прагматического, публицистического, художественного и научного характера с целью получения значимой информации;
- передавать основное содержание прослушанного/прочитанного текста;
- записывать тезисы устного сообщения, писать эссе по изученной тематике, составлять аннотации текстов, вести личную и деловую переписку;
- использовать компенсаторные умения в процессе общения на иностранном языке;
- пользоваться иностранным языком в устной и письменной формах, как средством профессионального общения;

Владеть:

- основными приёмами организации самостоятельной работы с языковым материалом с использованием учебной и справочной литературы, электронных ресурсов;
- навыками выполнения проектных заданий на иностранном языке в соответствии с уровнем языковой подготовки;
- умением применять полученные знания иностранного языка в своей будущей профессиональной деятельности.

Требования к оформлению контрольной работы

Контрольные задания выполняются на листах формата А4 в рукописном виде, кроме титульного листа. На титульном листе (см. образец оформления титульного листа в печатном виде) указывается фамилия студента, номер группы, номер контрольной работы и фамилия преподавателя, у которого занимается обучающийся.

В конце работы должна быть поставлена подпись студента и дата выполнения заданий.

Контрольные задания должны быть выполнены в той последовательности, в которой они даны в контрольной работе.

Выполненную контрольную работу необходимо сдать преподавателю для проверки в установленные сроки.

Если контрольная работа выполнена без соблюдения изложенных выше требований, она возвращается студенту для повторного выполнения.

По дисциплине «Иностранный язык (английский)» представлено три варианта контрольной работы.

Номер варианта контрольной работы определяется для студентов в соответствии с начальными буквами их фамилий в алфавитном порядке. Например, студенты, у которых фамилии начинаются с букв А, выполняют контрольную работу № 1 и т.д. (см. таблицу №1).

Таблица №1

начальная буква фамилии студента	***№ варианта контрольной работы***
А, Г, Ж, К, Н, Р, У, Ц, Щ	№1
Б, Д, З, Л, О, С, Ф, Ч, Э, Я	№2
В, Е, И, М, П, Т, Х, Ш, Ю	№3

Содержание контрольной работы №1

Контрольная работа проводится по теме *1. Бытовая сфера общения (Я и моя семья) и теме 2. Учебно-познавательная сфера общения (Я и мое образование)* и направлена на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Контрольная работа также направлена на проверку сформированности грамматического навыка в рамках тем: порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях, порядок слов в вопросительном предложении, безличные предложения, местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные), имя существительное, артикли (определенный, неопределенный, нулевой), функции и спряжение глаголов *to be* и *to have, о*борот *there+be,* имя прилагательное и наречие, степени сравнения, сравнительные конструкции, имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат), образование видовременных форм глагола в активном залоге.

Распределение выше указанных тем в учебнике:

- Агабекян И. П. Английский язык для бакалавров: учебное пособие для студентов вузов / И. П. Агабекян. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. - 384 с.: ил. - (Высшее образование) (200 экз. в библиотеке УГГУ) и учебнике:
- Журавлева Р.И. Английский язык: учебник: для студентов горно-геологических специальностей вузов / Р. И. Журавлева. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. - 508 с. -

(Высшее образование). - Библиогр.: с. 502 (192 экз. в библиотеке УГГУ) представлено в таблице №2:

Таблица №2

Название темы	***Страницы учебников***	
	Агабекян И. П.	*Журавлева Р.И.*
Порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях	148	9
Порядок слов в вопросительном предложении	163-170	10, 24
Безличные предложения	149	440
Местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные)	41-55	101, 439
Имя существительное	66-78	435
Артикли (определенный, неопределенный, нулевой)	78-84	433
Функции и спряжение глаголов *to be* и *to have*	102-104	6-8
Оборот *there+be*	105-107	100
Имя прилагательное и наречие	115	83
Степени сравнения, сравнительные конструкции	115-121	143
Имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат)	261-271	-
Образование видовременных форм глагола в активном залоге	193-209	10, 36, 69

АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК

Вариант №1

Задание 1. Заполните пропуски в предложениях, выбрав один ответ.

Пример: Michael _____ everyone he meets because he is very sociable and easygoing. He has five brothers and two sisters, so that probably helped him learn how to deal with people.

A. gets divorced; **B. gets along well with;** C. gets married;

Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Задание 2. Заполните пропуски местоимениями some, any, no или их производными.

Пример: A: Is ***anything*** the matter with Dawn? She looks upset.

B: She had an argument with her friend today.

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «неопределённые местоимения».

Задание 3. Заполните пропуски личными местоимениями (I, we, you, he, she, it, they, me, us, him, her, them).

Пример: My teacher is very nice. I like … . – I like **him**.

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «личные и притяжательные местоимения».

Задание 4. Поставьте в правильную форму глагол, представленный в скобках, обращая при этом внимание на использованные в предложениях маркеры.

Пример: Every morning George **eats** (to eat) cereals, and his wife only **drinks** (to drink) a cup of coffee.

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «образование видовременных форм глагола в активном залоге».

Задание 5. Составьте вопросительные предложения и дайте краткие ответы на них.

Пример: Paul was tired when he got home. – ***Was Paul tired when he got home? Yes, he was.***

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

Контрольная работа
Вариант №2

Задание 1. Заполните пропуск, выбрав один вариант ответа.

Пример: A British university year is divided into three _____.

1) conferences; 2) sessions; **3) terms**; 4) periods;

Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Задание 2. Выберите правильную форму глагола.

Пример: A: I have a Physics exam tomorrow.

B: Oh dear. Physics **is**/are a very difficult subject.

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «имя существительное, функции и спряжение глаголов to be и to have».

Задание 3. Раскройте скобки, употребив глагол в форме Present Continuous, Past Continuous или Future Continuous.

Пример: I **shall be studying** (study) Japanese online from 5 till 6 tomorrow evening.

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «образование видовременных форм глагола в активном залоге».

Задание 4. Составьте вопросы к словам, выделенным жирным шрифтом.

Пример: **The Petersons** have bought a dog. – *Who has bought a dog?*

The Petersons have bought **a dog. –** *What have the Petersons bought?*

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

Задание 5. Подчеркните правильный вариант ответа.

Пример: A: You haven't seen my bag anywhere, haven't you/**have you**?

B: No. You didn't leave it in the car, **did you**/didn't you?

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

Контрольная работа
Вариант № 3

Задание 1. Заполните пропуски, выбрав один вариант ответа.

Пример: The University accepts around 2000 new ____ every year.

1) students; 2) teachers; 3) pupils; 4) groups;

Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Задание 2. Поставьте в предложения подходящие по смыслу фразы:

as red as a beet (свекла), as slow as a turtle, as sweet as honey, as busy as a bee, as clumsy as a bear (неуклюжий), as black as coal, as cold as ice, as slippery as an eel (изворотливый как угорь), as free as a bird, as smooth as silk (гладкий)

Пример: Your friend is so unemotional, he is **as cold as ice**.

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «имя прилагательное и наречие».

Задание 3. Переведите следующие предложения на английский язык.

Пример: Это самая ценная картина в Русском музее. **This is the most valuable picture in Russian Museum.**

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «степени сравнения имени прилагательного и наречий».

Задание 4. Раскройте скобки, употребив глагол в форме Present Perfect, Past Perfect или Future Perfect.

Пример: Sam **has lost** (lose) his keys. So he can't open the door.

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «образование видовременных форм глагола в активном залоге».

Задание 5. Задайте вопросы к предложениям.

Пример: There are two books. The one on the table is Sue's.

a) 'Which *book is Sue's*?' 'The one on the table.'

b) 'Whose *book is on the table*?' 'Sue's.'

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

НЕМЕЦКИЙ ЯЗЫК

Задание 1. Заполните пропуски в предложениях, выбрав один ответ.

Пример: Mein Bruder ... Arzt geworden

A. hat; **B. ist**; C. wird;

Задание 1 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Пассивный залог».

Задание 2. Вставьте подходящее вопросительное слово.

Пример: **Was** machen Sie am Wochenende?

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Вопросительные местоимения».

Задание 3. Заполните пропуски возвратными местоимениями в нужной форме.

Пример: Wo wohnen d**eine** Eltern?

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Притяжательные местоимения».

Задание 4. Поставьте в правильную форму глагол, представленный в скобках.

Пример: **Kannst** du mir bitte die Marmelade geben? (können)

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Модальные глаголы».

Задание 5. Составьте вопросительные предложения и дайте краткие ответы на них.

Пример: Sie wohnen in Berlin.

Ответ: Wo wohnen Sie? Wer wohnt in Berlin?

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Вопросительные предложения».

Проблемные и сложные вопросы, возникающие в процессе изучения курса и выполнения контрольной работы, необходимо решать с преподавателем на консультациях.

Выполнению контрольной работы должно предшествовать самостоятельное изучение студентом рекомендованной литературы.

Студент получает проверенную контрольную работу с исправлениями в тексте и замечаниями. В конце работы выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Работа с оценкой «неудовлетворительно» должна быть доработана и представлена на повторную проверку.

Выполнение работы над ошибками

При получении проверенной контрольной работы необходимо проанализировать отмеченные ошибки. Все задания, в которых были сделаны ошибки или допущены неточности, следует еще раз выполнить в конце данной контрольной работы. Контрольные работы являются учебными документами, которые хранятся на кафедре до конца учебного года.

Критерии оценивания контрольной работы

Оценка за контрольную работу определяется простым суммированием баллов за правильные ответы на вопросы: 1 правильный ответ = 1 балл. Максимум 44 балла.

Результат контрольной работы

Контрольная работа оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»:

35-44 балла (80-100%) - оценка «отлично»;

29-34 балла (65-79%) - оценка «хорошо»;

22-28 баллов (50-64%) - оценка «удовлетворительно»;

0-21 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно».

Образец оформления титульного листа

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

Кафедра иностранных языков и деловой коммуникации

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1

по дисциплине
ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Направление подготовки:
05.03.06 Экология и природопользование

Профиль
Рациональное природопользование и экологический инжиниринг

Выполнил: Иванов Иван Иванович
Группа КУТБ-22

Преподаватель: Петров Петр Петрович,
к.т.н, доцент

Екатеринбург
2022

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров
13.10.2021 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Б1.О.03 ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Направление подготовки
05.03.06 Экология и природопользование

Профиль
Рациональное природопользование и экологический инжиниринг

год набора: 2022

Автор: Безбородова С. А., к.п.н.

Одобрено на заседании кафедры
Иностранных языков и деловой коммуникации
(название кафедры)
Зав.кафедрой _____
(подпись)
к.п.н., доц. Юсупова Л. Г.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 28.09.2021 г.
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией
горно-технологического факультета
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 2 от 08.10.2021 г.
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕМА 1. Бытовая сфера общения (Я и моя семья)……..... 3
1.1 Лексические единицы, необходимые для освоения темы ……..... 3
1.2 Устные темы для развития коммуникативной компетенции ……..... 5
1.3 Систематизация грамматического материала: теория и упражнения ……... 6

ТЕМА 2. Учебно-познавательная сфера общения (Я и мое образование) ……..... 35
2.1 Лексические единицы, необходимые для освоения темы ……..... 35
2.2 Устные темы для развития коммуникативной компетенции ……..... 36
2.3 Систематизация грамматического материала: теория и упражнения ……... 38

ТЕМА 3. Социально-культурная сфера общения (Я и моя страна. Я и мир) ……..... 53
3.1 Лексические единицы, необходимые для освоения темы ……..... 53
3.2 Устные темы для развития коммуникативной компетенции ……..... 54
3.3 Систематизация грамматического материала: теория и упражнения ……... 58

ТЕМА 4. Профессиональная сфера общения (Я и моя будущая специальность) ……..... 74
4.1 Лексические единицы, необходимые для освоения темы ……..... 74
4.2 Устные темы для развития коммуникативной компетенции ……..... 82
4.3 Систематизация грамматического материала: теория и упражнения ……... 82

ТЕМА 1. Бытовая сфера общения (Я и моя семья)

Тематика общения:

1. Я и моя семья.
2. Дом, жилищные условия.
3. Мой рабочий день.
4. Досуг и развлечения.

Проблематика общения:

1. Взаимоотношения в семье, семейные традиции.
2. Устройство квартиры/загородного дома.
3. Рабочий день студента.
4. Досуг в будние и выходные дни, активный и пассивный отдых.

1.1 Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

родственник relative, relation
родители parents
мать (мама) mother (mom, mum, mama, mamma, mummy, ma)
отец (папа) father (dad, daddy, papa, pa)
жена wife
муж husband
супруг(а) spouse
ребенок, дети child, children
дочь daughter
сын son
сестра sister
брат brother
единственный ребенок only child
близнец twin
близнецы, двойняшки twins
брат-близнец twin brother
сестра-близнец twin sister
однояйцевые близнецы identical twins
тройняшки triplets
бабушка и дедушка grandparents
бабушка grandmother (grandma, granny, grandmamma)
дедушка grandfather (grandpa, granddad, grandpapa, grandad)
внуки grandchildren
внучка granddaughter
внук grandson
прабабушка great-grandmother
прадедушка great-grandfather
прабабушка и прадедушка great-grandparents
правнуки great-grandchildren
тётя aunt
дядя uncle
крестный (отец) godfather
крестная (мать) godmother
отчим, приемный отец stepfather
мачеха, приемная мать stepmother
сводный брат stepbrother
сводная сестра stepsister
брат по одному из родителей half-brother
сестра по одному из родителей half-sister

приемный, усыновленный сын adopted son
приемная, удочеренная дочь adopted daughter
приемный ребенок adopted child
патронатная семья, приемная семья foster family
приемный отец foster father
приемная мать foster mother
приемные родители foster parents
приемный сын foster son
приемная дочь foster daughter
приемный ребенок foster child
неполная семья (с одним родителем) single-parent family
родня the kin, the folks
племянница niece
племянник nephew
двоюродный брат cousin (male)
двоюродная сестра cousin (female)
двоюродный брат (сестра), кузен (кузина) first cousin
троюродный брат (сестра) second cousin
четвероюродный брат (сестра) third cousin
родня со стороны мужа или жены in-laws
свекровь mother-in-law (husband's mother)
свёкор father-in-law (husband's father)
тёща mother-in-law (wife's mother)
тесть father-in-law (wife's father)
невестка, сноха daughter-in-law
зять son-in-law
шурин, свояк, зять, деверь brother-in-law
свояченица, золовка, невестка sister-in-law
семейное положение marital status
холостой, неженатый, незамужняя single
женатый, замужняя married
брак marriage
помолвка engagement
помолвленный, обрученный engaged
развод divorce
разведенный divorced
бывший муж ex-husband
бывшая жена ex-wife
расставшиеся, не разведенные, но не проживающие одной семьей separated
вдова widow
вдовец widower
подружка, невеста girlfriend
друг, парень, ухажер boyfriend
любовник, любовница lover
ухажер, жених, подружка, невеста, обрученный fiance
свадьба wedding
невеста на свадьбе bride
жених на свадьбе (bride)groom
медовый месяц honeymoon

1.2 Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

My family

My name is Vladimir Petrov. I am … years old. I was born in 19… in Nizhniy Tagil. I went to school when I was 7. In 20… I finished school number 10 in Ekaterinburg. This year I entered the Ural State Mining University. In five years I shall graduate from this University.

I live in the center of Ekaterinburg. I work at the Ministry of Foreign Trade. I'm an engineer & I am also a student. Many engineers in our Ministry learn foreign languages.

My family is not large. I have a wife & two children. My wife's name is Ann & children's names are Nick & Natalie.

My wife is an economist. My wife is a young woman. She is twenty – nine years old. She works at the Ministry of Foreign Trade, too. She goes to the office every day. My wife doesn't learn English. She already knows English very well. She reads many English books, magazines & newspapers. My wife is also a student. She learns German. She likes languages very much & is going to learn French next year.

My daughter is a girl of ten. She goes to school. She has a lot of subjects at school. She also learns English. She also helps her mother at home.

My son is a little boy. He was born five years ago. I take him to the kindergarten every morning.

My parents are not old. My father is 53. He is an engineer. He graduated from The Ural Polytechnical Institute. He works at a big plant. My mother is 51. She is a teacher. She teaches Russian at school. She graduated from the Leningrad Teachers' Training University.

My sister's name is Katya. She works at an office. Besides she studies at an Evening Department. She is married. Her husband is a doctor. He works at a hospital. They have a little son. He is only six months old.

My elder brother, Boris by name, does not stay with us. He lives in Gorky in a large two-roomed flat. He is a designer. He has also a family of his own. He has a wife & two children: a boy & a girl. Their son is already a pupil. My brother & his family often come to see us. We also visit them sometimes.

I also have a grandfather & a grandmother. They are pensioners. My grandmother looks after the house & does the cooking. We usually take our children to the country in summer to stay with their grandparents. They love their grandchildren very much.

My student's life

I'm a student of The Ural State Mining University. I have been a student only one month. I can't speak English very well yet. I am just a beginner. I live in a hostel. It is rather a long way from the University. In fact, it takes me about an hour to get to the University. But it gives me no trouble at all, as I like to get up early. I don't need an alarm-clock to wake me up. I am an early - riser.

Though the hostel is far from the University it is very comfortable & has all modern conveniences.

As a rule I get up at 6.30, do morning exercises & have shower. I don't have a bath in the morning; I have a bath before I go to bed.

For breakfast I have a boiled egg & a cup of coffee in order not to waste the time. At about 7.30 I am quite ready to go. It is about 5 minutes walk from the hostel to the stop. I usually take the 7.40. bus. I walk to the stop as I have plenty of time to catch my bus.

I come to the University 5 minutes before the lesson begins. So I can have a chat with my friends. The majority of my group mates are from Ekaterinburg the others either come from different towns of our country. We usually have a lot of things to talk about.

We don't go out to the lunch. There is a good canteen at the University. It is on the ground floor. But I should say that you have to stand in a queue to have lunch.

I come to the hostel from the University at about 3 o'clock. I live in a single room & have nobody to speak with. In the evening I sometimes go out with my friends. We go to the cinema if there is something new or to the club if there is a dancing party there. But often I stay in, watch TV

programs or listen to the music. Then I read a book for half an hour or so & go to sleep. That doesn't take me long, as a rule.

My flat

I live in Ekaterinburg in a sixteen-storied dwelling house in the center of the city.
Five years ago our old wooden house was pulled down & we moved here into three-room flat with all modern conveniences.

Now we have running water, gas, electricity, central heating & a refuse chute. We live on the top floor & from the balcony we have a good view of the park. Besides we needn't mount the staircase because there is a lift to take us up.

The entrance hall is rather small. There is a hallstand & a mirror-stand there.

The sitting-room is a spacious simply furnished room. The floor spacious is about 15 square meters. It is not overcrowded with furniture. Everything fits in well. Nothing is out of place here. Next to the window there is a sofa with a stand – lamp. The bookcase in the corner of the room is full of books. On the left there are two comfortable arm-chairs opposite the TV-set & leaf – table.

In the bedroom we have dark brown suite of furniture of the latest model & thick carpet. Near the wall there is a divan-bed. In the built-in-wardrobe we keep our clothes & bed linen.
The adjoining room is the children's room. The bright pattern of the curtains & of wall paper makes the room look gay. There is a writing desk with a desk lamp, a small sofa & a lot of toys there.

In the kitchen there is a fridge, a cupboard, a kitchen table & a gas-stove. Over the sink there is a plate-rack. All kitchen utensils are close at hand.

In the corridor there is a built-in-closet, where we keep our vacuum-cleaner, electric iron & other household objects.

In the bathroom there is a bath-tub & a shower, a towel-rack & a wash-basin with a shelf above it. There tooth-brushes, a cake of soap & some shaving articles on it. Near the bath-room there is a lavatory.

There is nothing special about our flat, no rich decorations but we are accustomed to it & cannot compare it to the old one.

1.3 Систематизация грамматического материала:

1. Порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях. Порядок слов в вопросительном предложении. Безличные предложения.
2. Местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные).
3. Имя существительное. Артикли (определенный, неопределенный, нулевой).
4. Функции и спряжение глаголов *to be* и *to have.* Оборот *there+be*.
5. Имя прилагательное и наречие. Степени сравнения. Сравнительные конструкции.
6. Имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат).

Порядок слов в английском предложении

В русском языке, благодаря наличию падёжных окончаний, мы можем переставлять члены предложения, не меняя основного смысла высказывания. Например, предложения Студенты изучают эти планы и Эти планы изучают студенты совпадают по своему основному смыслу. Подлежащее в обоих случаях - студенты, хотя в первом предложении это слово стоит на первом месте, а во втором предложении - на последнем.

По-английски такие перестановки невозможны. Возьмём предложение The students study these plans Студенты изучают эти планы. Если подлежащее и дополнение поменяются местами, то получится бессмыслица: These plans study the students Эти планы изучают студентов. Произошло это потому, что слово plans, попав на первое место, стало подлежащим.

Английское предложение имеет твёрдый порядок слов.

Порядок слов в английском предложении показан в этой таблице:

I	II	III Дополнение	IV

					Обстоятельство
Подлежащее	**Сказуемое**	**Косвенное без предлога**	**Прямое**	**Косвенное с предлогом**	
We Мы	study изучаем		math математику		
He Он	gives дает	us нам	lessons уроки		in this room. в этой комнате
She Она	reads читает		her notes свои заметки	to Peter Петру	every day. каждый день

Вопросительное предложение

Общее правило построения вопросов в английском языке таково: Все вопросы (кроме специальных вопросов к подлежащему предложения) строятся путем инверсии. Инверсией называется нарушение обычного порядка слов в английском предложении, когда сказуемое следует за подлежащим.

В тех случаях, когда сказуемое предложения образовано без вспомогательных глаголов (в Present и Past Indefinite) используется вспомогательный глагол to do в требуемой форме - do/does/did.

Общие вопросы

Общий вопрос задается с целью получить подтверждение или отрицание высказанной в вопросе мысли. На общий вопрос обычно дается краткий ответ: "да" или "нет".

Для построения общего вопроса вспомогательный или модальный глагол, входящий в состав сказуемого, ставится в начале предложения перед подлежащим.

а) Примеры сказуемого с одним вспомогательным глаголом: Is he speaking to the teacher? - Он говорит с учителем?

б) Примеры сказуемого с несколькими вспомогательными глаголами:

You will be writing letters to us. – Ты будешь писать нам письма.

Will you be writing letters to us? – Будешь ли ты писать нам письма?

Примеры с модальными глаголами:

She can drive a car. – Она умеет водить машину.

Can she drive a car? - Она умеет водить машину? (Yes, she can.; No, she cannot)

Когда в составе сказуемого нет вспомогательного глагола (т.е. когда сказуемое выражено глаголом в Present или Past Indefinite), то перед подлежащим ставятся соответственно формы do / does или did; смысловой же глагол ставится в форме инфинитива без to (словарная форма) после подлежащего.

С появлением вспомогательного глагола do на него переходит вся грамматическая нагрузка - время, лицо, число: в Present Indefinite в 3-м лице ед. числа окончание -s, -es смыслового глагола переходит на глагол do, превращая его в does; а в Past Indefinite окончание прошедшего времени -ed переходит на do, превращая его в did.

Do you go to school? – Ходишь ли ты в школу?

Do you speak English well? - Ты хорошо говоришь по-английски?

Ответы на общие вопросы

Общий вопрос требует краткого ответа "да" или "нет", которые в английском языке образуются следующим образом:

а) Положительный состоит из слова Yes за которым (после запятой) идет подлежащее, выраженное личным местоимением в им. падеже (никогда не используется существительное) и тот вспомогательный или модальный глагол, который использовался в вопросе (вспомогательный глагол согласуется с местоимением ответа);

б) Отрицательный ответ состоит из слова No, личного местоимения и вспомогательного (или модального) глагола с последующей частицей not

Например: Are you a student? - Ты студент?

Yes, I am. - Да.; No, I am not. - Нет.

Do you know him? – Ты знаешь его?
Yes, I do. – Да (знаю).; No, I don't. – Нет (не знаю).

Специальные вопросы

Специальный вопрос начинается с вопросительного слова и задается с целью получения более подробной уточняющей информации. Вопросительное слово в специальном вопросе заменяет член предложения, к которому ставится вопрос.

Специальные вопросы могут начинаться словами:

who? – кто? whom? – кого? whose? - чей? what? – что? какой? which? – который?

when? – когда? where? – где? куда? why? – почему? how? – как?

how much? – сколько? how many? – сколько? how long? – как долго? сколько времени?

how often? – как часто?

Построение специальных вопросов:

1) Специальные вопросы ко всем членам предложения, кроме подлежащего (и его определения) строятся так же, как и общие вопросы – посредством инверсии, когда вспомогательный или модальный глагол ставится перед подлежащим.

Специальный вопрос (кроме вопроса к подлежащему) начинается с вопросительного слова или группы слов за которым следуют вспомогательный или модальный глагол, подлежащее и смысловой глагол (сохраняется структура общего вопроса).

Вопрос к прямому дополнению:

What are you reading? Что ты читаешь?

What do you want to show us? Что вы хотите показать нам?

Вопрос к обстоятельству

Обстоятельства бывают разного типа: времени, места, причины, условия, образа действия и др.

He will come back tomorrow. – Он вернется завтра.

When will he come back? – Когда он вернется?

What did he do it for? Зачем он это сделал?

Where are you from?

Вопрос к определению

Вопрос к определению начинается с вопросительных слов what какой, which (of) который (из), whose чей, how much сколько (с неисчисляемыми существительными), how many сколько (с исчисляемыми существительными). Они ставятся непосредственно перед определяемым существительным (или перед другим определением к этому существительному), а затем уже идет вспомогательный или модальный глагол.

What books do you like to read? Какие книги вы любите читать?

Which books will you take? Какие книги (из имеющихся) вы возьмете?

Вопрос к сказуемому

Вопрос к сказуемому является типовым ко всем предложениям: "Что он (она, оно, они, это) делает (делал, будет делать)?", например:

What does he do? Что он делает?

Специальные вопросы к подлежащему

Вопрос к подлежащему (как и к определению подлежащего) не требует изменения прямого порядка слов, характерного для повествовательного предложения. Просто подлежащее (со всеми его определениями) заменяется вопросительным местоимением, которое исполняет в вопросе роль подлежащего. Вопросы к подлежащему начинаются с вопросительных местоимений:

who – кто (для одушевленных существительных)

what - что (для неодушевленных существительных)

The teacher read an interesting story to the students yesterday.

Who read an interesting story to the students yesterday?

Сказуемое в таких вопросах (после who, what в роли подлежащего) всегда выражается глаголом в 3-м лице единственного числа (не забудьте про окончание -s в 3-м лице ед. числа в Present Indefinite. Правила образования -s форм см. здесь.):
Who is reading this book? Кто читает эту книгу?
Who goes to school?

Альтернативные вопросы

Альтернативный вопрос задается тогда, когда предлагается сделать выбор, отдать чему-либо предпочтение.

Альтернативный вопрос может начинаться со вспомогательного или модального глагола (как общий вопрос) или с вопросительного слова (как специальный вопрос) и должен обязательно содержать союз or - или. Часть вопроса до союза or произносится с повышающейся интонацией, после союза or - с понижением голоса в конце предложения.

Например вопрос, представляющий собой два общих вопроса, соединенных союзом or:
Is he reading or is he writing?
Did he pass the exam or did he fail?

Вторая часть вопроса, как правило, имеет усеченную форму, в которой остается (называется) только та часть, которая обозначает выбор (альтернативу):
Is he reading or writing?

Разделительные вопросы

Основными функциями разделительных вопросов являются: проверка предположения, запрос о согласии собеседника с говорящим, поиски подтверждения своей мысли, выражение сомнения.

Разделительный (или расчлененный) вопрос состоит из двух частей: повествовательной и вопросительной.

Первая часть - повествовательное утвердительное или отрицательное предложение с прямым порядком слов.

Вторая часть, присоединяемая через запятую, представляет собой краткий общий вопрос, состоящий из местоимения, заменяющего подлежащее, и вспомогательного или модального глагола. Повторяется тот вспомогательный или модальный глагол, который входит в состав сказуемого первой части. А в Present и Past Indefinite, где нет вспомогательного глагола, употребляются соответствующие формы do/ does/ did.

В второй части употребляется обратный порядок слов, и она может переводится на русский язык: не правда ли?, не так ли?, верно ведь?

1. Если первая часть вопроса утвердительная, то глагол во второй части стоит в отрицательной форме, например:
You speak French, don’t you? You are looking for something, aren’t you? Pete works at a plant, doesn’t he?

2. Если первая часть отрицательная, то во второй части употребляется утвердительная форма, например:
It is not very warm today, is it? John doesn’t live in London, does he?

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Write questions and answers for the following statements, as in the example.

1 Paul was tired when he got home.
…Was Paul tired when he got home? Yes, he was…
2 They live in London.
3 She can't play the piano.
4 The film starts at nine o'clock.
5 You had an English lesson last night.
6 She has got blue eyes.
7 We didn't want to go to the beach.
8 He should follow the doctor's advice.

2. Write the short form of the following negative questions

1 Can they not decide where to go on holiday?

...Can't they decide where to go on holiday?...

2 Did Claire not invite you to her party?

3 Do you not enjoy watching horror films?

4 Have you not finished your homework yet?

5 Can she not go to town on her own?

6 Does he not know where we live?

7 Has Sue not done the shopping for you?

8 Did he not give you any details?

3. Fill in the gaps with the correct question word(s).

A: Now for the general knowledge part of the quiz.

1) ...*What*... is the capital of Egypt?

B: Cairo.

A: That's correct. 2) … can you see the Mona Lisa?

B: In the Louvre, in Paris.

A: Well done, that's right. 3) … wrote 'Romeo and Juliet'?

B: Charles Dickens.

A: No, that's incorrect. It was Shakespeare. 4) … are the Olympic Games held?

B: Every four years.

A: Correct. 5) … did the Second World War begin?

B: I think it was in 1939.

A: Yes, you're right. And the final question in this round is: 6) … players are there in a hockey team?

B: Eleven.

A: Correct. Well, at the end of that round, Contestant 2 has the most points, so he goes through to the final round to play for our star prize.

4. Fill in who, whose, what, which, where, when, how long, how often, what time, why, how much or how many.

is your jacket?' 'It's the red one.'

1. '...*Which*... is your jacket?' 'It's the red one.'

2. '…is your birthday?' 'It's next week.'

3. '… is Mary?' 'She's in her bedroom.'

4. '… have you been waiting?' Only five minutes.'

5. '… do you go shopping?' Once a week.'

6. '… are you doing at the moment?' I'm watching TV.'

7. ' … are you writing to?' 'Uncle Tom.'

8. '…do you start work?' At nine o'clock in the morning.'

9. '… pieces of toast do you want?' Two, please.'

10. '… isn't she at work today?' Because she's ill.'

11. '… did you spend last month?' About £500.'

12. ' … party are you going tonight?' 'Alison's'

5. Fill in the gaps with what, which or how.

1 A: ...*What*... do you want to do when you leave school?
B: I'm not really sure. I'd like to be a vet.

2 A: … bag do you prefer - the black one or the brown one?
B: I like the black one best.

3 A: … old are you?
B: It was my birthday last week. Now I'm fifteen.

4 A: … did you get my telephone number?
B: I looked in the staff address book.

5 A: … shall we do on Saturday?
B: Let's just stay at home and watch a video.

6 A: … house did you prefer — the one we saw first or second?
B: I didn't like either. We'll have to keep looking.
7 A: … many pairs of shoes did you buy last year?
B: Only two. One in the summer and one in the winter.
8 A: … is your favourite food?
B: Roast chicken.

6. Write questions to which the words in bold are the answers.

1 **The tiger** is the largest member of the cat family.
…Which is the largest member of the cat family?...
2 A mature male tiger weighs **between 160 and 230 kg**.
3 Tigers are usually **orange with black stripes**.
4 Tigers live **in Russia, China, India and South-East Asia.**
5 **The Javan tiger, the Bali tiger and the Caspian tiger** are extinct.
6 Tigers eat **a variety of smaller animals, including deer.**
7 Tigers can produce young **at any time of year.**
8 Tigers usually have **two or three** cubs at a time.
9 Tigers live **for an average of eleven years.**
10 Tigers are hunted **for sport or for their fur**.

7. Write questions to which the words in bold are the answers.

Claudette is **32 years old**. She lives **in Paris, France**, and has lived there **since she was 5 years old.** Claudette works as **a lawyer** for a successful law firm, and she travels to work **by car** every day. Claudette is married. Her husband's name is **Jean**. They have **two** dogs. She loves **to take the dogs for long walks** every evening **after work.** Claudette has several hobbies, such as **reading and playing the piano**, but her **favourite hobby is cooking**. Jean thinks this is good, too, **because he gets to eat the wonderful meals she makes.**

8. Write questions to which the words in bold are the answers.

1 **The Petersons** have bought a dog.
…Who has bought a dog?...
2 The Petersons have bought **a dog.**
…What have the Petersons bought?...
3 Rachel is writing **a letter**.
4 **Rachel** is writing a letter.
5 **Brian** likes this car.
6 Brian likes **this car**.
7 Dad broke **the window**.
8 **Dad** broke the window.
9 **Mother** will make a birthday cake.
10 Mother will make **a birthday cake**.
11 **Robin** is going to bake some biscuits.
12 Robin is going to bake **some biscuits**.

9. Write questions to which the words in bold are the answers.

1 Wendy doesn't agree with **her friend's decision**.
…What doesn't Wendy agree with?...
2 James is listening to **some old records**.
3 Sharon is waiting for **the bus**.
4 The boys were talking about **football**.
5 She has got a letter from **her pen-friend**.
6 Martin is thinking about **his holiday**.
7 This jacket belongs to **Stacey.**
8 Pauline was married to **Nigel.**

10. Complete the questions.

1 There are two books. The one on the table is Sue's.

a) 'Which …*book is Sue's*...?' 'The one on the table.'
b) 'Whose …*book is on the table*…?' 'Sue's.'
2 Steven wrote four letters.
a) 'Who … ?' 'Steven.'
b) 'How many … ?' 'Four.'
3 Teresa is going to wash the car.
a) 'Who … ?' Teresa.'
b) 'What … ?' 'The car.'
4 Kate visited John in hospital yesterday.
a) 'Who … ?' 'Kate.'
b) 'Who … ?' 'John.'
5 David has taken Frank's new CD.
a) 'Whose …?' 'Frank's.'
b) 'Who …?' 'David.'
6 Alice is going to the cinema tonight.
a) 'Who …?' 'Alice.'
b) 'Where …?'The cinema.'

Безличные предложения

Поскольку в английском языке подлежащее является обязательным элементом предложения, в безличных предложениях употребляется формальное подлежащее, выраженное местоимением it. Оно не имеет лексического значения и на русский язык не переводится.

Безличные предложения используются для выражения:

1. Явлений природы, состояния погоды: It is/(was) winter. (Была) Зима. It often rains in autumn. Осенью часто идет дождь. It was getting dark. Темнело. It is cold. Холодно. It snows. Идет снег.

2. Времени, расстояния, температуры: It is early morning. Ранее утро. It is five o'clock. Пять часов. It is two miles to the lake. До озера две мили. It is late. Поздно.

3. Оценки ситуации в предложениях с составным именным (иногда глагольным) сказуемым, за которым следует подлежащее предложения, выраженное инфинитивом, герундием или придаточным предложением: It was easy to do this. Было легко сделать это.
It was clear that he would not come. Было ясно, что он не придет.

4. С некоторыми глаголами в страдательном залоге в оборотах, соответствующих русским неопределенно-личным оборотам: It is said he will come. Говорят, он придет.

Местоимение. The Pronoun.
Классификации местоимений.

1	**personal**	личные
2	**possessive**	притяжательные
3	**demonstrative**	указательные
4	**indefinite and negative**	неопределенные и отрицательные
5	**quantifiers**	количественные
6	**reflexive**	возвратные
7	**reciprocal**	взаимные
8	**relative**	относительные
9	**defining**	определительные
10	**interrogative**	вопросительные

I. Личные (personal) местоимения

Общий падеж		**Объектный падеж**	
I	я	**me**	мне, меня
he	он	**him**	его, ему

she	она	**her**	ей, о ней
it	оно, это	**it**	ей, ему, этому
we	мы	**us**	нам, нас
they	они	**them**	им, их
you	ты, вы	**you**	тебе, вам

Внимание! He (он) и **she (она)** в английском языке можно говорить только про людей. Все остальные английские существительные (предметы, животные, явления природы, чувства и т. д.) - обозначаются – it (оно, это).

he	**she**	**it**
a boy – мальчик **a man –** мужчина **brother –** брат **father –** отец **Nick –** Николай **Mr Grey –** мистер Грей	**a girl –** девочка **a woman –** женщина **sister – с**естра **motherч–** мама **Kate –** Катя **Mrs Grey –** миссис Грей	**a cat –** кот **a wall –** стена **rain –** дождь **love –** любовь **a hand –** рука **an apple -** яблоко

Англичане говорят <u>It's me</u>, а не It's I (это я).

II. Притяжательные (possessive) местоимения

Притяжательные местоимения выражают принадлежность и имеют в английском языке **две формы** - **основную** (после этой формы обязательно требуется существительное).
Whose pen is it? - *Чья это ручка?* - **It's my pen**. - *Это моя ручка*.
И **абсолютную** (существует самостоятельно, без существительного) - **It's mine.** - *Это моя.*

Личное местоимение	**Основная форма**	**Абсолютная форма**
I – я **he –** он **she –** она **it – оно,** это **we –** мы **you –** ты, вы **they -** они	**my (toy) -** моя (игрушка) **his (toy) -** его (игрушка) **her (toy) -** ее (игрушка) **its (toy) -** его (не о человеке) **our (toy) -** наша (игрушка) **your (toy) -** ваша, твоя (игрушка) **their (toy) -** их (игрушка)	**his -** его **hers -** ее **its -** его (этого) **ours -** наша **yours -** ваша, твоя **theirs -** их

III. Указательные (demonstrative) местоимения

this (это, эта, этот) **– these** (эти) **that** (то, та, тот) **- those** (те)

IV. Неопределенные (indefinite) и отрицательные (negative) местоимения

Местоимения some, any, every, и их производные

• Если у вас есть, например, яблоки и вы знаете, сколько их, вы говорите:
I have/l have got three apples. *У меня есть 3 яблока,*
• Если вы не знаете точное количество, то используйте неопределенное местоимение **some: I have/1 have got apples.** *У меня есть несколько яблок (некоторое количество).*

Производные от неопределенных местоимений

Слово **"think"** обозначает **"вещь"** (не обязательно материальная).
Слово **"body"** обозначает **"тело".** Эти слова являются основой для целого ряда словообразований.

Thing используется для неодушевленных (что-то):

some **something –** *что-то, что-нибудь*

any	**anything -** *что-то, что-нибудь*
thing	
no	**nothing -** *ничего, ничто*
every	**everything -** *все*
Body/one - для одушевленных (кто-то):	
some	**somebody/someone –** *кто-то, кто-нибудь*
any	**anybody/anyone -** *кто-то, кто-нибудь*
body/one	
no	**nobody / no one -** *никого, никто*
every	**everybody /everyone –** *все, каждый*
Местоимение **some** и основа **body** должны произноситься и писаться слитно, в противном случае вместо **somebody** – *кто-то*, получится **some body** - *какое-то тело*, **Something/somebody/someone** - в утвердительных предложениях, **anything/anybody/anyone** - в отрицательных и вопросительных предложениях**, nothing/nobody/no one** – в отрицательных. **Anything/anybody/anyone** - также используются в утвердительных предложениях, но в значении *что угодно/кто угодно*	

somewhere - *где-нибудь, куда-нибудь*	**anywhere -** *где угодно*
nowhere - *нигде*	**everywhere -** *везде*

V. Количественные (quantifiers) местоимения

Many и much - оба слова обозначают **" много"**, С **исчисляемыми** существительными (теми, которые можно посчитать, можно образовать множественное число) используется слово **many**, а с **неисчисляемыми** - слово **much**.	
many girls - *много девочек* **many boys -** *много мальчиков* **many books -** *много книжек*	**much snow -** *много снега* **much money -** *много денег* **much time -** *много времени*
How many? } **сколько?** **How much?** } **сколько?**	**How many girls? -** *Сколько девочек?* **How much sugar? -** *Сколько сахара?* **How much sugar? -** *Сколько сахара?*
a lot of... - много - используется и с исчисляемыми, и с неисчисляемыми существительными a lot без (of) используется и без существительного.	girls – много девочек **a lot of** sugar - много сахара
Сравните: He writes **a lot** of funny stories**.** *Он пишет много забавных рассказов.* He writes **a lot.** *Он много пишет.*	
<u>В утвердительных</u> предложениях используйте **a lot of.** <u>В отрицательных</u> и в вопросительных **many/much,** **Сравните:** (+) My grandmother often cooks **a lot of** tasty things. *Моя бабушка часто готовит много вкусного*. (-) But we don't eat **much.** *Но мы не едим много*. (?) Do you eat much? *Вы много едите?* Иногда слова **much** и **a lot** являются синонимами слова **"часто":** Do you ski **much**? *Вы много (часто) катаетесь на лыжах?* No, not much (= not often).Нет, не часто.	

Few, little, a few, a little

С неисчисляемыми существительными используйте слово little (мало), а с исчисляемыми - few (мало).

few books - мало книг **few girls -** мало девочек **few boys -** мало мальчиков	**little time -** мало времени **little money -** мало денег **little snow -** мало снега
little } **мало (т.е. надо еще)**	**a little** } **немного (т.е. пока хватает)**

few	a few

VI. Возвратные (reflexive) местоимения

Возвратные местоимения образуются от личных местоимений в объектном падеже и притяжательных местоимений прибавлением **- self** в единственном числе и **- selves** во множественном числе. Возвратные местоимения используются для того, чтобы показать, что объект, названный подлежащим предложения сам совершает действие.

Личное местоимение	Возвратное местоимение	Пример	Перевод
I	myself	I did it myself.	Я сделал это сам
he	himself	He did it himself.	Он сделал это сам.
she	herself	She did it herself.	Она сделала это сама
you	yourself	You did it yourself.	Вы сделали это сами.
they	themselves	They did it themselves.	Они сделали это сами.
we	ourselves	We did it ourselves.	Мы сделали это сами.

VII. Взаимные (reciprocal) местоимения

Each other - друг друга (относится к двум лицам или предметам).
One another - друг друга (относится к большему количеству лиц или предметов).
They spoke to <u>each other</u> rather friendly. *Они разговаривали друг с другом довольно дружелюбно.*
They always help <u>one another</u>. *Они всегда помогают друг другу.*

VIII. Относительные (relative) местоимения

Who (whom), whose, which, that

who	**Именительный падеж <u>who</u> (подлежащее)** **The girl <u>who</u> is playing the piano is my sister.** *Девочка, которая играет на пианино, - моя сестра.*
	Объектный падеж <u>whom</u> (дополнение) **The man <u>whom</u> I love the best is your brother.** *Человек, которого я люблю больше всех, - твой брат.*
which	**Для неодушевленных предметов и животных** **The flowers <u>which</u> you brought me were pretty nice.** *Цветы, которые ты мне принес, очень милые.*
whose	**Для одушевленных существительных** **This is the man <u>whose</u> book we read yesterday.** *Это человек, книгу которого мы читали вчера.*
	Для неодушевленных существительных **We saw the tree <u>whose</u> leaves were absolutely yellow.** *Мы увидели дерево, листья которого были абсолютно желтыми.*
that	**Для одушевленных существительных** **This is the man <u>that</u> we saw yesterday.** *Это мужчина, которого мы видели вчера.*
	Для неодушевленных существительных **This is the film <u>that</u> we saw yesterday.** *Это фильм, который мы видели вчера.*

IX. Определительные (defining) местоимения

all

Употребление	Примеры	Перевод
определяет неисчисляемые существительные	He spent **all his** time fishing on the lake**.**	Он провел все свое время, ловя рыбу на озере.
определяет исчисляемые существительные	**All the** boys like football. **(the после all!)**	Все мальчишки любят футбол.
all = everything	I know **all/everything.**	Я знаю всё.
all = everybody	**All** were hungry. **Everybody** was hungry.	Все были голодны. Все были голодны.
we all = ail of us you all = all of you they all = ail of them	We **all** love you very much = **All** of us love you very much.	Мы все тебя очень любим

both

Употребление	Примеры	Перевод
определяет существительные	**Both (the/my) friends like football.**	Оба моих друга любят футбол
допускается использование артикля вместо указательных местоимений после both	**Both these/the men are Russian.**	Оба (эти) мужчины - русские.
употребляется вместо существительного	**He gave me two apples. Both were sweet.**	Он дал мне два яблока. Оба были сладкими.
they both = both of them you both = both of you we both = both of us	**They both (both of them) came to visit us.**	Они оба пришли навестить нас.
в устойчивой конструкции **both...and.**	**Both mother father were at home**	И мама, и папа были дома.
в отрицательных предложениях **вместо both** используется **neither**	**Both of them know English. Neither of them know English.**	Они оба знают английский. Ни один из них не знает английского.

either/neither

	Употребление	Примеры	Перевод
either	любой из двух (артикль не ставится)	**I've got 2 cakes. Take either cake.**	У меня 2 пирожных. Возьми любое.
	каждый, оба, и тот, и другой	**There are windows on either side of the house.**	С обеих сторон дома есть окна.
	заменяет существительное (глагол в ед. числе)	**Either of dogs is always hungry.**	Любая из собак вечно голодная.
neither	отрицательное местоимение-определение (ни тот, ни другой)	**Neither of examples is correct.**	Ни один из примеров не верен.
	в констр. neither.. .nor (ни.. .ни)	**I like neither tea, nor coffee.**	Я не люблю ни чай, ни кофе.

other, another, the other, the others (другой, другие)

	Употребление	Примеры	Перевод
the other	другой (второй), другой из двух	**You've got 2 balls: one and the other.**	У тебя 2 мяча: один и другой.
another	другой из многих, еще один	**Take another ball.**	Возьми другой мяч.

			(Любой, но не этот.)
other	другие (любые), не последние	**Take other 2 balls.**	Возьми другие 2 мяча. (Из многих.)
the others	другие (определенные)	**There are 4 balls: 2 balls are red and the others are blue.**	Есть 4 мяча: 2 красных, а другие 2 - синие.

X. Вопросительные (interrogative) местоимения

what	что	**What's this?**	Что это?
which	который	**Which of them?**	Который из них?
who	кто, кого	**Who was that?**	Кто это был?
whom	кого	**Whom did you meet?**	Кого ты встретил?
whose	чей	**Whose book is it?**	Чья это книга?

Имя существительное. The Noun

Категории	Существительное в русском языке	Существительное в английском языке
Число	**Изменяется**	**Изменяется**
Падеж	**Изменяется**	**Не изменяется**

Выполните упражнения на закрепление материала:

. Fill in the gaps with the correct subject or object pronoun.

1 A: Do your brothers play football?
B: Yes, ...*they*... play … all the time … think …'s a brilliant game.
2 A: Does Susan eat chocolate?
B: Yes … eats … all the time … says …'s her favourite food.
3 A: Do your parents know Mr. Jones?
B: Yes, … know … very well … lives next door to … .
4 A: Does Claire like David?
B: No, … doesn't like … very much. … says …'s too noisy.
5 A: Do you listen to rock music?
B: Yes, … listen to … all the time. … think …'s fantastic.
6 A: Does Tony enjoy fishing?
B: Oh, yes … enjoys … very much. .... says … relaxes him.

2. Fill in the gaps with there or it.

1 By the time I got home, ...*it*… was nearly ten o'clock.
2 'Is … your birthday today?" No, … was last week.'
3 Come here, Simon … is someone here to see you. I think … is your friend, Rod.
4 … wasn't warm enough to go to the beach, so we went to the cinema.
5 … wasn't very much money left after I had paid for the shopping.

3. Fill in the gaps with one or it.

1 A: I need a loaf of bread.
B: I'll buy ...*one*... this afternoon.
2 A: Is the phone ringing?
B: I can't hear … .
3 A: 'Titanic' is an amazing film.
B: I know. I've seen … twice.
4 A: When was the last time you read a book?
B: I haven't read … for months.

5 A: Have you got a car?
B: No. I can't afford … .
6 A: Do you like the new Rolling Stones CD?
B: I haven't heard … yet.
7 A: I need a dress for the party.
B: I'll lend you … .

4. Fill in the correct possessive adjective or pronoun.

1 A: Have you met ...*your*... new neighbours yet?
B: No. I've seen … children in the garden, though.
2 A: You took … coat home last night.
B: I know, I'm sorry. I thought it was … because they're both black.
3 A: What's wrong with Rosie?
B: Oh, she's been having problems with … back recently.
4 A: James is doing well at school.
B: I know … teacher says he's very advanced for his age.
5 A: Is this bag … ?
B: Oh, yes, thank you. I nearly forgot it.
6 A: Julie and Frank are so lucky … house is beautiful.
B: Yes, and it's so much bigger than … I envy them.
7 A: I like … shirt. It's like Sandra's.
B: Actually, it is … I borrowed it from her yesterday.
8 A: Why did you lend Tom … car?
B: Because … is being repaired at the moment.

5. Fill in its or it's.

1 The car is nice to drive, but I don't like ...its... colour.
2 This town is wonderful … got lots of shops!
3 I'm staying at home today because … cold outside.
4 Let's go in here … my favourite restaurant.
5 A bird has built … nest in our garden.
6 The company I work for has changed … name.

6. Fill in a possessive adjective or the.

1 A dog bit him on ...*the*... leg.
2 I banged … head on the cupboard door.
3 Karen put … arm around Jane's shoulder.
4 Don't put … feet on the tablel
5 You shouldn't have punched Tom in … stomach.
6 Paul patted Lisa on … shoulder.

7. Fill in the gaps with of where necessary, and my, your, etc. own.

1 John doesn't live with his parents any more. He's got a flat ...*of his own*...
2 She doesn't travel by bus any more because she's got … car.
3 I don't need to borrow your umbrella. I've got one … .
4 Haven't you got … pen? You're always borrowing mine.
5 My job includes doing research in … time.
6 Sam is tired of using his friend's computer, so he is going to buy one… .
7 The couple moved into … house after they got married.
8 Don't let the dog sleep on your bed. It's got a bed … .

8. Connect the nouns using -'s, -' or ...of…

1 car/Helen ...*Helen's car*…
2 the manager/the restaurant
3 shoes/women
4 the results/the test
5 bicycles/my daughters

6 secretary/the assistant manager
7 the corner/the room
8 house/their parents
9 the back/the classroom
10 shoes/William
11 walk/an hour
12 partner/Jim
13 Rome/the streets
14 UN/headquarters

9. Rewrite the sentences using the correct possessive form.

1 Nobody went to **the meeting last week**.

...Nobody went to last week's meeting....

2 The **drive** to the airport takes **two hours**.
3 They will get their exam results **six weeks from now**.
4 I look after **James - Karen — children**.
5 I received the letter in **the post - yesterday**.
6 It's autumn. **The tree - the leaves** are falling off.
7 Graham never listens to **his doctor - the advice.**
8 Are you going to **Jane - Paula - the party**?
9 He has never done a hard **day of work** in his life.
10 At the moment I'm staying with **a friend - my**.
11 I think I'll order **the special of today**.
12 The man knocked on **the house - the door**.
13 The ticket inspector looked at **the people – the tickets.**
14 **Mrs Jones - Miss Smith - cars** are being serviced.
15 **The sales target this month** is two million pounds.

10. Fill in the gaps with the correct reflexive pronoun.

1 The girl has hurt … *herself...* .
2 He put the fire out by …
3 She is looking at … in the mirror.
4 They are serving …
5 He cooked the food by …
6 They bought this house for …
7 They are enjoying …
8 He introduced …

The Plural Form of Nouns

Образование множественного числа у английских существительных

Способ образования	Примеры	Перевод
после глухих согласных	**a book - books** **a cup - cups**	**книга - книги** **чашка - чашки**
после звонких согласных и гласных -	a name - names a girl - girls	**имя - имена** **девочка - девочки**
после шипящих, свистящих звуков -ch, -sh, -x, -s, -z: -es	a palace - palaces a bush - bushes a box - boxes a church - churches	дворец - дворцы куст - кусты коробка - коробки церковь - церкви
слово заканчивается на -y: 1) гласная +y	**a toy - toys** **a boy - boys**	игрушка - игрушки мальчик - мальчики

2) согласная + y	**a family - families** **a story - stories**	**семья - семьи** **история - истории**
слово заканчивается на *-file*	**a leaf - leaves** **a shelf - shelves**	лист - листья полка - полки

Особые случаи образования множественного числа

Ед. число	**Мн. число**	**Перевод**
man	men	мужчина - мужчины
woman	women	женщина - женщины
foot	feet	нога (стопа) - ноги (стопы)
child	children	ребенок - дети
goose	geese	гусь - гуси
mouse	mice	мышь - мыши
ox	oxen	**бык - быки**
tooth	teeth	**зуб - зубы**

Слова - заместители существительных **Substitutions: one/ones**

При повторном использовании одного и того же существительного в одном предложении, вместо него следует использовать one (в единственном числе) и ones (во множественном числе):
This table is bigger that that one - Этот стол больше, чем тот (стол).
These table are bigger than those ones. - Эти столы больше, чем те (столы).

Со словами one/ones **может быть использован артикль, если перед ними стоит прилагательное.**	
What apple do you want? **Какое ты хочешь яблоко?** **The red one. Красное.**	**What apples do you want?** **Какие яблоки ты хочешь?** **The red ones. Красные.**

Английские существительные не имеют падежных окончаний традиционно выделяют два падежа -общий и притяжательный.

Общий падеж

И. п. Эта девочка хорошо говорит по-английски.	This girl speaks English well.
Р. п. Это собака той девочки.	It’s a dog of that girl.
Д. п. Я дал яблоко той девочке. .	I gave an apple to that girl.
В. п. Я вижу маленькую девочку. .	1 can see a little girl.
Т. п. Я люблю гулять с этой девочкой.	1 like to play with this girl.
П. п. Я часто думаю об этой девочке.	1 often think about this girl.

Притяжательный падеж. The Possessive Case
Образование притяжательного падежа

	Образование	**Примеры**	**Перевод**
существительные в единственном числе	**’s**	**bird’s house** **child’s ball**	домик птички мячик ребенка
существительные во множественном числе (группа исключений}	**’s**	**children’s bail** **women’s rights**	мячик детей права женщин
существительное во множественном числе	**’**	**girls’ toy** **birds’ house**	игрушка девочек домик птичек

Формула притяжательного падежа обычно имеют лишь одушевленные существительные, обозначающие живое существо, которому что-то принадлежит,

my mother’s book - мамина книга,

this girl’s bail - мячик девочки,

the bird’s house - домик птички

Для того, чтобы показать принадлежность объекта неодушевленному предмету, используется предлог of:

the handle of the door (ручка (от) двери), но чаще образуется составное существительное door-handle,

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Fill in the gaps with an appropriate noun + of to indicate quantity.

1 a ... carton/glass/jug of ... orange juice
2 a … cheese
3 a … bread
4 a … coffee
5 a … water
6 a … wine
7 a … chocolate
8 a … crisps
9 a … honey
10 a … meat
11 a … spaghetti
12 a … flour

2. Fill the gaps with a, an, or some where necessary.

1 a) We had ...some... delicious food last night,
b) We had ...a... delicious meal last night.
2 a) There is … beautiful furniture in that shop,
b) There is … beautiful table in that shop.
3 a) I'm thirsty. I need … drink.
b) I'm thirsty. I need … water.
4 a) She's just bought … expensive clothes.
b) She's just bought … expensive dress.
5 a) They booked … room in advance.
b) They booked … accommodation in advance
6 a) The band played … lovely song.
b) The band played … lovely music.
7 a) We had … heatwave last week.
b) We had … hot weather last week.
8 a) I can't do this job alone. I need … assistant
b) I can't do this job alone. I need … help.
9 a) He has got … heavy luggage to carry.
b) He has got … heavy suitcase to carry.
10 a) I need … cutlery to eat this food with.
b) I need … knife and fork to eat this food with.
11 a) She has got … important job to do.
b) She has got … important work to do.
12 a) He found … coin on the ground.
b) He found … money on the ground.

3. Complete the sentences using the noun in brackets in the singular or plural form and a/an where necessary.

1. He gave me a box' of my favourite ...chocolates.... (chocolate)
2. His favourite food is … . (chocolate)
3. She bought … on her way to work. (paper)
4. He placed all the important … in his briefcase. (paper)
5. I need some … to write this message on. (paper)
6. Hurry up! We don't have much …. (time)
7. She has visited us several … this month. (time)
8. He has no … but he is keen to learn. (experience)
9. She had a lot of exciting … during her travels. (experience)
10. We went far a walk in the … after lunch. (wood)
11. His desk is made of ……. . (wood)
12. Jane is in her… reading a book. (room)
13. We have got plenty of … for a party in here. (room)
14. I am going to have my … cut tomorrow. (hair)
15. There was …in my soup. (hair)
16. I'm thirsty. I need … of water. (glass)
17. Susan only wears her … when she reads. (glass)
18. This ornament is made of coloured …. . (glass)
19. Helen bought … in the sale at the electrical store. (iron)
20. The old gate was made of … .(iron)

4. Cross out the expressions which cannot be used with the nouns, as in the example.

1 There are **several, many, <u>much,</u> plenty of, <u>too little</u>** things you can do to help.
2 He has met **a couple of, a few, very little, plenty of, too much** interesting people.
3 She earns **few, hardly any, plenty of, several, a great deal** of money.
4 We have got **no, many, lots of, a great deal of, a few** work to do.
5 Don't worry, there's **a little, plenty of, a couple of, many, a lot of** time.
6 **Both, Several, A large quantity of, Plenty of, Too much** students applied for the course.
7 He's got **no, hardly any, a little, some, a small amount of** qualifications.
8 She's got **hardly any, several, a little, a few, a lot of** experience in dealing with customers.
9 There is **too much, a lot of, hardly any, few, several** salt in this soup.
10 There is **a little, many, too much, a great number of, some** traffic on the roads today.

5. Underline the correct word.

1 A: I have a Physics exam tomorrow.
B: Oh dear. Physics **<u>is</u>/are** a very difficult subject.
2 A: My office is three miles from my house.
B: Three miles **is/are** a long way to walk to work.
3 A: My little brother has got measles.
B: Oh dear. Measles **is/are** quite a serious illness.
4 A: Jane looked nice today, didn't she?
B: Yes. Her clothes **were/was** very smart.
5 A: I've got two pounds. I'm going to buy a CD.
B: Two pounds **is/are** not enough to buy a CD.
6 A: The classroom was empty when I walked past.
B: Yes. The class **was/were** all on a school outing.
7 A: Have you just cleaned the stairs?
B: Yes, so be careful. They **is/are** very slippery.
8 A: Did you ask John to fix your car?
B: Yes. His advice **was/were** that I take it to a garage.

9 A: Did you enjoy your holiday?
B: Yes, thank you. The weather **was/were** wonderful.
10 A: These trousers **is/are** very old.
B: You should buy a new pair.
11 A: How **is/are** the company doing lately?
B: Great. We opened up two more branches.
12 A:' I am going to travel for two years when I finish school.
B: Two years **is/are** a long time to be away from home.

6. Finish the sentences, as in the example.

1 You need a lot of experience to do this job. A lot of experience ...is needed to do this job...
2 They gave us some interesting information. The information …
3 She likes Maths more than any other subject. Maths …
4 We had mild weather this winter. The weather …
5 We called the police immediately. The police …
6 I told them some exciting news. The news …
7 He was irritated because of the bad traffic. He was irritated because the …
8 I stayed in very luxurious accommodation. The accommodation …
9 The driver took the luggage out of the car. The luggage …
10 She gave me very sensible advice. The advice she gave me …
11 These shorts are too big for me. This pair of shorts …
12 The hotel is in magnificent surroundings. The hotel surroundings …
13 She's got long blonde hair. Her hair …

Артикль. The Article

1. Неопределенный a/an (используется перед исчисляемыми существительными в единственном числе)

a cat –кот a dog –собака a boy – мальчик a girl -девочка
a teacher - учитель

2. Определенный the (может использоваться с любыми существительными)

the cat -кот the houses –дома the water -вода the weather –погода
the flowers - цветы

Если слово начинается с гласной буквы, к артиклю "a" добавляется буква "n", для того, чтобы две гласные не сливались: an apple (яблоко), an orange (апельсин), an author (автор) и т, д. Слово “an hour” (час) начинается с согласной буквы “h”, но в слове эта буква не читается, т.е. слово начинается с гласного звука, поэтому к артиклю “a” также добавляется n = an

Упоминая объект впервые, перед ним ставят неопределенный артикль a/an при вторичном с упоминании того же самого объекта, перед ним ставят определенный артикль the

I see a cat, Я вижу кота (одного). The cat is black. (этот) Кот – черный.

This is a kitten. Это - котенок. (Один из многих) The kitten is hungry. (этот) Котенок - голодный.

I have a book- У меня есть книга. The book is interesting. (эта) Книга - интересная.

Неопределенный артикль a/an опускается перед исчисляемыми существительными и существительными во множественном числе.

a pen - pens (ручка - ручки) a dog - dogs (собака - собаки) a book - books (книга -книги)
- water (вода) - snow (снег) - meat (мясо)

Использование неопределенного артикля a

один из множества (любой)	This is a cat.
первое упоминание в тексте	I see a bird.
при упоминании профессии	My brother is a pilot.
в восклицательных предложениях	What a good girl! What a surprise!

	Such a fine room!
вместо слова один	She is coming for a weak.
в определенных конструкциях there is a... I have a… he has a... I see a... this is a... that is a… It is a... Iama… he/she is a…	There is a book here. I have got a nice coat. He has a kind smile. I see a wolf. This is a dog. That is a doctor. It is a red pen. I am a good swimmer. He/she is a tourist
в ряде устойчивых словосочетаний at a quarter.., in a loud, (a low, an angry voice) to have a good time a lot of to go for a walk such a... after a while in a day (a month, a week, a year)	Come at a quarter to 8. Don't speak to him in an angry voice. We had a good time in the country. She has got a lot of presents. Let's go for a walk. He is such a clever boy. You'll see them after a while. We are living in a day.

Использование определенного артикля the

если речь идет о конкретном лице или предмете	The pen is on the table.
при повторном упоминании того же самого объекта	I see a cat. The cat is black.
если слово обозначает нечто, существующее в единственном лице, с частями света	the sun, the moon, the Earth
со словами: only (только), main (главный), central (центральный), left (левый), right (правый), wrong (неправильный), next (следующий), last (последний), final (заключительный)	The only man I love the main road to the left, to the right It was the right answer. the final test
с порядковыми числительными	the first, the tenth
с прилагательными в превосходной степени	the kindest, the most interesting the best
с музыкальными инструментами и танцами	to play the piano, to dance the tango
с обобщающими существительными (класс людей» животных, термины, жанры)	The Britons keep their traditions.
с названиями музеев, кинотеатров, кораблей, галерей, газет, журналов	the Hermitage the Tretyakov Gallery the Avrora the Seasame Street
с названиями океанов, рек, морей, каналов, пустынь, групп, островов, штатов, горных массивов, наименований с of	the Atlantic ocean the Neva river the Black sea Changing of the Guard

Использование определенного артикля в ряде устойчивых словосочетаний

in the middle, in the corner in the morning, In the evening, in the afternoon what’s the use? to the cinema, to the theatre, to the shop, to the market	The table is in the middle of the room. I never drink coffee in the evening. What's the use of going there so late? Do you like going to the theatre? He works at the shop.

at the cinema, at the theatre, at the shop, at the market the fact is (was) that... where is the…? in the country, to the country	The fact is that I have no money at all. Where is the doctor? We always spend summer in the country.

Сколько бы прилагательных-определений ни стояло перед существительным, все эти определения ставятся между артиклем и существительным: A big, black, fat cat большой, черный, толстый кот.

Случаи, когда артикль не употребляется

если, перед существительным стоит притяжательное местоимение	a pen - my pen a dog - his dog the teacher - our teacher the apple - her apple
если перед существительным стоит указательное местоимение	the cats - those cats the books - these books a mouse - this mouse
если стоит другое существительное в притяжательном падеже	a car - father's car the horse - farmer's horse a bike - brother's bike the doll - sister's doll
если перед существительным стоит, количественное числительное	5 balls, 7 bananas, 2 cats
если перед существительным стоит отрицание “no”	She has no children. I see no birds.
перед именами	Mike, Kate, Jim, etc
с названиями дней недели	Sunday, Monday, etc.
с названиями месяцев	May, December, etc.
с названиями времен года	in spring, in winter
с названиями цветов	white, etc. I like green
с названиями спортивных игр	football, chess, etc.
с названиями блюд, напитков	tea, coffee, soup, etc,
с названиями праздников	Easter, Christmas, etc.
с названиями языков, если нет слова (язык). Если есть, нужен артикль the	English, etc. I learn English, the English language
с названиями стран	Russia, France, etc HO: the USA, the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, the Netheriands, the Ukraine, the Congo
с названиями городов	Moscow, Paris, etc.
с названиями улиц, площадей	Trafalgar Square
с названиями парков	St James’ Park, Hyde Park
с названиями мостов	Tower Bridge
с названиями одиночных гор	Kilimanjaro
с названиями озер	Loch Ness
с названиями континентов	Asia, Australia, etc.
с названиями одиночных островов	Cyprus
если перед существительными стоит вопросительное или отрицательное	what animals can swim? I know what thing you have lost!

местоимение	

ГЛАГОЛ (THE VERB)

Глаголом называется часть речи, обозначающая действие или состояние предмета или лица.

В английском языке признаком глагола в неопределенной форме (инфинитиве) является частица to.

По своей структуре глаголы делятся на:

1. Простые, состоящие только из одного корня:

to fire - стрелять; зажигать
to order - приказывать
to read - читать
to play - играть

2. Производные, состоящие из корня и префикса, из корня и суффикса или из корня, префикса и суффикса:

to unpack - распаковывать
to dismiss - увольнять, отпускать
to realize - представлять себе
to shorten - укорачивать (ся)
to encounter - встречать (ся), наталкивать (ся)
to regenerate - перерождаться, возрождаться

3. Сложные, состоящие из двух основ (чаще всего основы существительного или прилагательного и основы глагола):

to broadcast (broad + cast) - передавать по радио
to whitewash (white + wash) - белить

4. Составные, состоящие из глагольной основы и наречия или предлога:

to carry out - выполнять
to sit down - садиться

По значению глаголы делятся на смысловые и служебные.

1. Смысловые глаголы имеют самостоятельное значение, выражают действие или состояние: Lomonosov as a poet and scientist played a great role in the formation of the Russian literary language. Как поэт и ученый Ломоносов сыграл огромную роль в создании русского литературного языка.

2. Служебные глаголы не имеют самостоятельного значения и употребляются для образования сложных форм глагола или составного сказуемого. Они являются спрягаемым элементом сказуемого и в его формах выражается лицо, число и время. К ним относятся:

1. Глаголы-связки to be быть, to become становиться, to remain оставаться, to grow становиться, to get, to turn становиться, to look выглядеть, to keep сохраняться.

Every man is the maker of his own fortune. Каждый человек-творец своей судьбы.

2. Вспомогательные глаголы to be, to do, to have, to let, shall, will (should, would):

The kitchen was supplied with every convenience, and there was even a bath-room, a luxury the Gerhardts had never enjoyed before. На кухне имелись все удобства; была даже ванная комната- роскошь, какой Герхардты никогда до сих пор не обладали.

3. Модальные глаголы can, may, must, ought, need: He that would eat the fruit must climb the tree. Кто любит фрукты, должен влезть на дерево (чтобы сорвать). (Любишь кататься-люби и саночки возить.)

Все формы глагола в английском языке делятся на личные и неличные.

Личные формы глагола выражают время, лицо, число, наклонение. Они выполняют в предложении функцию сказуемого. К личным формам относятся все формы времен действительного и страдательного залога (изъявительного и сослагательного наклонения):

As you leave the Kremlin by Spassky Gate you come out on the Red Square. Если вы выходите из Кремля мимо Спасских Ворот, вы оказываетесь на Красной площади.

Неличные формы глагола не различаются по лицам и числам. Они не могут самостоятельно выполнять в предложении функцию сказуемого, но могут входить в его состав. К неличным формам относятся: инфинитив, причастие и герундий. Every step towards eliminating nuclear weapons is in the interests of every nation. Любой шаг в направлении уничтожения ядерного оружия служит интересам каждого государства.

Личные формы глагола в английском языке имеют три наклонения: изъявительное (the Indicative Mood), повелительное (the Imperative Mood) и сослагательное (the Subjunctive Mood).

Глаголы в изъявительном наклонении выражают реальное действие, передают факты: His son goes to school. Его сын учится в школе.
She has written an interesting article. Она написала интересную статью.
A new building of the theatre was built in this street. На этой улице построили новое здание театра.

Глаголы в повелительном наклонении выражают приказание, просьбу, совет, запрещение, команду:
"Don't buy them", warned our cautious driver. "Не покупайте их", - предупредил наш осторожный шофер.
Undertake not what you cannot perform but be careful to keep your promise. Не беритесь за то, что не сможете выполнить, но старайтесь сдержать обещание.

Глаголы в сослагательном наклонении выражают действие не реальное, а желательное или предполагаемое: If there were no bad people, there would be no good lawyers. Если бы не было плохих людей, не было бы хороших адвокатов.

Как личные, так и неличные формы глагола имеют **два залога**: действительный (the Active Voice) и страдательный (the Passive Voice).

Глаголы в действительном залоге выражают действие, которое производится подлежащим: I inform you that I have carried out the mission. Сообщаю, что я выполнил задание.

Глаголы в страдательном залоге выражают действие, которое испытывает на себе подлежащее: I was informed that the mission had been carried out. Мне сообщили, что задание было выполнено.

Формы глагола могут выражать отношение между действием и временем. В русском языке бывают глаголы **совершенного и несовершенного вида**. **Глаголы совершенного вида** обозначают действие, которое закончено, и есть его результат:
Он прочитал эту статью с интересом.

Глаголы несовершенного вида обозначают действие, указывая на его повторяемость, длительность, незаконченность: Вчера он читал эту статью с интересом. (Но он мог и не прочитать ее).

Вид глагола в русском языке выражается либо изменением его формы, либо с помощью суффиксов и приставок. Видовые значения глагола в английском языке выражаются сочетанием вспомогательного глагола с причастием настоящего или прошедшего времени смыслового глагола.

В английском языке четыре видо-временных группы глагола: неопределенные времена (Indefinite Tenses), продолженные времена (Continuous Tenses), совершенные времена (Perfect Tenses), и совершенные продолженные времена (Perfect Continuous Tenses). В каждой временной группе три времени: настоящее (Present), прошедшее (Past), будущее (Future).

Глагол “to be”

A: Are you from England?
B: No, we aren't. We're from China.

He's Tom and she's Helen. They are friends.

Утверждение		Отрицание		Вопрос
Полная форма	Краткая форма	Полная форма	Краткая форма	Am I?

I am	I'm	I am not	I'm not	Are you?
You are	You're	You are not	You aren't	Is he?
He is	He's	He is not	He isn't	Is she?
She is	She's	She is not	She isn't	Is it?
It is	It's	It is not	It isn't	Are we?
We are	We're	We are not	We aren't	Are you?
You are	You're	You are not	You aren't	Are they?
They are	They're	They are not	They aren't	

Краткими ответами называются ответы на вопросы, начинающиеся с глагольной формы is /are; в кратком ответе содержание вопроса не повторяется. Употребляется только Yes или No, далее личное местоимение в именительном падеже и глагольная форма is (isn't) / are (aren't). Например: Are you British? No, I'm not.
Yes, I am /we are. No, I'm not/we aren't.
Yes, he/she/it is. No, he/she/it isn't.
Yes, they are. No, they aren't.

WAS/WERE

Bob is eighty. He's old and weak.
Mary, his wife is seventy-nine. She's old too.
Fifty years ago they were young. Bob was strong. He wasn't weak. Mary was beautiful. She wasn't old.
В прошедшем простом времени (past simple) глагол "to be" с личными местоимениями в именительном падеже имеет следующие формы: was для I, he, she, it и –were для –we, you, they. В вопросахwas/were ставятся перед личным местоимением в именительном падеже (I, you, he и т.д.) или существительным. Например: She was ill yesterday. -> Was she ill yesterday? Отрицания образуются путем постановки not после was/were. Например: She was not ill yesterday. She wasn't ill yesterday.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
	Полная форма	Краткая форма	
I was	I was not	I wasn’t	Was I?
You were	You were not	You weren’t	Were you?
He was	He was not	He wasn’t	Was he?
She was	She was not	She wasn’t	Was she?
It was	It was not	It wasn’t	Was it?
We were	We were not	We weren’t	Were we?
You were	You were not	You weren’t	Were you?
They were	They were not	They weren’t	Were they?

ОБОРОТ THERE IS/THERE ARE

There is a sofa in the room. There are two pictures on the wall. There isn't a TV in the room. What else is there in the room?

Мы употребляем конструкцию there is/there are, чтобы сказать, что кто-то или что-то существует или находится в определенном месте. Краткая форма there is – there’s. There are не имеет краткой формы. Например: There is (There's) a sofa in the room. There are four children in the garden.

Вопросительная форма: Is there? Are there? Например: Is there a restaurant in the town? Are there any apples in the basket?

Отрицательная форма: There isn’t …/There aren’t … Например: There is not / isn't a man in the room. There are not/aren't any cars in the street.

Краткие ответы строятся с помощью Yes, there is/are или No, there isn't / aren't. Содержание вопроса не повторяется.

Yes, there is. No, there isn't.
Yes, there are. No, there aren't.

Мы употребляем there is / there are, чтобы сказать, что что-то существует или находится в определенном месте, it is / they are - когда уже упоминали об этом. Например: There is a house in the picture.
It is a big house. (Но не: It's a house in the picture.)
There are three books on the desk.
They are history books. (Но не: They are three books on the desk.)

Конструкция There was/There were

This is a modern town today.
There are a lot of tall buildings and shops. There are cars and there isn't much peace and quiet.
This is the same town fifty years ago.
There weren't any tall buildings. There were some old houses. There weren't many cars and there wasn't much noise.

Конструкция There was/There were - это There is / There are в форме past simple. There was употребляется с существительными в единственном числе. Например: There was a post office in the street thirty years ago. There were употребляется с существительными во множественном числе. Например: There were a few houses in the street thirty years ago.

В вопросах was/were ставятся перед there. Например: Was there a post office in the street thirty years ago? Were there any houses in the street thirty years ago?

Отрицания строятся путем постановки not после was / were. Например: There was not / wasn't a post office in the street thirty years ago. There were not / weren't any houses in the street thirty years ago.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
	Полная форма	Краткая форма	
There was	There was not	There wasn't	Was there?
There were	There were not	There weren't	Were there?

Краткие ответы строятся с помощью Yes или No и there was/there were. Содержание вопроса не повторяется.

Was there a book on the desk? Yes, there was. No, there wasn't.

Were there any people in the shop? Yes, there were. No, there weren't.

Глагол Have got

A bird has got a beak, a tail and wings.
Has she got long hair? No, she hasn't. She's got short hair.
What have they got? They've got roller blades. They haven't got skateboards.
She has got a headache.

Have (got) используется:

а) чтобы показать, что что-то принадлежит кому-то. Например: He's got a ball.

б) при описании людей, животных или предметов. Например: She's got blue eyes.

в) в следующих высказываниях: I've got a headache. I've got a temperature. I've got a cough, I've got a toothache, I've got a cold, I've got a problem.

Утверждение		Отрицание		Вопрос
Полная форма	Краткая форма	Полная форма	Краткая форма	Have I (got)?
I have (got)	I've (got)	I have not (got)	I haven't (got)	Have you (got)?
You have (got)	You've (got)	You have not (got)	You haven't (got)	Has he (got)?
He has (got)	He's (got)	He has not (got)	He hasn't (got)	Has she (got)?
She has (got)	She's (got)	She has not (got)	She hasn't (got)	Has it (got)?
It has (got)	It's (got)	It has not (got)	It hasn't (got)	Have we (got)?
We have (got)	We've (got)	We have not (got)	We haven't (got)	Have you (got)?

You have (got) They have (got)	You've (got) They've (got)	You have not (got) They have not (got)	You haven't (got) They haven't (got)	Have they (got)?

Had

Grandpa, did you have a TV when you were five?
No, I didn't. People didn't have TV's then. They had radios.

Have (had) в past simple имеет форму Had для всех лиц.

Вопросы строятся с помощью вспомогательного глагола did, личного местоимения в именительном падеже и глагола - have. Например: Did you have many toys when you were a child? Отрицания строятся с помощью did not и have. Например: I did not / didn't have many toys when I was a child.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
	Полная форма	Краткая форма	
I had	I did not have	I didn't have	Did I have?
You had	You did not have	You didn't have	Did you have?
He had	He did not have	He didn't have	Did he have?
She had	She did not have	She didn't have	Did she have?
It had	It did not have	It didn't have	Did it have?
We had	We did not have	We didn't have	Did we have?
You had	You did not have	You didn't have	Did you have?
They had	They did not have	They didn't have	Did they have?

Имя прилагательное. The Adjective

Категории	**Прилагательное в русском языке**	**Прилагательное в английском языке**
Число	изменяется	не изменяется
Род	изменяется	не изменяется
Падеж	изменяется	не изменяется

Образование имен прилагательных

Имена прилагательные бывают: **простые и производные**

К **простым** именам прилагательным относятся прилагательные, не имеющие в своем составе **ни приставок, ни суффиксов: small -** *маленький*, **long -** *длинный*, **white -** *белый*.

К **производным** именам прилагательным относятся прилагательные, имеющие в своем составе **суффиксы** или **приставки**, или одновременно и те, и другие.

Суффиксальное образование имен прилагательных

Суффикс	**Пример**	**Перевод**
- ful	use**ful** doubt**ful**	**полезный** **сомневающийся**
- less	help**less** use**less**	**беспомощный** **бесполезный**
- ous	fam**ous** danger**ous**	**известный** **опасный**
- al	form**al** centr**al**	**формальный** **центральный**
- able	eat**able** cap**able**	**съедобный** **способный**

Приставочный способ образования имен прилагательных

Приставка	Пример	Перевод
un -	**un**cooked **un**imaginable	**невареный** **невообразимый**
in -	**in**capable **in**human	**неспособный** **негуманный**
il -	**il**legal **il**liberal	**нелегальный** **необразованный**
im -	**im**possible **im**practical	**невозможный** **непрактичный**
dis -	**dis**honest **dis**agreeble	**бесчестный** **неприятный**
ir -	**ir**regular **ir**responsible	**неправильный** **безответственный**
Некоторые имена прилагательные являются составными и образуются из двух слов, составляющих одно понятие: **light-haired –** светловолосый, **snow-white –** белоснежный.		

Прилагательные, оканчивающиеся на – ed и на - ing

- ed	**- ing**
Описывают чувства и состояния	**Описывают предметы, вещи, занятия, вызывающие эти чувства**
interested – интересующийся, заинтересованный	**interesting -** интересный
bored - скучающий	**boring -** скучный
surprised - удивленный	**surprising -** удивительный

Степени сравнения прилагательных

Английские прилагательные не изменяются ни по числам, ни по родам, но у них есть **формы степеней сравнения.**

Имя прилагательное в английском языке имеет **три формы** степеней сравнения:

- положительная степень сравнения **(Positive Degree);**

- сравнительная степень сравнения **(Comparative Degree);**

- превосходная степень сравнения **(Superlative Degree).**

Основная форма прилагательного - положительная степень. Форма сравнительной и превосходной степеней обычно образуется от формы положительной степени одним из следующих способов:

1. -er. -est

Односложные прилагательные образуют **сравнительную степень** путем прибавления **к форме прилагательного в положительной степени** суффикса **- er.** Примерно, тоже самое мы делаем и в русском языке **-** добавляем “е” (большой - больше, холодный - холоднее).

Превосходная степень образуется путем прибавления суффикса **- est. Артикль the обязателен!!!**

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
cold - холодный	cold**er -** холоднее	the cold**est -** самый холодный
big - большой	bigg**er -** больше	the bigg**est -** самый большой
kind - добрый	kind**er -** добрее	the kind**est -** самый добрый

По этому же способу образуются степени сравнения двусложных прилагательных оканчивающихся на **-y, -er, -ow, -ble:**

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень

clever — умный **easy -** простой **able -** способный **busy -** занятой	clever**er - умнее** eas**ier - проще** abl**er - способнее** bus**ier - более занятой**	**the** clever**est - самый умный** **the** easi**est - самый простой** **the** abl**est - самый способный** **the** busi**est - самый занятой**

При образовании степеней сравнения посредством суффиксов **– er и – est** соблюдаются следующие **правила орфографии:**

Если прилагательное заканчивается на немое **“e” ,** то при прибавлении **– er и – est немое “e” опускается:**

larg**e – larg**er **- the** larg**est /** большой – больше – самый большой

brav**e – brav**er **– the** brav**est /** смелый – смелее – самый смелый

Если прилагательное заканчивается **на согласную с предшествующим кратким гласным звуком,** то в сравнительной и превосходной степени **конечная согласная буква удваивается:**

big – bigg**er –** bigg**est /** большой – больше – самый большой

hot – hott**er –** hott**est /** горячий – горячее – самый горячий

thin – thinn**er –** thinn**est /** тонкий – тоньше – самый тонкий

Если прилагательное **заканчивается на “y” с предшествующей согласной,** то в сравнительной и превосходной степени **“y” переходит в “i”:**

busy – bus**ier – bus**iest **/ занятой – более занятой – самый занятой**

easy – eas**ier –** eas**iest / простой – проще – самый простой**

2. more, the most

Большинство двусложных прилагательных и прилагательных, состоящих из трех и более слогов, образуют сравнительную степень при помощи слова **more**, а **превосходную** – при помощи слова **most**.

Эти слова ставятся перед именами прилагательными в положительной степени:

Положительная степень	**Сравнительная степень**	**Превосходная степень**
beautiful - красивый **interesting – интересный** **important - важный**	**more beautiful -** красивее **more interesting -** интереснее **more important -** важнее	**the most beautiful** - самый красивый **the most interesting** - самый интересный **the most important** - самый важный

Особые формы

Положительная степень	**Сравнительная степень**	**Превосходная степень**
good - хороший **bad -** плохой **little -** маленький **much/many -** много **far -** далекий/далеко **old -** старый	**better -** лучше **worse -** хуже **less -** меньше **more -** больше **farther/further -** дальше **older/elder -** старше	**the best -** самый лучший **the worst -** самый плохой **the least -** самый маленький, меньше всего **the most -** больше всего **the farthest/furthest -** самый дальний **the oldest/eldest -** самый старый

3. less. the least

Для выражения **меньшей** или **самой низкой степени** качества предмета по сравнению с другими предметами употребляются соответствующие слова **less** – менее и **the least** – наименее, которые ставятся перед прилагательными в форме положительной степени.

Положительная степень	**Сравнительная степень**	**Превосходная степень**
beautiful – красивый **interesting -** интересный	**less beautiful -** менее красивый	**the least beautiful –** самый некрасивый

important - важный	**less interesting –** менее интересный **less important -** менее важный	**the least interesting –** самый неинтересный **the least important –** самый неважный

Другие средства сравнения двух предметов или лиц

Конструкция	Комментарий	Примеры
As…as (такой же, так же)	**Для сравнения двух объектов одинакового качества**	He is **as** a strong **as** a lion Он такой же сильный, как лев. She is **as** clever **as** an owl**.** Она такая же умная, как сова.
Not so…as (не такой, как)	**в отрицательных предложениях**	He is **not so** strong **as** a lion. Он не такой сильный, как лев**.** She is **not so** clever **as** an owl. Она не такая умная, как сова.
The…the (с двумя сравнительными степенями)	**показывает зависимость одного действия от другого**	**The more** we are together **the happier** we are. Чем больше времени мы проводим вместе, тем счастливее мы становимся. **The more** I learn this rule **the less** I understand it. Чем больше я учу это правило, тем меньше я его понимаю.

Особые замечания об употреблении сравнительных и превосходных степеней имен прилагательных:

- Сравнительная степень может быть усилена употреблением перед ней слов со значением **«гораздо, значительно»:**

His new book is **much more** interesting than previous one. *Его новая книга гораздо более интересная, чем предыдущая.*

This table **is more** comfortable than **that one**. *Этот стол более удобный чем тот.*

- После союзов **than** и **as** используются либо личное местоимение в именительном падеже с глаголом, либо личное местоимение в объектном падеже:

I can run **as** fast **as** him **(as he can).** *Я могу бегать так же быстро, как он.*

Числительное. The numeral

Перед **сотнями, тысячами, миллионами** обязательно называть их количество, даже если всего одна сотня или одна тысяча:

126 – one hundred twenty six

1139 – one thousand one hundred and thirty nine

В составе числительных – сотни, тысячи и миллионы не имеют окончания множественного числа: **two hundred – 200, three thousand – 3000, и т.д.**

НО: окончание множественного числа добавляется hundred, thousand, million, когда они выражают неопределенное количество сотен, тысяч, миллионов. В этом случае после них употребляется существительное с предлогом **“of”:**

hundreds <u>of</u> children – сотни детей

thousands <u>of</u> birds- тысячи птиц

millions <u>of</u> insects – миллионы насекомых

Начиная с 21, числительные образуются так же как в русском языке:

20+1=21 (twenty + one = **twenty one**)

60+7=67 (sixty + seven = **sixty seven**) и т.д.

Как читать даты

1043	ten forty-three
1956	nineteen fifty-six
1601	sixteen o one
2003	two thousand three
В 2003 году	in two thousand three
1 сентября	the first of September
23 февраля	the twenty-third of February

ДРОБНЫЕ ЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ (FRACTIONAL NUMERALS)

В простых дробях (Common Fractions) числитель выражается количественным числительным, а знаменатель порядковым:

1/7- one seventh одна седьмая

При чтении простых дробей, если числитель их больше единицы, к знаменателю прибавляется окончание множественного числа -s:

2/4 - two fourths - две четвертых

2/3 -two thirds - две третьих

3 1/5 - three and one fifth - три целых и одна пятая

1/2 - one second, a second, one half, a half - одна вторая, половина

1/4 -one fourth, a fourth, one quarter, a quarter - одна четвертая, четверть

В десятичных дробях (Decimal Fractions) целое число отделяется точкой, и каждая цифра читается отдельно. Нуль читается nought [no:t] (в США - zero ['zierou]).

4.25 four point twenty-five; four point two five

0.43 nought point forty-three; nought point four three

Существительные, следующие за дробью, имеют форму единственного числа, и перед ними при чтении ставится предлог -of:

2/3 metre- two thirds of a metre

две третьих метра

0.05 ton - nought point nought five of a ton

ноль целых пять сотых тонны

Существительные, следующие за смешанным числом, имеют форму множественного числа и читаются без предлога of:

35 1 /9 tons -thirty-five and one ninth tons

14.65 metres -one four (или fourteen) point six five (или sixty-five) metres

В обозначениях номеров телефонов каждая цифра читается отдельно, нуль здесь читается [ou]:

224-58-06 ['tu:'tu:'fo:'faiv'eit'ou'siks]

ТЕМА 2. Учебно-познавательная сфера общения (Я и мое образование)

Тематика общения:

1. Высшее образование в России и за рубежом.
2. Мой вуз.
3. Студенческая жизнь.

Проблематика общения:

1. Уровни высшего образования.
2. Уральский государственный горный университет.
3. Учебная и научная работа студентов.
4. Культурная и спортивная жизнь студентов.

2.1 Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

The Ural State Mining University

Mining University – Горный университет; **higher educational institution** - высшее учебное заведение; **to provide** - зд. Предоставлять; **full-time education** - очное образование; **extramural education** - заочное образование; **to award** – награждать; **post-graduate courses** – аспирантура;	**scientific research centre** - центр научных исследований; **master of science** - кандидат наук; **capable** – способный; **to take part in** - принимать участие; **graduate** – выпускник; **to dedicate** – посвящать; **to carry out scientific work** - выполнять научную работу;

Faculty of Mining Technology - горно – технологический; **Faculty of Engineering and Economics** - инженерно-экономический; **Institute of World Economics** – Институт мировой экономики; **Faculty of Mining Mechanics** - горно-механический; **Faculty of Civil Protection** – гражданской защиты; **Faculty of City Economy** – городского хозяйства;	**Faculty of Geology & Geophysics** – геологии и геофизики; **Faculty of extramural education** – заочный; **department** – кафедра; **dean** – декан; **to train specialists in** - готовить специалистов; **to consist of** - состоять из; **preparatory** – подготовительный; **additional** – дополнительный; **to offer** – предлагать;

to house - размещать /ся/; **building** – здание; **Rector's office** – ректорат; **Dean's office** – деканат; **department** – кафедра; **library** – библиотека; **reading hall** - читальный зал; **assembly hall** - актовый зал; **layout** - расположение, план; **administrative offices** - административные отделы;	**computation centre** - вычислительный центр; **canteen** – столовая; **to have meals** – питаться; **hostel** – общежитие; **to go in for sports** - заниматься спортом; **wrestling** – борьба; **weight lifting** - тяжелая атлетика; **skiing** - катание на лыжах; **skating** - катание на коньках; **chess** – шахматы;

academic work - учебный процесс; **academic year** - учебный год; **to consist of** - состоять из; **bachelor's degree** - степень бакалавра;	**general geology** - общая геология; **foreign language** - иностранный язык; **to operate a computer** - работать на компьютере;

course of studies - курс обучения; **to last** - длиться; **term** - семестр; **to attend lectures and classes** - посещать лекции и занятия; **period** - пара, 2 – х часовое занятие; **break** - перерыв; **subject** - предмет; **descriptive geometry** - начертательная геометрия;	**to take a test (an exam)** - сдавать зачет, экзамен; **to pass a test (an exam)** - сдать зачет, экзамен; **to fail a test (an exam)** - не сдать зачет, экзамен; **to fail in chemistry** - не сдать химию; **holidays, vacations** - каникулы; **to present graduation paper** - представлять дипломные работы; **for approval** - к защите;

The Faculty of Mining Technology trains specialists in: mine surveying - маркшейдерская съемка; underground mining of mineral deposits - подземная разработка месторождений полезных ископаемых; mine and underground construction - шахтное и подземное строительство; surface mining (open-cut mining) - открытые горные работы; physical processes of mining, oil and gas production - физические процессы горного и нефтегазового производства; placer mining - разработка россыпных месторождений; town cadastre - городской кадастр.

The Institute of World Economics trains specialists in: land improvement, recultivation and soil protection - мелиорация, рекультивация и охрана земель; engineer protection of environment in mining - инженерная защита окружающей среды в горном деле; computer systems of information processing and control - автоматизированные системы обработки информации и управления; economics and management at mining enterprises - экономика и управление на предприятиях горной промышленности.

The Faculty of Mining Mechanics trains specialists in: electromechanical equipment of mining enterprises - электромеханическое оборудование горных предприятий; designing & production of mining, oil and gas machinery - конструирование и производство горных и нефтегазопромысловых машин; technological and service systems of exploitation and maintenance of machines and equipment - технологические и сервисные системы эксплуатации и ремонта машин и оборудования; motorcars and self-propelled mining equipment - автомобили и самоходное горное оборудование; electric drive and automation or industrial units and technological complexes - электопривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов; automation of technological processes and industries - автоматизация технологических процессов и производств; mineral dressing - обогащение полезных ископаемых.

The Faculty of Geology & Geophysics trains specialists in: geophysical methods of prospecting and exploring mineral deposits - геофизические мет оды поисков и разведки месторождений полезных ископаемых; according to some specializations: geoinformatics – геоинформатика; applied geophysics - прикладная геофизика; structural geophysics - структурная геофизика; geological surveying and exploration or mineral deposits - геологическая съемка и поиски МПИ; geology and mineral exploration - геология и разведка МПИ; prospecting and exploration or underground waters and engineering - geological prospecting - поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания; applied geochemistry, petrology and mineralogy - прикладная геохимия, петро логия и минералогия; drilling technology - технология и техника разведки МПИ.

2.2 Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

This text is dedicated to the history of the Ural State Mining University formerly called the Sverdlovsk Mining Institute. It was founded in 1917. It is the oldest higher technical educational institution in the Urals. In 1920 the Mining Institute became a faculty of the Ural State University and in 1925 of the Ural Polytechnical Institute. In 1930 this faculty was reorganized into the Mining Institute. The Institute was named after V.V. Vakhrushev the USSR Coal Industry Minister in 1947. It was awarded the Order of the Red Banner of Labour in 1967.

In 1993 the Sverdlovsk Mining Institute was reorganized into The Ural State Academy of Wining and Geology. In 2004 The Ural State Academy of Mining and Geology was reorganized into The Ural State Mining University. The University provides full-time and extramural education in many specialities. There are post graduate courses at the University as well.

The University is an important scientific research center. Many doctors and masters of Science teach and carry out scientific work at the University. Capable students take part in research projects. The graduates of the University work all over the country.

There are six faculties at the Ural State Mining University: Faculty of Mining Technology; Faculty of Mining Mechanics; Faculty of Geology & Geophysics; Faculty of Civil Protection; Faculty of City Economy; Faculty of Extramural Education; and The Institute of World Economics.

Besides there is a Preparatory faculty where young people get special training before taking entrance exams. The Faculty of Additional Education offers an opportunity to get the second higher education.

Each faculty trains mining engineers in different specialities.

There are many specialities at the Faculty of Extramural Education where students have to combine work with studies. Very often the Ural State Mining University organizes training specialists in new modern specialities.

Faculties consist of Departments. Each faculty is headed by the Dean. The head of the Academy is the Rector.

The University is housed in four buildings. Building, One houses - the Rector's office, the Deans' offices, number of administrative offices, Faculty of City Economy, the Faculty or Mining Mechanics with its numerous departments and laboratories (labs).

Building Two houses the Faculty of Mining Technology, Faculty of Civil Protection, the Deans' offices, many departments, labs and the computation centre.

Building Three houses the Faculty of Geology & of Geophysics, the Faculty of Extramural Education, the Dean's offices, many departments and labs. The Ural Geological Museum, the Museum of the History of the Ural State Mining University and some administrative offices are also housed in this building.

Building Four houses The Institute of World Economics, the Dean's office, departments and labs, the library, reading halls, the Assembly hail, the students cultural centre and a large canteen where students can have their meals.

The library and the reading halls provide students with all kinds of reading: textbooks, reference books / справочники/ dictionaries, magazines and fiction/ художественная литература/.

Besides not far from the University there are four five-storied buildings of the student hostel, where most students live. Near the hostels there is a House of Sports. There students can go in for- different kinds of sports: chess, badminton, table tennis, boxing, wrestling, weight lifting, basketball, volleyball, handball.

The Ural State Mining University offers students three different programs of higher education such as: Bachelors, Diplomate Engineers and Magisters.

The course of studies for a bachelor's degree lasts four years. The academic year begins in September and ends in June. It consists of two terms - September to January and February to June. Students attend lectures and practical classes. As a rule, there are three or four periods of lectures and Classes a day with 20 minutes break between them.

During their first two years students take the following subjects: higher mathematics, physics, chemistry, theoretical air-mechanics, descriptive geometry, general geology, mineralogy, geodesy, history, a foreign language (English, French or German). Besides all the students learn to operate a computer.

Students take their tests and exams at the end of each term. After exams students have their holidays or vacations. At the end of the academic year the students of the academy have practical work at mines, mineral dressing plants, geological & geophysical parties. At the end of the final year students present their graduation papers for approval. After getting the Bachelor's degree the graduates have a possibility to continue their education. They can enter a Diplomate Engineer's course or studies

which lasts one academic year or the graduates can take a two-year program of Magister's degree. After defending final papers these graduates can enter the post-graduate courses.

2.3 Систематизация грамматического материала:

1. Образование видовременных форм глагола в активном залоге.

Образование видовременных форм глагола в активном залоге

Present Simple употребляется для выражения:

1. постоянных состояний,

2. повторяющихся и повседневных действий (часто со следующими наречиями: always, never, usually и т.д.). Mr Gibson is a businessman. He lives in New York, (постоянное состояние) He usually starts work at 9 am. (повседневное действие) He often stays at the office until late in the evening, (повседневное действие)

3. непреложных истин и законов природы, The moon moves round the earth.

4. действий, происходящих по программе или по расписанию (движение поездов, автобусов и т.д.). The bus leaves in ten minutes.

Маркерами present simple являются: usually, always и т.п., every day / week / month / year и т.д., on Mondays I Tuesdays и т.д., in the morning / afternoon / evening, at night / the weekend и т.д.

Present Continuous употребляется для выражения:

1. действий, происходящих в момент речи He is reading a book right now.

2. временных действий, происходящих в настоящий период времени, но не обязательно в момент речи She is practising for a concert these days. (В данный момент она не играет. Она отдыхает.)

3. действий, происходящих слишком часто и по поводу которых мы хотим высказать раздражение или критику (обычно со словом "always") "You're always interrupting me!"(раздражение)

4. действии, заранее запланированных на будущее. He is flying to Milan in an hour. (Это запланировано.)

Маркерами present continuous являются: now, at the moment, these days, at present, always, tonight, still и т.д.

Во временах **группы Continuous** обычно **не употребляются** глаголы:

1. выражающие восприятия, ощущения (see, hear, feel, taste, smell), Например: This cake tastes delicious. (Но не: This cake is tasting delicious)

2. выражающие мыслительную деятельность [know, think, remember, forget, recognize(ze), believe, understand, notice, realise(ze), seem, sound и др.],

Например: I don't know his name.

3. выражающие эмоции, желания (love, prefer, like, hate, dislike, want и др.), Например: Shirley loves jazz music.

4. include, matter, need, belong, cost, mean, own, appear, have (когда выражает принадлежность) и т.д. Например: That jacket costs a tot of money. (Но не: That jacket is costing a lot of money.)

Present perfect употребляется для выражения:

1. действий, которые произошли в прошлом в неопределенное время. Конкретное время действия не важно, важен результат, Kim has bought a new mobile phone. (Когда она его купила? Мы это не уточняем, поскольку это не важно. Важного, что у нее есть новый мобильный телефон.)

2. действий, которые начались в прошлом и все еще продолжаются в настоящем, We has been a car salesman since /990. (Он стал продавцом автомобилей в 1990 году и до сих пор им является.)

3. действий, которые завершились совсем недавно и их результаты все еще ощущаются в настоящем. They have done their shopping. (Мы видим, что они только что сделали покупки, поскольку они выходят из супермаркета с полной тележкой.)

4. Present perfect simple употребляется также со словами "today", "this morning / afternoon" и т.д., когда обозначенное ими время в момент речи еще не истекло. He has made ten photos this morning. (Сейчас утро. Указанное время не истекло.)

К маркерам present perfect относятся: for, since, already, just, always, recently, ever, how long, yet, lately, never, so far, today, this morning/ afternoon / week / month / year и т.д.

Present perfect continuous употребляется для выражения:

1. действий, которые начались в прошлом и продолжаются в настоящее время He has been painting the house for three days. (Он начал красить дом три дня назад и красит его до сих пор.)

2. действий, которые завершились недавно и их результаты заметны (очевидны) сейчас. They're tired. They have been painting the garage door all morning. (Они только что закончили красить. Результат их действий очевиден. Краска на дверях еще не высохла, люди выглядят усталыми.)

Примечание.

1. С глаголами, не имеющими форм группы Continuous, вместо present perfect continuous употребляется present perfect simple. Например: I've known Sharon since we were at school together. (А не: I've been knowing Sharon since we were at school together.)

2. С глаголами live, feel и work можно употреблять как present perfect continuous, так и present perfect simple, при этом смысл предложения почти не изменяется.
Например: He has been living/has lived here since 1994.

К маркерам present perfect continuous относятся: for. since. all morning/afternoon/week/day и т.д., how long (в вопросах).

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Put the verbs in brackets into the present simple or the present continuous.

1 A: *Do you know* (you/know) that man over there?
B: Actually, I do. He's Muriel's husband.

2 A: Are you doing anything tomorrow evening?
B: Yes. I … (see) Jack at nine o'clock.

3 A: I … (see) you're feeling better.
B: Yes, I am, thank you.

4 A: What's that noise?
B: The people next door … (have) a party.

5 A: Graham … (have) a new computer.
B: I know. I've already seen it.

6 A: This dress …. (not/fit) me any more.
B: Why don't you buy a new one?

7 A: Your perfume … (smell) nice. What is it?
B: It's a new perfume called Sunshine.

8 A: What is Jane doing?
B: She … (smell) the flowers in the garden.

9 A: What … (you/look) at?
B: Some photos I took during my holidays. They aren't very good, though.

10 A: You … (look) very pretty today.
B: Thank you. I've just had my hair cut.

11 A: I … (think) we're being followed.
B: Don't be silly! It's just your imagination.

12 A: Is anything wrong?
B: No. I … (just/think) about the party tonight.

13 A: This fabric … (feel) like silk.
B: It is silk, and it was very expensive.

14 A: What are you doing?

B: I … (feel) the radiator to see if it's getting warm.
15 A: She … (be) generous, isn't she?
B: Yes, she has never been a mean person.
16 A: He … (be) very quiet today, isn't he?
B: Yes, I think he has some problems.
17 A: Would you like some cherries?
B: Yes, please. I … (love) cherries. They're my favourite fruit.
18 A: I'm sorry, but I … (not understand) what you mean.
B: Shall I explain it again?
19 A: The children are making lots of noise today.
B: I know, but they … (have) fun.
20 A: This cake … (taste) awful.
B: I think I forgot to put the sugar in it!

2. Fill in the gaps with recently, how long, yet, for, always, ever, already, since, so far or just. Sometimes more than one answer is possible.

1 A: Has Tom finished his exams ...yet...?
B: No. He finishes them next Thursday.
2 A: … has Janet been working at the hospital?
B: She has been working there … she left school.
3 A: How are you finding your new job?
B: Great. I haven't had any problems … .
4 A: Is John at home, please?
B: No, I'm afraid he's … gone out.
5 A: Have you been waiting long?
B: Yes, I've been here … two hours.
6 A: Has Martin … been to Spain?
B: No. I don't think so.
7 A: Have you spoken to Matthew … ?
B: Yes. I phoned him last night.
8 A: Can you do the washing-up for me, please?
B: Don't worry. Mike has … done it.
9 A: Lucy has … been musical, hasn't she?
B: Yes, she started playing the piano when she was five years old.
10 A: Shall we go to that new restaurant tonight?
B: Yes. I have … been there. It's really nice.
11 A: Your dog's been barking … three hours!
B: I'm sorry. I'll take him inside.
12 A: Have you finished reading that bodk yet?
B: No. I've … started it.

3. Put the verbs in brackets into the present perfect or continuous, using short forms where appropriate.

1 A: How long ...*have you known*... (you/know) Alison?
B: We ... (be) friends since we were children.
2 A: Who … (use) the car?
B: I was. Is there a problem?
3 A: What are Andrew and David doing?
B: They … (work) in the garden for three hours.
4 A: Why is Sally upset?
B: She … (lose) her bag.
5 A: I … (always/believe) that exercise is good for you.

B: Of course, it's good to keep fit.

6 A: Emily … (teach) maths since she left university.
B: Yes, and she's a very good teacher, too.

7 A: Fred … (open) a new shop.
B: Really? Where is it?

8 A: This pie is delicious.
B: Is it? I … (not/taste) it yet.

9 A: Have you found your umbrella yet?
B: No, I … (look) for it for an hour now.

10 A: You look exhausted.
B: Well, I … (clean) the windows since 8 o'clock this morning.

11 A: Can I have some more lemonade, please?
B: Sorry, your brother … (just/drink) it all.

12 A: Have you got new neighbours?
B: Yes, they … (just/move) to the area.

4. Put the verbs in brackets into the present perfect or the present perfect continuous.

Dear Connie,

I hope you are enjoying yourself at university. I'm sure you 1)...*'ve been studying*... (study) hard. Everything is fine here at home. Billly 2) … (just/receive) his school report. It was bad, as usual. He 3) … (decide) to leave school next year and find a job. Fiona 4) … (go) to the gym every day for the past two weeks. She 5) … (try) to get in shape for the summer. She 6) … (already/plan) her holiday in the sun. Your father 7) … (sell) the old car and he 8) … (buy) a new one. It's lovely — much nicer than the old one.

Anyway, write soon.

Love, Mum

5. Fill in the gaps with have/has been (to) or have/has gone (to).

Jack: Hi, Jill. Where's Paul?

Jill: Oh, he 1) ...*has gone to*... London for a few days.

Jack: Really! I 2) … London recently. I came back yesterday. 3) … you … there?

Jill: No, I haven't. Paul 4) … twice before, though. Where's Sarah?

Jack: She 5) … Spain for two weeks with her parents. They 6) … there to visit some friends.

Jill: When is she coming back?

Jack: They'll all be back next weekend.

6. Choose the correct answer.

1 'What time does the train leave?'
'I think it ..*A*... at 2 o'clock.'
A leaves
B has been leaving
C has left

2 'Where are Tom and Pauline?'
They … e supermarket.'
A have just gone
B have been going
C go

3 What is Jill doing these days?'
She … for a job for six months.'
A is looking
B has been looking
C looks

4 Is Mandy watching TV?'
No. She … her homework right now.'
A is always doing
B is doing
C does

5 'Have you been for a walk?'
'Yes. I often … for walks in the evenings.'
A have gone
B am going
C go

6 'Have you seen any films lately?'
'Yes. Actually, I … two this week.'
A have seen
B am seeing
C see

7 'What … ?'
'It's a piece of cherry pie. Mum made it yesterday.'
A are you eating
B do you eat
C have you eaten

8 'Are you going on holiday this summer?'
'Yes. I … enough money.'
A am saving
B have already saved
C save

9 'Is Todd reading the newspaper?'
'No. He … dinner at the moment.'
A has been making
B makes
C is making

10 'Have you bought any new CDs recently?'
'Yes. Actually, I … two this week.'
A have bought
B have been buying
C am buying

11 'What time does the play start?'
'I think it … at 8 o'clock.'
A has been starting
B starts
C has started

12 'Where is Mark?'
'He … to the library to return some books.'
A has gone
B has been
C is going

13 'What … ?'
'It's a letter to my pen-friend. I'm telling her my news.'
A have'you written
B do you write
C are you writing

7. Underline the correct tense.

1. Liz and I are good friends. We **know/<u>have known</u>** each other for four years.
2. Sarah is very tired. She **has been working / is working** hard all day.
3. Where is John?' 'He's upstairs. He **does/is doing** his homework.'
4. I can't go to the party on Saturday. I **am leaving/ have been leaving** for Spain on Friday night.
5. Jane **has finished/is finishing** cleaning her room, and now she is going out with her friends.
6. I didn't recognise Tom. He **looks/is looking** so different in a suit.
7. I don't need to wash my car. Jim **washes/has washed** it for me already.
8. Ian **has been talking/is talking** to his boss for an hour now.
9. Claire's train **arrives/has arrived** at 3 o'clock. I must go and meet her at the station.
10. 'Would you like to borrow this book?' 'No, thanks. I **have read/have been reading** it before.'
11. 'Where **are you going/do you go**?' To the cinema. Would you like to come with me?'
12. Have you seen my bag? I **am searching/have been searching** for it all morning.
13. 'Is Colin here?' 'I don't know. I **haven't seen/ haven't been seeing** him all day.'
14. Sophie is very clever. She **is speaking/speaks** seven different languages.
15. We **are moving/have moved** house tomorrow. Everything is packed.

8. Put the verbs in brackets into the correct tense.

1 Who …*has been using* … (use) my toothbrush?
2 'What … (you/do)?' 'I … (write) a letter.'
3 Samantha … (play) tennis with friends every weekend.
4 Tim and Matilda … (be) married since 1991.
5 Uncle Bill … (just/decorate) the bathroom.
6 Pauline and Tom … (sing) in the school choir twice a week.
7 Who … (you/speak) to?
8 Sarah is very happy. She … (win) a poetry competition.
9 He … (drink) two cups of coffee this morning.
10 My friend … (live) in America at the moment.
11 They … (usually/change) jobs every five years.
12 I … (normally/cut) my hair myself.
13 Linda … (study) in the library for three hours.
14 We … (play) in a concert next weekend.
15 Who … (read) my diary?
16 Tim … (leave) the house at 7 o'clock every morning.
17 … (your mother/work) in a bank?
18 … (you/drink) coffee with your breakfast every day?
19 We … (make) plans for our summer holidays right now.
20 They… (move) house in September.

9. Put the verbs in brackets into the correct tense.

1 A: What ...*are you doing*... (you/do)?
B: Nothing. I … (just/finish) my lunch.
2 A: Where … (you/be) all morning?
B: I … (clean) my house since 8 o'clock.
3 A: … (you/do) anything next weekend?
B: No, I … (not/make) any plans yet.
4 A: Jane looks great. … (she/lose) weight?
B: Yes, she … (exercise) a lot recently.
5 A: … (be/you) busy right now?
B: Yes, I … (just/start) typing this report.
6 A: Where is Peter?
B: He … (wash) the car at the moment.
7 A: Who … (be) your favourite actor?

B: I … (like) Sean Connery since I was a child.

8 A: … (you/do) your homework yet?

B: Almost; I … (do) it now.

10. Put the verbs in brackets into the correct tense.

Dear Nick,

This is just a short note to tell you I 1) *...'m arriving/arrive...* (arrive) at the airport at 5 pm on Saturday, 10th December. I 2) … (be) very busy recently, and that's why I 3) … (not/write) to you for a while. I 4) … (plan) this trip for months, so now I 5) … (look forward) to spending some time with you and your family. I 6) … (hope) you will be able to meet me at the airport. Please give my love to your wife and the children.

See you soon,
James

Past simple употребляется для выражения:

1. действий, произошедших в прошлом в определенное указанное время, то есть нам известно, когда эти действия произошли, They graduated four years ago. (Когда они закончили университет? Четыре года назад. Мы знаем время.)

2. повторяющихся в прошлом действий, которые более не происходят. В этом случае могут использоваться наречия частоты (always, often, usually и т.д.), He often played football with his dad when he was five. (Но теперь он уже не играет в футбол со своим отцом.) Then they ate with their friends.

3. действий, следовавших непосредственно одно за другим в прошлом.

They cooked the meal first.

4. Past simple употребляется также, когда речь идет о людях, которых уже нет в живых. Princess Diana visited a lot of schools.

Маркерами past simple являются: yesterday, last night / week / month / year I Monday и т.д., two days I weeks I months I years ago, then, when, in 1992 и т.д.

People used to dress differently in the past. Women used to wear long dresses. Did they use to carry parasols with them? Yes, they did. They didn't use to go out alone at night.

• **Used to** (+ основная форма глагола) употребляется для выражения привычных, повторявшихся в прошлом действий, которые сейчас уже не происходят. Эта конструкция не изменяется по лицам и числам. Например: Peter used to eat a lot of sweets. (= Peter doesn't eat many sweets any more.) Вопросы и отрицания строятся с помощью did / did not (didn't), подлежащего и глагола "use" без -d.

Например: Did Peter use to eat many sweets? Mary didn’t use to stay out late.

Вместо "used to" можно употреблять past simple, при этом смысл высказывания не изменяется. Например: She used to live in the countryside. = She lived in the countryside.

Отрицательные и вопросительные формы употребляются редко.

Past continuous употребляется для выражения:

1. временного действия, продолжавшегося в прошлом в момент, о котором мы говорим. Мы не знаем, когда началось и когда закончилось это действие, At three o'clock yesterday afternoon Mike and his son were washing the dog. (Мы не знаем, когда они начали и когда закончили мыть собаку.)

2. временного действия, продолжавшегося в прошлом (longer action) в момент, когда произошло другое действие (shorter action). Для выражения второго действия (snorter action) мы употребляем past simple, He was reading a newspaper when his wife came, (was reading = longer action: came = shorter action)

3. двух и более временных действий, одновременно продолжавшихся в прошлом. The people were watching while the cowboy was riding the bull.

4. Past continuous употребляется также для описания обстановки, на фоне которой происходили события рассказа (повествования). The sun was shining and the birds were singing. Tom was driving his old truck through the forest.

Маркерами past continuous являются: while, when, as, all day / night / morning и т.д.
when/while/as + past continuous (longer action) when + past simple (shorter action)

Past perfect употребляется:

1. для того, чтобы показать, что одно действие произошло раньше другого в прошлом. При этом то действие, которое произошло раньше, выражается past perfect simple, а случившееся позже - past simple,

They had done their homework before they went out to ptay yesterday afternoon. (=They did their homework first and then they went out to ptay.)

2. для выражения действий, которые произошли до указанного момента в прошлом,

She had watered all the flowers by five o'clock in the afternoon.
(=She had finished watering the flowers before five o'clock.)

3. как эквивалент present perfect simple в прошлом. То есть, past perfect simple употребляется для выражения действия, которое началось и закончилось в прошлом, а present perfect simple - для действия, которое началось в прошлом и продолжается (или только что закончилось) в настоящем. Например: Jill wasn't at home. She had gone out. (Тогда ее не было дома.) ЛИ isn 't at home. She has gone out. (Сечас ее нет дома.)

К маркерам past perfect simple относятся: before, after, already, just, till/until, when, by, by the time и т.д.

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Put the verbs in brackets into the past simple or the past continuous. Which was the longer action in each sentence?

1. They ...*were cleaning*... (clean) the windows when it …*started*... (start) to rain.
Cleaning the windows was the longer action.
2. As he … (drive) to work, he … (remember) that his briefcase was still at home.
3. Melanie … (cook) dinner when her husband … (come) home.
4. I … (hear) a loud crash as I … (sit) in the garden.
5. She … (type) a letter when her boss … (arrive).
6. While the dog … (dig) in the garden, it … (find) a bone.
7. Mary … (ride) her bicycle when she … (notice) the tiny kitten.
8. While I … (do) my homework, the phone … (ring).

2. A policeman is asking Mrs Hutchinson about a car accident she happened to see yesterday. Put the verbs in brackets into the past simple or the past continuous.

P: What 1) ...*were you doing*... (you/do) when you 2) … (see) the accident, madam?
H: I … (walk) down the street.
P: What exactly 4) … (you/see)?
H: Well, the driver of the car 5)… (drive) down the road when suddenly the old man just 5) … (step) in front of him! It 6) … (be) terrible!
P: 8) … (the driver/speed)?
H: No, not really, but the old man 9) … (not/look) both ways before he ... (try) to cross the road.
P: 11) ... (anyone else/see) the accident?
H: Yes, the lady in the post office.
P: Thank you very much.

3. Put the verbs in brackets into the past simple or the past continuous.

A As soon as Margaret 1) ...*got*... (get) off the train, she 2) … (pull) her coat around her. Rain 3) … (fall) heavily and a cold wind 4) … (blow) across the platform. She 5) … (look) around, but no one 6)

… (wait) to meet her. She 7) … (turn) to leave when she 8) … (hear) footsteps. A man 9) … (walk) towards her. He 10) … (smile) at her, then he 11) … (say), 'You're finally here.'

B George 1) … (pick) up his bag then, 2) … (throw) it over his shoulder. It 3) … (get) dark and he 4) … (have) a long way to go. He wished that he had let someone know that he was coming. It 5) … (start) to rain, and he was feeling cold and tired from the long journey. Suddenly, he 6) … (hear) a noise, then he 7) … (see) two bright lights on the road ahead. A car 8) … (head) towards him. It slowed down and finally 9) … (stop) beside him. A man 10) … (sit) at the wheel. He 11) … (open) the door quickly and 12) … (say) 'Get in, George.'

C Andy 1) … (step) into the house and 2) … (close) the door behind him. Everything 3) … (be) quiet. His heart 4) … (beat) fast and his hands 5) … (shake) as he crept silently into the empty house, but he was trying not to panic. He soon 6) … (find) what he 7) … (look) for. He smiled with relief as he put on the clothes. The men who 8) … (follow) him would never recognise him now.

4. Imagine that you were present when these things happened, then, in pairs, ask and answer questions, as in the example.

SA: What were you doing when the burglar broke in?
SB: I was watching TV.
SA: What did you do?
SB: I called for help.

1 The burglar broke in.
2 The storm broke.
3 The lights went out.
4 The boat overturned.
5 The earthquake hit.
6 The building caught fire.

5. Rewrite each person's comment using used to or didn't use to.

1 Sally - 'I don't walk to work any more.'
I used to walk to work.
2 Gordon - 'I've got a dog now.'
3 Lisa - 'I don't eat junk food any more.'
4 Jane - 'I go to the gym every night now.'
5 Paul - 'I'm not shy any more.'
6 Edward - 'I live in a big house now.'
7 Helen - 'I haven't got long hair any more.'
8 Frank - 'I eat lots of vegetables now.'

6. Choose the correct answer.

1 'I find it hard to get up early.'
'You ...*3*... to getting up early once you start working.'
A are used
B will get used
C were used

2 'Do you often exercise now?'
'No, but I … to exercise a lot when I was at school.'
A used
B will get used
C am used

3 'Aren't you bothered by all that noise?'
'No, we … to noise. We live in the city centre.'
A were used
B will get used

C are used

4 'Does your sister travel a lot?'
'No, but she … to before she got married.'
A didn't use
B used
C wasn't used

5 'I don't like wearing a suit every day.'
'Don't worry, you … to it very soon.'
A are used
B will get used
C were used

6 'Sandra … to using a computer, but now she enjoys it.'
'It's a lot easier for her now.'
A isn't used
B will get used
C wasn't used

7 'Do you remember the things we … to do when we were kids?'
'Of course I do. How could I forget what fun we had!'
A used
B were used
C got used

8 'Do you like living in the city?'
'Well, I … to it yet, but it's okay.'
A am not used
B wasn't used
C am used

7. Fill in the gaps with one of the verbs from the list in the correct form. Use each verb twice.

wash, walk, play, work

1 I used to ...*work*... in a shop, but now I work in an office.
2 I can't concentrate. I'm not used to … in such a noisy office.
3 Tom lived in the country for years. He used to … miles every day.
4 I'm exhausted. I'm not used to … such long distances.
5 Mary used to … her clothes by hand, but now she uses a washing machine.
6 We haven't got a washing machine, so we're used to … our clothes by hand.
7 The children are bored with the bad weather. They're used to … outside.
8 When we were younger, we used to … cowboys and Indians.

8. Put the verbs in brackets into the past simple or the present perfect.

1. A: Do you know that man?
B: Oh yes. He's a very good friend of mine. I 1) ...*'ve known*... (know) him for about ten years.
A: I think I 2) … (meet) him at a business meeting last month.

2. A: Mum 1) … (lose) her purse.
B: Where 2) … (she/lose) it?
A: At the supermarket while she was shopping.

3. A: Who was on the telephone?
B: It 1) … (be) Jane.
A: Who is Jane?
B: Someone who 2) … (work) in my office for a few years. She's got a new job now, though.

4. A: Who is your favourite singer?
B: Freddie Mercury. He 1) … (have) a wonderful voice.
A: Yes, I agree. He 2) … (enjoy) performing live, too.

9. Fill in the gaps with one of the verbs from the list in the past perfect continuous.

read, scream, argue, try, eat, watch

1. Emily was angry. She ...*had been arguing*… with her parents for an hour.
2. Hannah felt sick. She … chocolates all afternoon.
3. Allan had a headache. His baby sister … for half an hour.
4. Emily was frightened. She … a horror film for half an hour.
5. Simon was confused. He … to win the game for hours.
6. John was very tired. He … all night.

10. Put the verbs in brackets into the correct past tense.

A: On Monday morning, Jo 1) ... *missed*... (miss) the bus and had to walk to school. When she 2) … (arrive), the bell 3) … (already/ring)', and lessons 4) … (start). The children 5) … (work) quietly when Jo 6) … (walk) into the'classroom.

B: When Jamie 1) … (get) to the party, a lot of people 2) … (dance) to pop music. Everyone 3) … (wear) jeans and T-shirts. Jamie 4) … (buy) a new suit for the party and he 5) … (wear) that. He 6) … (feel) quite silly because everyone 7) … (look) at him.

Future simple употребляется:

1. для обозначения будущих действий, которые, возможно, произойдут, а возможно, и нет, We'll visit Disney World one day.

2. для предсказаний будущих событий (predictions), Life will be better fifty years from now.

3. для выражения угроз или предупреждений (threats / warnings), Stop or I'll shoot.

4. для выражения обещаний (promises) и решений, принятых в момент речи (on-the-spot decisions), I'll help you with your homework.

5. с глаголами hope, think, believe, expect и т.п., с выражениями I'm sure, I'm afraid и т.п., а также с наречиями probably, perhaps и т.п. / think he will support me. He will probably go to work.

К маркерам future simple относятся: tomorrow, the day after tomorrow, next week I month / year, tonight, soon, in a week / month year и т.д.

ПРИМЕЧАНИЕ

Future simple не употребляется после слов while, before, until, as soon as, after, if и when в придаточных предложениях условия и времени. В таких случаях используется present simple. Например: I'll make a phone call while I wait for you. (А не:... whilo I will wait for you.) Please phone me when you finish work.

В дополнительных придаточных предложениях после "when" и "if" возможно употребление future simple. Например: I don't know when I if Helen will be back.

He is going to throw the ball.

Be going to употребляется для:

1. выражения заранее принятых планов и намерений на будущее,

Например: Bob is going to drive to Manchester tomorrow morning.

2. предсказаний, когда уже есть доказательства того, что они сбудутся в близком будущем. Например: Look at that tree. It is going to fall down.

We use the **future continuous**:

a) for an action which will be in progress at a stated for an action which will be future time. *This time next week, we'll be cruising round the islands.*

b) for an action which will definitely happen in the future as the result of a routine or arrangement. *Don't call Julie. I'll be seeing her later, so I'll pass the message on.*

c) when we ask politely about someone's plans for the near future (what we want to know is if our wishes fit in with their plans.) *Will you be using the photocopier for long?*
No. Why?
I need to make some photocopies.

We use the **future perfect**:

1. For an action which will be finished before a stated future time. *She will have delivered all the newspapers by 8 o'clock.*

2. The future perfect is used with the following time expressions: before, by, by then, by the time, until/till.

We use the **future perfect continuous**:

1. to emphasize the duration of an action up to a certain time in the future. *By the end of next month, she will have been teaching for twenty years.*

The future perfect continuous is used with: by... for.

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Tanya Smirnoff is a famous astrologer. She's been invited on a TV show to give her astrological predictions for next year. Using the prompts below, make sentences, as in the example.
e.g. An eartyhquake will strike Asia.

1 earthquake/strike/Asia
2 Tom Murray/win/elections
3 economy/not improve/significantly
4 number of road accidents/increase
5 America/establish/colony/on Mars
6 scientists/not discover/cure for common cold

2. In pairs, ask and answer questions using the prompts below, as in the examples.

SA: Are you going to pay the bill?
SB: Yes, that's what I'm going to do.
SA: Are you going to complain to the manager?
SB: No, that's not what I'm going to do.

1. pay the bill (√)
2. complain to the manager (X)
3. take the skirt back to the shop (√)
4. buy the jumper (√)
5. ask the bank manager for a loan (X)
6. order the food (√)
7. book the airline tickets (X)

3. Fill in the gaps with the correct form of will or be going to and the verb in brackets.

1 A: Why are you buying flour and eggs?
B: Because I ...*'m going to make*... (make) a cake.
2 A: I have decided what to buy Mum for her birthday.
B: Really. What … (you/buy) for her?
3 A: Did you ask Jackie to the party?
B: Oh no! I forgot! I … (ask) her tonight.
4 A: Could I speak to Jim, please?
B: Wait a minute. I … (get) him for you.
5 A: What are your plans for the weekend?

B: I … (spend) some time with my friends.

6 A: What are you doing on Friday night?
B: Oh, I … (probably/stay) at home with my family.

7 A: Have you tidied your room yet?
B: No, but I promise I … (do) it this afternoon.

8 A: Look at that boy!
B: Oh yes! He … (climb) the tree.

9 A: Jason is very clever for his age.
B: Yes. He says he … (become) a doctor when he grows up.

10 A: I'm too tired to cut the grass.
B: Don't worry! I (cut) it for you.

4. Fill in the gaps with shall, will or the correct form of be going to.

1 A: It's too hot in here.
B: You're right. I ...*will...* open a window.

2 A: … I put the baby to bed, now?
B: Yes, he looks a little tired.

3 A: Have you seen Lucy recently?
B: No, but I … meet her for lunch later today.

4 A: Have you done the shopping yet?
B: No, but I … probably do it tomorrow, after work.

5 A: … we ask Mr Perkins for help with the project?
B: That's a good idea. Let's ask him now.

5. Replace the words in bold with will/won't or shall I/we, as in the example.

1 I've asked Paul to talk to the landlord, but he **refuses to** do it.
I've asked Paul to talk to the landlord, but he won't do it.

2 **Do you want me** to make a reservation for you?

3 **Can** you call Barry for me, please?

4 **Why don't we** try this new dish?

5 Where **do you want me** to put these flowers?

6. In pairs, ask and answer questions using the prompts below, as in the example.

SA: *When will you do the gardening?*
SB: *I'll do it after I've done the shopping.*

1 do the gardening / do the shopping
2 post the letters / buy the stamps
3 iron the clothes / tidy the bedroom
4 water the plants / make the bed
5 do your homework / have my dinner
6 pay the bills / take the car to the garage

7. Put the verbs in brackets into the present simple or the future simple.

1 A: I'm going to the gym tonight.
B: Well, while you ...*are*... (be) there, I … (do) the shopping.

2 A: … (you/call) me when you … (get) home?
B: Yes, of course.

3 A: As soon as John … (come) in, tell him to come to my office.
B: Certainly, sir.

4 A: I'm exhausted.
B: Me too. I wonder if David … (come) to help tonight.

5 A: Are you going to visit Aunt Mabel this afternoon?

B: Yes, I ... (visit) her before I … (do) the shopping.

6 A: Is George going to eat dinner with us?
B: No, by the time he … (get) home it … (be) very late.

7 A: When … (you/pay) the rent?
B: When I … (get) my pay cheque.

8 A: What are your plans for the future?
B: I want to go to university after I … (finish) school.

9 A: If you … (pay) for dinner, I … (pay) for the theatre.
B: Okay, that's a good idea.

10 A: Can you give this message to Mike, please?
B: Well, I'll try, but I doubt if I … (see) him today.

8. Put the verbs in brackets into the future simple, the present simple or the present continuous.

1 A: I ...*am seeing*... (see) Roger at seven o'clock tonight.
B: Really? I thought he was out of town.

2 A: … (you/do) anything on Friday morning?
B: No, I'm free.

3 A: I … (go) to the cinema. There's a new film on. Do you want to come with me?
B: What time … (the film/start)?

4 A: Helen … (have) a party the day after tomorrow. … (you/go)?
B: As a matter of fact, I haven't been invited.

5 A: The new exhibition … (open) on April 3rd and … (finish) on May 31st.
B: I know. I … (go) on the first day.

6 A: Aunt Maggie … (come) to visit us tomorrow.
B: I know. What time … (she/arrive)?

7 A: Excuse me, what time … (the train/leave)?
B: At half past three, madam.

8 A: Michael Jackson … (give) a concert at the Olympic Stadium next week.
B: I know. I … (want) to get a ticket.

9 A: I'm really thirsty.
B: I … (get) you a glass of water.

10 A: Are you looking forward to your party?
B: Yes. I hope everyone … (enjoy) it.

11 A: How old is your sister?
B: She .. (be) twelve next month.

12 A: What are you doing tonight?
B: I … (probably/watch) TV after dinner.

9. A) Cliff Turner has his own business and it is doing well. He has already decided to expand. Look at the prompts and say what he is going to do, as in the example.

1. employ more staff

He's going to employ more staff.

2. advertise in newspapers and magazines
3. equip the office with computers
4. increase production
5. move to bigger premises
6. open an office abroad

B) Cliff is always busy. Look at his schedule and say what his arrangements are for the next few days. Make sentences, as in the example.

Wednesday 12th: fly to Montreal

He is flying to Montreal on Wednesday.
Thursday 13th: give an interview to The Financial Times
Friday 14th: have lunch with sales representatives
Saturday 15th: have a meeting with Japanese ambassador
Sunday 16th: play tennis with Carol

10. ln Pairs, ask and answer the following questions using I (don't) think/expect I will or I hope /'m sure/'m afraid I will/won't, as in the example.
SA: *Do you think you will pass your exams?*
SB: *I hope I will/I'm afraid I won't.*
1 pass/exams
2 move house
3 take up / new hobby
4 make / new friends
5 start having music lessons
6 have / party on / birthday
7 learn/drive

ТЕМА 3. Социально-культурная сфера общения (Я и моя страна. Я и мир)

Тематика общения:

1. Екатеринбург – столица Урала.
2. Общее и различное в национальных культурах.

Проблематика общения:

1. Мой родной город.
2. Традиции и обычаи стран изучаемого языка.
3. Достопримечательности стран изучаемого языка.

3.1 Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

My town

a building – здание
downtown – деловой центр города
town outskirts – окраина города
a road – дорога
an avenue – проспект
a pavement/a sidewalk - тротуар
a pedestrian – пешеход
a pedestrian crossing – пешеходный переход
traffic lights – светофор
a road sign – дорожный знак
a corner – угол
a school - школа
a kindergarten – детский сад
a university - университет
an institute – институт
an embassy - посольство
a hospital - больница
a shop/a store/a shopping centre/a supermarket – магазин, супермаркет
a department store – универмаг
a shopping mall/centre – торговый центр
a food market – продуктовый рынок
a greengrocery – фруктово-овощной магазин
a chemist's/a pharmacy/a drugstore - аптека
a beauty salon – салон красоты
a hairdressing salon/a hairdresser's - парикмахерская
a dental clinic/a dentist's – стоматологическая клиника
a vet clinic – ветеринарная клиника
a laundry – прачечная
a dry-cleaner's – химчистка
a post-office – почтовое отделение
a bank – банк
a cash machine/a cash dispenser - банкомат
a library – библиотека
a sight/a place of interest - достопримечательность
a museum – музей
a picture gallery – картинная галерея
a park – парк
a fountain – фонтан
a square – площадь
a monument/a statue – памятник/статуя
a river bank – набережная реки

a beach – пляж
a bay - залив
a café – кафе
a restaurant – ресторан
a nightclub – ночной клуб
a zoo - зоопарк
a cinema/a movie theatre - кинотеатр
a theatre – театр
a circus - цирк
a castle - замок
a church – церковь
a cathedral – собор
a mosque - мечеть
a hotel – отель, гостиница
a newsagent's – газетный киоск
a railway station – железнодорожный вокзал
a bus station - автовокзал
a bus stop – автобусная остановка
an underground (metro, subway, tube) station – станция метро
a stadium – стадион
a swimming-pool – плавательный бассейн
a health club/a fitness club/a gym – тренажерный зал, фитнесс клуб
a playground – игровая детская площадка
a plant/a factory – завод/фабрика
a police station – полицейский участок
a gas station/a petrol station – заправочная автостанция, бензоколонка
a car park/a parking lot - автостоянка
an airport - аэропорт
a block of flats – многоквартирный дом
an office block – офисное здание
a skyscraper - небоскреб
a bridge – мост
an arch – арка
a litter bin/a trash can – урна
a public toilet – общественный туалет
a bench - скамья

3.2 Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

Ekaterinburg – an Industrial Centre

Ekaterinburg is one of the leading industrial centres of Russia. There are over 200 industrial enterprises of all-Russia importance in it. The key industry is machine-building. The plants of our city produce walking excavators, electric motors, turbines, various equipment for industrial enterprises.

During the Great Patriotic War Sverdlovsk plants supplied the front with arms and munitions and delivered various machinery for restoration of Donbass collieries and industrial enterprises of the Ukraine.

The biggest plants of our city are the Urals Heavy Machine Building Plant (the Uralmash), the Urals Electrical Engineering Plant (Uralelectrotyazhmash), the Torbomotorny Works (TMZ), the Chemical Machinery Building Works (Chimmash), the Verkh Iset Metallurgical Works (VIZ) and many others.

The Urals Heavy Machinery Building Plant was built in the years of the first five-year plan period. It has begun to turn out production in 1933. The machines and equipment produced by the Uralmash have laid the foundation for the home iron and steel, mining and oil industries. The plant

produces walking excavators and draglines, drilling rigs for boring super-deep holes, crushing and milling equipment for concentrators. The plant also produces rolling-mills, highly efficient equipment for blast furnaces, powerful hydraulic presses and other machines. The trade mark of the Uralmash is well-known all over the world.

The Electrical Engineering plant was put into operation in 1934. At the present time it is a great complex of heavy electrical machine-building. It produces powerful hydrogenerators, transformers, air and oil switches, rectifiers & other electrical equipment. Besides, it is one of the main producers of high-voltage machinery.

The Turbo-Motorny Works produces turbines & diesel motors for powerful trucks. The turbines manufactured by this plant are widely known not only in our country, but also abroad. The plant turned out its first turbines in 1941.

The Urals Chemical Works, the greatest plant in the country, produces machinery for the chemical industry. It also produces vacuum- filters used in different branches of oil industry.

The Verkh-Iset Metallurgical Works the oldest industrial enterprise in Ekaterinburg is now the chief producer of high grade transformer steel in the country.

Now complex mechanization & automation of production processes are being used at all industrial enterprises of Ekaterinburg. Its plants make great contribution to the development of our country's national economy.

The History of Ekaterinburg

The famous Soviet poet V. Mayakovsky called out city "A Worker and a Fighter" and these words most fully reflect the features of Ekaterinburg.

Ekaterinburg is nowadays one of the leading industrial cities of Russia, an administrative & cultural centre of the Sverdlovsk region. It is the capital of the Urals.

Ekaterinburg has sprung up in the upper reaches of the Iset River in the middle part of the Urals Mountains near the border of Europe and Asia. It stretches from North to South for 25 km. and 15 km. from East to West.

The history of our city is very interesting. It was founded at the beginning of the XVIII century as a fortress-factory in connection with the construction of the Urals iron works. The works was constructed under the supervision of Tatishchev, a mining engineer, who was sent to the Urals by Peter the first. It was put into operation in November 1723. This date is considered to be the date of the birthday of city. It was named Ekaterinburg. On the place of the first works there is the Historical Square now.

The town grew and developed as the centre of an important mining area where the mining administration office was located. Ekaterinburg was an ordinary provincial town like many others in Russia before the October Revolution. It had only one theatre, four hospitals, one mining school and not a single higher school.

At the end of the XIX century Ekaterinburg became one of the centres of the revolutionary struggle. Many squares, streets and houses of the city keep the memory of the revolutionary events and the Civil War in the Urals. They are: the 1905 Square, a traditional place of the revolutionary demonstrations of the working people, the rocks "Kamenniye Palatki", a memorial park now, which was the place of illegal meetings of Ekaterinburg workers, the Opera House where the Soviet power was proclaimed in November 8, 1917 and many others.

Ekaterinburg is closely connected with the life and activities of many famous people. Here Y.M. Sverdlov, the leader of the Urals Party organization before the Revolution and the first President of the Soviet state, carried out his revolutionary work. In 1924 Ekaterinburg was renamed in his memory.

The name of such a famous scientist and inventor of the radio as Popov, and the names of such writers as Mamin-Sibiriyak and Bazhov are also connected with Ekaterinburg.

After the October Socialist Revolution the town has changed beyond recognition. It grew quickly in the years of the first five-year plan periods. Nowadays our city is constantly growing and

developing. Modern Ekaterinburg is a city of wide straight streets, multistoried blocks of flats, big shops, beautiful palaces of culture, cinemas, fine parks and squares.

The centre of the city is 1905 Square with the monument to V.I. Lenin and the building of the City Soviet. The main street is Lenin Avenue. The total area of the city is over 400 sq. km. The population is about two million.

In connection with its 250th anniversary and for its outstanding achievements in the development of the national economy of our country Ekaterinburg was awarded the Order of Lenin.

Ekaterinburg – a Center of Science & Education

Ekaterinburg is one of the largest & most important centers of science & education in our country. The city has 15 higher schools. The oldest of them are the Mining & the Polytechnical Institutes, the Urals State University founded in 1920, the Medical & Pedagogical & many others. Ekaterinburg higher schools train specialists for practically all branches of industry, economy, education & science. The city has a student population of about 80 thousand. Besides, there are many secondary and vocational schools and over 50 technical schools (colleges). The oldest of them is the Mining Metallurgical College named after Polzunov, founded in 1847.

Much important scientific research work is carried on in Ekaterinburg. The Urals Branch of Sciences, now called the Urals Scientific Centre (UNZ), was founded in 1932. Its first chairman was the famous Soviet scientist, mineralogist and geochemist A.E. Fersman. UNZ is the main centre of scientific work now. It contains nine institutes which solve the most important theoretical and practical problems in the field of geology, mining, metallurgy, biology, economy and others.

The city has more than 120 research and designing institutions, among them Uralmechanobr, Unipromed, Nipigormash and others. It is worth mentioning that important scientific and research work is also carried on in educational establishments and at the industrial enterprises of the city, such as the Uralmash, Uralelectrotyazmash and others.

Thousands of research workers, among them 5 academicians, 10 Corresponding members of the Russian Academy of Sciences, many Doctors and Masters of Science are engaged in scientific and research work. Ekaterinburg has contributed greatly to the development of Russian science.

Ekaterinburg - a Cultural Centre

Ekaterinburg is not only an industrial and educational, but also a large cultural centre. There is a lot to be seen in the city. There are many theatres, cinemas, museums, clubs, libraries, palaces of culture, the Art Gallery and the Circus in it.

The Art Gallery houses a splendid collection of paintings of Russian and Soviet artists such as Repin, Polenov, Levitan, Perov, Slusarev, Burak, Pimenov and many others. Here you will see one of the world famous collections of metal castings made in Kasli and especially a cast Iron pavilion. It was shown in Paris at the World Exhibition and awarded the Highest Prize.

Ekaterinburg is famous for its theaters. They are the Opera & Ballet House, the Drama Theatre, the Musical Comedy, the Children's and Puppet Theatres, the Cinema and Concert Hall "Cosmos". The Opera House was built in 1912. Many famous singers such as S. Lemeshev, I. Koslovsky, I. Arkhipova, B. Shtokolov and many others sang in that theatre. Ekaterinburg has a Philharmonic Society, film and television studios, the Urals Russian Folk Choir which is well known both at home and abroad.

There are many museums in the city: the Museum of Local Studies, the Sverdlov Museum, the Museum of Mamin-Sibiriyak, the Bazhov Museum, the Museum of Architecture. But the Urals Geological Museum is the most famous one. It is a real treasure-house of the Urals riches. The museum was opened in 1937.

Ekaterinburg is a green city with its squares, gardens and parks. The largest and the best of the parks is the Central Park of Culture and Rest. The Central Square of the City is the 1905 Square. Besides, there are some others: the Labor Square, one of the oldest of the city, located in front of the House of Trade Unions, the Komsomolskaya Square with the monument to the Urals Komsomol, the Paris Commune Square with the monument to Y.M. Sverdlov.

There are lots of monuments in the city. They are: the monument dedicated to the students and teachers of the Urals Polytechnical Institute who perished in the Great Patriotic War, the monument to the Urals Tank Corps, the monuments to Bazhov, Popov, Ordjonikidze, Malishev and many others.

There are a lot of places of interest in our city. Any visitor who comes to our city is invited to take sightseeing around it. We will be shown the historical places such as the rocks "Kamenniye Palatki", the Pupils' Creation Palace, the Historical Square, the 1905 Square.

There are several memorials to those who gave their lives in the struggle against fascism, the obelisk in the Square of Communards with the eternal flame. Such famous places of interest at the city pond with granite-lined embankment, the Palace of Youth, the lake Shartash, the Uktus Mountains and some others are most popular with the citizens of Ekaterinburg as well as with its visitors.

Ekaterinburg is a city of sports. There are a lot of sports grounds, stadiums, sports halls and a beautiful Palace of Sport in it. Ekaterinburg is often called the Winter Sports Capital. All sorts of important skiing & skating events are held in the Uktus Mountains.

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland

The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland (the UK) occupies most of the territory of the British Isles. It consists of four main parts: England, Scotland, Wales and Northern Ireland. London is the capital of England. Edinburgh is the capital of Scotland, Cardiff— of Wales and Belfast — of Northern Ireland. The UK is a small country with an area of some 244,100 square kilometres. It occupies only 0.2 per cent of the world's land surface. It is washed by the Atlantic Ocean in the north-west, north and south-west and separated from Europe by the Severn, but the most important waterway is the Thames.

The climate is moderate and mild. But the weather is very changeable. The population of the United Kingdom is over 57 million people. Foreigners often call British people "English", but the Scots, the Irish and the Welsh do not consider themselves to be English. The English are Anglo-Saxon in origin, but the Welsh, the Scots and the Irish are Celts, descendants of the ancient people, who crossed over from Europe centuries before the Norman Invasion. It was this people, whom the Germanic Angles and Saxons conquered in the 5th and 6th centuries AD. These Germanic conquerors gave England its name — "Angle" land. They were conquered in their turn by the Norman French, when William the Conqueror of Normandy landed near Hastings in 1066. It was from the union of Norman conquerors and the defeated Anglo-Saxons that the English people and the English language were born. The official language of the United Kingdom is English. But in western Scotland some people still speak Gaelic, and in northern and central parts of Wales people often speak Welsh.

The UK is a highly developed industrial country. It is known as one of the world's largest producers and exporters of machinery, electronics, textile, aircraft, and navigation equipment. One of the chief industries of the country is shipbuilding.

The UK is a constitutional monarchy. In law, Head of the State is Queen. In practice, the country is ruled by the elected government with the Prime Minister at the head. The British Parliament consists of two chambers: the House of Lords and the House of Commons. There are three main political parties in Great Britain: the Labour, the Conservative and the Liberal parties. The flag of the United Kingdom, known as the Union Jack, is made up of three crosses. The big red cross is the cross of Saint George, the patron saint of England. The white cross is the cross of Saint Andrew, the patron saint of Scotland. The red diagonal cross is the cross of Saint Patrick, the patron saint of Ireland.

The United Kingdom has a long and exciting history and a lot of traditions and customs. The favorite topic of conversation is weather. The English like to drink tea at 5 o'clock. There are a lot of high daysin Great Britain. They celebrate Good Friday, Christmastide, Christmas, Valentine`s day and many others. It is considered this nation is the most conservative in Europe because people attach greater importance to traditions; they are proud of them and keep them up. The best examples are their money system, queen, their measures and weights. The English never throw away old things and don't like to have changes.

Great Britain is a country of strong attraction for tourists. There are both ancient and modern

monuments. For example: Hadrian Wall and Stonehenge, York Cathedral and Durham castle. It is no doubt London is the most popular place for visiting because there are a lot of sightseeing like the Houses of Parliament, Buckingham Palace, London Bridge, St Paul's Cathedral, Westminster Abbey, the Tower of London. Also you can see the famous Tower Clock Big Ben which is considered to be the symbol of London. Big Ben strikes every quarter of an hour. You will definitely admire Buckingham Palace. It's the residence of the royal family. The capital is famous for its beautiful parks: Hyde Park, Regent's Park. The last one is the home of London Zoo.

3.3 Систематизация грамматического материала:

1. Модальные глаголы и их эквиваленты.
2. Образование видовременных форм глагола в пассивном залоге.
3. Основные сведения о согласовании времён, прямая и косвенная речь.

Модальные глаголы

Глаголы	**Значение**	**Примеры**
CAN	физическая или умственная возможность/умение	I can swim very well. – Я очень хорошо умею плавать.
	возможность	You can go now. — Ты можешь идти сейчас.You cannot play football in the street. – На улице нельзя играть в футбол.
	вероятность	They can arrive any time. – Они могут приехать в любой момент.
	удивление	Can he have said that? – Неужели он это сказал?
	сомнение, недоверчивость	She can't be waiting for us now. – Не может быть, чтобы она сейчас нас ждала.
	разрешение	Can we go home? — Нам можно пойти домой?
	вежливая просьба	Could you tell me what time it is now? – Не могли бы вы подсказать, который сейчас час?
MAY	разрешение	May I borrow your book? – Я могу одолжить у тебя книгу?
	предположение	She may not come. – Она, возможно, не придет.
	возможность	In the museum you may see many interesting things. – В музее вы можете увидеть много интересных вещей.
	упрек – только **MIGHT (+ perfect infinitive)**	You might have told me that. – Ты мог бы мне это сказать.
MUST	обязательство, необходимость	He must work. He must earn money. – Он должен работать. Он должен зарабатывать деньги.
	вероятность (сильная степень)	He must be sick. — Он, должно быть, заболел.
	запрет	Tourists must not feed animals in the zoo. — Туристы не должны кормить животных в зоопарке.
SHOULD OUGHT TO	моральное долженствование	You ought to be polite. – Вы должны быть любезными.
	совет	You should see a doctor. – Вам следует сходить к врачу.
	упрек, запрет	You should have taken the umbrella. – Тебе следовало взять с собой зонт.
SHALL	указ, обязанность	These rules shall apply in all circumstances. – Эти правила будут действовать при любых

		обстоятельствах.
	угроза	You shall suffer. — Ты будешь страдать.
	просьба об указании	Shall I open the window? – Мне открыть окно?
WILL	готовность, нежелание/отказ	The door won't open. — Дверь не открывается.
	вежливая просьба	Will you go with me? – Ты сможешь пойти со мной?
WOULD	готовность, нежелание/отказ	He would not answer this question. – Он не будет отвечать на этот вопрос.
	вежливая просьба	Would you please come with me? — Не могли бы вы пройти со мной.
	повторяющееся/привычное действие	We would talk for hours. – Мы беседовали часами.
NEED	необходимость	Do you need to work so hard? – Тебе надо столько работать?
NEEDN'T	отсутствие необходимости	She needn't go there. — Ей не нужно туда идти.
DARE	Посметь	How dare you say that? – Как ты смеешь такое говорить?

Модальные единицы эквивалентного типа		
to be able (to) = can	Возможность соверш-я конкрет-го дей-ия в опред. момент	She **was able** to change the situation then. (Она тогда была в состоянии (могла) изменить ситуацию).
to be allowed (to) = may	Возмож-ть совер-ия дей-ия в наст.-м, прош-ом или буд-ем + оттенок разрешения	My sister **is allowed to** play outdoors. (Moei сестре разрешается играть на улице).
to have (to)= ought, must, should	Необходимость совер-я дей-я в наст.-м, прош-ом или буд-ем при опред-х об-вах	They **will have to** set up in business soon. (Им вскоре придется открыть свое дело).
to be (to)= ought, must, should	Необходимость совер-я дей-я в наст.-м, прош-ом при наличии опред. планов, распис-ий и т.д.	We **are to** send Nick about his business. (Мы должны (= планируем) выпроводить Ника

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Rephrase the following sentences using must, mustn't, needn't, has to or doesn't have to.

1 **You aren't allowed** to park your car in the college car park.

...You mustn't park your car in the college car park...

2 **I strongly advise** you to speak to your parents about your decision.

3 **It isn't necessary** for Emma to attend tomorrow's staff meeting.

4 **Jack is obliged** to wear a suit and a tie at work because the manager says so.

5 **I'm sure** Antonio is from Milan.

6 **It's necessary** for Roger to find a job soon.

7 **It's forbidden** to use mobile phones inside the hospital.

8 Susan **is obliged to** work overtime because her boss says so.

2. Rephrase the following sentences using didn't need to or needn't have done.

1 It wasn't necessary for him to wash the car. It wasn't dirty.

…He didn't need to wash the car…

2 It wasn't necessary for her to buy so many oranges, but she did.

3 It wasn't necessary for us to take an umbrella. It wasn't raining.

4 It wasn't necessary for us to turn on the light. It wasn't dark.

5 It wasn't necessary for him to call me today, but he did.
6 It wasn't necessary for you to make sandwiches for me, but you did.
7 It wasn't necessary for them to make reservations at the restaurant, but they did.

3. Rewrite the sentences using the word in bold.

1 It isn't necessary for Mark to buy new clothes for the reception.
need *...Mark doesn't need to/needn't buy new clothes for the reception…*
2 You aren't allowed to pick these flowers. **must**
3 Sarah is obliged to type her compositions at university. **has**
4 It wasn't necessary for Paula to make the beds. **need**
5 It is your duty to obey the law. **must**
6 It wasn't necessary for Bob to wait for me, but he did. **need**
7 It is forbidden to throw litter on the beach. **must**
8 I'm sure Ronald is at home. **must**
9 It wasn't necessary for Alice to bake a cake for the party. **need**
10 It wasn't necessary for George to stay at work late last night, but he did. **have**

4. Fill in the gaps with an appropriate modal verb.

1 A: ... *May/Can/Could*... I borrow your pen, please?
B: No, you … .I'm using it.
2 A: I'm bored. What shall we do?
B: We … go for a walk.
A: No, we … because it's raining.
B: Let's watch a video, then.
3 A: My parents told me I … go to the party tonight.
B: Never mind, I … go either. We … stay at home together, though.
4 A: Sir, … .I speak to you for a moment, please?
B: Certainly, but later today; I'm busy now.
5 A: Excuse me?
B: Yes?
A: … you tell me where the post office is, please?
B: Certainly. It's on the main road, next to the school.
6 A: Is anyone sitting on that chair?
B: No, you … take it if you want to.

5. Choose the correct answer.

1 " Todd was a very talented child.'
I know. He ..*B*... play the piano well when he was seven.'
A couldn't B could C can
2 I've just taken a loaf out of the oven.
Oh, that's why I … smell fresh bread when I came home.
A was able to B can't C could
3 'How was the test?'
Easy. All the children … pass it.'
A were able to B could C can't
4 What are you doing this summer?'
'I hope I'll … go on holiday with my friends.'
A could B be able to C can

6 Rewrite the sentences using the words in bold.

1 Do you mind if I leave the door open for a while?
can *...Can I leave the door open for a while?...*

2 You're obliged to take notes during the lecture. **have**
3 I'm sorry, but you aren't allowed to enter this room. **must**
4 Jack managed to unlock the door. **able**
5 It wasn't necessary for Ann to cook dinner, but she did. **need**
6 Let's play a game of chess. **could**
7 I'm certain Sarah is bored with her work. **must**
8 I strongly advise you to take up sport. **must**
9 I'm certain Liz isn't interested in your ideas. **can**
10 You may take the car tonight if you want. **can**

7. Study the situations and respond to each one using an appropriate modal verb.

1 You want to go on holiday with your friends this year. Ask your parents for **permission.**
...Can I go on holiday with my friends this year?...
2 You are at a job interview. You type fast, you use computers and you speak two foreign languages. Tell the interviewer about your **abilities**.
3 Your brother is trying to decide what to buy your mother for her birthday. You **suggest** a box of chocolates.
4 Your jacket is dirty and you want to wear it next week. It is **necessary** to take it to the dry cleaner's.
5 You want to have a day off work next week. Ask for your boss' **permission.**
6 You are in the car with your uncle. It's hot and you want him to open the window. Make a **request.**
7 Your mother is going to the shops. She asks you if you want anything. You tell her it **isn't necessary** to get anything for you.

8. Complete the sentences using must or can't.

1 I'm certain they go to bed early on Sunday nights. They *…must go to bed early on Sunday nights…*
2 I'm sure John didn't stay late at the office. John *...can't have stayed late at the office…*
3 I'm certain he hasn't arrived yet. He …
4 I'm certain they are working together. They …
5 I'm sure Amy hasn't finished her homework. Amy …
6 I'm certain she was having a bath when I rang. She …
7 I'm sure he hasn't won the prize. He …
8 I'm sure she is looking for a new house. She …
9 I'm certain Paul didn't invite Linda to the party. Paul …
10 I'm certain you have been planning the project. You …
11 I'm sure she was writing a letter. She …
12 I'm certain they hadn't paid the bill. They …
13 I'm sure he had been fixing the pipe. He …

9. Rephrase the following sentences in as many ways as possible.

1 Perhaps Laura has left the phone off the hook. *...Laura may/might/could have left the phone off the hook…*
2 Surgeons are obliged to scrub their hands before operating on patients.
3 Do you mind if I open the window?
4 It wasn't necessary for Peter to wash the dog, so he didn't.
5 Emily managed to reach the top shelf, even though she didn't have a ladder.
6 It's forbidden to copy files without the manager's permission.
7 Why don't we spend this evening at home?
8 I'm certain Patrick misunderstood my instructions.
9 I'm sure Helen didn't know about her surprise party.

10. Rephrase the following sentences in as many ways as possible.

1 Perhaps they are at work.

They ...*may/might/could be at work*…

2 Perhaps he is waiting outside. He …

3 It's possible she will work late tonight. She …

4 It's likely he was driving too fast. He …

5 It's possible they made a mistake. They …

6 Perhaps he has missed the bus. He …

7 It's possible she has been playing in the snow. She …

8 It's likely we will be leaving tomorrow. We …

9 It's likely he will stay there. He …

10 Perhaps she had been trying to call you. She …

11 It's likely they had seen the film already. They …

12 It's possible he is studying in the library. He …

Страдательный залог (Passive Voice)

образуется при помощи вспомогательного глагола to be в соответствующем времени, лице и числе и причастия прошедшего времени смысл. глагола – Participle II (III –я форма или ed-форма).

В страдательном залоге не употребляются:

1) Непереходные глаголы, т.к. при них нет объекта, который испытывал бы воздействие, то есть нет прямых дополнений которые могли бы стать подлежащими при глаголе в форме Passive.

Переходными в англ. языке называются глаголы, после которых в действительном залоге следует прямое дополнение; в русском языке это дополнение, отвечающее на вопросы винительного падежа – кого? что?: to build строить, to see видеть, to take брать, to open открывать и т.п.

Непереходными глаголами называются такие глаголы, которые не требуют после себя прямого дополнения: to live жить, to come приходить, to fly летать, cry плакать и др.

2) Глаголы-связки: be – быть, become – становиться/стать.

3) Модальные глаголы.

4) Некоторые переходные глаголы не могут использоваться в страдательном залоге. В большинстве случаев это глаголы состояния, такие как:

to fit годиться, быть впору to have иметь to lack не хватать, недоставать to like нравиться
to resemble напоминать, быть похожим to suit годиться, подходить и др.

При изменении глагола из действительного в страдательный залог меняется вся конструкция предложения:

- дополнение предложения в Active становится подлежащим предложения в Passive;
- подлежащее предложения в Active становится предложным дополнением, которое вводится предлогом by или вовсе опускается;
- сказуемое в форме Active становится сказуемым в форме Passive.

Особенности употребления форм Passive:

1. Форма Future Continuous не употребляется в Passive, вместо нее употребляется Future Indefinite:

At ten o'clock this morning Nick will be writing the letter. –At ten o'clock this morning the letter will be written by Nick.

2. В Passive нет форм Perfect Continuous, поэтому в тех случаях, когда нужно передать в Passive действие, начавшееся до какого-то момента и продолжающееся вплоть до этого момента, употребляются формы Perfect:

He has been writing the story for three months. The story has been written by him for three months.

3. Для краткости, во избежание сложных форм, формы Indefinite (Present, Past, Future) часто употребляются вместо форм Perfect и Continuous, как в повседневной речи так и в художественной литературе. Формы Perfect и Continuous чаще употребляются в научной литературе и технический инструкциях.

This letter has been written by Bill. (Present Perfect)

This letter is written by Bill. (Present Indefinite – более употребительно)

Apples are being sold in this shop. (Present Continuous)

Apples are sold in this shop. (Present Indefinite – более употребительно)

4. Если несколько однотипных действий относятся к одному подлежащему, то вспомогательные глаголы обычно употребляются только перед первым действием, например: The new course will be sold in shops and ordered by post.

Прямой пассив (The Direct Passive)

Это конструкция, в которой подлежащее предложения в Passive соответствует прямому дополнению предложения в Active. Прямой пассив образуется от большинства переходных глаголов.

I gave him a book. Я дал ему книгу. A book was given to him. Ему дали книгу. (или Книга была дана ему)

The thief stole my watch yesterday. Вор украл мои часы вчера.

My watch was stolen yesterday. Мои часы были украдены вчера.

В английском языке имеется ряд переходных глаголов, которые соответствуют непереходным глаголам в русском языке. В английском они могут употребляться в прямом пассиве, а в русском – нет. Это:to answer отвечать кому-л.

to believe верить кому-л. to enter входить (в) to follow следовать (за) to help помогать кому-л.

to influence влиять (на) to join присоединяться to need нуждаться to watch наблюдать (за)

Так как соответствующие русские глаголы, являясь непереходными, не могут употребляться в страдательном залоге, то они переводятся на русский язык глаголами в действительном залоге:

Winter is followed by spring.

А при отсутствии дополнения с предлогом by переводятся неопределенно-личными предложениями: Your help is needed.

Косвенный пассив (The Indirect Passive)

Это конструкция, в которой подлежащее предложения в Passive соответствует косвенному дополнению предложения в Active. Она возможна только с глаголами, которые могут иметь и прямое и косвенное дополнения в действительном залоге. Прямое дополнение обычно означает предмет (что?), а косвенное – лицо (кому?).

С такими глаголами в действительном залоге можно образовать две конструкции:

а) глагол + косвенное дополнение + прямое дополнение;

б) глагол + прямое дополнение + предлог + косвенное дополнение:

а) They sent Ann an invitation.- Они послали Анне приглашение.

б) They sent an invitation to Ann. - Они послали приглашение Анне.

В страдательном залоге с ними также можно образовать две конструкции – прямой и косвенный пассив, в зависимости от того, какое дополнение становится подлежащим предложения в Passive. К этим глаголам относятся:to bring приносить

to buy покупать to give давать to invite приглашать to leave оставлять

to lend одалживать to offer предлагать to order приказывать to pay платить

to promise обещать to sell продавать to send посылать to show показывать

to teach учить to tell сказать и др.

Например: Tom gave Mary a book. Том дал Мэри книгу.

Mary was given a book. Мэри дали книгу. (косвенный пассив – более употребителен)

A book was given to Mary. Книгу дали Мэри. (прямой пассив – менее употребителен)

Выбор между прямым или косвенным пассивом зависит от смыслового акцента, вкладываемого в последние, наиболее значимые, слова фразы:

John was offered a good job. (косвенный пассив) Джону предложили хорошую работу.

The job was offered to John. (прямой пассив) Работу предложили Джону.

Глагол to ask спрашивать образует только одну пассивную конструкцию – ту, в которой подлежащим является дополнение, обозначающее лицо (косвенный пассив):

He was asked a lot of questions. Ему задали много вопросов.

Косвенный пассив невозможен с некоторыми глаголами, требующими косвенного дополнения (кому?) с предлогом to. Такое косвенное дополнение не может быть подлежащим в Passive, поэтому в страдательном залоге возможна только одна конструкция – прямой пассив, то есть вариант: Что? объяснили, предложили, повторили…Кому? Это глаголы:to address адресовать

to describe описывать to dictate диктовать to explain объяснять to mention упоминать

to propose предлагать to repeat повторять to suggest предлагать to write писать и др.

Например: The teacher explained the rule to the pupils. – Учитель объяснил правило ученикам. The rule was explained to the pupils. – Правило объяснили ученикам. (Not: The pupils was explained…)

Употребление Страдательного залога

В английском языке, как и в русском, страдательный залог употр. для того чтобы:

1. Обойтись без упоминания исполнителя действия (70% случаев употребления Passive) в тех случаях когда:

а) Исполнитель неизвестен или его не хотят упоминать:

He was killed in the war. Он был убит на войне.

б) Исполнитель не важен, а интерес представляет лишь объект воздействия и сопутствующие обстоятельства:

The window was broken last night. Окно было разбито прошлой ночью.

в) Исполнитель действия не называется, поскольку он ясен из ситуации или контекста:

The boy was operated on the next day. Мальчика оперировали на следующий день.

г) Безличные пассивные конструкции постоянно используются в научной и учебной литературе, в различных руководствах: The contents of the container should be kept in a cool dry place. Содержимое упаковки следует хранить в сухом прохладном месте.

2. Для того, чтобы специально привлечь внимание к тому, кем или чем осуществлялось действие. В этом случае существительное (одушевленное или неодушевленное.) или местоимение (в объектном падеже) вводится предлогом by после сказуемого в Passive.

В английском языке, как и в русском, смысловой акцент приходится на последнюю часть фразы. He quickly dressed. Он быстро оделся.

Поэтому, если нужно подчеркнуть исполнителя действия, то о нем следует сказать в конце предложения. Из-за строгого порядка слов английского предложения это можно осуществить лишь прибегнув к страдательному залогу. Сравните:

The flood broke the dam. (Active) Наводнение разрушило плотину. (Наводнение разрушило что? – плотину)

The dam was broken by the flood. (Passive) Плотина была разрушена наводнением. (Плотина разрушена чем? – наводнением)

Чаще всего используется, когда речь идет об авторстве:

The letter was written by my brother. Это письмо было написано моим братом.

И когда исполнитель действия является причиной последующего состояния:

The house was damaged by a storm. Дом был поврежден грозой.

Примечание: Если действие совершается с помощью какого-то предмета, то употребляется предлог with, например:

He was shot with a revolver. Он был убит из револьвера.

Перевод глаголов в форме Passive

В русском языке есть три способа выражения страдательного залога:

1. При помощи глагола "быть" и краткой формы страдательного причастия, причем в настоящем времени "быть" опускается:

I am invited to a party.

Я приглашён на вечеринку.

Иногда при переводе используется обратный порядок слов, когда русское предложение начинается со сказуемого: New technique has been developed. Была разработана новая методика.

2. Глагол в страдательном залоге переводится русским глаголом, оканчивающимся на –ся(-сь):

Bread is made from flour. Хлеб делается из муки.

Answers are given in the written form. Ответы даются в письменном виде.

3. Неопределенно-личным предложением (подлежащее в переводе отсутствует; сказуемое стоит в 3-м лице множественного числа действительного залога). Этот способ перевода возможен только при отсутствии дополнения с предлогом by (производитель действия не упомянут):

The book is much spoken about. Об этой книге много говорят.

I was told that you're ill. Мне сказали, что ты болен.

4. Если в предложении указан субъект действия, то его можно перевести личным предложением с глаголом в действительном залоге (дополнение с by при переводе становится подлежащим). Выбор того или иного способа перевода зависит от значения глагола и всего предложения в целом (от контекста):

They were invited by my friend. Их пригласил мой друг.(или Они были приглашены моим другом.)

Примечание 1: Иногда страдательный оборот можно перевести двумя или даже тремя способами, в зависимости от соответствующего русского глагола и контекста:

The experiments were made last year.

1) Опыты были проведены в прошлом году.

2) Опыты проводились в прошлом году.

3) Опыты проводили в прошлом году.

Примечание 2: При переводе нужно учитывать, что в английском языке, в отличие от русского, при изменении залога не происходит изменение падежа слова, стоящего перед глаголом (например в английском she и she, а переводим на русский - она и ей):

Примечание 3: Обороты, состоящие из местоимения it с глаголом в страдательном залоге переводятся неопределенно-личными оборотами:

It is said… Говорят… It was said… Говорили…

It is known… Известно… It was thought…Думали, полагали…

It is reported… Сообщают… It was reported…Сообщали…и т.п.

В таких оборотах it играет роль формального подлежащего и не имеет самостоятельного значения: It was expected that he would return soon. Ожидали, что он скоро вернется.

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. What happens to a car when it is taken for a service? Look at the prompts and make sentences using the present simple passive, as in the example.

1. the oil / change

The oil is changed.

2. the brakes / test
3. the filters / replace
4. air / put / in the tyres
5. the battery / check

6. the lights / test
7. broken parts / repair
8. it / take / for a test drive
9. the radiator / fill / with water

2. Mr Sullivan, who is a director, is preparing a scene for his new film. Read the orders and respond using the present continuous passive, as in the example.

1. Move that scenery, please.
It's being moved now, Mr Sullivan.
2. Put those props in place, please.
3. Call the actors, please.
4. Check their costumes, please.
5. Turn on the lights, please.

3. Detective Maguire is talking to a police officer about a burglary which happened early yesterday morning. In pairs, ask and answer questions using the prompts below, as in the example

1. Have you dusted the house for fingerprints yet?
the house / dust / for fingerprints yesterday
Yes, the house was dusted for fingerprints yesterday.
2. Have you found any evidence yet?
a piece of material / find / this morning
3. Have you interviewed the house owners yet?
they / interview / last night
4. Have you questioned the neighbours yet?
they / question / this morning
5. Have you arrested any suspects yet?
two men / arrest / yesterday evening
6. Have you interrogated the suspects yet?
they / interrogate / last night
7. Have you recovered the stolen goods yet?
they / recover / this morning
8. Have you written your report yet?
it / complete / an hour ago

4. Helen and Chris moved house two years ago. Yesterday, they drove past their old house and saw that it looked very different. Describe the changes using the present perfect simple passive, as in the example.

1. the outside walls / paint
The outside walls have been painted.
2. new windows / put in
3. a garden pond / make
4. the trees / cut down
5. a lot of flowers / plant
6. the old gate / replace

5. A young actress is hoping to star in a new film. Her friend is asking her what is going to happen. Respond to her questions using the passive infinitive, as in the example.

1. Will they audition you for the new film?
Well, I hope to be auditioned.
2. Will they give you a leading role?
3. Will they pay you a lot of money?
4. Will they send you to Hollywood?

5. Will they introduce you to all the stars?
6. Will they ask you to give a TV interview?
7. Will they give you an award?

6. Put the verbs in brackets into the correct passive tense.

1. A: Who looks after your garden for you?
B: It ...*is looked after*... (look after) by my brother.
2. A: That's a beautiful dress. Where did you buy it?
B: Actually, it … (make) for me by my aunt.
3. A: Have you typed that letter yet, Miss Brown?
B: It … (type) right now, sir.
4. A: Did you make the coffee when you got to work this morning?
B: No, it …. (already/make) by the time I got there.
5. A: Are you going to pick up the children today?
B: No, they … (pick up) by Roger. I've already arranged it.
6. A: Where is your watch?
B: I broke it. It … (repair) at the moment.
7. A: Has the new furniture for my bedroom arrived?
B: No, it … (not/deliver) yet.
8. A: They are building a new sports centre in town.
B: I know. It … (open) by the mayor next month.

7. Rewrite the sentences in the passive, where possible.

1. John opened the door.
...The door was opened by John.
2. They didn't come home late last night.
...It cannot be changed.
3. Their nanny takes them to the park every day.
4. I left very early yesterday afternoon.
5. Meg asked the policeman for directions.
6. Charles is moving house next month.
7. The letter arrived two days ago.
8. Sam took these photographs.

8. Fill in by or with.

1. The lock was broken ...*with*... a hammer.
2. This book was written … my favourite author.
3. The cake was decorated… icing.
4. The tiger was shot … a gun.
5. Claire was shouted at … her teacher.
6. He was hit on the head … an umbrella.

9. Rewrite the sentences in the passive.

1. Someone is repairing the garden fence.
...The garden fence is being repaired....
2. Do they teach Latin at this school?
3. I don't like people pointing at me.
4. She hit him on the head with a tennis racquet.
5. Michael has made the preparations.
6. Is Tim cleaning the house?
7. Who built the Pyramids?
8. The boss is going to give us a pay rise.

9. I expect they will deliver my new car soon.
10. The police are questioning the suspects.
11. Did your next door neighbours see the thieves?
12. Paul remembers his teacher asking him to star in the school play.
13. A lot of children use computers nowadays.
14. Who smashed the kitchen window?
15. They won't have completed the work by the end of the month.
16. The children will post the letters.
17. People make wine from grapes.
18. Had Helen closed the windows before she left the house?
19. Jill hasn't done the housework yet.
20. They may not deliver the parcel today.

10. Put the verbs in brackets into the correct passive tense.

A: Do you still work at Browns and Co?
B: Yes, I do. I 1) ...*have been employed*... (employ) by Mr Brown for five years now, you know.
A: Oh. Do you still enjoy it?
B: Oh yes! I 2) … (give) a promotion last year and I'm very happy.
A: A promotion? So, what is your job now?
B: I 3) … (make) Head of European Sales.
A: So, what do you do?
B: Well, sometimes I 4) … (send) to other countries on business.
A: I see. Do they pay you well?
B: Well, I 5) … (pay) quite well and I expect I 6) … (give) a pay rise soon.
A: Good for you!

Согласование времен (Sequence of Tenses)

Если в главном предложении сказуемое выражено глаголом в одной из форм прошедшего времени, то в придаточном предложении употребление времен ограничено. Правило, которому в этом случае подчиняется употребление времен в придаточном предложении, называется согласованием времен.

Правило 1: Если глагол главного предложения имеет форму настоящего или будущего времени, то глагол придаточного предложения будет иметь любую форму, которая требуется смыслом предложения. То есть никаких изменений не произойдет, согласование времен здесь в силу не вступает.

Правило 2: Если глагол главного предложения имеет форму прошедшего времени (обычно Past Simple), то глагол придаточного предложения должен быть в форме одного из прошедших времен. То есть в данном случае время придаточного предложения изменится. Все эти изменения отражены в нижеследующей таблице:

Переход из одного времени в другое	Примеры	
Present Simple » Past Simple	He **can speak** French – Он говорит по-французски.	Boris said that he **could speak** French – Борис сказал, что он говорит по-французски.
Present Continuous » Past Continuous	They **are listening** to him – Они слушают его	I **thought** they **were listening** to him – Я думал, они слушают его.
Present Perfect » Past Perfect	Our teacher **has asked** my parents to help him – Наш учитель попросил моих родителей помочь ему.	Mary **told** me that our teacher **had asked** my parents to help him – Мария сказала мне, что наш учитель попросил моих родителей помочь ему.

Past Simple » Past Perfect	I **invited** her – Я пригласил ее.	Peter **didn't know** that I **had invited** her – Петр не знал, что я пригласил ее.
Past Continuous » Past Perfect Continuous	She **was crying** – Она плакала	John **said** that she **had been crying** – Джон сказал, что она плакала.
Present Perfect Continuous » Past Perfect Continuous	It **has been raining** for an hour – Дождь идет уже час.	He **said** that it **had been raining** for an hour – Он сказал, что уже час шел дождь.
Future Simple » Future in the Past	She **will show** us the map – Она покажет нам карту.	I **didn't expect** she **would show** us the map – Я не ожидал, что она покажет нам карту.

Изменение обстоятельств времени и места при согласовании времен.

Следует запомнить, что при согласовании времен изменяются также некоторые слова (обстоятельства времени и места).

this » that
these » those
here » there
now » then
yesterday » the day before
today » that day
tomorrow » the next (following) day
last week (year) » the previous week (year)
ago » before
next week (year) » the following week (year)

Перевод прямой речи в косвенную в английском языке

Для того чтобы перевести прямую речь в косвенную, нужно сделать определенные действия. Итак, чтобы передать чьи-то слова в английском языке (то есть перевести прямую речь в косвенную), мы:

1. ***Убираем кавычки и ставим слово that***

Например, у нас есть предложение:

She said, “I will buy a dress”. Она сказала: «Я куплю платье».

Чтобы передать кому-то эти слова, так же как и в русском, мы убираем кавычки и ставим слово that – «что».

She said that ….. Она сказала, что….

2. ***Меняем действующее лицо***

В прямой речи обычно человек говорит от своего лица. Но в косвенной речи мы не может говорить от лица этого человека. Поэтому мы меняем «я» на другое действующее лицо. Вернемся к нашему предложению:

She said, “I will buy a dress”. Она сказала: «Я куплю платье».

Так как мы передаем слова девушки, вместо «я» ставим «она»:

She said that she ….. Она сказала, что она….

3. Согласовываем время

В английском языке мы не можем использовать в одном предложении прошедшее время с настоящим или будущим. Поэтому, если мы говорим «сказал» (то есть используем прошедшее время), то следующую часть предложения нужно согласовать с этим прошедшем временем. Возьмем наше предложение:

She said, “I will buy a dress”. Она сказала: «Я куплю платье».

Чтобы согласовать первую и вторую части предложения, меняем will на would. *см. таблицу выше.*

She said that she would buy a dress. Она сказала, что она купит платье.

4. Меняем некоторые слова

В некоторых случаях мы должны согласовать не только времена, но и отдельные слова. Что это за слова? Давайте рассмотрим небольшой пример.

She said, “I am driving now”. Она сказала: «Я за рулем сейчас».

То есть она в данный момент за рулем. Однако, когда мы будем передавать ее слова, мы будем говорить не про данный момент (тот, когда мы говорим сейчас), а про момент времени в прошлом (тот, когда она была за рулем). Поэтому мы меняем now (сейчас) на then (тогда) *см. таблицу выше.*

She said that she was driving then. Она сказала, что она была за рулем тогда.

Вопросы в косвенной речи в английском языке

Вопросы в косвенной речи, по сути, не являются вопросами, так как порядок слов в них такой же, как в утвердительном предложении. Мы не используем вспомогательные глаголы (do, does, did) в таких предложениях.

He asked, “Do you like this cafe?” Он спросил: «Тебе нравится это кафе?»

Чтобы задать вопрос в косвенной речи, мы убираем кавычки и ставим if, которые переводятся как «ли». Согласование времен происходит так же, как и в обычных предложениях. Наше предложение будет выглядеть так:

He asked if I liked that cafe. Он спросил, нравится ли мне то кафе.

Давайте рассмотрим еще один пример:

She said, “Will he call back?” Она сказала: «Он перезвонит?»

She said if he would call back. Она сказала, перезвонит ли он.

Специальные вопросы в косвенной речи

Специальные вопросы задаются со следующими вопросительными словами: what – что when – когда how – как why - почему where – где which – который

При переводе таких вопросов в косвенную речь мы оставляем прямой порядок слов (как в утвердительных предложениях), а на место if ставим вопросительное слово.

Например, у нас есть вопрос в прямой речи:

She said, “When will you come?”. Она сказала: «Когда ты придешь?»

В косвенной речи такой вопрос будет выглядеть так:

She said when I would come. Она сказала, когда я приду.

He asked, “Where does she work?” Он спросил: «Где она работает?»

He asked where she worked. Он спросил, где она работает.

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Fill in the gaps with the correct pronoun or possessive adjective.

1. James said, 'My boss wants me to go to London tomorrow.'
James said ...*his*... boss wanted to go to London the following day.
2. Mary said, 'I'm waiting for my son to come out of school.'
Mary said that … was waiting for … son to come out of school.
3. George said, 'I've bought a new car for my mum.'
George said … had bought a new car for … mum.
4. Julie said to me, 'I need you to help me with the shopping.'
Julie told me that … needed … to help … with the shopping.
5. John said, 'I'd like to take you out to dinner.'
John said … 'd like to take … out to dinner.
6. Helen said to Jane, 'I think your new haircut is lovely.'
Helen told Jane that … thought … new haircut was lovely.

2. Turn the following sentences into reported speech.

1. Robin said, These biscuits taste delicious.' ...
Robin said (that) the biscuits tasted delicious....

2. “I can't see you this afternoon because I've got a lot to do,' Ann told me.
3. She came into the room holding some letters in her hand and said, 'I found these while I was tidying the desk drawers.'
4. Fiona said, That picture was painted by my great-grandfather.'
5. “Those were good times for my family,' Jack said.
6. 'I received a parcel this morning, but I haven't opened it yet,' Tom said.
7. "You mustn't do that again,' Mum said to Bob.
8. “These shoes are worn out. You'd better throw them away,' Mum said to me.

3. Turn the following sentences into reported speech.

1 He said, 'I'm going to the station.'

...He said (that) he was going to the station....

2 Tina said, 'You should exercise regularly.'
3 They said, 'We had booked the room before we left.'
4 Tom said, This meal is delicious.'
5 'I've written you a letter,' she said to her friend.
6 'We've decided to spend our holidays in Jordan,' they told us.
7 Jill said, “I’ll go to the bank tomorrow.'
8 She said to him, 'We've been invited to a wedding.'
9 She told me, 'You must leave early tomorrow.'
10 They've gone out for the evening,' Jessie said to me.
11 They said, 'We may visit Joe tonight.'
12 She said, 'I can meet you on Tuesday.'
13 Keith said, There is a letter for you on the table.'
14 'We won't be visiting Tom this evening,' Sam told us.
15 Eric said, They had been talking on the phone for an hour before I interrupted them.'
16 'I haven't spoken to Mary since last week,' Gloria said.
17 They delivered the letters this morning,' she said.
18 He said, 'I'd like to buy this jumper.'
19 They aren't going on holiday this year,' he said.
20 Jane said, 'I haven't finished my homework yet.'
21 'I'm going to bed early tonight,' Caroline said.
22 'My mother is coming to visit us,' I said.
23 'We don't want to watch a film tonight,' the children said.
24 'He's playing in the garden now,' his mother said.
25 She said, 'You must do your homework now.'

4. Turn the sentences into reported speech. In which of the following sentences do the tenses not change? In which do they not have to be changed? Why?

1 The article says, “The artist only uses oil paints.'

...The article says (that) the artist only uses oil paints....

... The tenses do not change because the introductory verb is in the present simple....

2 'They are working hard today,' he said.
3 'I've done the things you asked me to do,' Mary said.
4 The sun rises in the east,' she said.
5 'He broke the window,' they said.
6 'We've never been on holiday abroad,' they said.
7 Mum says, 'Dinner is ready.'
8 “I’ll start cooking at six o'clock,' she said.
9 'We went to the supermarket yesterday,' he said.
10 Mrs Jones says, 'My daughter is going to have a baby.'
11 'You're never going to get a job,' Dad always says.

12 'Fish live in water,' he said.
13 'We went to the beach last weekend,' they said.
14 'He showed me his photographs,' she said.
15 'I'm working on my project now,' Billy said.

5. Turn the following sentences into reported speech.

1 'Seaweed grows in the sea,' the teacher said to the students.

...The teacher said to the students/told the students (that) seaweed grows/grew in the sea....

2 'I saw Amanda at the cinema,' she said, (up-to-date reporting)
3 They don't live here any more,' he said to me. (out-of-date reporting)
4 "Canada is a large country,' he said.
5 The Statue of Liberty is in America,' she said to us
6 “I’ll help you with your homework,' he said, (out-of-date reporting)
7 'I would go on holiday if I had enough money,' Bill said, (up-to-date reporting)
8 'If I'm free, I'll call you,' Tom said, (up-to-date reporting)
9 'You should make a decision,' he said to us.
10 'You can ask John for advice,' she said, (up-to-date reporting)

6. Turn the following into reported questions.

1 'Where do you live?' I asked her.

...I asked her where she lived....

2 'How old will you be on your next birthday?" he asked me.
3 'Where is your umbrella?' she asked her daughter.
4 'Do you like playing football?' John asked us.
5 The boss asked, 'What time are you going home today?'
6 'Will you take the children to school today?' he asked.
7 'Who called you today?' she asked.
8 'When will you decorate the kitchen?' Martha asked.
9 'Who broke my vase?' I asked.
10 Father asked, 'Will you help me lift these boxes, please?'
11 'Can you speak a foreign language?' she asked her.
12 'Where is the tourist information centre?' we asked.

7. Yesterday, Marion met a couple who were on holiday in London. They were looking at a map. She asked them some questions. Turn them into reported questions.

1 'Are you lost?'

...Marion asked them if/whether they were lost....

2 'Can you speak English?'
3 'Where are you from?'
4 'Is your hotel near here?'
5 'Where do you want to go?'
6 'Were you looking for Big Ben?'
7 'Have you been to the British Museum?'
8 'Have you visited Buckingham Palace?'
9 'Do you like London?'

8. Fill in the gaps with the introductory verbs in the list in the correct form.

order, tell, ask, beg, suggest

1 'Please visit me in hospital,' Joan said to Colin.

Joan ...*asked*... Colin to visit her in hospital.

2 'Let's eat out this evening,' Paul said to her.

Paul … eating out that evening.

3 'Please, please be careful,' she said to him.
She … him to be careful.
4 'Don't go near the fire,' Dad said to us.
Dad … us not to go near the fire.
5 'Be quiet!' the commander said to the troops.
The commander … the troops to be quiet

9. Turn the following sentences into reported speech.

1 'Let's try the exercise again.'
The ballet teacher suggested trying the exercise again.
2 'Lift your leg higher please, Rachel.'
3 'Turn your head a little more.'
4 'Don't lean back.'

10. Turn the following sentences into reported speech.

1 The doctor said to the patient, 'Come back to see me again next week.'
... The doctor told the patient to go back and see him again the following week/the week after.
2 The guard said to the driver, 'Stop!'
3 He said, 'Shall we go for a walk?'
4 She said to him, 'Please, please don't leave me!'
5 Jenny said to Dave, 'Please help me with this
6 She said to him, 'Open the window, please.'
7 Mother said, 'How about going for a drive?'
8 She said, 'Let's eat now.'

ТЕМА 4. Профессиональная сфера общения (Я и моя будущая специальность)

Тематика общения:

1. Избранное направление профессиональной деятельности.

4.1 Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

My speciality

The Earth's Crust and Useful Minerals

cause - v заставлять; вызывать; влиять; причинять; *n* причина, основание; дело; общее дело; *syn* **reason**

clay - *n* глина; глинозем

consolidate - v твердеть, затвердевать, уплотнять(ся); укреплять; *syn* **solidify**

crust - *n* кора; *геол.* земная кора

decay - v гнить, разлагаться; *n* выветривание *(пород);* распад, разложение

derive - v (from) происходить, вести свое происхождение *(от);* наследовать

destroy - v разрушать; уничтожать; **destructive** *a* разрушительный

dissolve v растворять

expose - v выходить *(на поверхность);* обнажаться; **exposure -** *n* обнажение

external - *a* внешний

extrusive - *a* эффузивный, излившийся *(о горной породе)*

force - v заставлять, принуждать; ускорять движение; *n* сила; усилие

glacier - *n* ледник, глетчер

grain - *n* зерно; **angular grains -** угловатые зерна *(минералов);* **grained -** *a* зернистый

gravel - *n* гравий, крупный песок

internal - *a* внутренний

intrusive - *a* интрузивный, плутонический

iron - *n* железо

layer - *n* пласт

like - *a* похожий, подобный; *syn* **similar;** *ant* **unlike;** *adv* подобно

lime - *n* известь; **limestone -** *n* известняк

loose - *a* несвязанный, свободный; рыхлый

make up - v составлять; *n* состав *(вещества)*

particle - *n* частица; включение

peat - *n* торф; торфяник

represent - v представлять собою; означать; быть представителем; **representative** - представитель; **representative -** *a* характерный, типичный

rock – *n* горная порода; **igneous** - изверженная порода; **sedimentary** - осадочная порода

sand - *n* песок

sandstone - *n* песчаник; **fine-grained (medium-grained, coarse-grained)** - мелкозернистый (среднезернистый, грубозернистый) песчаник

sediment - *n* отложение; осадочная порода; **sedimentary -** *a* осадочный; **sedimentation -** *n* образование осадочных пород

schist - *n (кристаллический)* сланец; **schistose -** *a* сланцеватый, слоистый

shale - *n* сланец, сланцевая глина, глинистый сланец; **clay -** глинистый сланец; **combustible …**, **oil …** - горючий сланец

siltstone - *n* алеврит

stratification - *n* напластование, залегание

stratify - v напластовываться; отлагаться пластами; **stratified** *a* пластовый; *syn* **layered, bedded**

substance - *n* вещество, материал; сущность

thickness - *n* толщина, мощность

value - *n* ценность; важность; величина; значение; **valuable -** *a* ценный *(о руде)*

vary - v изменять(ся); отличать(ся); *syn* **differ, change (from); variable -** *a* переменный; непостоянный; **various** *a* различный; *syn* **different**

contain - v содержать *(в себе),* вмещать

crack - *n* трещина; щель; v давать трещину; трескаться, раскалываться

contract - v сжиматься; сокращаться

dust - *n* пыль

expand - v расширяться); увеличивать(ся) в объеме; **expansion** *n* расширение; *ant* **contract**

fissure - *n* трещина *(в породе, угле);* расщелина; щель

fracture - *n* трещина; излом; разрыв; v ломать(ся); раздроблять *(породу)*

freeze - *v* замерзать; замораживать; застывать

gradual - *a* постепенный; **gradually** *adv* постепенно

hard - *a* твердый, жесткий; *ant* **soft;** тяжелый (о *работе); adv* сильно, упорно; **hardly** *adv* едва, с трудом

hole - *n* отверстие; скважина; шпур; шурф

influence - *n* влияние; v **(on, upon)** влиять (не *что-л.)*

lateral - *a* боковой

occur - *v* залегать; случаться; происходить; *syn* **take place, happen; occurrence -** *n* залегание; **mode of occurrence -** условия залегания

penetrate - *v* проникать *(внутрь),* проходить через *(что-л.)*

phenomenon - *n* явление; *pi* **phenomena**

pressure - *n* давление; **lateral pressure** боковое *(горизонтальное)* давление; **rock pressure** горное давление, давление породы

rate - *n* степень, темп; скорость, норма; производительность; сорт; *syn* **speed, velocity**

refer - v (to) ссылаться *(на что-л.);* относиться *(к периоду, классу)*

resist - *v* сопротивляться; противостоять; противодействовать; **resistance** - *n* сопротивление; **resistant -** *a* стойкий; прочный; сопротивляющийся

size - *n* размер; величина; класс *(угля)*

solution – *n* раствор; **soluble -** *a* растворимый; **solvent -** растворитель; *a* растворяющий

succession – *n* последовательность, непрерывный ряд; **in succession** последовательно

undergo (underwent, undergone) - *v* испытывать *(что-л.),* подвергаться *(чему-л.)*

uniform – *a* однородный; одинаковый

weathering - *n* выветривание; эрозия *(воздействию, влиянию и т.д.)*

to be subjected to подвергаться

Rocks of Earth's Crust

abyssal - *a* абиссальный, глубинный; **hypabissal** - *a* гипабиссальный

adjacent - *a* смежный, примыкающий

ash - *n* зола

belt - *n* пояс; лента; ремень

body - *n* тело, вещество; **solid (liquid, gaseous) bodies** твердые (жидкие, газообразные) вещества; породная масса; массив; месторождение; пласты

common - *a* обычный; общий; *syn* **general;** *ant* **uncommon**

cool - v охлаждать(ся); остывать; прохладный; *ant* **heat** нагревать(ся)

dimension - *n* измерение; *pl* размеры; величина; *syn* **measurement, size**

dust - *n* пыль

dyke – *n* дайка

extrusion - *n* вытеснение; выталкивание; *ant* **intrusion** вторжение; *геол.* интрузия *(внедрение в породу изверженной массы)*

fine - *a* тонкий, мелкий; мелкозернистый; высококачественный; тонкий; прекрасный, ясный (о *погоде);* изящный; **fine-graded (fine-grained)** мелкозернистый, тонкозернистый; **fines -** *n pl* мелочь; мелкий уголь

flow - v течь; литься; *n* течение; поток; **flow of lava** поток лавы
fragmentary - *a* обломочный, пластический
glass - *n* стекло; **glassy** - *a* гладкий, зеркальный; стеклянный
gold - *n* золото
inclined - *a* наклонный
mica - *n* слюда
permit - *v* позволять, разрешать; *syn* **allow, let; make possible**
probably - *adv* вероятно; *syn* **perhaps, maybe**
shallow - *a* мелкий; поверхностный; *ant* **deep** глубокий
sill - *n* силь, пластовая интрузия
stock - *n* шток, небольшой батолит
vein - *n* жила, прожилок, пропласток
band - *n* слой; полоса; прослоек *(породы); syn* **layer**
cleave - *v* расщепляться; трескаться, отделяться по кливажу; **cleavage** *n* кливаж
constituent - *n* составная часть, компонент
define - *v* определять, давать определение
distribute - v **(among)** распределять (между); раздавать;
disturb - *v* нарушать; смещать
excess - *n* избыток, излишек; *ant* **deficiency**
flaky - *a* слоистый; похожий на хлопья
fluid - *n* жидкость; жидкая или газообразная среда
foliate - *v* расщепляться на тонкие слои; **foliated -** *a* листоватый, тонкослоистый; *syn* **flaky**
marble - *n* мрамор
mention - *v* упоминать, ссылаться; *n* упоминание
plate - *n* пластина; полоса *(металла)*
pressure - *n* давление; **rock pressure (underground pressure)** горное давление, давление горных пород
relate - *v* относиться; иметь отношение; **related** *a* родственный; **relation -** *n* отношение; **relationship -** *n* родство; свойство; **relative -** *a* относительный; соответственный
run (ran, run) - *v* бегать, двигаться; течь; работать (о *машине);* тянуться, простираться; управлять *(машиной);* вести *(дело, предприятие)*
schistose - *a* сланцеватый; слоистый
sheet - *n* полоса
slate - *n* сланец; *syn* **shale**
split (split) - *v* раскалываться, расщепляться, трескаться; *syn* **cleave**
trace - *n* след; **tracing –** *n* прослеживание
at least по крайней мере
to give an opportunity (of) давать возможность *(кому-л., чему-л.)*
in such a way таким образом

Fossil Fuels

accumulate - v накапливать; скопляться
ancient - *a* древний, старинный; *ant* **modern**
associate - v связывать, соединять, ассоциироваться; *syn* **connect, link**
burn (burnt) - v сжигать; гореть; жечь
charcoal - *n* древесный уголь
convenient - *a* удобный, подходящий
crude - *a* сырой, неочищенный
dig (dug) - v добывать; копать; **digger -** n угольный экскаватор; землеройная машина
divide - v делить; (from) отделять; разделять
evidence - *n* доказательство; очевидность; признак(и)
fossil - *a* окаменелый, ископаемый; *n* ископаемое *(органического происхождения);* окаменелость

heat - v нагревать; *n* теплота

liquid - *a* жидкий; n жидкость; *ant* **solid**

manufacture - *v* изготовлять, производить; *syn* **produce**

mudstone - *n* аргиллит

purpose - *n* цель; намерение; *syn* **aim, goal**

shale - *n* глинистый сланец

the former … the latter - первый *(из вышеупомянутых)* последний *(из двух названных)*

bench - *n* слой, пачка *(пласта)*

blend - v смешивать(ся); вклинивать(ся)

combustion - *n* горение, сгорание; **spontaneous combustion** самовоспламенение, самовозгорание

continuity - *n* непрерывность, неразрывность

domestic - *a* внутренний; отечественный

estimate - v оценивать; *n* оценка; смета

fault - *n* разлом, сдвиг *(породы);* сброс; **faulting** *n* образование разрывов или сбросов

fold - *n* изгиб, складка, флексура; **foulding -** *n* складчатость, смешение *(пласта)* без разрыва

inflame - v воспламеняться; загорать(ся); **inflammable** - *a* воспламеняющийся, горючий, огнеопасный; **flame** - *n* пламя

intermediate - *a* промежуточный; вспомогательный

liable - *a* (to) подверженный; подлежащий *(чему-л.)*

luster - *n* блеск *(угля, металла);* **lustrous -** *a* блестящий

matter - *n* вещество; материя

moisture - *n* влажность, сырость; влага

parting - *n* прослоек

plane - *n* плоскость; **bedding plane** плоскость напластования

rank - *n* класс, тип; **coal rank** группа угля, тип угля

regular - *a* правильный; непрерывный; *ant* **irregular** неправильный; неравномерный; **regularity** *n* непрерывность; правильность

similar - *a* похожий, сходный; подобный; *syn* **alike, the same as**

smelt - v плавить *(руду);* выплавлять *(металл)*

store - v запасать, хранить на складе; вмещать

strata - *n pl от* **stratum** пласты породы; свита *(пластов);* формация, напластования породы; *syn* **measures**

thickness - *n* мощность *(пласта, жилы)*

uniform - *a* однородный; равномерный; **uniformity** *n* однородность; единообразие

utilize - v использовать; *syn* **use, apply, employ**

volatile - *a* летучий, быстро испаряющийся

Prospecting and Exploration

aerial - *a* воздушный; надземный

certain - *a* определенный; некоторый; **certainly** *adv* конечно

cost - (cost) v стоить; *n* цена; стоимость

crop - v (out) обнажать(ся), выходить на поверхность *(о пласте, породе); syn* **expose;** засевать, собирать урожай

dredging - *n* выемка грунта; драгирование

drill - v бурить, сверлить; *n* бурение, сверление; бурильный молоток; **drilling -** *n* бурение, сверление; **core-drilling** колонковое (керновое) бурение

drive (drore, **driven**) - v проходить *(горизонтальную выработку);* приводить в движение; управлять *(машиной); n* горизонтальная выработка; привод; передача

evidence – *n* основание; признак(и); свидетельства

expect - v ожидать; рассчитывать; думать; предлагать

explore - v разведывать месторождение полезного ископаемого с попутной добычей; **exploratory -** *a* разведочный; **exploration -** *n* детальная разведка; разведочные горные работы по месторождению

galena - *n* галенит, свинцовый блеск

indicate - v указывать, показывать; служить признаком; означать

lead - *n* свинец

look for - v искать

open up - v вскрывать *(месторождение);* нарезать *(новую лаву, забой);* **opening -** *n* горная выработка; подготовительная выработка; вскрытие месторождения

panning - *n* промывка *(золотоносного песка в лотке)*

processing - *n* обработка; - **industry** обрабатывающая промышленность

prove - v разведывать *(характер месторождения или залегания);* доказывать; испытывать, пробовать; **proved -** *a* разведанный, достоверный; **proving -** *n* опробование, предварительная разведка

search - v исследовать; (for) искать *(месторождение); n* поиск; *syn* **prospecting**

sign - *n* знак, символ; признак, примета

store - v хранить, накапливать *(о запасах)*

work - v работать; вынимать, извлекать *(уголь, руду);* вырабатывать; **workable -** *a* подходящий для работы, пригодный для разработки, рабочий *(о пласте);* рентабельный; **working -** *n* разработка, горная выработка

adit - *n* горизонтальная подземная выработка, штольня

angle - *n* угол

approximate - *a* приблизительный

bit - *n* режущий инструмент; буровая коронка, коронка для алмазного бурения; головка бура, сверло; **carbide bit** армированная коронка, армированный бур; **diamond bit -** алмазная буровая коронка

borehole - *n* скважина, буровая скважина

crosscut - *n* квершлаг

dip - *n* падение *(залежи);* уклон, откос; v падать

enable - v давать возможность или право *(что-л. сделать)*

exploit - v разрабатывать *(месторождение);* эксплуатировать; **exploitation** - *n* разработка; эксплуатация

measure - *n* мера; мерка; критерий; степень; *pl* свита, пласты; v измерять

overburden - *n* покрывающие породы, перекрывающие породы; верхние отложения, наносы; вскрыша

pit - *n* шахта; карьер, разрез; шурф

reliable - *a* надежный; достоверный

rig - *n* буровой станок, буровая вышка; буровая каретка; буровое оборудование

sample - *n* образец; проба; v отбирать образцы; опробовать, испытывать

section - *n* участок, секция, отделение, отрезок, разрез, профиль, поперечное сечение; **geological** ~ геологический разрез *(пород)*

sequence - *n* последовательность; порядок следования; ряд

sink (sank, sunk) - v проходить *(шахтный ствол, вертикальную выработку);* углублять; погружать; опускать; **sinking** - *n* проходка *(вертикальных или наклонных выработок);* **shaft sinking -** проходка ствола

slope - *n* наклон; склон; бремсберг; уклон; v клониться, иметь наклон; **sloping -** *a* наклонный; **gently sloping -** с небольшим наклоном

steep - *a* крутой, крутопадающий, наклонный

strike - *n зд.* простирание; v простираться; **across the strike -** вкрест простирания; **along (on) the strike** по простиранию

trench - *n* траншея, канава; котлован; v копать, рыть, шурфовать

to make use (of) использовать, применять

to take into consideration принимать во внимание; *syn* **take into account**

General Information on Mining

access - *n* доступ

affect - v воздействовать *(на что-л.);* влиять; *syn* **influence**

barren - *a* непродуктивный; пустой *(о породе)*

chute - *n* скат, спуск; углеспускная выработка; жёлоб

compare - v (with) сравнивать, проводить параллель

contribute - v способствовать, содействовать; делать вклад *(в науку);* **make a (one's) ~ to smth.** сделать вклад во что-л.

cross-section - *n* поперечное сечение, поперечный разрез, профиль

develop - v разрабатывать *(месторождение);* развивать *(добычу);* производить подготовительные работы; **development -** *n* подготовительные работы; развитие добычи; развитие

drift - *n* штрек, горизонтальная выработка

ensure - v обеспечивать, гарантировать; *syn* **guarantee**

face - *n* забой; лава

floor - л почва горной выработки, почва пласта (жилы); **quarry** ~ подошва карьера; пол, настил

govern - v править, управлять; руководить; определять, обусловливать

inclination - *n* уклон, скат, наклон *(пластов);* наклонение; **seam** ~ падение *(пласта);* наклон *(пласта)*

incline - *n* уклон, бремсберг, скат; наклонный ствол; **gravity** ~ бремсберг

inclined - *a* наклонный; **flatly** ~ слабо наклонный; **gently** ~ наклонного падения; **medium** ~ умеренно наклонный *(о пластах);* **steeply** ~ крутопадающий

level - *n* этаж, горизонт, горизонтальная горная выработка; штольня; уровень *(инструмент);* нивелир; ватерпас; горизонтальная поверхность

recover - v извлекать *(целики);* выбирать, очищать; добывать *(уголь и т.п.);* восстанавливать

remove - v удалять; убирать; устранять; перемещать; **removal -** *n* вскрыша; выемка; уборка *(породы);* извлечение *(крепи);* перемещение; **overburden** - удаление вскрыши

rib - *n* ребро; выступ; узкий целик, предохранительный целик; грудь забоя

roof - *n* крыша; кровля выработки; кровля пласта *(или* жилы); перекрытие; ~ **support -** крепление кровли

shaft - *n* шахтный ствол; **auxiliary** ~ вспомогательный ствол; **hoisting** ~ подъемный ствол; главный шахтный ствол

tabular - *a* пластовый (о *месторождении);* пластообразный; плоский; линзообразный; *syn* **bedded, layered**

waste - *n* пустая порода; отходы; *syn* **barren rock**

well - *n* буровая скважина; колодец, источник; водоем; зумф

capital investment - капитальные вложения

gate road - промежуточный штрек

in bulk - навалом, в виде крупных кусков

metal-bearing - содержащий металл

production face/working - очистной забой

productive mining - эксплуатационные работы

in view of - ввиду чего-л., принимая во внимание что-л.

with a view to - с целью

advantage - *n* преимущество; превосходство; выгода; польза; **advantageous** - *a* выгодный; благоприятный, полезный; **to take advantage of smth** воспользоваться чём-л.

caving - *n* обрушение *(кровли);* разработка с обрушением

deliver - v доставлять, подавать; питать; нагнетать; произносить *(речь);* читать *(лекцию)*

entry - *n* штрек; выработка горизонтальная; *pl* подготовительные выработки; нарезные выработки; штреки

giant - *n* гидромонитор

gravity - *n* сила тяжести; вес, тяжесть; **by ~** самотеком, под действием собственного веса

haul - v доставлять; откатывать; подкатывать; перевозить; **haulage** - *n* откатка; доставка; транспортировка *(по горизонтали)*

longwall - *n* лава; выемка лавами; сплошной забой, сплошная или столбовая система разработки; *syn* **continuous mining; ~ advancing on the strike** выемка лавами прямым ходом по простиранию; сплошная система разработки по простиранию; **~ advancing to the rise** сплошная система разработки с выемкой по восстанию; ~ to **the dip** сплошная система разработки с выемкой по падению; ~ **retreating** выемка лавами обратным ходом; столбовая система разработки лавами

lose (lost) - v терять; **loss -** *n* потеря, убыток

pillar - *n* целик; столб; **shaft** ~ околоствольный целик; ~ **method** столбовая система разработки; ~ **mining** выемка целиков

predominate - v преобладать, превалировать; превосходить; господствовать, доминировать

protect - v охранять, защищать

reach - v простираться, доходить до; добиваться, достигать

satisfy - v удовлетворятъ(ся)

shield - *n* щит; ~ **method** щитовой метод проходки, щитовой способ

room - *n* камера; очистная камера; **room-and-pillar method** камерно-столбовая система разработки

stowing - *n* закладка *(выработанного пространства)*

method of working система разработки

the sequence of working the seams - последовательность отработки пластов

goaf — завал; обрушенное пространство

double-ended drum bearer — комбайн с двойным барабаном

to identify — опознавать

appraisal — оценка

susceptibility — чувствительность

concealed — скрытый, не выходящий на поверхность

crusher — дробилка

concentration — обогащение

blending — смешивание; составление шихты

screen — сортировать (обыден. уголь); просеивать

froth floatation — пенная флотация

core drilling — колонковое бурение

to delineate — обрисовывать, описывать

lender — заимодавец

feasibility — возможность

in situ mining — повторная разработка месторождения в массиве

screening — просеивание; грохочение

processing — обработка, разделение минералов

Mining and Environment

break v **(broke**, **broken**) отбивать *(уголь или породу),* обрушивать кровлю; разбивать; ломать; л отбойка, обрушение; **break out** отбивать, производить выемку

(руды .или породы); расширять забой; **breakage** л разрыхление, дробление

drill - *n* бур; .перфоратор; бурильный молоток; сверло; v бурить; car ~ буровая тележка; **mounted** ~ перфоратор на колонке; колонковый бурильный молоток; **drilling -** *n* бурение

dump -*n* отвал *(породы);* склад угля; опрокид; **external** ~ внешний отвал; **internal** ~ внутренний отвал; v сваливать (в *отвал);* разгружать; отваливать; опрокидывать *(вагонетку);*

dumper опрокид; самосвал; отвалообразователь; **dumping** л опрокидывание; опорожнение; опрокид; *syn* **tip**

environment - *n* окружение; окружающая обстановка/среда

explode - v взрывать, подрывать; **explosion** - *n* взрыв; **explosive -** *n* взрывчатое вещество; *a* взрывчатый

friable - *a* рыхлый; хрупкий; рассыпчатый; слабый (о *кровле)*

handle - v перегружать; доставлять; транспортировать; управлять машиной; *n* ручка; рукоять; скоба; **handling** - *n* подача; погрузка; перекидка, доставка; транспортировка; обращение с машиной

heap - v наваливать; нагребать; *n* породный отвал, терриконик; *syn* **spoil ~, waste ~**

hydraulicklng - *n* гидродобыча; гидромеханизированная разработка

load - v нагружать, грузить, наваливать; *n* груз; нагрузка; **loader -** *n* погрузочная машина, навалочная машина, перегружатель; грузчик; **cutter-loader -** комбайн, комбинированная горная машина

lorry - *n* грузовик; платформа; *syn* **truck**

mention - v упоминать

overcasting - *n* перелопачивание *(породы)*

pump - *n* насос; **gravel** ~ песковый насос; **sludge** ~ шламовый насос; v качать; накачивать; откачивать

reclamation - *n* восстановление; осушение; извлечение крепи; ~ **of land** восстановление участка *(после открытых работ)*

sidecastiag - *n* внешнее отвалообразование

site - *n* участок, место; **building** ~ строительная площадка

slice - *n* слой; **slicing -** *n* выемка слоями, разработка слоями

strip - v производить вскрышные работы; разрабатывать; очищать *(лаву);* вынимать породу или руду; *n* полоса; **stripper -** *n* забойщик; вскрышной экскаватор; **stripping -** *n* открытая разработка, открытые горные работы; вскрыша; вскрытие наносов

unit - *n* агрегат; установка; устройство; прибор; узел; секция; деталь; машина; механизм; единица измерения; участок

washery - *n* углемойка; рудомойка; моечный цех

to attract smb's attention привлекать чье-л. внимание

backhoe - *n* обратная лопата

blast - *n* взрыв; v взрывать; дуть; продувать; **blasting** - *n* взрывание; взрывные работы; взрывная отбойка

block out - v нарезать залежь на блоки; нарезать столбы

clearing - *n* выравнивание почвы; планировка грунта

crash - v дробить; разрушать; обрушать(ся)

earth-mover - *n* землеройное оборудование; *syn* **excavator**

excavator - *n* экскаватор; **bucket-wheel** - роторный экскаватор; **multi-bucket** ~ многочерпаковый экскаватор; **single-bucket** - одночерпаковый экскаватор

grab - *n* грейфер, ковш, черпак; экскаватор; v захватывать;

grabbing - погрузка грейфером; захватывание

hoist - *n* подъемное установка (машина); подъемник; лебедка; v поднимать; **hoisting** шахтный подъем

plough - *n* струг

power shovel - *n* механическая лопата; экскаватор типа механической лопаты

range - *n* колебание в определенных пределах

rate - *n* норма; скорость, темп; коэффициент; степень; разрез; сорт; мощность; расход *(воды)*

remote - *a* отдаленный; ~ **control** дистанционное управление

result - v (in) приводить (к); иметь своим результатом; (from) следовать (из), происходить в результате

safety - *n* безопасность; техника безопасности

slope - *n* забой, сплошной забой, очистной забой; v очищать забой, вынимать породу, уголь; *syn* **face; sloping** очистные работы; очистная выемка; **open sloping** выемка с открытым забоем; **shrinkage sloping** выемка системой с магазинированием *(рудЫ)*

support - v крепить; поддерживать; подпирать; *n* стойка; опора; поддержание; крепление; *syn* **timbering; powered roof** - механизированная крепь; **self-advancing powered roof** - передвижная механизированная крепь

4.2 Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

My speciality is Geology

I am a first year student of the Ural State Mining University. I study at the geological faculty. The geological faculty trains geologic engineers in three specialities: mineral prospecting and exploration, hydrogeology and engineering geology, drilling technology.

Geology is the science which deals with the lithosphere of our planet. Geology studies the composition of the Earth's crust, its history, the origin of rocks, their distribution and many other problems.

That is why the science of geology is commonly divided into several branches, such as:

1. General Geology which deals with the composition arid the structure of the Earth and with various geological processes going on below the Earth’s surface and on its surface.
2. Petrology which studies the rocks of the Earth.
3. Mineralogy which investigates the natural chemical compounds of the lithosphere.
4. Paleontology which deals with fossil remains of ancient animals and plants found in rocks.
5. Historic Geology which treats of the Earth's history.
6. Structural Geology which deals with the arrangement of rocks due to the Earth's movements.
7. Economic Geology which deals with occurrence, origin and distribution of mineral deposits valuable to man.

All these branches of geology are closely related to each other.

Geology is of great practical importance because .it supplies industry with all kinds of raw materials, such as ore, coal, oil, building materials, etc.

Geology deals with the vital problem of water supply. Besides, many engineering projects, such as tunnels, canals, dams, irrigation systems, bridges etc. need geological knowledge in choosing construction sites and materials.

The practical importance of geology has greatly increased nowadays. It is necessary to provide a rapid growth of prospecting mineral deposits, such as ores of iron, copper, lead, uranium and others, as well as water and fossil fuels (oil, gas and coal). They are badly needed for further development of all the branches of the national Economy of our country and for creating a powerful economic foundation of the society. The graduates of the geological faculty of the Ural State Mining University work all over the country in mines, geological teams and expeditions of the Urals, Siberia, Kasakhstan, in the North and Far East, etc. as well as abroad.

Very often geologists have to work under hard climatic and geological conditions. They must be courageous, strong and purposeful people, ready to overcome any hardships which nature has put in their way to its underground treasure-house.

4.3 Систематизация грамматического материала:

1. Неличные формы глагола: инфинитив, причастия, герундий.
2. Основные сведения о сослагательном наклонении.

Инфинитив. The Infinitive

Инфинитив - это неличная глагольная форма, которая только называет действие и выполняет функции как глагола, так и существительного. Инфинитив отвечает на вопрос что делать?, что сделать?

Формальным признаком инфинитива является частица **to**, которая стоит перед ним, хотя в некоторых случаях она опускается. Отрицательная форма инфинитива образуется при помощи частицы not, которая ставится перед ним: It was difficult not to speak. *Было трудно не говорить.*

Формы инфинитива

	Active Voice	Passive Voice
Simple	to write	to be written
Continuous	to be writing	
Perfect	to have written	to have been written
Perfect Continuous	to have been writing	

Глаголы, после которых используется инфинитив:

to agree - соглашаться
to arrange - договариваться
to ask – (по)просить
to begin – начинать
to continue – продолжать
to decide – решать
to demand - требовать
to desire – желать
to expect – надеяться
to fail – не суметь
to forget – забывать
to hate - ненавидеть
to hesitate – не решаться
to hope - надеяться
to intend – намереваться
to like – любить, нравиться
to love – любить, желать
to manage - удаваться
to mean - намереваться
to prefer - предпочитать
to promise - обещать
to remember – помнить
to seem - казаться
to try – стараться, пытаться
to want – хотеть

Например:
He asked to change the ticket. *Он попросил поменять билет.*
She began to talk. *Она начала говорить.*

Значение разных форм инфинитива в таблице

Формы инфинитива	**Чему я рад?**	
Simple	I am glad **to speak** to you.	Рад поговорить с вами. (Всегда радуюсь, когда говорю с вами).
Continuous	I am glad **to be speaking** to you.	Рад, что сейчас разговариваю с вами.
Perfect	I am glad **to have spoken** to you.	Рад, что поговорил с вами.
Perfect Continuous	I am glad **to have been speaking** to you.	Рад, что уже давно (все это время) разговариваю с вами.
Simple Passive	I am (always) glad **to be told** the news.	Всегда рад, когда мне рассказывают новости.

Perfect Passive	I am glad **to have been told** the news.	Рад, что мне рассказали новости.

Причастие. Participle

В английском языке причастие — это неличная форма глагола, которая сочетает в себе признаки глагола, прилагательного и наречия.

Формы причастия

		Active (Активный залог)	Passive (Пассивный залог)
Participle I (Present Participle)	Simple	**writing**	**being written**
	Perfect	**having written**	**having been written**
Participle II (Past Participle)			**written**

Отрицательные формы причастия образуются с помощью частицы **not**, которая ставится перед причастием: not asking — не спрашивая,not broken — не разбитый.

Как переводить разные формы причастия на русский язык

Формы причастия	причастием	деепричастием
reading	читающий	читая
having read		прочитав
being read	читаемый	будучи читаемым
having been read		будучи прочитанным
read	прочитанный	
building	строящий	строя
having built		построив
being built	строящийся	будучи строящимся
having been built		будучи построенным
built	построенный	

Герундий. Gerund

Герундий — это неличная форма глагола, которая выражает название действия и сочетает в себе признаки глагола и существительного. Соответственно, на русский язык герундий обычно переводится существительным или глаголом (чаще неопределенной формой глагола). Формы, подобной английскому герундию, в русском языке нет.

My favourite occupation is reading. *Мое любимое занятие — чтение.*

Формы герундия

	Active (Активный залог)	Passive (Пассивный залог)
Simple	**writing**	**being written**
Perfect	**having written**	**having been written**

Запомните глаголы, после которых употребляется только герундий!

admit (признавать), advise (советовать), avoid (избегать),
burst out (разразиться), delay (задерживать), deny (отрицать),
dislike (не нравиться), enjoy (получать удовольствие), escape (вырваться, избавиться),
finish (закончить), forgive (прощать), give up (отказываться, бросать),
keep on (продолжать), mention (упоминать), mind (возражать - только в “?”и “-“),
miss (скучать), put off (отложить), postpone (откладывать),
recommend (рекомендовать), suggest (предлагать), understand (понимать).

Герундий после глаголов с предлогами

accuse of (обвинять в), agree to (соглашаться с), blame for (винить за),
complain of (жаловаться на), consist in (заключаться в), count on /upon (рассчитывать на),
congratulate on (поздравлять с), depend on (зависеть от), dream of (мечтать о),
feel like (хотеть, собираться), hear of (слышать о), insist on (настаивать на),

keep from (удерживать(ся) от), look forward to (с нетерпением ждать, предвкушать),
look like (выглядеть как), object to (возражать против),
persist in (упорно продолжать), praise for (хвалить за), prevent from (предотвращать от),
rely on (полагаться на), result in (приводить к), speak of, succeed in (преуспевать в),
suspect of (подозревать в), thank for (благодарить за), think of (думать о)

He has always dreamt of visiting other countries. — *Он всегда мечтал о том, чтобы побывать в других странах.*

to be + прилагательное / причастие + герундий

be afraid of (бояться чего-либо), be ashamed of (стыдиться чего-либо),
be engaged in (быть занятым чем-либо), be fond of (любить что-либо, увлекаться чем-либо),
be good at (быть способным к), be interested in (интересоваться чем-либо),
be pleased at (быть довольным), be proud of (гордиться чем-либо),
be responsible for (быть ответственным за), be sorry for (сожалеть о чем-либо),
be surprised at (удивляться чему-либо), be tired of (уставать от чего-либо),
be used to (привыкать к).

I'm tired of waiting. — *Я устал ждать.*

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Complete the sentences with the correct infinitive tense.

1 She has grown taller. She seems ...*to have grown taller*.
2 He is getting used to his new job. He appears
3 Kate makes friends easily. She tends
4 He has finished the report. He claims
5 It is raining over there. It seems
6 He is on a diet. He appears
7 They have sailed round the world. They claim
8 She is feeling better. She seems

2. Fill in the correct infinitive tense.

1 A: What would you like ...*to do*... (do) tonight?
B: Let's … (go) to an Italian restaurant.
2 A: What's Liz doing?
B: She seems … (look) for something in her bag.
3 A: Alan has been offered a new job!
B: No, he hasn't. He just pretended … (offer) a new job.
4 A: Colin claims … (meet) lots of famous people.
B: I know, but I don't believe him.
5 A: Look at those two men outside. What are they doing?
B: They appear … (empty) the rubbish bins.
6 A: Would you like to go to the cinema tonight?
B: Not really. I would prefer … (go) to the theatre.
7 A: Tara seems … (work) hard all morning.
B: Yes, she hasn't even stopped for a cup of coffee.
8 A: Why is Tom at work so early this morning?
B: He wants … (finish) early so that he can go to the concert tonight.

3. Rephrase the following sentences, as in the example.

1 He must wash the car. I want ...*him to wash the car*...
2 You mustn't be late for work. I don't want …
3 Claire must tidy her bedroom. I want …

4 She mustn't go to the disco. I don't want …
5 They must go to school tomorrow. I want …
6 Gary mustn't make so much noise. I don't want …
7 You mustn't make a mess. I don't want …
8 He must mend his bike. I want …

4. Complete the sentences with too or enough and the adjective in brackets.

1 A: Would you like to come to the disco?
B: Oh no. I'm ...*too tired*... to go to a disco, (tired)
2 A: Can you reach that top shelf?
B: No, I'm not … to reach it. (tall)
3 A: Did they go on a picnic yesterday?
B: No. It was … to go on a picnic, (cold)
4 A: Did Jane enjoy the horror film?
B: No. She was … to enjoy it. (scared)
5 A: Does Tom go to school?
B: No. He isn't … to go to school yet. (old)
6 A: Will you go to London by bus?
B: No. The bus is … . I'll take the train, (slow)
7 A: Did she like the dress you bought?
B: Yes, but it was … .(big)
8 A: Take a photograph of me!
B: I can't. It isn't … in here, (bright)

5. Rewrite the sentences using too.

1 This music is so slow that I can't dance to it.
...This music, is too slow for me to dance to…
2 The bird is so weak that it can't fly.
3 She's so busy that she can't come out with us.
4 The car was so expensive that he couldn't buy it.
5 These shoes are so small that they don't fit me.
6 The book is so boring that she can't read it.
7 I was so tired that I couldn't keep my eyes open.
8 The coffee was so strong that he couldn't drink it.

6. Underline the correct preposition and fill in the gaps with the -ing form of the verb in brackets.

1 He is ill. He is complaining **with/<u>about</u>** ...*having*... (have) a headache.
2 Marcus went out instead **for/of** … (do) his homework.
3 Tracy was very excited **with/about** … (go) to the party.
4 I hope you have a good excuse **of/for** … (be) so late.
5 Sam is interested **in/for** … (take up)French lessons.
6 You can't stop him **to/from** … (take)the job if he wants to.
7 Susie ran because she was worried **about/of** … (miss) the bus.
8 Thank you **to/for** … (help) me with my homework.
9 She felt tired because she wasn't used **to/with** … (work) so hard.
10 His boss blamed him **for/of** … (lose) the deal.
11 I am in charge **in/of** … (make) the Christmas deliveries.
12 We are thinking **of/from** … (buy) a new car next month.
13 Sandra apologised **for/about** … (ruin) the performance.
14 Ian was talking **with/about** … (open) a shop in York.

7. Put the verbs in brackets into the correct infinitive form or the -ing form.

1 It's no use ...*talking*… (talk) to Bob; he won't change his mind.
2 She will … (return) the books next weekend.
3 It was good of you … (help) me fix my bicycle.
4 The man suggested … (call) the police in, to investigate.
5 I can't get used to … (live) in such a hot country.
6 He admitted … (rob) the bank.
7 You had better … (hurry), or you'll be late for work.
8 They refused … (give) me my money back.
9 She is too short … (become) a fashion model.
10 My parents let me … (stay) up late at weekends.
11 Our teacher makes us … (do) homework every evening.
12 The kitchen windows need … (clean).
13 They have begun … (make) preparations for the party.
14 He advised her … (speak) to her boss.
15 I dislike … (go) to the theatre alone.
16 Mr. Roberts was seen … (leave) his house at 12:15 last night.
17 My sister can't stand … (watch) horror films. She gets terribly scared.
18 Can you imagine … (spend) your holidays on the moon?
19 There's no point in … (call) again. There's no one at home.
20 I don't allow people … (smoke) in my house.
21 It was silly of you … (forget) to lock the door.
22 He risks … (lose) his wallet when he leaves it on his desk.

8. Put the verbs in brackets into the correct infinitive form or the -ing form.

1 A: Is Anne in the room?
B: Yes. I can see her ...dancing... (dance) with her husband over there.
2 A: Did you see the robber?
B: Yes. I saw him … (get) into the car and drive away.
3 A: Is John here today?
B: Yes. I heard him … (talk) on the phone as I walked past his office.
4 A: Colin is good at speaking in public, isn't he?
B: Yes. I heard him … (make) a speech last month. It was excellent.
5 A: I walked past the sports centre today.
B: So did I, and I stopped for a moment to watch some boys … (play) football.
6 A: Your hair looks great today.
B: Thanks. I watched the hairdresser … (dry) it so I could learn how to do it myself.
7 A: That's a music school, isn't it?
B: That's right. I often hear the students … (sing) as I walk past.
8 A: Did you stay until the end of the contest?
B: Yes. I listened to the chairman … (announce) the results before I went home.
9 A: How do you know Tim is at home?
B: I saw him … (cut) the grass as I was driving home.
10 A: How do you know that man stole the watch?
B: I saw him … (put) it in his pocket and leave the shop without paying.

9. Put the verbs in brackets into the correct infinitive form or the -ing form.

1 I'll never forget ...*sailing*... (sail) down the Danube on that warm spring night last year.
2 Please don't forget … (pay) the bill.
3 John said he remembers … (buy) the newspaper, but now he can't find it.
4 Did you remember … (post) my letters today?
5 Gloria regrets … (shout) at her sister.
6 I regret … (inform) you that we cannot give you your money back.

7 The students went on … (write) for another hour.
8 After cleaning the windows, he went on … (wash) the car.
9 We are sorry … (announce) that the 7:15 train to Liverpool has been cancelled.
10 I'm sorry for … (miss) your birth day party; I'll make it up to you.
11 She stopped … (go) to the gym after she had got back into shape.
12 They stopped … (have) a rest before they continued their journey.
13 They tried … (open) the door, but it was stuck.
14 You should try … (make) your own clothes. It's much cheaper.
15 I'm sorry. I didn't mean … (break) your vase.
16 Being a teacher means … (correct) a lot of homework.
17 I like … (tidy) my room at week ends because I don't have time during the week.
18 They like … (play) in the sea on hot days.

10. Put the verbs in brackets into the correct infinitive form or the -ing form.

My neighbour, Mr. Mason, loves 1) …*spending*… (spend) time in his garden. He would rather 2) … (work) outside than stay indoors, even when it is snowing! Early in the morning, you can 3) … (see) Mr. Mason 4) … (eat) breakfast in his garden, and late at night he is there again, with a cup of cocoa in his hand. I'd like 5) … (help) sometimes when there is lots of work to do, but Mr. Mason prefers 6) … (do) everything himself. He doesn't mind 7) … (get) cold and wet in the winter, and his wife says it's no use 8) … (try) to make him wear a waterproof jacket because he hates 9) … (wear) them! Mr. Mason says he will go on 10) … (garden) until he is too old 11) … (do) it!

Основные сведения о сослагательном наклонении

Conditionals are clauses introduced with if. There are three types of conditional clause: Type 1, Type 2 and Type 3. There is also another common type, Type 0.

Type 0 Conditionals: They are used to express something which is always true. We can use when (whenever) instead of it. *If/When the sun shines, snow melts.*

Type 1 Conditionals: They are used to express real or very probable situations in the present or future. *If he doesn't study hard, he won't pass his exam.*

Type 2 Conditionals: They are used to express imaginary situations which are contrary to facts in the present and, therefore, are unlikely to happen in the present or future. *Bob is daydreaming. If I won the lottery, I would buy an expensive car and I would go on holiday to a tropical island next summer.*

Type 3 Conditionals: They are used to express imaginary situations which are contrary to facts in the past. They are also used to express regrets or criticism. *John got up late, so he missed the bus. If John hadn't got up late, he wouldn't have missed the bus.*

	If-clause (hypothesis)	Main clause (result)	Use
Type 0 general truth	if + present simple	present simple	something which is always true
	If the temperature falls below 0 °C, water turns into ice.		
Type 1 real present	if + present simple, present continuous, present perfect or present perfect continuous	future/imperative can/may/might/must/should/ could + bare infinitive	real - likely to happen in the present or future
	If he doesn't pay the fine, he will go to prison. If you need help, come and see me. If you have finished your work, we can have a break. If you're ever in the area, you should come and visit us.		
Type 2 unreal present	if + past simple or past continuous	would/could/might + bare infinitive	imaginary situation contrary

			to facts in the present; also used to give advice
	If I had time, I would take up a sport. (but I don't have time - untrue in the present) If I were you, I would talk to my parents about it. (giving advice)		
Type 3 unreal past	if + past perfect or past perfect continuous	would/could/might + have + past participle	imaginary situation contrary to facts in the past; also used to express regrets or criticism
	If she had studied harder, she would have passed the test. If he hadn't been acting so foolishly, he wouldn't have been punished.		

Conditional clauses consist of two parts: the if -clause (hypothesis) and the main clause (result). When the if - clause comes before the main clause, the two clauses are separated with a comma. When the main clause comes before the if - clause, then no comma is necessary.

e.g. a) If I see Tim, I'll give him his book.

b) I'll give Tim his book if I see him.

We do not normally use will, would or should in an if - clause. However, we can use will or would after if to make a polite request or express insistence or uncertainty (usually with expressions such as / don't know, I doubt, I wonder, etc.).

We can use should after if to talk about something which is possible, but not very likely to happen.

e.g. a) If the weather is fine tomorrow, will go camping. (NOT: If the weather will be fine...)

b) If you will fill in this form, I'll process your application. (Will you please fill in... - polite request)

c) If you will not stop shouting, you'll have to leave. (If you insist on shouting... - insistence)

d) I don't know if he will pass his exams, (uncertainty)

e) If Tom should call, tell him I'll be late. (We do not think that Tom is very likely to call.)

We can use unless instead of if... not in the if -clause of Type 1 conditionals. The verb is always in the affirmative after unless.

e.g. Unless you leave now, you'll miss the bus. (If you don't leave now, you'll miss the bus.) (NOT: Unless you don't leave now, ...)

We can use were instead of was for all persons in the if - clause of Type 2 conditionals.

e.g. If Rick was/were here, we could have a party.

We use If I were you ... when we want to give advice.

e.g. If I were you, I wouldn't complain about it.

The following expressions can be used instead of if: provided/providing that, as long as, suppose/supposing, etc.

e.g. a) You can see Mr. Carter provided you have an appointment. (If you have an appointment...)

b) We will all have dinner together providing Mary comes on time. (... if Mary comes ...)

c) Suppose/Supposing the boss came now, …

We can omit if in the if - clause. When if is omitted, should (Type 1), were (Type 2), had (Type 3) and the subject are inverted.

e.g. a) Should Peter come, tell him to wait. (If Peter should come,...)

b) Were I you, I wouldn't trust him. (If I were you, ...)

c) Had he known, he would have called. (If he had known, ...)

Выполните упражнения на закрепление материала:

1. Look at the prompts and make Type 1 conditional sentences, as in the example.
e.g. If we cut down all the forests, the world's climate will change.
1 cut down/ all forests / world's climate / change
2 not stop/use / aerosols /destroy / ozone layer
3 find / alternative sources of energy / solve / some of our environmental problems
4 temperatures / go up / by a few degrees /sea levels / rise
5 recycle / waste / save / natural resources
6 population / continue to increase / not be enough food for everyone

2. Lisa is trying to decide where to go on holiday. She would like to go to one of these places. In pairs, ask and answer questions using the prompts below, as in the example.
A) SPAIN FOR A WEEK
£180 Inclusive!!
2-star hotel beach
Free water sports

B) A TWO WEEK CAMPING HOLIDAY IN THE SOUTH OF FRANCE
ONLY £280 per person
Self-catering

1. How long / be away / choose / Spain?
SA: How long will she be away if she chooses Spain?
SB: If she chooses Spain, she'll be away for a week.
2. Where / go / like / camping?
3. How much / pay / go to / France?
4. What / do / go to / Spain?
5. Where / go / want / cheap holiday?

3. Study the situations, then make Type 2 conditional sentences, as in the example.
I don't have a car, so I have to wait for the bus every day.
1. If I ...had... (have) a car, I ...wouldn't have to... (not/have to) wait for the bus every day.
I never do my homework, so my teacher always gets angry with me.
2. If I … (do) my homework, my teacher … (not/get) angry with me.
I live in a small house, so I can't invite friends over.
3. If I … (live) in a bigger house, I … (be able to) invite friends over.
I never get up early, so I y am always late for school.
4. If I … (get up) earlier, I … (not/be) late for school.

4. Complete the sentences to make Type 3 conditional sentences, as in the example.
1. If he ...hadn't noticed... (not/notice) the mould in one of his glass dishes, Alexander Fleming ...would never have discovered... (never/discover) penicillin.
2. If he … (sell) some of his paintings, Van Gogh … (get) some recognition during his lifetime.
3. If Barbara Streisand … (change) the shape of her nose, her career … (never/be) the same.
4. If Anne Sullivan … (not/teach) her, Helen Keller … (not/be able to) communicate.
5. If Naomi Campbell … (not/be) so beautiful, she … (never/become) a supermodel.

5. Read the story below and make Type 3 conditional sentences, as in the example.
e.g. 1) ...if Sally hadn't been in a hurry, she would nave left some important notes at home....
Sally had a terrible day yesterday. She was in a hurry, so she left some important notes at home. She wasn't prepared for her meeting with a new client, so the meeting was a disaster. The client was

disappointed, and as a result he refused to do business with the company. The boss shouted at Sally, so she got upset.

6. Match the items in column A with those in column B in order to make correct Type 0 conditional sentences, as in the example.

e.g. 1 - c ...if you add sugar to a cup of coffee, the coffee tastes sweeter...

A

1. Add sugar to a cup of coffee.
2. Throw salt onto snow.
3. Put an apple in a bowl of water.
4. Water plants regularly.
5. Lie in the sun too long.
6. Take regular exercise.

B

a The apple floats.
b Your skin turns red.
c The coffee tastes sweeter.
d You feel healthy.
e The plants grow.
f The snow melts.

7. Put the verbs in brackets into the correct tense.

1 A: What time will you be home tonight?
B: I'm not sure. If I ...have to... (have to) work late. I ...'ll call... (call) you.
2 A: I felt very tired at work today.
B: Well, if you … (not/watch) the late film, you … (not/feel) so tired
3 A: Should I buy that car?
B: Why not? If I … (have) the money, I … (buy) it myself.
4 A: If you … (pass) a chemist's, … (you/get) me some cough medicine?
B: Yes, certainly.
5 A: My sister seems very upset at the moment.
B: Were I you, I … (talk) to her about it.
6 A: Unless you … (hurry), you … (be) late again.
B: No, I won't. There's plenty of time.
7 A: Oh! I forgot to ask Sarah over for dinner.
B: If I … (speak) to her today, I … (ask) her for you.
8 A: May I join the club, please?
B: Provided you … (be) over eighteen, you can join the club.
9 A: What a lovely restaurant! I'm glad we came here.
B: If you … (not/burn) the dinner, we … (not/come) here!
10 A: Just think. If I … (not/move) to York, I … (never/meet) you.
B: I know, wasn't it lucky?
11 A: Jo doesn't spend enough time with me.
B: Well, if she … (have) the time, I'm sure she … (try), but she's very busy.
12 A: Did you give Bill the message?
B: No, but when I … (see) him, I … (tell) him the news.

8. Choose the correct answer.

1 'If you ...C... that plate, you'll burn your fingers.'

'Why? Has it been in the oven?'
A would touch
B will touch
C touch
2 ‘ … you're busy, we'll talk now.'
‘That's fine. I'm not busy at the moment.'
A If
B Provided
C Unless
3 'If you watch the news, you … a lot.'
'I know. I watch it every day.'
A learn
B were learning
C would learn
4 '… you wear warm clothes, you won't get cold.'
'I'll wear an extra jumper.'
A Unless
B Providing
C Supposing
5 'Shall I invite John to the party?'
'Well, were I you, I … him.'
A would invite
B will invite
C am inviting
6 '… the teacher comes back now, what will you do?'
'I don't know.'
A When
B Providing
C Supposing
7 'Could I see the menu, please?'
'Yes, sir. If you … a seat, I will fetch it for you.'
A take
B had taken
C have taken
8 'Don't cry. Everything will be alright.'
'Yes, but if I … the bus, I wouldn't have been late for school.'
A didn't miss
B hadn't missed
C don't miss
9 'When water boils, it … steam.'
'Yes, I know; and the steam is hot, too.'
A would produce
B produce
C produces
10 'Can you help me, please?'
'Well, if I wasn't studying, I … you.'
A would help
B help
C will help
11 'John crashed his car yesterday.'
'I know, but if he hadn't been changing the cassette, he …'
A won't crash

B wouldn't crash
C wouldn't have crashed
12 'Can I have some chocolate, please?'
'If you behave yourself, I you some later.'
A would buy
B might buy
C buy
13 'Should you see Colin … and tell me.'
'I will.'
A come
B to come
C will come
14 'If we were rich, we … expensive clothes.'
'Well, unfortunately we aren't rich!'
A could afford
B can afford
C afford

9. Put the verbs in brackets into the correct tense.

1 If I ...were... (be) you, I wouldn't drive in the snow.
2 Peter … (be able to) help you if he was here.
3 If I had closed the window, the cat … (not/jump) out.
4 I … (call) for help if I got stuck in a lift.
5 Had I known him, I … (talk) to him.
6 John … (may/lose) his job if he is rude to the boss.
7 If you … (save) some money, you would have been able to go on holiday last year.
8 You may win if you … (take) part in the contest.
9 If I had toothache, I … (go) to the dentist.
10 They would have helped us move house if we … (ask) them.
11 If Jane … (be) older, she could live by herself.
12 We would have changed our plans if we … (hear) the weather forecast.
13 Emma … (send) a card if she had remembered it was their anniversary.
14 Robert … (feel) better if you talked to him.
15 If Sam was still living nearby, you … (can/invite) him for dinner.
16 If you … (put) your money in your wallet, you will not lose it.
17 If you … (like) chocolate, you will love this cake.
18 If Bill … (come) home early, he will eat dinner with us.
19 Sandra will join us later unless she … (have) a lot of work to do.

10. Fill in the gaps using when or if.

1 A: Have you phoned Paul yet?
B: No, I'll phone him ...when... I get home.
2 A: … I get a new job soon, I may have a party.
B: That's a good idea.
3 A: I really liked that dress we saw.
B: Well, you can buy it … you get paid.
4 A: Shall we go somewhere this weekend?
B: Yes … it's sunny, we could go to the beach.
5 A: Did you make this cake yourself?
B: Yes … you like it, I'll give you the recipe.
6 A: Is Jane still asleep?
B: Yes … she wakes up, I'll tell her you're here.

7 A: Have you done your homework?
B: No. I'll do it … we've finished dinner.
8 A: We've run out of milk.
B: Well, … I go to the shops, I'll buy some more.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров
13.10.2021 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.О.03 ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Направление подготовки
05.03.06 Экология и природопользование

Профиль
Рациональное природопользование и экологический инжиниринг

год набора: 2022

Автор: Безбородова С. А., к.п.н.

Одобрено на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Иностранных языков и деловой коммуникации	горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Юсупова Л. Г.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 28.09.2021 г.	Протокол № 2 от 08.10.2021 г.
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

I. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям……... 3
1.1 Повторение материала практических занятий……..... 3
1.2 Чтение и перевод учебных текстов……. 42
1.3 Подготовка к практическим занятиям (запоминание иноязычных лексических единиц и грамматических конструкций) ..……..... 60
1.4 Самостоятельное изучение тем курса (для заочной формы обучения) ……. 73
1.5 Подготовка к контрольной работе 73

II. Другие виды самостоятельной работы……. 73
2.1 Выполнение самостоятельного письменного домашнего задания:
2.1.1 Подготовка к ролевой игре…….. 73
2.1.2 Подготовка к практико-ориентированному заданию ……. 74
2.1.3 Подготовка к опросу …… 75
2.2 Дополнительное чтение профессионально ориентированных текстов и выполнение заданий на проверку понимания прочитанного……. 75
2.3 Подготовка доклада…….. 94
2.4 Подготовка к тесту……..... 95
2.5 Подготовка к экзамену…….. 99

I. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям

1. Повторение материала практических занятий

Практические занятия направлены на развитие умений иноязычного говорения в рамках заданных РПД тем: бытовая сфера общения (Я и моя семья); учебно-познавательная сфера общения (Я и мое образование); социально-культурная сфера общения (Я и моя страна. Я и мир); профессиональная сфера общения (Я и моя будущая специальность).

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

My family

My name is Vladimir Petrov. I am … years old. I was born in 19… in Nizhniy Tagil. I went to school when I was 7. In 20… I finished school number 10 in Ekaterinburg. This year I entered the Ural State Mining University. In five years I shall graduate from this University.

I live in the center of Ekaterinburg. I work at the Ministry of Foreign Trade. I'm an engineer & I am also a student. Many engineers in our Ministry learn foreign languages.

My family is not large. I have a wife & two children. My wife's name is Ann & children's names are Nick & Natalie.

My wife is an economist. My wife is a young woman. She is twenty – nine years old. She works at the Ministry of Foreign Trade, too. She goes to the office every day. My wife doesn't learn English. She already knows English very well. She reads many English books, magazines & newspapers. My wife is also a student. She learns German. She likes languages very much & is going to learn French next year.

My daughter is a girl of ten. She goes to school. She has a lot of subjects at school. She also learns English. She also helps her mother at home.

My son is a little boy. He was born five years ago. I take him to the kindergarten every morning.

My parents are not old. My father is 53. He is an engineer. He graduated from The Ural Polytechnical Institute. He works at a big plant. My mother is 51. She is a teacher. She teaches Russian at school. She graduated from the Leningrad Teachers' Training University.

My sister's name is Katya. She works at an office. Besides she studies at an Evening Department. She is married. Her husband is a doctor. He works at a hospital. They have a little son. He is only six months old.

My elder brother, Boris by name, does not stay with us. He lives in Gorky in a large two-roomed flat. He is a designer. He has also a family of his own. He has a wife & two children: a boy & a girl. Their son is already a pupil. My brother & his family often come to see us. We also visit them sometimes.

I also have a grandfather & a grandmother. They are pensioners. My grandmother looks after the house & does the cooking. We usually take our children to the country in summer to stay with their grandparents. They love their grandchildren very much.

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

My student's life

I'm a student of The Ural State Mining University. I have been a student only one month. I can't speak English very well yet. I am just a beginner. I live in a hostel. It is rather a long way from the University. In fact, it takes me about an hour to get to the University. But it gives me no trouble at all, as I like to get up early. I don't need an alarm-clock to wake me up. I am an early - riser.

Though the hostel is far from the University it is very comfortable & has all modern conveniences.

As a rule I get up at 6.30, do morning exercises & have shower. I don't have a bath in the morning; I have a bath before I go to bed.

For breakfast I have a boiled egg & a cup of coffee in order not to waste the time. At about 7.30 I am quite ready to go. It is about 5 minutes walk from the hostel to the stop. I usually take the 7.40. bus. I walk to the stop as I have plenty of time to catch my bus.

I come to the University 5 minutes before the lesson begins. So I can have a chat with my friends. The majority of my group mates are from Ekaterinburg the others either come from different towns of our country. We usually have a lot of things to talk about.

We don't go out to the lunch. There is a good canteen at the University. It is on the ground floor. But I should say that you have to stand in a queue to have lunch.

I come to the hostel from the University at about 3 o'clock. I live in a single room & have nobody to speak with. In the evening I sometimes go out with my friends. We go to the cinema if there is something new or to the club if there is a dancing party there. But often I stay in, watch TV programs or listen to the music. Then I read a book for half an hour or so & go to sleep. That doesn't take me long, as a rule.

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

Ekaterinburg – an Industrial Centre

Ekaterinburg is one of the leading industrial centres of Russia. There are over 200 industrial enterprises of all-Russia importance in it. The key industry is machine-building. The plants of our city produce walking excavators, electric motors, turbines, various equipment for industrial enterprises.

During the Great Patriotic War Sverdlovsk plants supplied the front with arms and munitions and delivered various machinery for restoration of Donbass collieries and industrial enterprises of the Ukraine.

The biggest plants of our city are the Urals Heavy Machine Building Plant (the Uralmash), the Urals Electrical Engineering Plant (Uralelectrotyazhmash), the Torbomotorny Works (TMZ), the Chemical Machinery Building Works (Chimmash), the Verkh Iset Metallurgical Works (VIZ) and many others.

The Urals Heavy Machinery Building Plant was built in the years of the first five-year plan period. It has begun to turn out production in 1933. The machines and equipment produced by the Uralmash have laid the foundation for the home iron and steel, mining and oil industries. The plant produces walking excavators and draglines, drilling rigs for boring super-deep holes, crushing and milling equipment for concentrators. The plant also produces rolling-mills, highly efficient equipment for blast furnaces, powerful hydraulic presses and other machines. The trade mark of the Uralmash is well-known all over the world.

The Electrical Engineering plant was put into operation in 1934. At the present time it is a great complex of heavy electrical machine-building. It produces powerful hydrogenerators, transformers, air and oil switches, rectifiers & other electrical equipment. Besides, it is one of the main producers of high-voltage machinery.

The Turbo-Motorny Works produces turbines & diesel motors for powerful trucks. The turbines manufactured by this plant are widely known not only in our country, but also abroad. The plant turned out its first turbines in 1941.

The Urals Chemical Works, the greatest plant in the country, produces machinery for the chemical industry. It also produces vacuum- filters used in different branches of oil industry.

The Verkh-Iset Metallurgical Works the oldest industrial enterprise in Ekaterinburg is now the chief producer of high grade transformer steel in the country.

Now complex mechanization & automation of production processes are being used at all industrial enterprises of Ekaterinburg. Its plants make great contribution to the development of our country's national economy.

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland

The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland (the UK) occupies most of the territory of the British Isles. It consists of four main parts: England, Scotland, Wales and Northern

Ireland. London is the capital of England. Edinburgh is the capital of Scotland, Cardiff— of Wales and Belfast — of Northern Ireland. The UK is a small country with an area of some 244,100 square kilometres. It occupies only 0.2 per cent of the world's land surface. It is washed by the Atlantic Ocean in the north-west, north and south-west and separated from Europe by the Severn, but the most important waterway is the Thames.

The climate is moderate and mild. But the weather is very changeable. The population of the United Kingdom is over 57 million people. Foreigners often call British people "English", but the Scots, the Irish and the Welsh do not consider themselves to be English. The English are Anglo-Saxon in origin, but the Welsh, the Scots and the Irish are Celts, descendants of the ancient people, who crossed over from Europe centuries before the Norman Invasion. It was this people, whom the Germanic Angles and Saxons conquered in the 5th and 6th centuries AD. These Germanic conquerors gave England its name — "Angle" land. They were conquered in their turn by the Norman French, when William the Conqueror of Normandy landed near Hastings in 1066. It was from the union of Norman conquerors and the defeated Anglo-Saxons that the English people and the English language were born. The official language of the United Kingdom is English. But in western Scotland some people still speak Gaelic, and in northern and central parts of Wales people often speak Welsh.

The UK is a highly developed industrial country. It is known as one of the world's largest producers and exporters of machinery, electronics, textile, aircraft, and navigation equipment. One of the chief industries of the country is shipbuilding.

The UK is a constitutional monarchy. In law, Head of the State is Queen. In practice, the country is ruled by the elected government with the Prime Minister at the head. The British Parliament consists of two chambers: the House of Lords and the House of Commons. There are three main political parties in Great Britain: the Labour, the Conservative and the Liberal parties. The flag of the United Kingdom, known as the Union Jack, is made up of three crosses. The big red cross is the cross of Saint George, the patron saint of England. The white cross is the cross of Saint Andrew, the patron saint of Scotland. The red diagonal cross is the cross of Saint Patrick, the patron saint of Ireland.

The United Kingdom has a long and exciting history and a lot of traditions and customs. The favorite topic of conversation is weather. The English like to drink tea at 5 o'clock. There are a lot of high daysin Great Britain. They celebrate Good Friday, Christmastide, Christmas, Valentine`s day and many others. It is considered this nation is the most conservative in Europe because people attach greater importance to traditions; they are proud of them and keep them up. The best examples are their money system, queen, their measures and weights. The English never throw away old things and don't like to have changes.

Great Britain is a country of strong attraction for tourists. There are both ancient and modern monuments. For example: Hadrian Wall and Stonehenge, York Cathedral and Durham castle. It is no doubt London is the most popular place for visiting because there are a lot of sightseeing like the Houses of Parliament, Buckingham Palace, London Bridge, St Paul's Cathedral, Westminster Abbey, the Tower of London. Also you can see the famous Tower Clock Big Ben which is considered to be the symbol of London. Big Ben strikes every quarter of an hour. You will definitely admire Buckingham Palace. It's the residence of the royal family. The capital is famous for its beautiful parks: Hyde Park, Regent's Park. The last one is the home of London Zoo.

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

My speciality is Geology

I am a first year student of the Ural State Mining University. I study at the geological faculty. The geological faculty trains geologic engineers in three specialities: mineral prospecting and exploration, hydrogeology and engineering geology, drilling technology.

Geology is the science which deals with the lithosphere of our planet. Geology studies the composition of the Earth's crust, its history, the origin of rocks, their distribution and many other problems.

That is why the science of geology is commonly divided into several branches, such as:

1. General Geology which deals with the composition arid the structure of the Earth and with various geological processes going on below the Earth's surface and on its surface.

2. Petrology which studies the rocks of the Earth.

3. Mineralogy which investigates the natural chemical compounds of the lithosphere.

4. Paleontology which deals with fossil remains of ancient animals and plants found in rocks.

5. Historic Geology which treats of the Earth's history.

6. Structural Geology which deals with the arrangement of rocks due to the Earth's movements.

7. Economic Geology which deals with occurrence, origin and distribution of mineral deposits valuable to man.

All these branches of geology are closely related to each other.

Geology is of great practical importance because .it supplies industry with all kinds of raw materials, such as ore, coal, oil, building materials, etc.

Geology deals with the vital problem of water supply. Besides, many engineering projects, such as tunnels, canals, dams, irrigation systems, bridges etc. need geological knowledge in choosing construction sites and materials.

The practical importance of geology has greatly increased nowadays. It is necessary to provide a rapid growth of prospecting mineral deposits, such as ores of iron, copper, lead, uranium and others, as well as water and fossil fuels (oil, gas and coal). They are badly needed for further development of all the branches of the national Economy of our country and for creating a powerful economic foundation of the society. The graduates of the geological faculty of the Ural State Mining University work all over the country in mines, geological teams and expeditions of the Urals, Siberia, Kasakhstan, in the North and Far East, etc. as well as abroad.

Very often geologists have to work under hard climatic and geological conditions. They must be courageous, strong and purposeful people, ready to overcome any hardships which nature has put in their way to its underground treasure-house.

Практические занятия направлены также на формирование грамматического навыка по темам: порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях, порядок слов в вопросительном предложении, безличные предложения, местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные), имя существительное, артикли (определенный, неопределенный, нулевой), функции и спряжение глаголов *to be* и *to have, о*борот *there+be,* имя прилагательное и наречие, степени сравнения, сравнительные конструкции, имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат), образование видовременных форм глагола в активном залоге.

Распределение выше указанных тем в учебнике:

- Агабекян И. П. Английский язык для бакалавров: учебное пособие для студентов вузов / И. П. Агабекян. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. - 384 с.: ил. - (Высшее образование) (200 экз. в библиотеке УГГУ) и учебнике:

- Журавлева Р.И. Английский язык: учебник: для студентов горно-геологических специальностей вузов / Р. И. Журавлева. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. - 508 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 502 (192 экз. в библиотеке УГГУ) представлено в таблице №1:

Таблица №1

Название темы	***Страницы учебников***	
	Агабекян И. П.	*Журавлева Р.И.*
Порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях	148	9
Порядок слов в вопросительном предложении	163-170	10, 24
Безличные предложения	149	440
Местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные)	41-55	101, 439
Имя существительное	66-78	435

Артикли (определенный, неопределенный, нулевой)	78-84	433
Функции и спряжение глаголов *to be* и *to have*	102-104	6-8
Оборот *there+be*	105-107	100
Имя прилагательное и наречие	115	83
Степени сравнения, сравнительные конструкции	115-121	143
Имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат)	261-271	-
Образование видовременных форм глагола в активном залоге	193-209	10, 36, 69

Повторите материал практических занятий!

Порядок слов в английском предложении

В русском языке, благодаря наличию падёжных окончаний, мы можем переставлять члены предложения, не меняя основного смысла высказывания. Например, предложения Студенты изучают эти планы и Эти планы изучают студенты совпадают по своему основному смыслу. Подлежащее в обоих случаях - студенты, хотя в первом предложении это слово стоит на первом месте, а во втором предложении - на последнем.

По-английски такие перестановки невозможны. Возьмём предложение The students study these plans Студенты изучают эти планы. Если подлежащее и дополнение поменяются местами, то получится бессмыслица: These plans study the students Эти планы изучают студентов. Произошло это потому, что слово plans, попав на первое место, стало подлежащим.

Английское предложение имеет твёрдый порядок слов.

Порядок слов в английском предложении показан в этой таблице:

I	**II**	**III Дополнение**			**IV Обстоятельство**
Подлежащее	**Сказуемое**	**Косвенное без предлога**	**Прямое**	**Косвенное с предлогом**	
We Мы	study изучаем		math математику		
He Он	gives дает	us нам	lessons уроки		in this room. в этой комнате
She Она	reads читает		her notes свои заметки	to Peter Петру	every day. каждый день

Вопросительное предложение

Общее правило построения вопросов в английском языке таково: Все вопросы (кроме специальных вопросов к подлежащему предложения) строятся путем инверсии. Инверсией называется нарушение обычного порядка слов в английском предложении, когда сказуемое следует за подлежащим.

В тех случаях, когда сказуемое предложения образовано без вспомогательных глаголов (в Present и Past Indefinite) используется вспомогательный глагол to do в требуемой форме - do/does/did.

Общие вопросы

Общий вопрос задается с целью получить подтверждение или отрицание высказанной в вопросе мысли. На общий вопрос обычно дается краткий ответ: "да" или "нет".

Для построения общего вопроса вспомогательный или модальный глагол, входящий в состав сказуемого, ставится в начале предложения перед подлежащим.

а) Примеры сказуемого с одним вспомогательным глаголом: Is he speaking to the teacher? - Он говорит с учителем?

б) Примеры сказуемого с несколькими вспомогательными глаголами:

You will be writing letters to us. – Ты будешь писать нам письма.
Will you be writing letters to us? – Будешь ли ты писать нам письма?
Примеры с модальными глаголами:
She can drive a car. – Она умеет водить машину.
Can she drive a car? - Она умеет водить машину? (Yes, she can.; No, she cannot)

Когда в составе сказуемого нет вспомогательного глагола (т.е. когда сказуемое выражено глаголом в Present или Past Indefinite), то перед подлежащим ставятся соответственно формы do / does или did; смысловой же глагол ставится в форме инфинитива без to (словарная форма) после подлежащего.

С появлением вспомогательного глагола do на него переходит вся грамматическая нагрузка - время, лицо, число: в Present Indefinite в 3-м лице ед. числа окончание -s, -es смыслового глагола переходит на глагол do, превращая его в does; а в Past Indefinite окончание прошедшего времени -ed переходит на do, превращая его в did.
Do you go to school? – Ходишь ли ты в школу?
Do you speak English well? - Ты хорошо говоришь по-английски?

Ответы на общие вопросы

Общий вопрос требует краткого ответа "да" или "нет", которые в английском языке образуются следующим образом:

а) Положительный состоит из слова Yes за которым (после запятой) идет подлежащее, выраженное личным местоимением в им. падеже (никогда не используется существительное) и тот вспомогательный или модальный глагол, который использовался в вопросе (вспомогательный глагол согласуется с местоимением ответа);

б) Отрицательный ответ состоит из слова No, личного местоимения и вспомогательного (или модального) глагола с последующей частицей not
Например: Are you a student? - Ты студент?
Yes, I am. - Да.; No, I am not. - Нет.
Do you know him? – Ты знаешь его?
Yes, I do. – Да (знаю).; No, I don't. – Нет (не знаю).

Специальные вопросы

Специальный вопрос начинается с вопросительного слова и задается с целью получения более подробной уточняющей информации. Вопросительное слово в специальном вопросе заменяет член предложения, к которому ставится вопрос.
Специальные вопросы могут начинаться словами:
who? – кто? whom? – кого? whose? - чей? what? – что? какой? which? – который?
when? – когда? where? – где? куда? why? – почему? how? – как?
how much? – сколько? how many? – сколько? how long? – как долго? сколько времени?
how often? – как часто?

Построение специальных вопросов:

1) Специальные вопросы ко всем членам предложения, кроме подлежащего (и его определения) строятся так же, как и общие вопросы – посредством инверсии, когда вспомогательный или модальный глагол ставится перед подлежащим.

Специальный вопрос (кроме вопроса к подлежащему) начинается с вопросительного слова или группы слов за которым следуют вспомогательный или модальный глагол, подлежащее и смысловой глагол (сохраняется структура общего вопроса).

Вопрос к прямому дополнению:
What are you reading? Что ты читаешь?
What do you want to show us? Что вы хотите показать нам?

Вопрос к обстоятельству

Обстоятельства бывают разного типа: времени, места, причины, условия, образа действия и др.

He will come back tomorrow. – Он вернется завтра.
When will he come back? – Когда он вернется?
What did he do it for? Зачем он это сделал?
Where are you from?

Вопрос к определению

Вопрос к определению начинается с вопросительных слов what какой, which (of) который (из), whose чей, how much сколько (с неисчисляемыми существительными), how many сколько (с исчисляемыми существительными). Они ставятся непосредственно перед определяемым существительным (или перед другим определением к этому существительному), а затем уже идет вспомогательный или модальный глагол.

What books do you like to read? Какие книги вы любите читать?
Which books will you take? Какие книги (из имеющихся) вы возьмете?

Вопрос к сказуемому

Вопрос к сказуемому является типовым ко всем предложениям: ”Что он (она, оно, они, это) делает (делал, будет делать)?”, например:
What does he do? Что он делает?

Специальные вопросы к подлежащему

Вопрос к подлежащему (как и к определению подлежащего) не требует изменения прямого порядка слов, характерного для повествовательного предложения. Просто подлежащее (со всеми его определениями) заменяется вопросительным местоимением, которое исполняет в вопросе роль подлежащего. Вопросы к подлежащему начинаются с вопросительных местоимений:

who – кто (для одушевленных существительных)
what - что (для неодушевленных существительных)
The teacher read an interesting story to the students yesterday.
Who read an interesting story to the students yesterday?

Сказуемое в таких вопросах (после who, what в роли подлежащего) всегда выражается глаголом в 3-м лице единственного числа (не забудьте про окончание -s в 3-м лице ед. числа в Present Indefinite. Правила образования -s форм см. здесь.):
Who is reading this book? Кто читает эту книгу?
Who goes to school?

Альтернативные вопросы

Альтернативный вопрос задается тогда, когда предлагается сделать выбор, отдать чему-либо предпочтение.

Альтернативный вопрос может начинаться со вспомогательного или модального глагола (как общий вопрос) или с вопросительного слова (как специальный вопрос) и должен обязательно содержать союз or - или. Часть вопроса до союза or произносится с повышающейся интонацией, после союза or - с понижением голоса в конце предложения.

Например вопрос, представляющий собой два общих вопроса, соединенных союзом or:
Is he reading or is he writing?
Did he pass the exam or did he fail?

Вторая часть вопроса, как правило, имеет усеченную форму, в которой остается (называется) только та часть, которая обозначает выбор (альтернативу):
Is he reading or writing?

Разделительные вопросы

Основными функциями разделительных вопросов являются: проверка предположения, запрос о согласии собеседника с говорящим, поиски подтверждения своей мысли, выражение сомнения.

Разделительный (или расчлененный) вопрос состоит из двух частей: повествовательной и вопросительной.

Первая часть - повествовательное утвердительное или отрицательное предложение с прямым порядком слов.

Вторая часть, присоединяемая через запятую, представляет собой краткий общий вопрос, состоящий из местоимения, заменяющего подлежащее, и вспомогательного или модального глагола. Повторяется тот вспомогательный или модальный глагол, который входит в состав сказуемого первой части. А в Present и Past Indefinite, где нет вспомогательного глагола, употребляются соответствующие формы do/ does/ did.

В второй части употребляется обратный порядок слов, и она может переводится на русский язык: не правда ли?, не так ли?, верно ведь?

1. Если первая часть вопроса утвердительная, то глагол во второй части стоит в отрицательной форме, например:

You speak French, don't you? You are looking for something, aren't you? Pete works at a plant, doesn't he?

2. Если первая часть отрицательная, то во второй части употребляется утвердительная форма, например:

It is not very warm today, is it? John doesn't live in London, does he?

Безличные предложения

Поскольку в английском языке подлежащее является обязательным элементом предложения, в безличных предложениях употребляется формальное подлежащее, выраженное местоимением it. Оно не имеет лексического значения и на русский язык не переводится.

Безличные предложения используются для выражения:

1. Явлений природы, состояния погоды: It is/(was) winter. (Была) Зима. It often rains in autumn. Осенью часто идет дождь. It was getting dark. Темнело. It is cold. Холодно. It snows. Идет снег.

2. Времени, расстояния, температуры: It is early morning. Ранее утро. It is five o'clock. Пять часов. It is two miles to the lake. До озера две мили. It is late. Поздно.

3. Оценки ситуации в предложениях с составным именным (иногда глагольным) сказуемым, за которым следует подлежащее предложения, выраженное инфинитивом, герундием или придаточным предложением: It was easy to do this. Было легко сделать это.
It was clear that he would not come. Было ясно, что он не придет.

4. С некоторыми глаголами в страдательном залоге в оборотах, соответствующих русским неопределенно-личным оборотам: It is said he will come. Говорят, он придет.

Местоимение. The Pronoun.
Классификации местоимений.

1	**personal**	личные
2	**possessive**	притяжательные
3	**demonstrative**	указательные
4	**indefinite and negative**	неопределенные и отрицательные
5	**quantifiers**	количественные
6	**reflexive**	возвратные
7	**reciprocal**	взаимные
8	**relative**	относительные
9	**defining**	определительные
10	**interrogative**	вопросительные

I. Личные (personal) местоимения

Общий падеж		**Объектный падеж**	
I	я	**me**	мне, меня
he	он	**him**	его, ему
she	она	**her**	ей, о ней
it	оно, это	**it**	ей, ему, этому
we	мы	**us**	нам, нас

they	они	**them**	им, их
you	ты, вы	**you**	тебе, вам

Внимание! He (он) и **she (она)** в английском языке можно говорить только про людей. Все остальные английские существительные (предметы, животные, явления природы, чувства и т. д.) - обозначаются – it (оно, это).

he	**she**	**it**
a boy – мальчик **a man –** мужчина **brother –** брат **father –** отец **Nick –** Николай **Mr Grey –** мистер Грей	**a girl –** девочка **a woman –** женщина **sister – с**естра **motherч–** мама **Kate –** Катя **Mrs Grey –** миссис Грей	**a cat –** кот **a wall –** стена **rain –** дождь **love –** любовь **a hand –** рука **an apple -** яблоко

Англичане говорят <u>It's me</u>, а не It's I (это я).

II. Притяжательные (possessive) местоимения

Притяжательные местоимения выражают принадлежность и имеют в английском языке **две формы** - **основную** (после этой формы обязательно требуется существительное).
Whose pen is it? - *Чья это ручка?* - **It's my pen**. - *Это моя ручка*.
И **абсолютную** (существует самостоятельно, без существительного) - **It's mine.** - *Это моя.*

Личное местоимение	**Основная форма**	**Абсолютная форма**
I – я **he –** он **she –** она **it – оно,** это **we –** мы **you –** ты, вы **they -** они	**my (toy) -** моя (игрушка) **his (toy) -** его (игрушка) **her (toy) -** ее (игрушка) **its (toy) -** его (не о человеке) **our (toy) -** наша (игрушка) **your (toy) -** ваша, твоя (игрушка) **their (toy) -** их (игрушка)	**his -** его **hers -** ее **its -** его (этого) **ours -** наша **yours -** ваша, твоя **theirs -** их

III. Указательные (demonstrative) местоимения

this (это, эта, этот) **– these** (эти) **that** (то, та, тот) **- those** (те)

IV. Неопределенные (indefinite) и отрицательные (negative) местоимения

Местоимения some, any, every, и их производные

• Если у вас есть, например, яблоки и вы знаете, сколько их, вы говорите:
I have/l have got three apples. *У меня есть 3 яблока,*
• Если вы не знаете точное количество, то используйте неопределенное местоимение **some: I have/1 have got apples.** *У меня есть несколько яблок (некоторое количество).*

Производные от неопределенных местоимений

Слово **"think"** обозначает **"вещь"** (не обязательно материальная).
Слово **"body"** обозначает **"тело".** Эти слова являются основой для целого ряда словообразований.

Thing используется для неодушевленных (что-то):

some	**thing**	**something –** *что-то, что-нибудь*
any		**anything -** *что-то, что-нибудь*
no		**nothing -** *ничего, ничто*

every	everything - *все*
Body/one - для одушевленных (кто-то):	
some	**somebody/someone –** *кто-то, кто-нибудь*
any	**anybody/anyone -** *кто-то, кто-нибудь*
body/one	
no	**nobody / no one -** *никого, никто*
every	**everybody /everyone –** *все, каждый*
Местоимение **some** и основа **body** должны произноситься и писаться слитно, в противном случае вместо **somebody** – *кто-то*, получится **some body** - *какое-то тело*, **Something/somebody/someone** - в утвердительных предложениях, **anything/anybody/anyone** - в отрицательных и вопросительных предложениях**, nothing/nobody/no one** – в отрицательных. **Anything/anybody/anyone** - также используются в утвердительных предложениях, но в значении *что угодно/кто угодно*	

somewhere - *где-нибудь, куда-нибудь*	**anywhere -** *где угодно*
nowhere - *нигде*	**everywhere -** *везде*

V. Количественные (quantifiers) местоимения

Many и much - оба слова обозначают **" много"**, С **исчисляемыми** существительными (теми, которые можно посчитать, можно образовать множественное число) используется слово **many**, а с **неисчисляемыми** - слово **much**.	
many girls - *много девочек* **many boys -** *много мальчиков* **many books -** *много книжек*	**much snow -** *много снега* **much money -** *много денег* **much time -** *много времени*
How many? } **сколько?** **How much?** } **сколько?**	**How many girls? -** *Сколько девочек?* **How much sugar? -** *Сколько сахара?* **How much sugar? -** *Сколько сахара?*
a lot of... - много - используется и с исчисляемыми, и с неисчисляемыми существительными a lot без (of) используется и без существительного.	girls – много девочек **a lot of** sugar - много сахара
Сравните: He writes **a lot** of funny stories**.** *Он пишет много забавных рассказов.* He writes **a lot.** *Он много пишет.*	
<u>В утвердительных</u> предложениях используйте **a lot of.** <u>В отрицательных</u> и в вопросительных **many/much,** **Сравните:** (+) My grandmother often cooks **a lot of** tasty things. *Моя бабушка часто готовит много вкусного*. (-) But we don't eat **much.** *Но мы не едим много*. (?) Do you eat much? *Вы много едите?* Иногда слова **much** и **a lot** являются синонимами слова **"часто":** Do you ski **much**? *Вы много (часто) катаетесь на лыжах?* No, not much (= not often).Нет, не часто.	

Few, little, a few, a little
С неисчисляемыми существительными используйте слово little (мало),
а с исчисляемыми - few (мало).

few books - мало книг **few girls -** мало девочек **few boys -** мало мальчиков	**little time -** мало времени **little money -** мало денег **little snow -** мало снега
little } **мало (т.е. надо еще)** **few** } **мало (т.е. надо еще)**	**a little** } **немного (т.е. пока хватает)** **a few** } **немного (т.е. пока хватает)**

VI. Возвратные (reflexive) местоимения

Возвратные местоимения образуются от личных местоимений в объектном падеже и притяжательных местоимений прибавлением **- self** в единственном числе и **- selves** во множественном числе. Возвратные местоимения используются для того, чтобы показать, что объект, названный подлежащим предложения сам совершает действие.

Личное местоимение	**Возвратное местоимение**	**Пример**	**Перевод**
I	myself	I did it myself.	Я сделал это сам
he	himself	He did it himself.	Он сделал это сам.
she	herself	She did it herself.	Она сделала это сама
you	yourself	You did it yourself.	Вы сделали это сами.
they	themselves	They did it themselves.	Они сделали это сами.
we	ourselves	We did it ourselves.	Мы сделали это сами.

VII. Взаимные (reciprocal) местоимения

Each other - друг друга (относится к двум лицам или предметам).
One another - друг друга (относится к большему количеству лиц или предметов).
They spoke to <u>each other</u> rather friendly. *Они разговаривали друг с другом довольно дружелюбно.*
They always help <u>one another</u>. *Они всегда помогают друг другу.*

VIII. Относительные (relative) местоимения

Who (whom), whose, which, that

who	**Именительный падеж <u>who</u> (подлежащее)** **The girl <u>who</u> is playing the piano is my sister.** *Девочка, которая играет на пианино, - моя сестра.*
	Объектный падеж <u>whom</u> (дополнение) **The man <u>whom</u> I love the best is your brother.** *Человек, которого я люблю больше всех, - твой брат.*
which	**Для неодушевленных предметов и животных** **The flowers <u>which</u> you brought me were pretty nice.** *Цветы, которые ты мне принес, очень милые.*
whose	**Для одушевленных существительных** **This is the man <u>whose</u> book we read yesterday.** *Это человек, книгу которого мы читали вчера.*
	Для неодушевленных существительных **We saw the tree <u>whose</u> leaves were absolutely yellow.** *Мы увидели дерево, листья которого были абсолютно желтыми.*
that	**Для одушевленных существительных** **This is the man <u>that</u> we saw yesterday.** *Это мужчина, которого мы видели вчера.*
	Для неодушевленных существительных **This is the film <u>that</u> we saw yesterday.** *Это фильм, который мы видели вчера.*

IX. Определительные (defining) местоимения

all

Употребление	**Примеры**	**Перевод**
определяет неисчисляемые	He spent **all his** time fishing on the	Он провел все свое время,

существительные	lake**.**	ловя рыбу на озере.
определяет исчисляемые существительные	**All the** boys like football. **(the после all!)**	Все мальчишки любят футбол.
all = everything	I know **all/everything.**	Я знаю всё.
all = everybody	**All** were hungry. **Everybody** was hungry.	Все были голодны. Все были голодны.
we all = ail of us you all = all of you they all = ail of them	We **all** love you very much = **All** of us love you very much.	Мы все тебя очень любим

both

Употребление	Примеры	Перевод
определяет существительные	**Both (the/my) friends like football.**	Оба моих друга любят футбол
допускается использование артикля вместо указательных местоимений после both	**Both these/the men are Russian.**	Оба (эти) мужчины - русские.
употребляется вместо существительного	**He gave me two apples. Both were sweet.**	Он дал мне два яблока. Оба были сладкими.
they both = both of them you both = both of you we both = both of us	**They both (both of them) came to visit us.**	Они оба пришли навестить нас.
в устойчивой конструкции **both...and.**	**Both mother father were at home**	И мама, и папа были дома.
в отрицательных предложениях **вместо both** используется **neither**	**Both of them know English. Neither of them know English.**	Они оба знают английский. Ни один из них не знает английского.

either/neither

	Употребление	Примеры	Перевод
either	любой из двух (артикль не ставится)	**I've got 2 cakes. Take either cake.**	У меня 2 пирожных. Возьми любое.
	каждый, оба, и тот, и другой	**There are windows on either side of the house.**	С обеих сторон дома есть окна.
	заменяет существительное (глагол в ед. числе)	**Either of dogs is always hungry.**	Любая из собак вечно голодная.
neither	отрицательное местоимение-определение (ни тот, ни другой)	**Neither of examples is correct.**	Ни один из примеров не верен.
	в констр. neither.. .nor (ни.. .ни)	**I like neither tea, nor coffee.**	Я не люблю ни чай, ни кофе.

other, another, the other, the others (другой, другие)

	Употребление	Примеры	Перевод
the other	другой (второй), другой из двух	**You've got 2 balls: one and the other.**	У тебя 2 мяча: один и другой.
another	другой из многих, еще один	**Take another ball.**	Возьми другой мяч. (Любой, но не этот.)
other	другие (любые), не последние	**Take other 2 balls.**	Возьми другие 2 мяча. (Из многих.)

the others	другие (определенные)	**There are 4 balls: 2 balls are red and the others are blue.**	Есть 4 мяча: 2 красных, а другие 2 - синие.

X. Вопросительные (interrogative) местоимения

what	что	**What's this?**	Что это?
which	который	**Which of them?**	Который из них?
who	кто, кого	**Who was that?**	Кто это был?
whom	кого	**Whom did you meet?**	Кого ты встретил?
whose	чей	**Whose book is it?**	Чья это книга?

Имя существительное. The Noun

Категории	Существительное в русском языке	Существительное в английском языке
Число	**Изменяется**	**Изменяется**
Падеж	**Изменяется**	**Не изменяется**

The Plural Form of Nouns

Образование множественного числа у английских существительных

Способ образования	Примеры	Перевод
после глухих согласных	**a book - books** **a cup - cups**	**книга - книги** **чашка - чашки**
после звонких согласных и гласных -	a name - names a girl - girls	**имя - имена** **девочка - девочки**
после шипящих, свистящих звуков -ch, -sh, -x, -s, -z: -es	a palace - palaces a bush - bushes a box - boxes a church - churches	дворец - дворцы куст - кусты коробка - коробки церковь - церкви
слово заканчивается на -y: 1) гласная +y	**a toy - toys** **a boy - boys**	игрушка - игрушки мальчик - мальчики
2) согласная + y	**a family - families** **a story - stories**	**семья - семьи** **история - истории**
слово заканчивается на *-file*	**a leaf - leaves** **a shelf - shelves**	лист - листья полка - полки

Особые случаи образования множественного числа

Ед. число	**Мн. число**	**Перевод**
man	men	мужчина - мужчины
woman	women	женщина - женщины
foot	feet	нога (стопа) - ноги (стопы)
child	children	ребенок - дети
goose	geese	гусь - гуси
mouse	mice	мышь - мыши
ox	oxen	**бык - быки**
tooth	teeth	**зуб - зубы**

Слова - заместители существительных **Substitutions: one/ones**

При повторном использовании одного и того же существительного в одном предложении, вместо него следует использовать one (в единственном числе) и ones (во множественном числе):

This table is bigger that that one - Этот стол больше, чем тот (стол).
These table are bigger than those ones. - Эти столы больше, чем те (столы).

Со словами one/ones **может быть использован артикль, если перед ними стоит прилагательное.**	
What apple do you want? **Какое ты хочешь яблоко?** **The red one. Красное.**	**What apples do you want?** **Какие яблоки ты хочешь?** **The red ones. Красные.**

Английские существительные не имеют падежных окончаний традиционно выделяют два падежа -общий и притяжательный.

Общий падеж

И. п. Эта девочка хорошо говорит по-английски.	This girl speaks English well.
Р. п. Это собака той девочки.	It's a dog of that girl.
Д. п. Я дал яблоко той девочке. .	I gave an apple to that girl.
В. п. Я вижу маленькую девочку. .	1 can see a little girl.
Т. п. Я люблю гулять с этой девочкой.	1 like to play with this girl.
П. п. Я часто думаю об этой девочке.	1 often think about this girl.

Притяжательный падеж. The Possessive Case
Образование притяжательного падежа

	Образование	**Примеры**	**Перевод**
существительные в единственном числе	**'s**	**bird's house** **child's ball**	домик птички мячик ребенка
существительные во множественном числе (группа исключений}	**'s**	**children's bail** **women's rights**	мячик детей права женщин
существительное во множественном числе	**'**	**girls' toy** **birds' house**	игрушка девочек домик птичек

Формула притяжательного падежа обычно имеют лишь одушевленные существительные, обозначающие живое существо, которому что-то принадлежит,

my mother's book - мамина книга,

this girl's bail - мячик девочки,

the bird's house - домик птички

Для того, чтобы показать принадлежность объекта неодушевленному предмету, используется предлог of:

the handle of the door (ручка (от) двери), но чаще образуется составное существительное door-handle,

Артикль. The Article

1. Неопределенный a/an (используется перед исчисляемыми существительными в единственном числе)

a cat –кот a dog –собака a boy – мальчик a girl -девочка
a teacher - учитель

2. Определенный the (может использоваться с любыми существительными)

the cat -кот the houses –дома the water -вода the weather –погода
the flowers - цветы

Если слово начинается с гласной буквы, к артиклю "a" добавляется буква "n", для того, чтобы две гласные не сливались: an apple (яблоко), an orange (апельсин), an author (автор) и т, д. Слово "an hour" (час) начинается с согласной буквы "h", но в слове эта буква не читается, т.е. слово начинается с гласного звука, поэтому к артиклю "a" также добавляется n = an

Упоминая объект впервые, перед ним ставят неопределенный артикль a/an при вторичном с упоминании того же самого объекта, перед ним ставят определенный артикль the

I see a cat, Я вижу кота (одного). The cat is black. (этот) Кот – черный.

This is a kitten. Это - котенок. (Один из многих) The kitten is hungry. (этот) Котенок - голодный.

I have a book- У меня есть книга. The book is interesting. (эта) Книга - интересная.

Неопределенный артикль a/an опускается перед исчисляемыми существительными и существительными во множественном числе.

a pen - pens (ручка - ручки) a dog - dogs (собака - собаки) a book - books (книга -книги)
- water (вода) - snow (снег) - meat (мясо)

Использование неопределенного артикля a

один из множества (любой)	This is a cat.
первое упоминание в тексте	I see a bird.
при упоминании профессии	My brother is a pilot.
в восклицательных предложениях	What a good girl! What a surprise! Such a fine room!
вместо слова один	She is coming for a weak.
в определенных конструкциях there is a... I have a… he has a... I see a... this is a... that is a… It is a... Iama… he/she is a…	There is a book here. I have got a nice coat. He has a kind smile. I see a wolf. This is a dog. That is a doctor. It is a red pen. I am a good swimmer. He/she is a tourist
в ряде устойчивых словосочетаний at a quarter.., in a loud, (a low, an angry voice) to have a good time a lot of to go for a walk such a... after a while in a day (a month, a week, a year)	Come at a quarter to 8. Don't speak to him in an angry voice. We had a good time in the country. She has got a lot of presents. Let's go for a walk. He is such a clever boy. You'll see them after a while. We are living in a day.

Использование определенного артикля the

если речь идет о конкретном лице или предмете	The pen is on the table.
при повторном упоминании того же самого объекта	I see a cat. The cat is black.
если слово обозначает нечто, существующее в единственном лице, с частями света	the sun, the moon, the Earth
со словами: only (только), main (главный), central (центральный), left (левый), right (правый), wrong (неправильный), next (следующий), last (последний), final (заключительный)	The only man I love the main road to the left, to the right It was the right answer. the final test
с порядковыми числительными	the first, the tenth

с прилагательными в превосходной степени	the kindest, the most interesting the best
с музыкальными инструментами и танцами	to play the piano, to dance the tango
с обобщающими существительными (класс людей» животных, термины, жанры)	The Britons keep their traditions.
с названиями музеев, кинотеатров, кораблей, галерей, газет, журналов	the Hermitage the Tretyakov Gallery the Avrora the Seasame Street
с названиями океанов, рек, морей, каналов, пустынь, групп, островов, штатов, горных массивов, наименований с of	the Atlantic ocean the Neva river the Black sea Changing of the Guard

Использование определенного артикля в ряде устойчивых словосочетаний

in the middle, in the corner	The table is in the middle of the room.
in the morning, In the evening, in the afternoon	I never drink coffee in the evening.
what's the use?	What's the use of going there so late?
to the cinema, to the theatre, to the shop, to the market	Do you like going to the theatre? He works at the shop.
at the cinema, at the theatre, at the shop, at the market	The fact is that I have no money at all.
the fact is (was) that...	Where is the doctor?
where is the…?	We always spend summer in the country.
in the country, to the country	

Сколько бы прилагательных-определений ни стояло перед существительным, все эти определения ставятся между артиклем и существительным: A big, black, fat cat большой, черный, толстый кот.

Случаи, когда артикль не употребляется

если, перед существительным стоит притяжательное местоимение	a pen - my pen a dog - his dog the teacher - our teacher the apple - her apple
если перед существительным стоит указательное местоимение	the cats - those cats the books - these books a mouse - this mouse
если стоит другое существительное в притяжательном падеже	a car - father's car the horse - farmer's horse a bike - brother's bike the doll - sister's doll
если перед существительным стоит, количественное числительное	5 balls, 7 bananas, 2 cats
если перед существительным стоит отрицание "no"	She has no children. I see no birds.
перед именами	Mike, Kate, Jim, etc
с названиями дней недели	Sunday, Monday, etc.
с названиями месяцев	May, December, etc.
с названиями времен года	in spring, in winter
с названиями цветов	white, etc. I like green
с названиями спортивных игр	football, chess, etc.
с названиями блюд, напитков	tea, coffee, soup, etc,
с названиями праздников	Easter, Christmas, etc.

с названиями языков, если нет слова (язык). Если есть, нужен артикль the	English, etc. I learn English, the English language
с названиями стран	Russia, France, etc НО: the USA, the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, the Netheriands, the Ukraine, the Congo
с названиями городов	Moscow, Paris, etc.
с названиями улиц, площадей	Trafalgar Square
с названиями парков	St James' Park, Hyde Park
с названиями мостов	Tower Bridge
с названиями одиночных гор	Kilimanjaro
с названиями озер	Loch Ness
с названиями континентов	Asia, Australia, etc.
с названиями одиночных островов	Cyprus
если перед существительными стоит вопросительное или отрицательное местоимение	what animals can swim? I know what thing you have lost!

ГЛАГОЛ (THE VERB)

Глаголом называется часть речи, обозначающая действие или состояние предмета или лица.

В английском языке признаком глагола в неопределенной форме (инфинитиве) является частица to.

По своей структуре глаголы делятся на:

1. Простые, состоящие только из одного корня:

to fire - стрелять; зажигать
to order - приказывать
to read - читать
to play - играть

2. Производные, состоящие из корня и префикса, из корня и суффикса или из корня, префикса и суффикса:

to unpack - распаковывать
to dismiss - увольнять, отпускать
to realize - представлять себе
to shorten - укорачивать (ся)
to encounter - встречать (ся), наталкивать (ся)
to regenerate - перерождаться, возрождаться

3. Сложные, состоящие из двух основ (чаще всего основы существительного или прилагательного и основы глагола):

to broadcast (broad + cast) - передавать по радио
to whitewash (white + wash) - белить

4. Составные, состоящие из глагольной основы и наречия или предлога:

to carry out - выполнять
to sit down - садиться

По значению глаголы делятся на смысловые и служебные.

1. Смысловые глаголы имеют самостоятельное значение, выражают действие или состояние: Lomonosov as a poet and scientist played a great role in the formation of the Russian literary language. Как поэт и ученый Ломоносов сыграл огромную роль в создании русского литературного языка.

2. Служебные глаголы не имеют самостоятельного значения и употребляются для образования сложных форм глагола или составного сказуемого. Они являются спрягаемым элементом сказуемого и в его формах выражается лицо, число и время. К ним относятся:

1. Глаголы-связки to be быть, to become становиться, to remain оставаться, to grow становиться, to get, to turn становиться, to look выглядеть, to keep сохраняться.

Every man is the maker of his own fortune. Каждый человек-творец своей судьбы.

2. Вспомогательные глаголы to be, to do, to have, to let, shall, will (should, would):

The kitchen was supplied with every convenience, and there was even a bath-room, a luxury the Gerhardts had never enjoyed before. На кухне имелись все удобства; была даже ванная комната- роскошь, какой Герхардты никогда до сих пор не обладали.

3. Модальные глаголы can, may, must, ought, need: He that would eat the fruit must climb the tree. Кто любит фрукты, должен влезть на дерево (чтобы сорвать). (Любишь кататься-люби и саночки возить.)

Все формы глагола в английском языке делятся на личные и неличные.

Личные формы глагола выражают время, лицо, число, наклонение. Они выполняют в предложении функцию сказуемого. К личным формам относятся все формы времен действительного и страдательного залога (изъявительного и сослагательного наклонения):

As you leave the Kremlin by Spassky Gate you come out on the Red Square. Если вы выходите из Кремля мимо Спасских Ворот, вы оказываетесь на Красной площади.

Неличные формы глагола не различаются по лицам и числам. Они не могут самостоятельно выполнять в предложении функцию сказуемого, но могут входить в его состав. К неличным формам относятся: инфинитив, причастие и герундий. Every step towards eliminating nuclear weapons is in the interests of every nation. Любой шаг в направлении уничтожения ядерного оружия служит интересам каждого государства.

Личные формы глагола в английском языке имеют три наклонения: изъявительное (the Indicative Mood), повелительное (the Imperative Mood) и сослагательное (the Subjunctive Mood).

Глаголы в изъявительном наклонении выражают реальное действие, передают факты:

His son goes to school. Его сын учится в школе.

She has written an interesting article. Она написала интересную статью.

A new building of the theatre was built in this street. На этой улице построили новое здание театра.

Глаголы в повелительном наклонении выражают приказание, просьбу, совет, запрещение, команду:

"Don't buy them", warned our cautious driver. "Не покупайте их", - предупредил наш осторожный шофер.

Undertake not what you cannot perform but be careful to keep your promise. Не беритесь за то, что не сможете выполнить, но старайтесь сдержать обещание.

Глаголы в сослагательном наклонении выражают действие не реальное, а желательное или предполагаемое: If there were no bad people, there would be no good lawyers. Если бы не было плохих людей, не было бы хороших адвокатов.

Как личные, так и неличные формы глагола имеют **два залога**: действительный (the Active Voice) и страдательный (the Passive Voice).

Глаголы в действительном залоге выражают действие, которое производится подлежащим: I inform you that I have carried out the mission. Сообщаю, что я выполнил задание.

Глаголы в страдательном залоге выражают действие, которое испытывает на себе подлежащее: I was informed that the mission had been carried out. Мне сообщили, что задание было выполнено.

Формы глагола могут выражать отношение между действием и временем. В русском языке бывают глаголы **совершенного и несовершенного вида**. **Глаголы совершенного вида** обозначают действие, которое закончено, и есть его результат:

Он прочитал эту статью с интересом.

Глаголы несовершенного вида обозначают действие, указывая на его повторяемость, длительность, незаконченность: Вчера он читал эту статью с интересом. (Но он мог и не прочитать ее).

Вид глагола в русском языке выражается либо изменением его формы, либо с помощью суффиксов и приставок. Видовые значения глагола в английском языке выражаются сочетанием вспомогательного глагола с причастием настоящего или прошедшего времени смыслового глагола.

В английском языке четыре видо-временных группы глагола: неопределенные времена (Indefinite Tenses), продолженные времена (Continuous Tenses), совершенные времена (Perfect Tenses), и совершенные продолженные времена (Perfect Continuous Tenses). В каждой временной группе три времени: настоящее (Present), прошедшее (Past), будущее (Future).

Глагол “to be”

A: Are you from England?
B: No, we aren't. We're from China.

He's Tom and she's Helen. They are friends.

Утверждение		Отрицание		Вопрос
Полная форма	Краткая форма	Полная форма	Краткая форма	Am I?
I am	I'm	I am not	I'm not	Are you?
You are	You're	You are not	You aren't	Is he?
He is	He's	He is not	He isn't	Is she?
She is	She's	She is not	She isn't	Is it?
It is	It's	It is not	It isn't	Are we?
We are	We're	We are not	We aren't	Are you?
You are	You're	You are not	You aren't	Are they?
They are	They're	They are not	They aren't	

Краткими ответами называются ответы на вопросы, начинающиеся с глагольной формы is /are; в кратком ответе содержание вопроса не повторяется. Употребляется только Yes или No, далее личное местоимение в именительном падеже и глагольная форма is (isn't) / are (aren't). Например: Are you British? No, I'm not.

Yes, I am /we are. No, I'm not/we aren't.
Yes, he/she/it is. No, he/she/it isn't.
Yes, they are. No, they aren't.

WAS/WERE

Bob is eighty. He's old and weak.
Mary, his wife is seventy-nine. She's old too.
Fifty years ago they were young. Bob was strong. He wasn't weak. Mary was beautiful. She wasn't old.

В прошедшем простом времени (past simple) глагол "to be" с личными местоимениями в именительном падеже имеет следующие формы: was для I, he, she, it и –were для –we, you, they. В вопросахwas/were ставятся перед личным местоимением в именительном падеже (I, you, he и т.д.) или существительным. Например: She was ill yesterday. -> Was she ill yesterday? Отрицания образуются путем постановки not после was/were. Например: She was not ill yesterday. She wasn't ill yesterday.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
	Полная форма	Краткая форма	
I was	I was not	I wasn’t	Was I?
You were	You were not	You weren’t	Were you?
He was	He was not	He wasn’t	Was he?

She was	She was not	She wasn’t	Was she?
It was	It was not	It wasn’t	Was it?
We were	We were not	We weren’t	Were we?
You were	You were not	You weren’t	Were you?
They were	They were not	They weren’t	Were they?

ОБОРОТ THERE IS/THERE ARE

There is a sofa in the room. There are two pictures on the wall. There isn't a TV in the room. What else is there in the room?

Мы употребляем конструкцию there is/there are, чтобы сказать, что кто-то или что-то существует или находится в определенном месте. Краткая форма there is – there’s. There are не имеет краткой формы. Например: There is (There's) a sofa in the room. There are four children in the garden.

Вопросительная форма: Is there? Are there? Например: Is there a restaurant in the town? Are there any apples in the basket?

Отрицательная форма: There isn’t …/There aren’t … Например: There is not / isn't a man in the room. There are not/aren't any cars in the street.

Краткие ответы строятся с помощью Yes, there is/are или No, there isn't / aren't. Содержание вопроса не повторяется.

Yes, there is. No, there isn't.

Yes, there are. No, there aren't.

Мы употребляем there is / there are, чтобы сказать, что что-то существует или находится в определенном месте, it is / they are - когда уже упоминали об этом. Например: There is a house in the picture.

It is a big house. (Но не: It's a house in the picture.)

There are three books on the desk.

They are history books. (Но не: They are three books on the desk.)

Конструкция There was/There were

This is a modern town today.

There are a lot of tall buildings and shops. There are cars and there isn't much peace and quiet.

This is the same town fifty years ago.

There weren't any tall buildings. There were some old houses. There weren't many cars and there wasn't much noise.

Конструкция There was/There were - это There is / There are в форме past simple. There was употребляется с существительными в единственном числе. Например: There was a post office in the street thirty years ago. There were употребляется с существительными во множественном числе. Например: There were a few houses in the street thirty years ago.

В вопросах was/were ставятся перед there. Например: Was there a post office in the street thirty years ago? Were there any houses in the street thirty years ago?

Отрицания строятся путем постановки not после was / were. Например: There was not / wasn't a post office in the street thirty years ago. There were not / weren't any houses in the street thirty years ago.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
	Полная форма	Краткая форма	
There was	There was not	There wasn't	Was there?
There were	There were not	There weren't	Were there?

Краткие ответы строятся с помощью Yes или No и there was/there were. Содержание вопроса не повторяется.

Was there a book on the desk? Yes, there was. No, there wasn't.

Were there any people in the shop? Yes, there were. No, there weren't.

Глагол Have got

A bird has got a beak, a tail and wings.
Has she got long hair? No, she hasn't. She's got short hair.
What have they got? They've got roller blades. They haven't got skateboards.
She has got a headache.

Have (got) используется:

а) чтобы показать, что что-то принадлежит кому-то. Например: He's got a ball.
б) при описании людей, животных или предметов. Например: She's got blue eyes.
в) в следующих высказываниях: I've got a headache. I've got a temperature. I've got a cough, I've got a toothache, I've got a cold, I've got a problem.

Утверждение		Отрицание		Вопрос
Полная форма	Краткая форма	Полная форма	Краткая форма	Have I (got)?
I have (got)	I've (got)	I have not (got)	I haven't (got)	Have you (got)?
You have (got)	You've (got)	You have not (got)	You haven't (got)	Has he (got)?
He has (got)	He's (got)	He has not (got)	He hasn't (got)	Has she (got)?
She has (got)	She's (got)	She has not (got)	She hasn't (got)	Has it (got)?
It has (got)	It's (got)	It has not (got)	It hasn't (got)	Have we (got)?
We have (got)	We've (got)	We have not (got)	We haven't (got)	Have you (got)?
You have (got)	You've (got)	You have not (got)	You haven't (got)	Have they (got)?
They have (got)	They've (got)	They have not (got)	They haven't (got)	

Had

Grandpa, did you have a TV when you were five?
No, I didn't. People didn't have TV's then. They had radios.

Have (had) в past simple имеет форму Had для всех лиц.

Вопросы строятся с помощью вспомогательного глагола did, личного местоимения в именительном падеже и глагола - have. Например: Did you have many toys when you were a child? Отрицания строятся с помощью did not и have. Например: I did not / didn't have many toys when I was a child.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
	Полная форма	Краткая форма	
I had	I did not have	I didn't have	Did I have?
You had	You did not have	You didn't have	Did you have?
He had	He did not have	He didn't have	Did he have?
She had	She did not have	She didn't have	Did she have?
It had	It did not have	It didn't have	Did it have?
We had	We did not have	We didn't have	Did we have?
You had	You did not have	You didn't have	Did you have?
They had	They did not have	They didn't have	Did they have?

Имя прилагательное. The Adjective

Категории	**Прилагательное в русском языке**	**Прилагательное в английском языке**
Число	изменяется	не изменяется
Род	изменяется	не изменяется
Падеж	изменяется	не изменяется

Образование имен прилагательных

Имена прилагательные бывают: **простые и производные**

К **простым** именам прилагательным относятся прилагательные, не имеющие в своем составе

ни приставок, ни суффиксов: small - *маленький***, long -** *длинный***, white -** *белый***.**
К **производным** именам прилагательным относятся прилагательные, имеющие в своем составе **суффиксы** или **приставки**, или одновременно и те, и другие.

Суффиксальное образование имен прилагательных

Суффикс	Пример	Перевод
- ful	use**ful** doubt**ful**	**полезный** **сомневающийся**
- less	help**less** use**less**	**беспомощный** **бесполезный**
- ous	fam**ous** danger**ous**	**известный** **опасный**
- al	form**al** centr**al**	**формальный** **центральный**
- able	eat**able** cap**able**	**съедобный** **способный**

Приставочный способ образования имен прилагательных

Приставка	Пример	Перевод
un -	**un**cooked **un**imaginable	**невареный** **невообразимый**
in -	**in**capable **in**human	**неспособный** **негуманный**
il -	**il**legal **il**liberal	**нелегальный** **необразованный**
im -	**im**possible **im**practical	**невозможный** **непрактичный**
dis -	**dis**honest **dis**agreeble	**бесчестный** **неприятный**
ir -	**ir**regular **ir**responsible	**неправильный** **безответственный**
Некоторые имена прилагательные являются составными и образуются из двух слов, составляющих одно понятие: **light-haired –** светловолосый, **snow-white –** белоснежный.		

Прилагательные, оканчивающиеся на – ed и на - ing

- ed	**- ing**
Описывают чувства и состояния	**Описывают предметы, вещи, занятия, вызывающие эти чувства**
interested – интересующийся, заинтересованный	**interesting -** интересный
bored - скучающий	**boring -** скучный
surprised - удивленный	**surprising -** удивительный

Степени сравнения прилагательных

Английские прилагательные не изменяются ни по числам, ни по родам, но у них есть **формы степеней сравнения.**
Имя прилагательное в английском языке имеет **три формы** степеней сравнения:
- положительная степень сравнения **(Positive Degree);**
- сравнительная степень сравнения **(Comparative Degree);**
- превосходная степень сравнения **(Superlative Degree).**

Основная форма прилагательного - положительная степень. Форма сравнительной и

превосходной степеней обычно образуется от формы положительной степени одним из следующих способов:

1. -er. -est

Односложные прилагательные образуют **сравнительную степень** путем прибавления **к форме прилагательного в положительной степени** суффикса **- er.** Примерно, тоже самое мы делаем и в русском языке **-** добавляем “е” (большой - больше, холодный - холоднее).
Превосходная степень образуется путем прибавления суффикса **- est. Артикль the обязателен!!!**

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
cold - холодный	cold**er -** холоднее	the cold**est -** самый холодный
big - большой	bigg**er -** больше	the bigg**est -** самый большой
kind - добрый	kind**er -** добрее	the kind**est -** самый добрый

По этому же способу образуются степени сравнения двусложных прилагательных оканчивающихся на **-y, -er, -ow, -ble:**

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
clever — умный	clever**er - умнее**	**the** clever**est - самый умный**
easy - простой	eas**ier - проще**	**the** easi**est - самый простой**
able - способный	abl**er - способнее**	**the** abl**est - самый способный**
busy - занятой	bus**ier - более занятой**	**the** busi**est - самый занятой**

При образовании степеней сравнения посредством суффиксов **– er и – est** соблюдаются следующие **правила орфографии:**

Если прилагательное заканчивается на немое **“e” ,** то при прибавлении **– er и – est немое “e” опускается:**
large **–** larg**er - the** larg**est /** большой – больше – самый большой
brave **–** brav**er – the** brav**est /** смелый – смелее – самый смелый

Если прилагательное заканчивается **на согласную с предшествующим кратким гласным звуком,** то в сравнительной и превосходной степени **конечная согласная буква удваивается:**
big – bigg**er –** bigg**est /** большой – больше – самый большой
hot – hott**er –** hott**est /** горячий – горячее – самый горячий
thin – thinn**er –** thinn**est /** тонкий – тоньше – самый тонкий

Если прилагательное **заканчивается на “y” с предшествующей согласной,** то в сравнительной и превосходной степени **“y” переходит в “i”:**
busy – bus**ier – busiest / занятой – более занятой – самый занятой**
easy – eas**ier –** eas**iest / простой – проще – самый простой**

2. more, the most

Большинство двусложных прилагательных и прилагательных, состоящих из трех и более слогов, образуют сравнительную степень при помощи слова **more**, а **превосходную** – при помощи слова **most**.
Эти слова ставятся перед именами прилагательными в положительной степени:

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
beautiful - красивый	**more beautiful -** красивее	**the most beautiful** - самый красивый
interesting – интересный	**more interesting -** интереснее	**the most interesting** - самый интересный
important - важный	**more important -** важнее	**the most important** - самый важный

Особые формы

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень

good - хороший **bad -** плохой **little -** маленький **much/many -** много **far -** далекий/далеко **old -** старый	**better -** лучше **worse -** хуже **less -** меньше **more -** больше **farther/further -** дальше **older/elder -** старше	**the best -** самый лучший **the worst -** самый плохой **the least -** самый маленький, меньше всего **the most -** больше всего **the farthest/furthest -** самый дальний **the oldest/eldest -** самый старый

3. less. the least

Для выражения **меньшей** или **самой низкой степени** качества предмета по сравнению с другими предметами употребляются соответствующие слова **less** – менее и **the least** – наименее, которые ставятся перед прилагательными в форме положительной степени.

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
beautiful – красивый **interesting -** интересный **important -** важный	**less beautiful -** менее красивый **less interesting –** менее интересный **less important -** менее важный	**the least beautiful –** самый некрасивый **the least interesting –** самый неинтересный **the least important –** самый неважный

Другие средства сравнения двух предметов или лиц

Конструкция	Комментарий	Примеры
As…as (такой же, так же)	**Для сравнения двух объектов одинакового качества**	He is **as** a strong **as** a lion Он такой же сильный, как лев. She is **as** clever **as** an owl**.** Она такая же умная, как сова.
Not so…as (не такой, как)	**в отрицательных предложениях**	He is **not so** strong **as** a lion. Он не такой сильный, как лев**.** She is **not so** clever **as** an owl. Она не такая умная, как сова.
The…the (с двумя сравнительными степенями)	**показывает зависимость одного действия от другого**	**The more** we are together **the happier** we are. Чем больше времени мы проводим вместе, тем счастливее мы становимся. **The more** I learn this rule **the less** I understand it. Чем больше я учу это правило, тем меньше я его понимаю.

Особые замечания об употреблении сравнительных и превосходных степеней имен прилагательных:

- Сравнительная степень может быть усилена употреблением перед ней слов со значением **«гораздо, значительно»:**

His new book is **much more** interesting than previous one. *Его новая книга гораздо более интересная, чем предыдущая.*

This table **is more** comfortable than **that one**. *Этот стол более удобный чем тот.*

- После союзов **than** и **as** используются либо личное местоимение в именительном падеже с глаголом, либо личное местоимение в объектном падеже:

I can run **as** fast **as** him **(as he can).** *Я могу бегать так же быстро, как он.*

Числительное. The numeral

Перед **сотнями, тысячами, миллионами** обязательно называть их количество, даже если всего одна сотня или одна тысяча:

126 – one hundred twenty six

1139 – one thousand one hundred and thirty nine

В составе числительных – сотни, тысячи и миллионы не имеют окончания множественного числа: **two hundred – 200, three thousand – 3000, и т.д.**

НО: окончание множественного числа добавляется hundred, thousand, million, когда они выражают неопределенное количество сотен, тысяч, миллионов. В этом случае после них употребляется существительное с предлогом **"of":**

hundreds of children – сотни детей

thousands of birds- тысячи птиц

millions of insects – миллионы насекомых

Начиная с 21, числительные образуются так же как в русском языке:

20+1=21 (twenty + one = **twenty one**)

60+7=67 (sixty + seven = **sixty seven**) и т.д.

Как читать даты

1043	ten forty-three
1956	nineteen fifty-six
1601	sixteen o one
2003	two thousand three
В 2003 году	in two thousand three
1 сентября	the first of September
23 февраля	the twenty-third of February

ДРОБНЫЕ ЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ (FRACTIONAL NUMERALS)

В простых дробях (Common Fractions) числитель выражается количественным числительным, а знаменатель порядковым:

1/7- one seventh одна седьмая

При чтении простых дробей, если числитель их больше единицы, к знаменателю прибавляется окончание множественного числа -s:

2/4 - two fourths - две четвертых

2/3 -two thirds - две третьих

3 1/5 - three and one fifth - три целых и одна пятая

1/2 - one second, a second, one half, a half - одна вторая, половина

1/4 -one fourth, a fourth, one quarter, a quarter - одна четвертая, четверть

В десятичных дробях (Decimal Fractions) целое число отделяется точкой, и каждая цифра читается отдельно. Нуль читается nought [no:t] (в США - zero ['zierou]).

4.25 four point twenty-five; four point two five

0.43 nought point forty-three; nought point four three

Существительные, следующие за дробью, имеют форму единственного числа, и перед ними при чтении ставится предлог -of:

2/3 metre- two thirds of a metre

две третьих метра

0.05 ton - nought point nought five of a ton

ноль целых пять сотых тонны

Существительные, следующие за смешанным числом, имеют форму множественного числа и читаются без предлога of:

35 1 /9 tons -thirty-five and one ninth tons

14.65 metres -one four (или fourteen) point six five (или sixty-five) metres

В обозначениях номеров телефонов каждая цифра читается отдельно, нуль здесь читается [ou]:
224-58-06 ['tu:'tu:'fo:'faiv'eit'ou'siks]

Образование видовременных форм глагола в активном залоге

Present Simple употребляется для выражения:

1. постоянных состояний,

2. повторяющихся и повседневных действий (часто со следующими наречиями: always, never, usually и т.д.). Mr Gibson is a businessman. He lives in New York, (постоянное состояние) He usually starts work at 9 am. (повседневное действие) He often stays at the office until late in the evening, (повседневное действие)

3. непреложных истин и законов природы, The moon moves round the earth.

4. действий, происходящих по программе или по расписанию (движение поездов, автобусов и т.д.). The bus leaves in ten minutes.

Маркерами present simple являются: usually, always и т.п., every day / week / month / year и т.д., on Mondays I Tuesdays и т.д., in the morning / afternoon / evening, at night / the weekend и т.д.

Present Continuous употребляется для выражения:

1. действий, происходящих в момент речи He is reading a book right now.

2. временных действий, происходящих в настоящий период времени, но не обязательно в момент речи She is practising for a concert these days. (В данный момент она не играет. Она отдыхает.)

3. действий, происходящих слишком часто и по поводу которых мы хотим высказать раздражение или критику (обычно со словом "always") "You're always interrupting me!"(раздражение)

4. действии, заранее запланированных на будущее. He is flying to Milan in an hour. (Это запланировано.)

Маркерами present continuous являются: now, at the moment, these days, at present, always, tonight, still и т.д.

Во временах **группы Continuous** обычно **не употребляются** глаголы:

1. выражающие восприятия, ощущения (see, hear, feel, taste, smell), Например: This cake tastes delicious. (Но не: This cake is tasting delicious)

2. выражающие мыслительную деятельность [know, think, remember, forget, recognize(ze), believe, understand, notice, realise(ze), seem, sound и др.],
Например: I don't know his name.

3. выражающие эмоции, желания (love, prefer, like, hate, dislike, want и др.), Например: Shirley loves jazz music.

4. include, matter, need, belong, cost, mean, own, appear, have (когда выражает принадлежность) и т.д. Например: That jacket costs a tot of money. (Но не: That jacket is costing a lot of money.)

Present perfect употребляется для выражения:

1. действий, которые произошли в прошлом в неопределенное время. Конкретное время действия не важно, важен результат, Kim has bought a new mobile phone. (Когда она его купила? Мы это не уточняем, поскольку это не важно. Важного, что у нее есть новый мобильный телефон.)

2. действий, которые начались в прошлом и все еще продолжаются в настоящем, We has been a car salesman since /990. (Он стал продавцом автомобилей в 1990 году и до сих пор им является.)

3. действий, которые завершились совсем недавно и их результаты все еще ощущаются в настоящем. They have done their shopping. (Мы видим, что они только что сделали покупки, поскольку они выходят из супермаркета с полной тележкой.)

4. Present perfect simple употребляется также со словами "today", "this morning / afternoon" и т.д., когда обозначенное ими время в момент речи еще не истекло. He has made ten photos this morning. (Сейчас утро. Указанное время не истекло.)

К маркерам present perfect относятся: for, since, already, just, always, recently, ever, how long, yet, lately, never, so far, today, this morning/ afternoon / week / month / year и т.д.

Present perfect continuous употребляется для выражения:

1. действий, которые начались в прошлом и продолжаются в настоящее время He has been painting the house for three days. (Он начал красить дом три дня назад и красит его до сих пор.)

2. действий, которые завершились недавно и их результаты заметны (очевидны) сейчас. They're tired. They have been painting the garage door all morning. (Они только что закончили красить. Результат их действий очевиден. Краска на дверях еще не высохла, люди выглядят усталыми.)

Примечание.

1. С глаголами, не имеющими форм группы Continuous, вместо present perfect continuous употребляется present perfect simple. Например: I've known Sharon since we were at school together. (А не: I've been knowing Sharon since we were at school together.)

2. С глаголами live, feel и work можно употреблять как present perfect continuous, так и present perfect simple, при этом смысл предложения почти не изменяется.

Например: He has been living/has lived here since 1994.

К маркерам present perfect continuous относятся: for. since. all morning/afternoon/week/day и т.д., how long (в вопросах).

Past simple употребляется для выражения:

1. действий, произошедших в прошлом в определенное указанное время, то есть нам известно, когда эти действия произошли, They graduated four years ago. (Когда они закончили университет? Четыре года назад. Мы знаем время.)

2. повторяющихся в прошлом действий, которые более не происходят. В этом случае могут использоваться наречия частоты (always, often, usually и т.д.), He often played football with his dad when he was five. (Но теперь он уже не играет в футбол со своим отцом.) Then they ate with their friends.

3. действий, следовавших непосредственно одно за другим в прошлом.

They cooked the meal first.

4. Past simple употребляется также, когда речь идет о людях, которых уже нет в живых. Princess Diana visited a lot of schools.

Маркерами past simple являются: yesterday, last night / week / month / year I Monday и т.д., two days I weeks I months I years ago, then, when, in 1992 и т.д.

People used to dress differently in the past. Women used to wear long dresses. Did they use to carry parasols with them? Yes, they did. They didn't use to go out alone at night.

• **Used to** (+ основная форма глагола) употребляется для выражения привычных, повторявшихся в прошлом действий, которые сейчас уже не происходят. Эта конструкция не изменяется по лицам и числам. Например: Peter used to eat a lot of sweets. (= Peter doesn't eat many sweets any more.) Вопросы и отрицания строятся с помощью did / did not (didn't), подлежащего и глагола "use" без -d.

Например: Did Peter use to eat many sweets? Mary didn't use to stay out late.

Вместо "used to" можно употреблять past simple, при этом смысл высказывания не изменяется. Например: She used to live in the countryside. = She lived in the countryside.

Отрицательные и вопросительные формы употребляются редко.

Past continuous употребляется для выражения:

1. временного действия, продолжавшегося в прошлом в момент, о котором мы говорим. Мы не знаем, когда началось и когда закончилось это действие, At three o'clock yesterday

afternoon Mike and his son were washing the dog. (Мы не знаем, когда они начали и когда закончили мыть собаку.)

2. временного действия, продолжавшегося в прошлом (longer action) в момент, когда произошло другое действие (shorter action). Для выражения второго действия (snorter action) мы употребляем past simple, He was reading a newspaper when his wife came, (was reading = longer action: came = shorter action)

3. двух и более временных действий, одновременно продолжавшихся в прошлом. The people were watching while the cowboy was riding the bull.

4. Past continuous употребляется также для описания обстановки, на фоне которой происходили события рассказа (повествования). The sun was shining and the birds were singing. Tom was driving his old truck through the forest.

Маркерами past continuous являются: while, when, as, all day / night / morning и т.д.
when/while/as + past continuous (longer action) when + past simple (shorter action)

Past perfect употребляется:

1. для того, чтобы показать, что одно действие произошло раньше другого в прошлом. При этом то действие, которое произошло раньше, выражается past perfect simple, а случившееся позже - past simple,
They had done their homework before they went out to ptay yesterday afternoon. (=They did their homework first and then they went out to ptay.)

2. для выражения действий, которые произошли до указанного момента в прошлом,
She had watered all the flowers by five o'clock in the afternoon.
(=She had finished watering the flowers before five o'clock.)

3. как эквивалент present perfect simple в прошлом. То есть, past perfect simple употребляется для выражения действия, которое началось и закончилось в прошлом, а present perfect simple - для действия, которое началось в прошлом и продолжается (или только что закончилось) в настоящем. Например: Jill wasn't at home. She had gone out. (Тогда ее не было дома.) ЛИ isn 't at home. She has gone out. (Сечас ее нет дома.)

К маркерам past perfect simple относятся: before, after, already, just, till/until, when, by, by the time и т.д.

Future simple употребляется:

1. для обозначения будущих действий, которые, возможно, произойдут, а возможно, и нет, We'll visit Disney World one day.

2. для предсказаний будущих событий (predictions), Life will be better fifty years from now.

3. для выражения угроз или предупреждений (threats / warnings), Stop or I'll shoot.

4. для выражения обещаний (promises) и решений, принятых в момент речи (on-the-spot decisions), I'll help you with your homework.

5. с глаголами hope, think, believe, expect и т.п., с выражениями I'm sure, I'm afraid и т.п., а также с наречиями probably, perhaps и т.п. / think he will support me. He will probably go to work.

К маркерам future simple относятся: tomorrow, the day after tomorrow, next week I month / year, tonight, soon, in a week / month year и т.д.

ПРИМЕЧАНИЕ

Future simple не употребляется после слов while, before, until, as soon as, after, if и when в придаточных предложениях условия и времени. В таких случаях используется present simple. Например: I'll make a phone call while I wait for you. (А не:... whilo I will wait for you.) Please phone me when you finish work.

В дополнительных придаточных предложениях после "when" и "if" возможно употребление future simple. Например: I don't know when I if Helen will be back.

He is going to throw the ball.

Be going to употребляется для:

1. выражения заранее принятых планов и намерений на будущее,
Например: Bob is going to drive to Manchester tomorrow morning.

2. предсказаний, когда уже есть доказательства того, что они сбудутся в близком будущем. Например: Look at that tree. It is going to fall down.

We use the **future continuous**:

a) for an action which will be in progress at a stated for an action which will be future time. *This time next week, we'll be cruising round the islands.*

b) for an action which will definitely happen in the future as the result of a routine or arrangement. *Don't call Julie. I'll be seeing her later, so I'll pass the message on.*

c) when we ask politely about someone's plans for the near future (what we want to know is if our wishes fit in with their plans.) *Will you be using the photocopier for long?*
No. Why?
I need to make some photocopies.

We use the **future perfect**:

1. For an action which will be finished before a stated future time. *She will have delivered all the newspapers by 8 o'clock.*

2. The future perfect is used with the following time expressions: before, by, by then, by the time, until/till.

We use the **future perfect continuous**:

1. to emphasize the duration of an action up to a certain time in the future. *By the end of next month, she will have been teaching for twenty years.*

The future perfect continuous is used with: by... for.

Практическая работа также направлена на проверку сформированности грамматического навыка в рамках тем: модальные глаголы и их эквиваленты, образование видовременных форм глагола в пассивном залоге, основные сведения о согласовании времён, прямая и косвенная речь, неличные формы глагола: инфинитив, причастия, герундий, основные сведения о сослагательном наклонении.

Распределение выше указанных тем в учебнике:

- Агабекян И. П. Английский язык для бакалавров: учебное пособие для студентов вузов / И. П. Агабекян. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. - 384 с.: ил. - (Высшее образование) (200 экз. в библиотеке УГГУ) и учебнике:

- Журавлева Р.И. Английский язык: учебник: для студентов горно-геологических специальностей вузов / Р. И. Журавлева. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. - 508 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 502 (192 экз. в библиотеке УГГУ) представлено в таблице:

Название темы	***Страницы учебников***	
	Агабекян И. П.	*Журавлева Р.И.*
Модальные глаголы и их эквиваленты	295	47
Образование видовременных форм глагола в пассивном залоге	236	71, 115
Основные сведения о согласовании времён	323-328	269
Прямая и косвенная речь	324	268
Неличные формы глагола: инфинитив, причастия, герундий	311-322	132, 162, 173, 192, 193
Основные сведения о сослагательном наклонении	329	224

Модальные глаголы

Глаголы	**Значение**	**Примеры**
CAN	физическая или умственная возможность/умение	I can swim very well. – Я очень хорошо умею плавать.
	возможность	You can go now. — Ты можешь идти сейчас.You cannot play

		football in the street. – На улице нельзя играть в футбол.
	вероятность	They can arrive any time. – Они могут приехать в любой момент.
	удивление	Can he have said that? – Неужели он это сказал?
	сомнение, недоверчивость	She can't be waiting for us now. – Не может быть, чтобы она сейчас нас ждала.
	разрешение	Can we go home? — Нам можно пойти домой?
	вежливая просьба	Could you tell me what time it is now? – Не могли бы вы подсказать, который сейчас час?
MAY	разрешение	May I borrow your book? – Я могу одолжить у тебя книгу?
	предположение	She may not come. – Она, возможно, не придет.
	возможность	In the museum you may see many interesting things. – В музее вы можете увидеть много интересных вещей.
	упрек – только **MIGHT (+ perfect infinitive)**	You might have told me that. – Ты мог бы мне это сказать.
MUST	обязательство, необходимость	He must work. He must earn money. – Он должен работать. Он должен зарабатывать деньги.
	вероятность (сильная степень)	He must be sick. — Он, должно быть, заболел.
	запрет	Tourists must not feed animals in the zoo. — Туристы не должны кормить животных в зоопарке.
SHOULD OUGHT TO	моральное долженствование	You ought to be polite. – Вы должны быть любезными.
	совет	You should see a doctor. – Вам следует сходить к врачу.
	упрек, запрет	You should have taken the umbrella. – Тебе следовало взять с собой зонт.
SHALL	указ, обязанность	These rules shall apply in all circumstances. – Эти правила будут действовать при любых обстоятельствах.
	угроза	You shall suffer. — Ты будешь страдать.
	просьба об указании	Shall I open the window? – Мне открыть окно?
WILL	готовность, нежелание/отказ	The door won't open. — Дверь не открывается.
	вежливая просьба	Will you go with me? – Ты сможешь пойти со мной?
WOULD	готовность, нежелание/отказ	He would not answer this question. – Он не будет отвечать на этот вопрос.
	вежливая просьба	Would you please come with me? — Не могли бы вы пройти со мной.
	повторяющееся/привычное действие	We would talk for hours. – Мы беседовали часами.
NEED	необходимость	Do you need to work so hard? – Тебе надо столько работать?
NEEDN'T	отсутствие необходимости	She needn't go there. — Ей не нужно туда идти.
DARE	Посметь	How dare you say that? – Как ты смеешь такое говорить?

Модальные единицы эквивалентного типа		
to be able (to) = can	Возможность соверш-я конкрет-го дей-ия в опред. момент	She **was able** to change the situation then. (Она тогда была в состоянии (могла) изменить ситуацию).
to be allowed (to) = may	Возмож-ть совер-ия дей-ия в наст.-м, прош-ом или буд-ем + оттенок разрешения	My sister **is allowed to** play outdoors. (Моей сестре разрешается играть на улице).
to have (to)= ought, must, should	Необходимость совер-я дей-я в наст.-м, прош-ом или буд-ем при опред-х об-вах	They **will have to** set up in business soon. (Им вскоре придется открыть свое дело).
to be (to)= ought, must, should	Необходимость совер-я дей-я в наст.-м, прош-ом при наличии опред. планов, распис-ий и т.д.	We **are to** send Nick about his business. (Мы должны (= планируем) выпроводить Ника)

Страдательный залог (Passive Voice)

образуется при помощи вспомогательного глагола to be в соответствующем времени, лице и числе и причастия прошедшего времени смысл. глагола – Participle II (III –я форма или ed-форма).

В страдательном залоге не употребляются:

1) Непереходные глаголы, т.к. при них нет объекта, который испытывал бы воздействие, то есть нет прямых дополнений которые могли бы стать подлежащими при глаголе в форме Passive.

Переходными в англ. языке называются глаголы, после которых в действительном залоге следует прямое дополнение; в русском языке это дополнение, отвечающее на вопросы винительного падежа – кого? что?: to build строить, to see видеть, to take брать, to open открывать и т.п.

Непереходными глаголами называются такие глаголы, которые не требуют после себя прямого дополнения: to live жить, to come приходить, to fly летать, cry плакать и др.

2) Глаголы-связки: be – быть, become – становиться/стать.

3) Модальные глаголы.

4) Некоторые переходные глаголы не могут использоваться в страдательном залоге. В большинстве случаев это глаголы состояния, такие как:

to fit годиться, быть впору to have иметь to lack не хватать, недоставать to like нравиться
to resemble напоминать, быть похожим to suit годиться, подходить и др.

При изменении глагола из действительного в страдательный залог меняется вся конструкция предложения:

- дополнение предложения в Active становится подлежащим предложения в Passive;
- подлежащее предложения в Active становится предложным дополнением, которое вводится предлогом by или вовсе опускается;
- сказуемое в форме Active становится сказуемым в форме Passive.

Особенности употребления форм Passive:

1. Форма Future Continuous не употребляется в Passive, вместо нее употребляется Future Indefinite:

At ten o'clock this morning Nick will be writing the letter. –At ten o'clock this morning the letter will be written by Nick.

2. В Passive нет форм Perfect Continuous, поэтому в тех случаях, когда нужно передать в Passive действие, начавшееся до какого-то момента и продолжающееся вплоть до этого момента, употребляются формы Perfect:

He has been writing the story for three months. The story has been written by him for three months.

3. Для краткости, во избежание сложных форм, формы Indefinite (Present, Past, Future) часто употребляются вместо форм Perfect и Continuous, как в повседневной речи так и в художественной литературе. Формы Perfect и Continuous чаще употребляются в научной литературе и технический инструкциях.

This letter has been written by Bill. (Present Perfect)
This letter is written by Bill. (Present Indefinite – более употребительно)
Apples are being sold in this shop. (Present Continuous)
Apples are sold in this shop. (Present Indefinite – более употребительно)

4. Если несколько однотипных действий относятся к одному подлежащему, то вспомогательные глаголы обычно употребляются только перед первым действием, например: The new course will be sold in shops and ordered by post.

Прямой пассив (The Direct Passive)

Это конструкция, в которой подлежащее предложения в Passive соответствует прямому дополнению предложения в Active. Прямой пассив образуется от большинства переходных глаголов.

I gave him a book. Я дал ему книгу. A book was given to him. Ему дали книгу. (или Книга была дана ему)

The thief stole my watch yesterday. Вор украл мои часы вчера.
My watch was stolen yesterday. Мои часы были украдены вчера.

В английском языке имеется ряд переходных глаголов, которые соответствуют непереходным глаголам в русском языке. В английском они могут употребляться в прямом пассиве, а в русском – нет. Это:to answer отвечать кому-л.
to believe верить кому-л. to enter входить (в) to follow следовать (за) to help помогать кому-л.
to influence влиять (на) to join присоединяться to need нуждаться to watch наблюдать (за)

Так как соответствующие русские глаголы, являясь непереходными, не могут употребляться в страдательном залоге, то они переводятся на русский язык глаголами в действительном залоге:
Winter is followed by spring.

А при отсутствии дополнения с предлогом by переводятся неопределенно-личными предложениями: Your help is needed.

Косвенный пассив (The Indirect Passive)

Это конструкция, в которой подлежащее предложения в Passive соответствует косвенному дополнению предложения в Active. Она возможна только с глаголами, которые могут иметь и прямое и косвенное дополнения в действительном залоге. Прямое дополнение обычно означает предмет (что?), а косвенное – лицо (кому?).

С такими глаголами в действительном залоге можно образовать две конструкции:

а) глагол + косвенное дополнение + прямое дополнение;

б) глагол + прямое дополнение + предлог + косвенное дополнение:

а) They sent Ann an invitation.- Они послали Анне приглашение.
б) They sent an invitation to Ann. - Они послали приглашение Анне.

В страдательном залоге с ними также можно образовать две конструкции – прямой и косвенный пассив, в зависимости от того, какое дополнение становится подлежащим предложения в Passive. К этим глаголам относятся:to bring приносить
to buy покупать to give давать to invite приглашать to leave оставлять
to lend одалживать to offer предлагать to order приказывать to pay платить
to promise обещать to sell продавать to send посылать to show показывать
to teach учить to tell сказать и др.
Например: Tom gave Mary a book. Том дал Мэри книгу.
Mary was given a book. Мэри дали книгу. (косвенный пассив – более употребителен)
A book was given to Mary. Книгу дали Мэри. (прямой пассив – менее употребителен)

Выбор между прямым или косвенным пассивом зависит от смыслового акцента, вкладываемого в последние, наиболее значимые, слова фразы:
John was offered a good job. (косвенный пассив) Джону предложили хорошую работу.
The job was offered to John. (прямой пассив) Работу предложили Джону.

Глагол to ask спрашивать образует только одну пассивную конструкцию – ту, в которой подлежащим является дополнение, обозначающее лицо (косвенный пассив):
He was asked a lot of questions. Ему задали много вопросов.

Косвенный пассив невозможен с некоторыми глаголами, требующими косвенного дополнения (кому?) с предлогом to. Такое косвенное дополнение не может быть подлежащим в Passive, поэтому в страдательном залоге возможна только одна конструкция – прямой пассив, то есть вариант: Что? объяснили, предложили, повторили…Кому? Это глаголы:to address адресовать
to describe описывать to dictate диктовать to explain объяснять to mention упоминать
to propose предлагать to repeat повторять to suggest предлагать to write писать и др.

Например: The teacher explained the rule to the pupils. – Учитель объяснил правило ученикам. The rule was explained to the pupils. – Правило объяснили ученикам. (Not: The pupils was explained…)

Употребление Страдательного залога

В английском языке, как и в русском, страдательный залог употр. для того чтобы:

1. Обойтись без упоминания исполнителя действия (70% случаев употребления Passive) в тех случаях когда:

а) Исполнитель неизвестен или его не хотят упоминать:
He was killed in the war. Он был убит на войне.

б) Исполнитель не важен, а интерес представляет лишь объект воздействия и сопутствующие обстоятельства:
The window was broken last night. Окно было разбито прошлой ночью.

в) Исполнитель действия не называется, поскольку он ясен из ситуации или контекста:
The boy was operated on the next day. Мальчика оперировали на следующий день.

г) Безличные пассивные конструкции постоянно используются в научной и учебной литературе, в различных руководствах: The contents of the container should be kept in a cool dry place. Содержимое упаковки следует хранить в сухом прохладном месте.

2. Для того, чтобы специально привлечь внимание к тому, кем или чем осуществлялось действие. В этом случае существительное (одушевленное или неодушевленное.) или местоимение (в объектном падеже) вводится предлогом by после сказуемого в Passive.

В английском языке, как и в русском, смысловой акцент приходится на последнюю часть фразы. He quickly dressed. Он быстро оделся.

Поэтому, если нужно подчеркнуть исполнителя действия, то о нем следует сказать в конце предложения. Из-за строгого порядка слов английского предложения это можно осуществить лишь прибегнув к страдательному залогу. Сравните:
The flood broke the dam. (Active) Наводнение разрушило плотину. (Наводнение разрушило что? – плотину)
The dam was broken by the flood. (Passive) Плотина была разрушена наводнением. (Плотина разрушена чем? – наводнением)

Чаще всего используется, когда речь идет об авторстве:
The letter was written by my brother. Это письмо было написано моим братом.

И когда исполнитель действия является причиной последующего состояния:
The house was damaged by a storm. Дом был поврежден грозой.

Примечание: Если действие совершается с помощью какого-то предмета, то употребляется предлог with, например:
He was shot with a revolver. Он был убит из револьвера.

Перевод глаголов в форме Passive

В русском языке есть три способа выражения страдательного залога:

1. При помощи глагола "быть" и краткой формы страдательного причастия, причем в настоящем времени "быть" опускается:
I am invited to a party.
Я приглашён на вечеринку.

Иногда при переводе используется обратный порядок слов, когда русское предложение начинается со сказуемого: New technique has been developed. Была разработана новая методика.

2. Глагол в страдательном залоге переводится русским глаголом, оканчивающимся на –ся(-сь):
Bread is made from flour. Хлеб делается из муки.
Answers are given in the written form. Ответы даются в письменном виде.

3. Неопределенно-личным предложением (подлежащее в переводе отсутствует; сказуемое стоит в 3-м лице множественного числа действительного залога). Этот способ перевода возможен только при отсутствии дополнения с предлогом by (производитель действия не упомянут):

The book is much spoken about. Об этой книге много говорят.
I was told that you're ill. Мне сказали, что ты болен.

4. Если в предложении указан субъект действия, то его можно перевести личным предложением с глаголом в действительном залоге (дополнение с by при переводе становится подлежащим). Выбор того или иного способа перевода зависит от значения глагола и всего предложения в целом (от контекста):
They were invited by my friend. Их пригласил мой друг.(или Они были приглашены моим другом.)

Примечание 1: Иногда страдательный оборот можно перевести двумя или даже тремя способами, в зависимости от соответствующего русского глагола и контекста:
The experiments were made last year.
1) Опыты были проведены в прошлом году.
2) Опыты проводились в прошлом году.
3) Опыты проводили в прошлом году.

Примечание 2: При переводе нужно учитывать, что в английском языке, в отличие от русского, при изменении залога не происходит изменение падежа слова, стоящего перед глаголом (например в английском she и she, а переводим на русский - она и ей):

Примечание 3: Обороты, состоящие из местоимения it с глаголом в страдательном залоге переводятся неопределенно-личными оборотами:
It is said… Говорят… It was said… Говорили…
It is known… Известно… It was thought…Думали, полагали…
It is reported… Сообщают… It was reported…Сообщали…и т.п.

В таких оборотах it играет роль формального подлежащего и не имеет самостоятельного значения: It was expected that he would return soon. Ожидали, что он скоро вернется.

Согласование времен (Sequence of Tenses)

Если в главном предложении сказуемое выражено глаголом в одной из форм прошедшего времени, то в придаточном предложении употребление времен ограничено. Правило, которому в этом случае подчиняется употребление времен в придаточном предложении, называется согласованием времен.

Правило 1: Если глагол главного предложения имеет форму настоящего или будущего времени, то глагол придаточного предложения будет иметь любую форму, которая требуется смыслом предложения. То есть никаких изменений не произойдет, согласование времен здесь в силу не вступает.

Правило 2: Если глагол главного предложения имеет форму прошедшего времени (обычно Past Simple), то глагол придаточного предложения должен быть в форме одного из прошедших времен. То есть в данном случае время придаточного предложения изменится. Все эти изменения отражены в нижеследующей таблице:

Переход из одного времени в другое	Примеры	
Present Simple » Past Simple	He **can speak** French – Он говорит по-французски.	Boris said that he **could speak** French – Борис сказал, что он говорит по-французски.
Present Continuous » Past Continuous	They **are listening** to him – Они слушают его	I **thought** they **were listening** to him – Я думал, они слушают его.
Present Perfect » Past Perfect	Our teacher **has asked** my parents to help him – Наш учитель попросил моих родителей помочь ему.	Mary **told** me that our teacher **had asked** my parents to help him – Мария сказала мне, что наш учитель попросил моих родителей помочь ему.
Past Simple » Past Perfect	I **invited** her – Я пригласил ее.	Peter **didn't know** that I **had invited** her – Петр не знал, что я

		пригласил ее.
Past Continuous » Past Perfect Continuous	She **was crying** – Она плакала	John **said** that she **had been crying** – Джон сказал, что она плакала.
Present Perfect Continuous » Past Perfect Continuous	It **has been raining** for an hour – Дождь идет уже час.	He **said** that it **had been raining** for an hour – Он сказал, что уже час шел дождь.
Future Simple » Future in the Past	She **will show** us the map – Она покажет нам карту.	I **didn't expect** she **would show** us the map – Я не ожидал, что она покажет нам карту.

Изменение обстоятельств времени и места при согласовании времен.

Следует запомнить, что при согласовании времен изменяются также некоторые слова (обстоятельства времени и места).

this » that
these » those
here » there
now » then
yesterday » the day before
today » that day
tomorrow » the next (following) day
last week (year) » the previous week (year)
ago » before
next week (year) » the following week (year)

Перевод прямой речи в косвенную в английском языке

Для того чтобы перевести прямую речь в косвенную, нужно сделать определенные действия. Итак, чтобы передать чьи-то слова в английском языке (то есть перевести прямую речь в косвенную), мы:

1. ***Убираем кавычки и ставим слово that***

Например, у нас есть предложение:

She said, “I will buy a dress”. Она сказала: «Я куплю платье».

Чтобы передать кому-то эти слова, так же как и в русском, мы убираем кавычки и ставим слово that – «что».

She said that ….. Она сказала, что….

2. ***Меняем действующее лицо***

В прямой речи обычно человек говорит от своего лица. Но в косвенной речи мы не может говорить от лица этого человека. Поэтому мы меняем «я» на другое действующее лицо. Вернемся к нашему предложению:

She said, “I will buy a dress”. Она сказала: «Я куплю платье».

Так как мы передаем слова девушки, вместо «я» ставим «она»:

She said that she ….. Она сказала, что она….

3. Согласовываем время

В английском языке мы не можем использовать в одном предложении прошедшее время с настоящим или будущим. Поэтому, если мы говорим «сказал» (то есть используем прошедшее время), то следующую часть предложения нужно согласовать с этим прошедшем временем. Возьмем наше предложение:

She said, “I will buy a dress”. Она сказала: «Я куплю платье».

Чтобы согласовать первую и вторую части предложения, меняем will на would. *см. таблицу выше.*

She said that she would buy a dress. Она сказала, что она купит платье.

4. Меняем некоторые слова

В некоторых случаях мы должны согласовать не только времена, но и отдельные слова. Что это за слова? Давайте рассмотрим небольшой пример.

She said, “I am driving now”. Она сказала: «Я за рулем сейчас».

То есть она в данный момент за рулем. Однако, когда мы будем передавать ее слова, мы будем говорить не про данный момент (тот, когда мы говорим сейчас), а про момент времени в прошлом (тот, когда она была за рулем). Поэтому мы меняем now (сейчас) на then (тогда) *см. таблицу выше.*

She said that she was driving then. Она сказала, что она была за рулем тогда.

Вопросы в косвенной речи в английском языке

Вопросы в косвенной речи, по сути, не являются вопросами, так как порядок слов в них такой же, как в утвердительном предложении. Мы не используем вспомогательные глаголы (do, does, did) в таких предложениях.

He asked, “Do you like this cafe?” Он спросил: «Тебе нравится это кафе?»

Чтобы задать вопрос в косвенной речи, мы убираем кавычки и ставим if, которые переводятся как «ли». Согласование времен происходит так же, как и в обычных предложениях. Наше предложение будет выглядеть так:

He asked if I liked that cafe. Он спросил, нравится ли мне то кафе.

Давайте рассмотрим еще один пример:

She said, “Will he call back?” Она сказала: «Он перезвонит?»

She said if he would call back. Она сказала, перезвонит ли он.

Специальные вопросы в косвенной речи

Специальные вопросы задаются со следующими вопросительными словами: what – что when – когда how – как why - почему where – где which – который

При переводе таких вопросов в косвенную речь мы оставляем прямой порядок слов (как в утвердительных предложениях), а на место if ставим вопросительное слово.

Например, у нас есть вопрос в прямой речи:

She said, “When will you come?”. Она сказала: «Когда ты придешь?»

В косвенной речи такой вопрос будет выглядеть так:

She said when I would come. Она сказала, когда я приду.

He asked, “Where does she work?” Он спросил: «Где она работает?»

He asked where she worked. Он спросил, где она работает.

Инфинитив. The Infinitive

Инфинитив - это неличная глагольная форма, которая только называет действие и выполняет функции как глагола, так и существительного. Инфинитив отвечает на вопрос что делать?, что сделать?

Формальным признаком инфинитива является частица **to**, которая стоит перед ним, хотя в некоторых случаях она опускается. Отрицательная форма инфинитива образуется при помощи частицы not, которая ставится перед ним: It was difficult not to speak. *Было трудно не говорить.*

Формы инфинитива

	Active Voice	Passive Voice
Simple	to write	to be written
Continuous	to be writing	
Perfect	to have written	to have been written
Perfect Continuous	to have been writing	

Глаголы, после которых используется инфинитив:

to agree - соглашаться
to arrange - договариваться
to ask – (по)просить
to begin – начинать
to continue – продолжать

to decide – решать
to demand - требовать
to desire – желать
to expect – надеяться
to fail – не суметь
to forget – забывать
to hate - ненавидеть
to hesitate – не решаться
to hope - надеяться
to intend – намереваться
to like – любить, нравиться
to love – любить, желать
to manage - удаваться
to mean - намереваться
to prefer - предпочитать
to promise - обещать
to remember – помнить
to seem - казаться
to try – стараться, пытаться
to want – хотеть
Например:
He asked to change the ticket. *Он попросил поменять билет.*
She began to talk. *Она начала говорить.*

Значение разных форм инфинитива в таблице

Формы инфинитива	**Чему я рад?**	
Simple	I am glad **to speak** to you.	Рад поговорить с вами. (Всегда радуюсь, когда говорю с вами).
Continuous	I am glad **to be speaking** to you.	Рад, что сейчас разговариваю с вами.
Perfect	I am glad **to have spoken** to you.	Рад, что поговорил с вами.
Perfect Continuous	I am glad **to have been speaking** to you.	Рад, что уже давно (все это время) разговариваю с вами.
Simple Passive	I am (always) glad **to be told** the news.	Всегда рад, когда мне рассказывают новости.
Perfect Passive	I am glad **to have been told** the news.	Рад, что мне рассказали новости.

Причастие. Participle

В английском языке причастие — это неличная форма глагола, которая сочетает в себе признаки глагола, прилагательного и наречия.

Формы причастия

		Active (Активный залог)	Passive (Пассивный залог)
Participle I (Present Participle)	Simple	**writing**	**being written**
	Perfect	**having written**	**having been written**
Participle II (Past Participle)			**written**

Отрицательные формы причастия образуются с помощью частицы **not**, которая ставится перед причастием: not asking — не спрашивая,not broken — не разбитый.

Как переводить разные формы причастия на русский язык

Формы причастия	причастием	деепричастием
reading	читающий	читая

having read		прочитав
being read	читаемый	будучи читаемым
having been read		будучи прочитанным
read	прочитанный	
building	строящий	строя
having built		построив
being built	строящийся	будучи строящимся
having been built		будучи построенным
built	построенный	

Герундий. Gerund

Герундий — это неличная форма глагола, которая выражает название действия и сочетает в себе признаки глагола и существительного. Соответственно, на русский язык герундий обычно переводится существительным или глаголом (чаще неопределенной формой глагола). Формы, подобной английскому герундию, в русском языке нет.

My favourite occupation is reading. *Мое любимое занятие — чтение.*

Формы герундия

	Active (Активный залог)	Passive (Пассивный залог)
Simple	**writing**	**being written**
Perfect	**having written**	**having been written**

Запомните глаголы, после которых употребляется только герундий!

admit (признавать), advise (советовать), avoid (избегать),
burst out (разразиться), delay (задерживать), deny (отрицать),
dislike (не нравиться), enjoy (получать удовольствие), escape (вырваться, избавиться),
finish (закончить), forgive (прощать), give up (отказываться, бросать),
keep on (продолжать), mention (упоминать), mind (возражать - только в “?”и “-“),
miss (скучать), put off (отложить), postpone (откладывать),
recommend (рекомендовать), suggest (предлагать), understand (понимать).

Герундий после глаголов с предлогами

accuse of (обвинять в), agree to (соглашаться с), blame for (винить за),
complain of (жаловаться на), consist in (заключаться в), count on /upon (рассчитывать на),
congratulate on (поздравлять с), depend on (зависеть от), dream of (мечтать о),
feel like (хотеть, собираться), hear of (слышать о), insist on (настаивать на),
keep from (удерживать(ся) от), look forward to (с нетерпением ждать, предвкушать),
look like (выглядеть как), object to (возражать против),
persist in (упорно продолжать), praise for (хвалить за), prevent from (предотвращать от),
rely on (полагаться на), result in (приводить к), speak of, succeed in (преуспевать в),
suspect of (подозревать в), thank for (благодарить за), think of (думать о)

He has always dreamt of visiting other countries. — *Он всегда мечтал о том, чтобы побывать в других странах.*

to be + прилагательное / причастие + герундий

be afraid of (бояться чего-либо), be ashamed of (стыдиться чего-либо),
be engaged in (быть занятым чем-либо), be fond of (любить что-либо, увлекаться чем-либо),
be good at (быть способным к), be interested in (интересоваться чем-либо),
be pleased at (быть довольным), be proud of (гордиться чем-либо),
be responsible for (быть ответственным за), be sorry for (сожалеть о чем-либо),
be surprised at (удивляться чему-либо), be tired of (уставать от чего-либо),
be used to (привыкать к).

I’m tired of waiting. — *Я устал ждать.*

Основные сведения о сослагательном наклонении

Conditionals are clauses introduced with if. There are three types of conditional clause: Type 1, Type 2 and Type 3. There is also another common type, Type 0.

Type 0 Conditionals: They are used to express something which is always true. We can use when (whenever) instead of it. *If/When the sun shines, snow melts.*

Type 1 Conditionals: They are used to express real or very probable situations in the present or future. *If he doesn't study hard, he won't pass his exam.*

Type 2 Conditionals: They are used to express imaginary situations which are contrary to facts in the present and, therefore, are unlikely to happen in the present or future. *Bob is daydreaming. If I won the lottery, I would buy an expensive car and I would go on holiday to a tropical island next summer.*

Type 3 Conditionals: They are used to express imaginary situations which are contrary to facts in the past. They are also used to express regrets or criticism. *John got up late, so he missed the bus. If John hadn't got up late, he wouldn't have missed the bus.*

	If-clause (hypothesis)	Main clause (result)	Use
Type 0 general truth	if + present simple	present simple	something which is always true
	If the temperature falls below 0 °C, water turns into ice.		
Type 1 real present	if + present simple, present continuous, present perfect or present perfect continuous	future/imperative can/may/might/must/should/ could + bare infinitive	real - likely to happen in the present or future
	If he doesn't pay the fine, he will go to prison. If you need help, come and see me. If you have finished your work, we can have a break. If you're ever in the area, you should come and visit us.		
Type 2 unreal present	if + past simple or past continuous	would/could/might + bare infinitive	imaginary situation contrary to facts in the present; also used to give advice
	If I had time, I would take up a sport. (but I don't have time - untrue in the present) If I were you, I would talk to my parents about it. (giving advice)		
Type 3 unreal past	if + past perfect or past perfect continuous	would/could/might + have + past participle	imaginary situation contrary to facts in the past; also used to express regrets or criticism
	If she had studied harder, she would have passed the test. If he hadn't been acting so foolishly, he wouldn't have been punished.		

Conditional clauses consist of two parts: the if -clause (hypothesis) and the main clause (result). When the if - clause comes before the main clause, the two clauses are separated with a comma. When the main clause comes before the if - clause, then no comma is necessary.

e.g. a) If I see Tim, I'll give him his book.

b) I'll give Tim his book if I see him.

We do not normally use will, would or should in an if - clause. However, we can use will or would after if to make a polite request or express insistence or uncertainty (usually with expressions such as / don't know, I doubt, I wonder, etc.).

We can use should after if to talk about something which is possible, but not very likely to happen.

e.g. a) If the weather is fine tomorrow, will go camping. (NOT: If the weather will be fine...)

b) If you will fill in this form, I'll process your application. (Will you please fill in... - polite request)

c) If you will not stop shouting, you'll have to leave. (If you insist on shouting... - insistence)

d) I don't know if he will pass his exams, (uncertainty)

e) If Tom should call, tell him I'll be late. (We do not think that Tom is very likely to call.)

We can use unless instead of if... not in the if -clause of Type 1 conditionals. The verb is always in the affirmative after unless.

e.g. Unless you leave now, you'll miss the bus. (If you don't leave now, you'll miss the bus.) (NOT: Unless you don't leave now, ...)

We can use were instead of was for all persons in the if - clause of Type 2 conditionals.

e.g. If Rick was/were here, we could have a party.

We use If I were you ... when we want to give advice.

e.g. If I were you, I wouldn't complain about it.

The following expressions can be used instead of if: provided/providing that, as long as, suppose/supposing, etc.

e.g. a) You can see Mr. Carter provided you have an appointment. (If you have an appointment...)

b) We will all have dinner together providing Mary comes on time. (... if Mary comes ...)

c) Suppose/Supposing the boss came now, …

We can omit if in the if - clause. When if is omitted, should (Type 1), were (Type 2), had (Type 3) and the subject are inverted.

e.g. a) Should Peter come, tell him to wait. (If Peter should come,...)

b) Were I you, I wouldn't trust him. (If I were you, ...)

c) Had he known, he would have called. (If he had known, ...)

2. Чтение и перевод учебных текстов (по 2 текста на тему)

№1

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

appear - v появляться; казаться; *ant* **disappear -** исчезать

bed - *n* пласт, слой, подстилающие породы; *syn* **layer, seam; bedded -** *a* пластовый

call for - v требовать; *syn* **demand, require**

carry out - v проводить *(исследование, эксперимент);* выполнять *(план);* завершать; *syn* **conduct, make**

colliery - каменноугольная шахта

concentration (dressing) plant - обогатительная фабрика, обогатительная установка

department - *n* отделение, факультет, кафедра; *syn* **faculty**

direct - v руководить; направлять; управлять; *a* прямой, точный; **directly -** *adv* прямо, непосредственно

education - *n* образование; просвещение; **get an education** получать образование

establish - v основывать, создавать, учреждать; *syn* **found, set up**

ferrous metals - чёрные металлы **(non-ferrous metals** цветные металлы)

iron - *n* железо; **pig iron** чугун; **cast iron** чугун, чугунная отливка

open-cast mines - открытые разработки

ore - *n* руда; **iron ore -** железная руда; **ore mining –** разработка рудных месторождений

process - v обрабатывать; *syn* **work, treat; processing -** n обработка; разделение минералов

rapid - *a* быстрый

research - *n* научное исследование

technique - *n* техника, способ, метод, технический прием; **mining technique -** горная техника, методы ведения горных работ

train - v обучать, готовить *(к чему-л.);***training** - обучение; подготовка

to be in need of - нуждаться в

to take part in - участвовать в

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 1: The First Mining School in Russia

The Moscow Mining Academy was established in 1918. The main task of the Academy was to train mining engineers and technicians, to popularize technological achievements among miners, to work on important problems of mining and metallurgical engineering arid to direct scientific research.

There were three departments in the Academy: mining, geological prospecting and metallurgy. The Moscow Mining Academy introduced a new course in coal mining mechanization which provided the basis for the development of mining engineering. The two scientists A.M. Terpigorev and M.M. Protodyakonov wrote the first textbook on machinery for mining bedded deposits.

Much credit for the establishment of the Moscow Mining Academy and the development of co-operation among outstanding scientists and educators is due to Academician I.M. Gubkin, a prominent geologist and oil expert.

In 1925 the Moscow Mining Academy was one of the best-known educational institutions in Russia. It had well-equipped laboratories, demonstration rooms and a library which had many volumes of Russian and foreign scientific books and journals.

The Academy established close contacts with the coal and ore mining industries. The scientists carried out scientific research and worked on important mining problems.

The rapid growth of the mining industry called for the training of more highly-qualified specialists and the establishment of new educational institutions.

New collieries and open-cast mines, concentration plants, metallurgical works and metal-working factories for processing non-ferrous and ferrous metals appeared in the country. The people took an active part in the construction of new industrial enterprises.

The Academy alone could not cope with the problem of training specialists. In 1930 the Moscow Mining Academy was transformed into six independent institutes. Among the new colleges which grew out of the Academy's departments were the Moscow Mining Institute and the Moscow Institute of Geological Prospecting. Later, the scientific research Institute of Mining appeared near Moscow.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. There were four departments in the Academy.
2. The Academy introduced a new course in coal mining mechanization.
3. In 1925 the Academy had only several well-equipped laboratories, demonstration rooms and a library which had many volumes of books.
4. The Academy established close contacts with the coal industry.
5. In 1930 the Academy was transformed into six independent institutes.
6. The Moscow Mining Institute and the Moscow Institute of Geological Prospecting were among the new colleges which grew out of the Academy's departments.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What was the main task of the Academy?
2. What new course did the Academy introduce?
3. Were there three or four departments at the Academy?
4. What industries did the Academy establish contacts with?
5. Who wrote the first textbook on machinery' for mining bedded deposits?
6. Why was the Academy transformed into six independent institutes?
7. Why was the Academy transformed?

3. Переведите следующие сочетания слов.

а) обогатительная фабрика
б) подготовка горных инженеров
в) разведка нефти
г) обработка цветных металлов

д) техническое образование
е) новый (учебный) курс по
ж) принимать активное участие
з) проводить исследования
и) направлять научную деятельность
к) горное оборудование
л) пластовые месторождения

№2

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

change - v изменяться, менять(ся); *syn.* **transform, alter;** *n* изменение, перемена; превращение

determine - v определить, устанавливать

engineering - *n* техника; технология; машиностроение**;** *syn.* **technics, technology, technique; machinery**

composition - *n* структура, состав

connect - v соединяться; *syn* **combine, link**

enterprise - *n* предприятие; предприимчивость

deal (dealt) v **(with) -** иметь дело с; рассматривать

environment - *n* окружающая обстановка**,** среда

demand - *n* спрос

field - *n* область, сфера деятельности; поле, участок, месторождение; бассейн; *syn* **basin, branch**

design - *n* проект; план, чертеж; конструкция; v проектировать, планировать; конструировать

graduate - v окончить (высшее учебное заведение), *амер.* окончить любое учебное заведение; *n* лицо, окончившее высшее учебное заведение; **undergraduate (student) -** студент последнего курса; **postgraduate (student) -** аспирант; **graduation paper -** дипломная работа

hardware - *n* аппаратура, (аппаратное) оборудование, аппаратные средства; техническое обеспечение

hydraulic - *a* гидравлический, гидротехнический

introduction - *n* введение, вступление

management - *n* управление, заведование; *syn.* **administration; direction**

offer - *v* предлагать *(помощь, работу);* предоставлять; *n* предложение

property - *n* свойство

protection - *n* защита, охрана

range - *n* область, сфера; предел; диапазон; радиус действия; ряд; серия

recreation - *n* отдых, восстановление сил; развлечение

reveal - v показывать, обнаруживать

rock - *n* горная порода

shape - *n* форма

software - *n* программное обеспечение; программные средства

skill - *n* мастерство; умение; **skilled -** *a* квалифицированный; опытный; умелый

survey - *n* съемка, маркшейдерская съемка; v производить маркшейдерскую или топографическую съемку, производить изыскания; *n* **surveying** съемка, маркшейдерские работы

value - *n* ценность, стоимость; величина; v ценить, оценивать; **valuable** *a* ценный

workshop - *n* мастерская, цех; семинар

to be of importance - иметь значение

to give an opportunity of - дать возможность

to meet the requirements - удовлетворять требованиям (потребности)

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 2: Mining and Geological Higher Education in Russia

In Russia young people get mining education at special institutes which train geologists and mining engineers for coal and ore mining. The total number of students of an institute includes full-time students, part-time students and postgraduate students.

Russian higher educational establishments offer different specializations for the students. Thus, at the geological institutes, the students specialize in geology, the science which deals with different problems connected with the Earth, its history, the study of rocks, their physical and chemical properties. One of the main tasks of geology is to prospect, discover and study the deposits of useful minerals.

Geology is both a theoretical and an applied science. Mining geology is of great importance to the mining engineer. As a rule, mining geology includes economic geology.

The outstanding Russian geologist V.A. Obruchev says that geology is the science of the Earth which reveals to us how the Earth took shape, its composition and its changes. Geology helps prospect for ores, coal, oil, salt and other useful minerals.

Higher mining schools (universities, academies, institutes and colleges) develop a wide range of courses and programmes that meet the requirements of the society .They offer courses in mining technology, machinery and transport, hydraulic engineering, electrical engineering, industrial electronics, automation, surveying, geodesy, information technology, etc.

The main trend in the development of higher mining education is the introduction of courses in environmental protection, management (environmental human resources), economics and management of mining enterprises, marketing studies, computer-aided design (CAD) and others.

Computer science is also of great importance. The course aims at providing students with understanding how software and hardware technology helps solving problems.

Laboratory work is an important part in training specialists. Experiments in laboratories and workshops will help students to develop their practical skills. They have a short period of field work to gain working experience.

The students go through practical training at mines, plants and other industrial enterprises.. They become familiar with all stages of production and every job from worker to engineer. Here they get practical knowledge and experience necessary for their diploma (graduation) papers.

A lot of students belong to students' scientific groups. They take part in the research projects which their departments usually conduct. Postgraduates carry out research in different fields of science and engineering.

Sport centres give the students opportunities to play different sports such as tennis, football, basketball, volleyball, swimming, ' skiing, water polo, boxing, wrestling and others.

Students graduate from mining and geological higher schools as mining engineers, mining mechanical engineers, ecologists, mining electrical engineers, geologists, economists and managers for mining industry.

1. Переведите следующие сочетания слов.

а) широкий круг проблем
б) денные месторождения полезных ископаемых
в) горный инженер-механик
г) вести научно-исследовательскую работу
д) принимать форму
е) техническое и программное обеспечение
ж) студенты (последнего курса)
з) дипломная работа
и) физические и химические свойства
к) месторождение полезных ископаемых

1. оканчивать институт
2. поступать в университет
3. получать образование

4. готовить геологов и горних инженеров
5. высшие горные учебные заведения
6. приобретать опыт
7. студенческие научные общества
8. заниматься различными видами спорта

№3

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

accurate - *a* точный, правильный; **accuracy -** *n* точность

archive - *n* архив

attend - v посещать *(лекции, практические занятия, собрания)*

comprehensive - *a* всесторонний, исчерпывающий

concern - v касаться, относиться; иметь отношение к чему-л.; *n* дело, отношение; важность; **concerning** *prep* относительно, касательно

consider - v рассматривать; считать; **considerable -** значительный, важный; **consideration -** *n* рассмотрение; обсуждение

draw (drew, **drawn**) - v *зд,* чертить, рисовать; **draw the conclusion** делать вывод; *syn* **come to the conclusion**

employ - v применять, использовать; предоставлять *(работу); syn* **use, utilize, apply; employment -** *n* служба; занятие; применение, использование

familiarize - v знакомить; осваивать

fundamental - *n pl* основы *(наук)*

levelling - *n* нивелирование, сглаживание *(различий);* выравнивание

number - *n* число, количество, большое количество; *(порядковый)* номер, ряд

observe - v наблюдать, следить *(за чём-л.),* соблюдать *(правило, обычаи)*

obtain - v получать; достигать; добывать; *syn* **get, receive**

present - v преподносить, дарить; подавать, представлять; **presentation -** *n* изложение; предъявление

proximity - *n* близость, соседство; **in proximity to** поблизости, вблизи от *(чего-л.)*

require - v требовать; *syn* **call for; demand; meet the requirements** удовлетворять требованиям

traversing - *n* горизонтальная съемка

to keep in close touch with - поддерживать связь с

to touch upon (on) затрагивать, касаться вкратце *(вопроса)*

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 3: Mining Education in Great Britain

In Great Britain the students get mining education at special colleges and at mining departments of universities.

For example, the Mining Department at the University of Nottingham ranks as one of the foremost teaching and research mining schools in Great Britain. The students come to the University from all parts of the country and from abroad. The close proximity of Nottingham to mines extracting coal and different metals makes it possible for the University to keep in close touch with new achievements in mining.

The aim of training at the University is to give the student an understanding of applied science based on lectures, tutorial system, laboratory work and design classes. The laboratory work trains the student in accurate recording of observations, drawing of logical conclusions and presentation of scientific reports. Besides, it gives the student an understanding of experimental methods and familiarizes him (or her) with the characteristics of engineering materials, equipment and machines.

At Nottingham there are two types of laboratories, general and Specialized. General laboratories deal with the fundamentals of engineering science and specialized ones1 study the more specialized problems in different branches of engineering.

During the final two years of his course the student gets a comprehensive training in surveying. Practical work both in the field and in drawing classes forms an important part of this course. Besides, the students have practical work in survey camps during two weeks. The equipment available for carrying out traversing, levelling, tacheometric and astronomical surveying is of the latest design.

The practical and laboratory work throughout the three or four years of study forms a very important part of the course, so the students obtain the required standard in their laboratory course work before they graduate.

British educational system is fee-paying. The annual fee includes registration, tuition, examination, graduation and, in the case of full-time students, membership of the Union of Students.

Students from all over the world (nearly 100 countries) study at the University of Nottingham. For many years the University has had a thriving community of international students.

The University pays much attention to learning foreign languages. For individual study there is a 16-place self-access tape library with a tape archive of 3,000 tapes in 30 languages. There are also 16 video work stations where the students play back video tapes or watch TV broadcasts in a variety of languages.

1. Определите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. In Great Britain the students can get mining education only at special colleges.
2. The training at universities is based on tutorial system.
3. The laboratory work familiarizes the student with modern equipment.
4. There are three types of laboratories at the University of Nottingham.
5. When the students study surveying, they have practical work both in the field and in drawing classes.
6. The students from abroad don't study at Nottingham.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. Where can one get mining education in Great Britain?
2. Is the Mining Department at the University of Nottingham one of the foremost research mining schools in Great Britain?
3. What makes it possible for the University to keep in close touch with the, achievements in mining?
4. What are the students supposed to do in the laboratories?
5. Will the students have practical work in survey camps or in the laboratories?
6. What do the students use surveying equipment for?
7. What can you say about studying foreign languages at the University?

№4

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

advance - *n* прогресс, успех; продвижение вперед; v делать успехи, развиваться, продвигаться вперед; **advanced courses** курсы по расширенной программе

authority - *n* администрация; начальство

differ - v (from) отличаться (от); **difference** *n* различие; разница; **different** *a* различный; *syn* **various**

excavate - v добывать *(уголь);* вырабатывать полезное ископаемое открытым способом; вынимать *(грунт);* **excavation** - *n* открытая разработка карьером; разрез, карьер; **surface excavation** открытая разработка; *syn* **open-cast (opencast)**

experience - *n* жизненный опыт; опыт работы; стаж

found - v основывать**; *syn* establish, set up; foundation -** *n* основание; учреждение; основа; **lay the foundation** положить начало чему-л , заложить основу чего-л.

manage - v управлять, заведовать, справляться, уметь обращаться; **management -** *n* управление, заведование; правление, дирекция; **management studies -** наука об управлении

mean (meant) - *v* значить, иметь значение, подразумевать; намереваться, иметь в виду; **means -** *n, pl* средства, **meaning -** *n* значение, **by means of** посредством (чего-л)

metalliferous – *a* содержащий металл, рудоносный

preliminary - *a* предварительный**; preliminary course** подготовительные курсы

realize - v представлять, себе; понимать *(во всех деталях); **syn** **understand***

recognize - *v* признавать; узнавать

work out -v разрабатывать *(план);* решать задачу

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 4: Mining Education in Great Britain (continued)

At present in Great Britain there are a number of universities and colleges which give instruction in mechanical engineering, mining, metallurgy, etc. These institutions provide full-time and part-time education. It should be noted that technical colleges confer diplomas' on college graduates.

A university graduate leaves with the degree of Bachelor of Arts or Bachelor of Science, which is an academic qualification awarded by universities.

For example, the University in Cardiff has become one of the largest in Wales. It is one of the four colleges which together with the Welsh National School of Medicine form the University of Wales. There is the Mining Engineering Department in the University of Wales. The Department deals with the whole range of extractive industries such as coal and metalliferous mining, quarrying and oil technology.

After graduating from the college a student can be recommended for entry to the university by a college authority and he can apply for admission to the university.

At the Mining Department students may take several courses such as geology, mining engineering, mine surveying, quarrying, management studies and others. It has become a tradition that the courses are based on an intensive tutorial system. It means that students are allotted to members of the teaching staff for individual tuition separately in mining, in quarrying and in mine surveying. The system is founded on that of the older universities of Great Britain.

At the Department of Mining Engineering of the Newcastle University mining has now become a technically advanced profession. The Department of Mining Engineering trains industrially experienced engineers through various advanced courses in rock mechanics and surface excavation. For many years the Mining Engineering Department at Newcastle has recognized the need for highly-qualified engineers and realized that the courses in rock mechanics and surface excavation are of great importance for mining engineers.

At the University a student studies for three or four years. The organization of the academic year is based on a three-term system which usually runs from about the beginning of October to the middle of December, from the middle of January to the end of March and from the middle of April to the end of June or the beginning of July.

Students course is designed on a modular basis. Modules are self-contained 'units' of study, which are taught and assessed independently of each other. When a student passes a module, he (she) gains a credit. All modules carry a number of credits. At the end of the term, the number of credits a student gets, determines the award he (she) receives. Each module is continuously assessed by coursework and/or end-of-term examinations.

Admission to the British universities is by examination and selection. The minimum age for admission to the four-year course is normally 18 years. Departments usually interview all the candidates. The aim of the interview is to select better candidates.

Just over half of all university students live in colleges, halls of residence, or other accommodation provided by their university, another third lives in lodgings or privately rented accommodation; and the rest live at home.

1. Определите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. At present there are about a hundred technical institutions in Great Britain.
2. It should be noted that British colleges confer degrees.
3. As a rule a college authority recommends the graduates for entry to the university.
4. At the Mining Engineering Department of the University of Wales the students study only metalliferous mining.
5. At the Mining Engineering Department the courses are based on an intensive tutorial system.
6. The Mining Engineering Department at the Newcastle University has recognized the importance of teaching rock mechanics and surface excavation (open-cast mining).

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. Are there many technical institutions in Great Britain?
2. What is the difference between colleges and universities?
3. Is the Mining Engineering Department the only one in the University of Wales?
4. Does the Mining Engineering Department deal only with metalliferous mining?
5. Can a student enter the university after he has graduated from the college?
6. What courses are of special importance for mining engineers?
7. What do you know about the organization of the academic year at British universities?
8. When do the students take their examinations?

3. Переведите следующие сочетания слов.

а) курсы по расширенной программе
б) рудоносные отложения
в) средства производства
г) горный факультет
д) открытые горные работы
е) опытный инженер
ж) администрация колледжа
з) поощрять студентов
и) отвечать требованиям университета
к) наука об управлении

1. зависеть от условий
2. значить, означать
3. признать необходимость (чего-л.)
4. ежегодная производительность (шахты)
5. начальник шахты
6. добывающая промышленность
7. представлять особую важность
8. механика горных пород
9. единственный карьер
10. основывать факультет (школу, систему и т.д.)

№5

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

abyssal - *a* абиссальный, глубинный; **hypabissal** - *a* гипабиссальный
adjacent - *a* смежный, примыкающий
ash - *n* зола
belt - *n* пояс; лента; ремень
body - *n* тело, вещество; **solid (liquid, gaseous) bodies** твердые (жидкие, газообразные) вещества; породная масса; массив; месторождение; пласты
common - *a* обычный; общий; *syn* **general;** *ant* **uncommon**
cool - v охлаждать(ся); остывать; прохладный; *ant* **heat** нагревать(ся)

dimension - *n* измерение; *pl* размеры; величина; *syn* **measurement, size**
dust - *n* пыль
dyke – *n* дайка
extrusion - *n* вытеснение; выталкивание; *ant* **intrusion** вторжение; *геол.* интрузия *(внедрение в породу изверженной массы)*
fine - *a* тонкий, мелкий; мелкозернистый; высококачественный; тонкий; прекрасный, ясный (о *погоде);* изящный; **fine-graded (fine-grained)** мелкозернистый, тонкозернистый; **fines -** *n pl* мелочь; мелкий уголь
flow - v течь; литься; *n* течение; поток; **flow of lava** поток лавы
fragmentary - *a* обломочный, пластический
glass - *n* стекло; **glassy** - *a* гладкий, зеркальный; стеклянный
gold - *n* золото
inclined - *a* наклонный
mica - *n* слюда
permit - *v* позволять, разрешать; *syn* **allow, let; make possible**
probably - *adv* вероятно; *syn* **perhaps, maybe**
shallow - *a* мелкий; поверхностный; *ant* **deep** глубокий
sill - *n* силь, пластовая интрузия
stock - *n* шток, небольшой батолит
vein - *n* жила, прожилок, пропласток

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 5: Igneous Rocks

Igneous rocks have crystallized from solidified magma.

Igneous rocks can be classified in a number of ways and one of (hem is based on mode of occurrence. They occur either as intrusive (below the surface) bodies or as extrusive masses solidified at the Earth's surface. The terms "intrusive" and "extrusive" refer to the place where rocks solidified.

The grain size of igneous rocks depends on their occurrence. The intrusive rocks generally cool more slowly than the extrusive rocks and crystallize to a larger grain size. The coarser-grained intrusive rocks with grain size of more than 0.5 mm called plutonic or abyssal are referred to as intrusive igneous rocks because they are intruded into older pre-existing rocks. Extrusive or volcanic rocks have even finer grains, less than 0.05 mm and are glassy.

Exposed igneous rocks are most numerous in mountain zones for two reasons. First, the mountain belts have been zones of major deformation. Second, uplifts in mountain belts have permitted plutonic masses to be formed.

The largest bodies of igneous rocks are called batholiths. Batholiths cooled very slowly. This slow cooling permitted large mineral grains to form. It is not surprising that batholiths are composed mainly of granitic rocks with large crystals called plutons. As is known, granites and diorites belong to the group of intrusive or plutonic rocks formed by solidification of igneous mass under the Earth's crust. Granites sometimes form smaller masses called stocks, when the occurrence has an irregular shape but smaller dimensions than the batholiths.

Laccoliths and sills, which are very similar, are intruded between sedimentary rocks. Sills are thin and they may be horizontal, inclined or vertical. Laccoliths are thicker bodies and in some cases they form mountains.

Dykes are also intrusive bodies. They range in thickness from a few inches to several thousand feet. Dykes are generally much longer than they are wide. Most dykes occupy cracks and have straight parallel walls. These bodies cool much more rapidly and are commonly fine-grained. For example, granite may occur in dykes that cut older rocks.

Pegmatites (quartz, orthoclase and mica) also belong to the group of plutonic or intrusive rocks. They occur in numerous veins which usually cut through other plutonites, most often granite, or adjacent rocks.

Extrusive igneous rocks have been formed from lava flows which come from fissures to the surface and form fields of volcanic rocks such as rhyolite, andesite, basalt, as well as volcanic ashes and dust, tuff, etc. As a rule, these rocks of volcanic origin cool rapidly and are fine-grained. It is interesting to note that basalt is the most abundant of all lavatypes. It is the principal rock type of the ocean floor.

Igneous rocks are rich in minerals that are important economically or have great scientific value. Igneous rocks and their veins are rich in iron, gold, zinc, nickel and other ferrous metals.

1). Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. Igneous rocks have been formed by sedimentation.
2. Intrusive rocks have been formed by the cooling of rocks of the Earth's crust.
3. Extrusive rocks have been formed the same way.
4. The grain size of igneous rocks depends on mode of occurrence.
5. Exposed igneous rocks are numerous in mountain zones.
6. Granites and diorites belong to the group of extrusive rocks.
7. As a rule, granite may occur in dykes.
8. Pegmatites do not belong to the group of plutonic or intrusive rocks.

2). Ответьте на вопросы:

1. Have igneous rocks crystallized from magma or have they been formed by sedimentation?
2. Which types of igneous rocks do you know?
3. What does the grain size of igneous rocks depend on?
4. Can you give an example of intrusive or plutonic rocks?
5. Are diorites intrusive or extrusive formations?
6. What do you know about batholiths?
7. Do pegmatites belong to the group of plutonic or volcanic rocks?
8. How do pegmatites occur?
9. What minerals are igneous rocks rich in?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов в сочетаний слов:

1.	adjacent layers	а) способ залегания
2.	abyssal rocks	б) крупнозернистый
3.	dimensions of crystals	в) зоны крупных нарушений
4.	valuable minerals	г) абиссальные (глубинные) породы
5.	shape and size of grains	д) смежные пласты (слои)
6.	mode of occurrence	е) размеры кристаллов
7.	coarse-grained	ж) взбросы
8.	uplifts	з) форма и размер зерен
9.	zones of major deformation	и) ценные минералы

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих сочетаний слов:

1.	затвердевшие массы	а) irregular shape
2.	обломочные породы	б) at a certain depth
3.	медленно остывать	в) economically important
4.	мелкозернистый	г) solidified masses
5.	многочисленные трещины	д) scientific value
6.	неправильная форма	е) to cool slowly
7.	на определенной глубине	ж) existing types of rocks
8.	экономически важный	з) fine-grained
9.	научная ценность	и) fragmentary rocks

10. существующие типы пород к) numerous cracks or fissures

№6

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

band - *n* слой; полоса; прослоек *(породы); syn* **layer**
cleave - *v* расщепляться; трескаться, отделяться по кливажу; **cleavage** *n* кливаж
constituent - *n* составная часть, компонент
define - *v* определять, давать определение
distribute - v **(among)** распределять (между); раздавать;
disturb - *v* нарушать; смещать
excess - *n* избыток, излишек; *ant* **deficiency**
flaky - *a* слоистый; похожий на хлопья
fluid - *n* жидкость; жидкая или газообразная среда
foliate - *v* расщепляться на тонкие слои; **foliated -** *a* листоватый, тонкослоистый; *syn* **flaky**
marble - *n* мрамор
mention - *v* упоминать, ссылаться; *n* упоминание
plate - *n* пластина; полоса *(металла)*
pressure - *n* давление; **rock pressure (underground pressure)** горное давление, давление горных пород
relate - *v* относиться; иметь отношение; **related** *a* родственный; **relation -** *n* отношение; **relationship -** *n* родство; свойство; **relative -** *a* относительный; соответственный
run (ran, run) - *v* бегать, двигаться; течь; работать (о *машине);* тянуться, простираться; управлять *(машиной);* вести *(дело, предприятие)*
schistose - *a* сланцеватый; слоистый
sheet - *n* полоса
slate - *n* сланец; *syn* **shale**
split (split) - *v* раскалываться, расщепляться, трескаться; *syn* **cleave**
trace - *n* след; **tracing –** *n* прослеживание
at least по крайней мере
to give an opportunity (of) давать возможность *(кому-л., чему-л.)*

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 6: Metamorphic Rocks

The problem discussed concerns metamorphic rocks which compose the third large family of rocks. "Metamorphic" means "changed from". It shows that the original rock has been changed from its primary form to a new one. Being subjected to pressure, heat and chemically active fluids beneath the Earth's surface, various rocks in the Earth's crust undergo changes in texture, in mineral composition and structure and are transformed into metamorphic rocks. The process described is called metamorphism.

As is known, metamorphic rocks have been developed from earlier igneous and sedimentary rocks by the action of heat and pressure.

Gneisses, mica schists, phyllites, marbles, slate, quartz, etc. belong to the same group of rocks. Having the same mineral composition as granite, gneisses consist chiefly of quartz, orthoclase and mica. However unlike granite, they have a schistose structure. It means that their constituents are distributed in bands or layers and run parallel to each other in one direction. If disturbed the rock cleaves easily into separate plates.

The role of water in metamorphism is determined by at least four variable geologically related parameters: rock pressure, temperature, water pressure, and the amount of water present.

During a normal progressive metamorphism rock pressure and temperature are interdependent, and the amount of water and the pressure of water are related to the sediments and to the degree of metamorphism in such a way that, generally speaking, the low-grade metamorphic rocks are

characterized by the excess of water. The medium-grade rocks defined by some deficiency of water and the high-grade metamorphic rocks are characterized by the absence of water.

Many of the metamorphic rocks mentioned above consist of flaky materials such as mica and chlorite. These minerals cause the rock to split into thin sheets, and rocks become foliated.

Slate, phyllite, schist and gneiss belong to the group of foliated metamorphic rocks. Marble and quartzite are non-foliated metamorphic rocks.

The structure of metamorphic rocks is of importance because it shows the nature of pre-existing rocks and the mechanism of metamorphic deformation. Every trace of original structure is of great importance to geologists. It gives an opportunity of analysing the causes of its metamorphism.

Being often called crystalline schists, metamorphic rocks such as gneisses and mica have a schistose structure. Metamorphic rocks represent the oldest portion of the Earth's crust. They are mostly found in the regions of mountain belts where great dislocations on the Earth once took place.

1). Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. Generally speaking, metamorphic rocks have been developed from ores.
2. Marble, slate and phyllite belong to the group of metamorphic rocks.
3. As is known, unlike granite metamorphic rocks have a schistose structure.
4. It is quite obvious that the role of water in metamorphism is great.
5. As a rule, low-grade metamorphic rocks are characterized by the absence of water.
6. Flaky materials cause the rock to split into thin sheets.
7. It should be noted that marble and quartzite are foliated metamorphic rocks.
8. The structure of metamorphic rocks shows the nature of older preexisting rocks and the mechanism of metamorphic deformation as well.
9. All metamorphic rocks are non-foliated.

2). Ответьте на вопросы:

1. Do you know how metamorphic rocks have been formed?
2. Which rocks belong to the group of metamorphic?
3. Does gneiss have the same structure as granite?
4. Is the role of water great in metamorphism?
5. What rocks do we call foliated? What can you say about non-foliated metamorphic rocks?
6. How can geologists trace the original structure of metamorphic rocks?
7. Why are metamorphic rocks often called crystalline schists?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. as a result of the chemical and physical changes
2. constituents of rocks
3. to be subjected to constant development
4. to undergo changes
5. excess of water
6. low-grade ores
7. coal band
8. to cleave into separate layers
9. traces of original structure
10. generally speaking

а) полоса (или прослоек) угля
б) составляющие пород
в) расщепляться на отдельные слои
г) вообще говоря

д) в результате химических и физических изменений
е) избыток воды
ж) изменяться
з) находиться в постоянном развитии
и) низкосортные руды
к) следы первоначальной структуры

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. иметь значение
2. упомянутые выше
3. сланцеватая структура
4. в отличие от гранита
5. недостаток воды
6. существовавшие ранее породы
7. слоистые породы
8. мрамор и сланец
9. гнейс
10. давать возможность
11. определять структуру

а) unlike granite
б) to be of importance
в) pre-existing rocks
г) mentioned above
д) schistose structure
е) to give an opportunity (of doing smth)
ж) to define (determine) rock texture
з) deficiency of water
и) flaky rocks
к) marble and slate
л) gneiss

№7

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

aerial - *a* воздушный; надземный

certain - *a* определенный; некоторый; **certainly** *adv* конечно

cost - (cost) v стоить; *n* цена; стоимость

crop - v (out) обнажать(ся), выходить на поверхность *(о пласте, породе); syn* **expose;** засевать, собирать урожай

dredging - *n* выемка грунта; драгирование

drill - v бурить, сверлить; *n* бурение, сверление; бурильный молоток; **drilling -** *n* бурение, сверление; **core-drilling** колонковое (керновое) бурение

drive (drore, **driven**) - v проходить *(горизонтальную выработку);* приводить в движение; управлять *(машиной); n* горизонтальная выработка; привод; передача

evidence – *n* основание; признак(и); свидетельства

expect - v ожидать; рассчитывать; думать; предлагать

explore - v разведывать месторождение полезного ископаемого с попутной добычей; **exploratory -** *a* разведочный; **exploration -** *n* детальная разведка; разведочные горные работы по месторождению

galena - *n* галенит, свинцовый блеск

indicate - v указывать, показывать; служить признаком; означать

lead - *n* свинец

look for - v искать

open up - v вскрывать *(месторождение);* нарезать *(новую лаву, забой);* **opening -** *n* горная выработка; подготовительная выработка; вскрытие месторождения

panning - *n* промывка *(золотоносного песка в лотке)*

processing - *n* обработка; - **industry** обрабатывающая промышленность

prove - v разведывать *(характер месторождения или залегания);* доказывать; испытывать, пробовать; **proved -** *a* разведанный, достоверный; **proving -** *n* опробование, предварительная разведка

search - v исследовать; (for) искать *(месторождение); n* поиск; *syn* **prospecting**

sign - *n* знак, символ; признак, примета

store - v хранить, накапливать *(о запасах)*

work - v работать; вынимать, извлекать *(уголь, руду);* вырабатывать; **workable -** *a* подходящий для работы, пригодный для разработки, рабочий *(о пласте);* рентабельный; **working -** *n* разработка, горная выработка

country rock коренная (основная) порода

distinctive properties отличительные свойства

malleable metal ковкий металл

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 7: Prospecting

Mining activities include prospecting and exploration for a mineral deposit through finding, proving, developing, extracting and processing the ore. That is why it is possible to divide the mining activity into three major phases: 1) before mining which involves prospecting and exploration required to locate, characterize and prove a potential ore body; 2) mining which refers to actual coal or ore extraction. Extraction processes include underground or surface mining and dredging; 3) after mining which involves processing and preparing the raw ore for the end product.

As has already been said, before a mineral deposit can be worked, that is, before it can be extracted from the Earth for use by man, it must first be found. The search for economically useful mineral deposits is called prospecting. To establish the quality and quantity of a mineral deposit, the type of country rock, etc. means to prove it and this process is called proving. Prospecting and proving are only two different stages of mining geological exploration, the latter includes drilling and driving of openings.

Last century prospectors looked for visible evidence of mineralization on the surface of the Earth. To recognize valuable minerals it was necessary to know their various distinctive physical properties. For example, gold occurs in nature as a heavy malleable yellow metal. -Galena, the most important mineral containing lead, is dark grey, heavy and lustrous. The first ores of iron to be mined were deposits of magnetite, a black heavy mineral capable of attracting a piece of iron.

As the deposits of mineral that cropped out at the surface were mined, the search for additional supplies of minerals took place. The science of geology was used to explain the occurrence of ore deposits.

The aim of geological prospecting is to provide information on a preliminary estimation of the deposit and the costs of the geological investigations to be made. It also indicates whether it is available to continue the exploration or not.

Prospecting work includes three stages: 1) finding signs of the mineral; 2) finding the deposit; 3) exploring the deposit.

General indications of the possibility of exposing this or that mineral in a locality can be obtained by studying its general topographical relief, the type of ground and its general natural conditions. Thus, in mountainous regions where fissures were formed during the process of mountain formation, ore minerals could be expected in the fissure fillings. In hilly regions, sedimentary deposits would be expected.

Certain deposits are found only in a particular type of ground. Coal seams, for example, are found in sedimentary formations mainly consisting of sandstones and shales. Veins, on the other hand,

are found in crystalline (igneous) rocks, and the type of country rock usually determines the type of minerals.

At present, prospecting methods to be used are as follows:

1. Surface geological and mineralogical prospecting such as panning.
2. Geophysical, geochemical, geobotanical prospecting.
3. Aerial photography with geological interpretation of the data to be obtained is highly effective from aircraft or helicopter. Besides, successful development of space research has made it possible to explore the Earth's resources from space by satellites.

In modern prospecting the methods mentioned above are used together with the study of geological maps.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. The search for economically useful mineral deposits is called proving.
2. Last century prospectors looked for visible evidence of mineral deposits.
3. The first ores of iron to be mined were deposits of galena.
4. The science of geology can explain the mode of occurrence of ore deposits.
5. As a rule prospecting includes four stages.
6. The study of general topographical relief and the type of ground makes it possible to expose this or that deposit.
7. Geologists know that certain deposits are only found in a particular type of ground.
8. As is known, veins are found in metamorphic rocks.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What is prospecting?
2. What is proving?
3. How did prospectors find mineral deposits in the 19th century?
4. Does gold occur in nature as a heavy malleable yellow metal or as a heavy dark-grey one?
5. What metal is capable of attracting a piece of iron?
6. What does prospecting work provide?
7. What are the three main stages of prospecting?
8. Is it enough to know only the topographical relief of a locality for exposing this or that mineral?
9. What methods of prospecting do you know?
10. What are the most effective aerial methods of prospecting now?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. country rock	а) залегание рудных месторождений
2. panning	б) блестящий металл
3. the search for commercially useful deposits	в) коренная (основная) порода
4. geological exploration	г) дополнительные запасы минералов
5. to look for evidence of mineralization	д) промывка (золотоносного песка в лотке)
6. distinctive properties	е) геологическая разведка (с попутной добычей)
7. lustrous metal	ж) искать доказательства наличия месторождения
8. capable of attracting a piece of iron	з) отличительные свойства
9. additional supplies of minerals	и) поиски экономически полезных месторождений
10. the occurrence of ore deposits	к) способный притягивать кусок металла

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1.	стоимость геологических исследований	а) the data obtained
2.	выходить на поверхность (обнажаться)	б) galena, sandstones and shales
3.	произвести предварительную оценку (месторождения)	в) the cost of geological investigations
4.	визуальные наблюдения с воздуха	г) to crop out
5.	полученные данные	д) certain ore deposits
6.	галенит, песчаники и сланцы	е) to make a preliminary estimation (of a deposit)
7.	общие показания	ж) visual aerial observations
8.	находить признаки месторождения	з) to find the signs of a deposit
9.	определенные рудные месторождения	и) general indications

№8

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

adit - *n* горизонтальная подземная выработка, штольня

angle - *n* угол

approximate - *a* приблизительный

bit - *n* режущий инструмент; буровая коронка, коронка для алмазного бурения; головка бура, сверло; **carbide bit** армированная коронка, армированный бур; **diamond bit -** алмазная буровая коронка

borehole - *n* скважина, буровая скважина

crosscut - *n* квершлаг

dip - *n* падение *(залежи);* уклон, откос; v падать

enable - v давать возможность или право *(что-л. сделать)*

exploit - v разрабатывать *(месторождение);* эксплуатировать; **exploitation** - *n* разработка; эксплуатация

measure - *n* мера; мерка; критерий; степень; *pl* свита, пласты; v измерять

overburden - *n* покрывающие породы, перекрывающие породы; верхние отложения, наносы; вскрыша

pit - *n* шахта; карьер, разрез; шурф

reliable - *a* надежный; достоверный

rig - *n* буровой станок, буровая вышка; буровая каретка; буровое оборудование

sample - *n* образец; проба; v отбирать образцы; опробовать, испытывать

section - *n* участок, секция, отделение, отрезок, разрез, профиль, поперечное сечение; **geological** ~ геологический разрез *(пород)*

sequence - *n* последовательность; порядок следования; ряд

sink (sank, sunk) - v проходить *(шахтный ствол, вертикальную выработку);* углублять*;* погружать; опускать; **sinking** - *n* проходка *(вертикальных или наклонных выработок);* **shaft sinking -** проходка ствола

slope - *n* наклон; склон; бремсберг; уклон; v клониться, иметь наклон; **sloping -** *a* наклонный; **gently sloping -** с небольшим наклоном

steep - *a* крутой, крутопадающий, наклонный

strike - *n зд.* простирание; v простираться; **across the strike -** вкрест простирания; **along (on) the strike** по простиранию

trench - *n* траншея, канава; котлован; v копать, рыть, шурфовать

to make use (of) использовать, применять

to take into consideration принимать во внимание; *syn* **take into account**

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 8: Exploration of Mineral Deposits

Exploration is known to include a whole complex of investigations carried out for determining the industrial importance of a deposit. The main task is to determine the quality and quantity of mineral and the natural and economic conditions in which it occurs. The exploration of the deposit is divided into three stages, namely preliminary exploration, detailed exploration and exploitation exploration.

The aim of preliminary exploration is to establish the general size of a deposit and to obtain an approximate idea of its shape, dimensions and quality. At this stage the geological map of the deposit is corrected and a detailed survey of its surface is completed.

The information on the preliminary exploration is expected to give an all-round description of the deposit which will enable the cost of its detailed exploration to be estimated.

The following points should be taken into consideration: 1) the shape and area of the deposit; 2) its depth and angles of dip and strike; 3) its thickness; 4) the properties of the surrounding rock and overburden; 5) the degree of uniformity of distribution of the mineral within the deposit and the country rock, etc.

Preliminary explorations can make use of exploratory openings such as trenches, prospecting pits, adits, crosscuts and boreholes. They are planned according to a definite system, and some are driven to a great depth.

All the exploratory workings are plotted on the plan. These data allow the geologist to establish the vertical section of the deposit.

The quality of the mineral deposit is determined on the basis of analyses and tests of samples taken from exploratory workings.

The method of exploration to be chosen in any particular case depends on the thickness of overburden, the angle of dip, the surface relief, the ground water conditions and the shape of the mineral deposit.

The task of the detailed exploration is to obtain reliable information on the mineral reserves, their grades and distribution in the different sectors of the deposit. Detailed exploration data provide a much more exact estimate of the mineral reserves.

Mine or exploitation exploration is known to begin as soon as mining operations start. It provides data for detailed estimates of the ore reserves of individual sections. It facilitates the planning of current production and calculating the balance of reserves and ore mined.

The searching and discovering of new mineralized areas are based on geological survey and regional geophysical prospecting. The results of these investigations provide data on iron-bearing formations and new deposits for commercial extraction.

In detailed exploration both underground workings and borehole survey are used. Core drilling with diamond and carbide bits is widely used. Non-core drilling is also used in loose rocks in combination with borehole geophysical survey.

One of the main methods to explore coal deposits is also core-drilling. Modern drilling equipment makes it possible to accurately measure bed thickness and determine structure of beds, faults and folds. Recording control instruments are attached to drilling rigs which allow the geologists to get reliable samples good for nearly all parameters of coal quality to be determined.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. The purpose of preliminary exploration is to determine the mineral reserves and their distribution in the different sectors of the deposit.
2. The properties of the surrounding rock and overburden should be taken into consideration during the preliminary exploration.
3. The purpose of the detailed exploration is to find out the quantity (reserves) of the deposit.
4. Exploitation exploration facilitates the planning of current production.
5. Both core drilling and non-core drilling are widely used.

6. Recording control instruments allow geologists to get reliable ore samples.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What stages does exploration include?
2. What is the main purpose of preliminary exploration?
3. What should be taken into consideration by geologists during preliminary exploration?
4. What exploratory openings do you know?
5. Do you know how the quality of the mineral deposit is determined?
6. What is the aim of a detailed exploration?
7. Is core drilling used in prospecting for loose rocks?
8. What is drilling equipment used for?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих сочетаний слов:

1. bedded deposits
2. core drilling
3. the angle of dip of the seam
4. the thickness of overburden
5. exploratory workings
6. composition of minerals
7. pits and crosscuts
8. to exploit new oil deposits
9. sampling
10. geological section

а) мощность наносов
б) разрабатывать новые месторождения нефти
в) шурфы и квершлаги
г) пластовые месторождения
д) опробование (отбор) образцов
е) угол падения пласта
ж) колонковое бурение
з) геологический разрез (пород)
и) состав минералов
к) разведочные выработки

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих сочетаний слов:

1. буровые скважины
2. по простиранию пласта
3. равномерность распределения минерала в залежи
4. водоносность пород
5. карбидные и алмазные коронки
6. детальная разведка
7. использовать новые поисковые методы
8. проникать в залежь
9. коренная порода
10. свойства окружающих пород

а) ground water conditions
б) detailed exploration
в) boreholes
г) along the strike of the bed (seam)
д) carbide and diamond bits
е) the uniformity of mineral distribution in the deposit
ж) the properties of surrounding rocks
з) to make use of new prospecting methods
и) country rock
к) to penetrate into the deposit

3. Подготовка к практическим занятиям (запоминание иноязычных лексических единиц и грамматических конструкций)

Грамматические конструкции представлены на стр. 6 – 40.

Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

Семья. Family

родственник relative, relation
родители parents
мать (мама) mother (mom, mum, mama, mamma, mummy, ma)
отец (папа) father (dad, daddy, papa, pa)
жена wife
муж husband
супруг(а) spouse
ребенок, дети child, children
дочь daughter
сын son
сестра sister
брат brother
единственный ребенок only child
близнец twin
близнецы, двойняшки twins
брат-близнец twin brother
сестра-близнец twin sister
однояйцевые близнецы identical twins
тройняшки triplets
бабушка и дедушка grandparents
бабушка grandmother (grandma, granny, grandmamma)
дедушка grandfather (grandpa, granddad, grandpapa, grandad)
внуки grandchildren
внучка granddaughter
внук grandson
прабабушка great-grandmother
прадедушка great-grandfather
прабабушка и прадедушка great-grandparents
правнуки great-grandchildren
тётя aunt
дядя uncle
крестный (отец) godfather
крестная (мать) godmother
отчим, приемный отец stepfather
мачеха, приемная мать stepmother
сводный брат stepbrother
сводная сестра stepsister
брат по одному из родителей half-brother
сестра по одному из родителей half-sister
приемный, усыновленный сын adopted son
приемная, удочеренная дочь adopted daughter
приемный ребенок adopted child
патронатная семья, приемная семья foster family
приемный отец foster father
приемная мать foster mother
приемные родители foster parents

приемный сын foster son
приемная дочь foster daughter
приемный ребенок foster child
неполная семья (с одним родителем) single-parent family
родня the kin, the folks
племянница niece
племянник nephew
двоюродный брат cousin (male)
двоюродная сестра cousin (female)
двоюродный брат (сестра), кузен (кузина) first cousin
троюродный брат (сестра) second cousin
четвероюродный брат (сестра) third cousin
родня со стороны мужа или жены in-laws
свекровь mother-in-law (husband's mother)
свёкор father-in-law (husband's father)
тёща mother-in-law (wife's mother)
тесть father-in-law (wife's father)
невестка, сноха daughter-in-law
зять son-in-law
шурин, свояк, зять, деверь brother-in-law
свояченица, золовка, невестка sister-in-law
семейное положение marital status
холостой, неженатый, незамужняя single
женатый, замужняя married
брак marriage
помолвка engagement
помолвленный, обрученный engaged
развод divorce
разведенный divorced
бывший муж ex-husband
бывшая жена ex-wife
расставшиеся, не разведенные, но не проживающие одной семьей separated
вдова widow
вдовец widower
подружка, невеста girlfriend
друг, парень, ухажер boyfriend
любовник, любовница lover
ухажер, жених, подружка, невеста, обрученный fiance
свадьба wedding
невеста на свадьбе bride
жених на свадьбе (bride)groom
медовый месяц honeymoon

Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

The Ural State Mining University

Mining University – Горный университет; **higher educational institution** - высшее учебное заведение; **to provide** - зд. Предоставлять; **full-time education** - очное образование; **extramural education** - заочное	**scientific research centre** - центр научных исследований; **master of science** - кандидат наук; **capable** – способный; **to take part in** - принимать участие; **graduate** – выпускник; **to dedicate** – посвящать;

образование; **to award** – награждать; **post-graduate courses** – аспирантура;	**to carry out scientific work** - выполнять научную работу;

Faculty of Mining Technology - горно – технологический; **Faculty of Engineering and Economics** - инженерно-экономический; **Institute of World Economics** – Институт мировой экономики; **Faculty of Mining Mechanics** - горно-механический; **Faculty of Civil Protection** – гражданской защиты; **Faculty of City Economy** – городского хозяйства;	**Faculty of Geology & Geophysics** – геологии и геофизики; **Faculty of extramural education** – заочный; **department** – кафедра; **dean** – декан; **to train specialists in** - готовить специалистов; **to consist of** - состоять из; **preparatory** – подготовительный; **additional** – дополнительный; **to offer** – предлагать;

to house - размещать /ся/; **building** – здание; **Rector's office** – ректорат; **Dean's office** – деканат; **department** – кафедра; **library** – библиотека; **reading hall** - читальный зал; **assembly hall** - актовый зал; **layout** - расположение, план; **administrative offices** - административные отделы;	**computation centre** - вычислительный центр; **canteen** – столовая; **to have meals** – питаться; **hostel** – общежитие; **to go in for sports** - заниматься спортом; **wrestling** – борьба; **weight lifting** - тяжелая атлетика; **skiing** - катание на лыжах; **skating** - катание на коньках; **chess** – шахматы;

academic work - учебный процесс; **academic year** - учебный год; **to consist of** - состоять из; **bachelor's degree** - степень бакалавра; **course of studies** - курс обучения; **to last** - длиться; **term** - семестр; **to attend lectures and classes** - посещать лекции и занятия; **period** - пара, 2 – х часовое занятие; **break** - перерыв; **subject** - предмет; **descriptive geometry** - начертательная геометрия;	**general geology** - общая геология; **foreign language** - иностранный язык; **to operate a computer** - работать на компьютере; **to take a test (an exam)** - сдавать зачет, экзамен; **to pass a test (an exam)** - сдать зачет, экзамен; **to fail a test (an exam)** - не сдать зачет, экзамен; **to fail in chemistry** - не сдать химию; **holidays, vacations** - каникулы; **to present graduation paper** - представлять дипломные работы; **for approval** - к защите;

The Faculty of Mining Technology trains specialists in: mine surveying - маркшейдерская съемка; underground mining of mineral deposits - подземная разработка месторождений полезных ископаемых; mine and underground construction - шахтное и подземное строительство; surface mining (open-cut mining) - открытые горные работы; physical processes of mining, oil and gas production - физические процессы горного и нефтегазового производства; placer mining - разработка россыпных месторождений; town cadastre - городской кадастр.

The Institute of World Economics trains specialists in: land improvement, recultivation and soil protection - мелиорация, рекультивация и охрана земель; engineer protection of environment in mining - инженерная защита окружающей среды в горном деле; computer systems of information processing and control - автоматизированные системы обработки информации и управления; economics and management at mining enterprises - экономика и управление на предприятиях горной промышленности.

The Faculty of Mining Mechanics trains specialists in: electromechanical equipment of mining enterprises - электромеханическое оборудование горных предприятий; designing & production of mining, oil and gas machinery - конструирование и производство горных и нефтегазопромысловых машин; technological and service systems of exploitation and maintenance of machines and equipment - технологические и сервисные системы эксплуатации и ремонта машин и оборудования; motorcars and self-propelled mining equipment - автомобили и самоходное горное оборудование; electric drive and automation or industrial units and technological complexes - электопривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов; automation of technological processes and industries - автоматизация технологических процессов и производств; mineral dressing - обогащение полезных ископаемых.

The Faculty of Geology & Geophysics trains specialists in: geophysical methods of prospecting and exploring mineral deposits - геофизические мет оды поисков и разведки месторождений полезных ископаемых; according to some specializations: geoinformatics – геоинформатика; applied geophysics - прикладная геофизика; structural geophysics - структурная геофизика; geological surveying and exploration or mineral deposits - геологическая съемка и поиски МПИ; geology and mineral exploration - геология и разведка МПИ; prospecting and exploration or underground waters and engineering - geological prospecting - поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания; applied geochemistry, petrology and mineralogy - прикладная геохимия, петро логия и минералогия; drilling technology - технология и техника разведки МПИ.

Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

My town

a building – здание
downtown – деловой центр города
town outskirts – окраина города
a road – дорога
an avenue – проспект
a pavement/a sidewalk - тротуар
a pedestrian – пешеход
a pedestrian crossing – пешеходный переход
traffic lights – светофор
a road sign – дорожный знак
a corner – угол
a school - школа
a kindergarten – детский сад
a university - университет
an institute – институт
an embassy - посольство
a hospital - больница
a shop/a store/a shopping centre/a supermarket – магазин, супермаркет
a department store – универмаг
a shopping mall/centre – торговый центр
a food market – продуктовый рынок
a greengrocery – фруктово-овощной магазин
a chemist’s/a pharmacy/a drugstore - аптека

a beauty salon – салон красоты
a hairdressing salon/a hairdresser's - парикмахерская
a dental clinic/a dentist's – стоматологическая клиника
a vet clinic – ветеринарная клиника
a laundry – прачечная
a dry-cleaner's – химчистка
a post-office – почтовое отделение
a bank – банк
a cash machine/a cash dispenser - банкомат
a library – библиотека
a sight/a place of interest - достопримечательность
a museum – музей
a picture gallery – картинная галерея
a park – парк
a fountain – фонтан
a square – площадь
a monument/a statue – памятник/статуя
a river bank – набережная реки
a beach – пляж
a bay - залив
a café – кафе
a restaurant – ресторан
a nightclub – ночной клуб
a zoo - зоопарк
a cinema/a movie theatre - кинотеатр
a theatre – театр
a circus - цирк
a castle - замок
a church – церковь
a cathedral – собор
a mosque - мечеть
a hotel – отель, гостиница
a newsagent's – газетный киоск
a railway station – железнодорожный вокзал
a bus station - автовокзал
a bus stop – автобусная остановка
an underground (metro, subway, tube) station – станция метро
a stadium – стадион
a swimming-pool – плавательный бассейн
a health club/a fitness club/a gym – тренажерный зал, фитнесс клуб
a playground – игровая детская площадка
a plant/a factory – завод/фабрика
a police station – полицейский участок
a gas station/a petrol station – заправочная автостанция, бензоколонка
a car park/a parking lot - автостоянка
an airport - аэропорт
a block of flats – многоквартирный дом
an office block – офисное здание
a skyscraper - небоскреб
a bridge – мост
an arch – арка
a litter bin/a trash can – урна

a public toilet – общественный туалет
a bench - скамья

Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

My speciality

The Earth's Crust and Useful Minerals

cause - v заставлять; вызывать; влиять; причинять; *n* причина, основание; дело; общее дело; *syn* **reason**

clay - *n* глина; глинозем

consolidate - v твердеть, затвердевать, уплотнять(ся); укреплять; *syn* **solidify**

crust - *n* кора; *геол.* земная кора

decay - v гнить, разлагаться; *n* выветривание *(пород);* распад, разложение

derive - v (from) происходить, вести свое происхождение *(от);* наследовать

destroy - v разрушать; уничтожать; **destructive** *a* разрушительный

dissolve v растворять

expose - v выходить *(на поверхность);* обнажаться; **exposure -** *n* обнажение

external - *a* внешний

extrusive - *a* эффузивный, излившийся *(о горной породе)*

force - v заставлять, принуждать; ускорять движение; *n* сила; усилие

glacier - *n* ледник, глетчер

grain - *n* зерно; **angular grains -** угловатые зерна *(минералов);* **grained -** *a* зернистый

gravel - *n* гравий, крупный песок

internal - *a* внутренний

intrusive - *a* интрузивный, плутонический

iron - *n* железо

layer - *n* пласт

like - *a* похожий, подобный; *syn* **similar;** *ant* **unlike;** *adv* подобно

lime - *n* известь; **limestone -** *n* известняк

loose - *a* несвязанный, свободный; рыхлый

make up - v составлять; *n* состав *(вещества)*

particle - *n* частица; включение

peat - *n* торф; торфяник

represent - v представлять собою; означать; быть представителем; **representative** - представитель; **representative -** *a* характерный, типичный

rock – *n* горная порода; **igneous** - изверженная порода; **sedimentary** - осадочная порода

sand - *n* песок

sandstone - *n* песчаник; **fine-grained (medium-grained, coarse-grained)** - мелкозернистый (среднезернистый, грубозернистый) песчаник

sediment - *n* отложение; осадочная порода; **sedimentary -** *a* осадочный; **sedimentation -** *n* образование осадочных пород

schist - *n (кристаллический)* сланец; **schistose -** *a* сланцеватый, слоистый

shale - *n* сланец, сланцевая глина, глинистый сланец; **clay -** глинистый сланец; **combustible …**, **oil …** - горючий сланец

siltstone - *n* алеврит

stratification - *n* напластование, залегание

stratify - v напластовываться; отлагаться пластами; **stratified** *a* пластовый; *syn* **layered, bedded**

substance - *n* вещество, материал; сущность

thickness - *n* толщина, мощность

value - *n* ценность; важность; величина; значение; **valuable -** *a* ценный *(о руде)*

vary - v изменять(ся); отличать(ся); *syn* **differ, change (from); variable -** *a* переменный; непостоянный; **various** *a* различный; *syn* **different**

contain - v содержать *(в себе),* вмещать

crack - *n* трещина; щель; v давать трещину; трескаться, раскалываться

contract - v сжиматься; сокращаться

dust - *n* пыль

expand - v расширяться); увеличивать(ся) в объеме; **expansion** *n* расширение; *ant* **contract**

fissure - *n* трещина *(в породе, угле);* расщелина; щель

fracture - *n* трещина; излом; разрыв; v ломать(ся); раздроблять *(породу)*

freeze - *v* замерзать; замораживать; застывать

gradual - *a* постепенный; **gradually** *adv* постепенно

hard - *a* твердый, жесткий; *ant* **soft;** тяжелый (о *работе); adv* сильно, упорно; **hardly** *adv* едва, с трудом

hole - *n* отверстие; скважина; шпур; шурф

influence - *n* влияние; v **(on, upon)** влиять (не *что-л.)*

lateral - *a* боковой

occur - *v* залегать; случаться; происходить; *syn* **take place, happen; occurrence -** *n* залегание; **mode of occurrence -** условия залегания

penetrate - *v* проникать *(внутрь),* проходить через *(что-л.)*

phenomenon - *n* явление; *pi* **phenomena**

pressure - *n* давление; **lateral pressure** боковое *(горизонтальное)* давление; **rock pressure** горное давление, давление породы

rate - *n* степень, темп; скорость, норма; производительность; сорт; *syn* **speed, velocity**

refer - v (to) ссылаться *(на что-л.);* относиться *(к периоду, классу)*

resist - *v* сопротивляться; противостоять; противодействовать; **resistance** - *n* сопротивление; **resistant -** *a* стойкий; прочный; сопротивляющийся

size - *n* размер; величина; класс *(угля)*

solution – *n* раствор; **soluble -** *a* растворимый; **solvent -** растворитель; *a* растворяющий

succession – *n* последовательность, непрерывный ряд; **in succession** последовательно

undergo (underwent, undergone) - *v* испытывать *(что-л.),* подвергаться *(чему-л.)*

uniform – *a* однородный; одинаковый

weathering - *n* выветривание; эрозия *(воздействию, влиянию и т.д.)*

to be subjected to подвергаться

Rocks of Earth's Crust

abyssal - *a* абиссальный, глубинный; **hypabissal** - *a* гипабиссальный

adjacent - *a* смежный, примыкающий

ash - *n* зола

belt - *n* пояс; лента; ремень

body - *n* тело, вещество; **solid (liquid, gaseous) bodies** твердые (жидкие, газообразные) вещества; породная масса; массив; месторождение; пласты

common - *a* обычный; общий; *syn* **general;** *ant* **uncommon**

cool - v охлаждать(ся); остывать; прохладный; *ant* **heat** нагревать(ся)

dimension - *n* измерение; *pl* размеры; величина; *syn* **measurement, size**

dust - *n* пыль

dyke – *n* дайка

extrusion - *n* вытеснение; выталкивание; *ant* **intrusion** вторжение; *геол.* интрузия *(внедрение в породу изверженной массы)*

fine - *a* тонкий, мелкий; мелкозернистый; высококачественный; тонкий; прекрасный, ясный (о *погоде);* изящный; **fine-graded (fine-grained)** мелкозернистый, тонкозернистый; **fines -** *n pl* мелочь; мелкий уголь

flow - v течь; литься; *n* течение; поток; **flow of lava** поток лавы

fragmentary - *a* обломочный, пластический

glass - *n* стекло; **glassy** - *a* гладкий, зеркальный; стеклянный
gold - *n* золото
inclined - *a* наклонный
mica - *n* слюда
permit - *v* позволять, разрешать; *syn* **allow, let; make possible**
probably - *adv* вероятно; *syn* **perhaps, maybe**
shallow - *a* мелкий; поверхностный; *ant* **deep** глубокий
sill - *n* силь, пластовая интрузия
stock - *n* шток, небольшой батолит
vein - *n* жила, прожилок, пропласток
band - *n* слой; полоса; прослоек *(породы); syn* **layer**
cleave - *v* расщепляться; трескаться, отделяться по кливажу; **cleavage** *n* кливаж
constituent - *n* составная часть, компонент
define - *v* определять, давать определение
distribute - v **(among)** распределять (между); раздавать;
disturb - *v* нарушать; смещать
excess - *n* избыток, излишек; *ant* **deficiency**
flaky - *a* слоистый; похожий на хлопья
fluid - *n* жидкость; жидкая или газообразная среда
foliate - *v* расщепляться на тонкие слои; **foliated -** *a* листоватый, тонкослоистый; *syn* **flaky**
marble - *n* мрамор
mention - *v* упоминать, ссылаться; *n* упоминание
plate - *n* пластина; полоса *(металла)*
pressure - *n* давление; **rock pressure (underground pressure)** горное давление, давление горных пород
relate - *v* относиться; иметь отношение; **related** *a* родственный; **relation -** *n* отношение; **relationship -** *n* родство; свойство; **relative -** *a* относительный; соответственный
run (ran, run) - *v* бегать, двигаться; течь; работать (о *машине);* тянуться, простираться; управлять *(машиной);* вести *(дело, предприятие)*
schistose - *a* сланцеватый; слоистый
sheet - *n* полоса
slate - *n* сланец; *syn* **shale**
split (split) - *v* раскалываться, расщепляться, трескаться; *syn* **cleave**
trace - *n* след; **tracing –** *n* прослеживание
at least по крайней мере
to give an opportunity (of) давать возможность *(кому-л., чему-л.)*
in such a way таким образом

Fossil Fuels

accumulate - v накапливать; скопляться
ancient - *a* древний, старинный; *ant* **modern**
associate - v связывать, соединять, ассоциироваться; *syn* **connect, link**
burn (burnt) - v сжигать; гореть; жечь
charcoal - *n* древесный уголь
convenient - *a* удобный, подходящий
crude - *a* сырой, неочищенный
dig (dug) - v добывать; копать; **digger -** n угольный экскаватор; землеройная машина
divide - v делить; (from) отделять; разделять
evidence - *n* доказательство; очевидность; признак(и)
fossil - *a* окаменелый, ископаемый; *n* ископаемое *(органического происхождения);* окаменелость
heat - v нагревать; *n* теплота
liquid - *a* жидкий; n жидкость; *ant* **solid**

manufacture - *v* изготовлять, производить; *syn* **produce**

mudstone - *n* аргиллит

purpose - *n* цель; намерение; *syn* **aim, goal**

shale - *n* глинистый сланец

the former … the latter - первый *(из вышеупомянутых)* последний *(из двух названных)*

bench - *n* слой, пачка *(пласта)*

blend - v смешивать(ся); вклинивать(ся)

combustion - *n* горение, сгорание; **spontaneous combustion** самовоспламенение, самовозгорание

continuity - *n* непрерывность, неразрывность

domestic - *a* внутренний; отечественный

estimate - v оценивать; *n* оценка; смета

fault - *n* разлом, сдвиг *(породы);* сброс; **faulting** *n* образование разрывов или сбросов

fold - *n* изгиб, складка, флексура; **foulding -** *n* складчатость, смешение *(пласта)* без разрыва

inflame - v воспламеняться; загорать(ся); **inflammable** - *a* воспламеняющийся, горючий, огнеопасный; **flame** - *n* пламя

intermediate - *a* промежуточный; вспомогательный

liable - *a* (to) подверженный; подлежащий *(чему-л.)*

luster - *n* блеск *(угля, металла);* **lustrous -** *a* блестящий

matter - *n* вещество; материя

moisture - *n* влажность, сырость; влага

parting - *n* прослоек

plane - *n* плоскость; **bedding plane** плоскость напластования

rank - *n* класс, тип; **coal rank** группа угля, тип угля

regular - *a* правильный; непрерывный; *ant* **irregular** неправильный; неравномерный; **regularity** *n* непрерывность; правильность

similar - *a* похожий, сходный; подобный; *syn* **alike, the same as**

smelt - v плавить *(руду);* выплавлять *(металл)*

store - v запасать, хранить на складе; вмещать

strata - *n pl от* **stratum** пласты породы; свита *(пластов);* формация, напластования породы; *syn* **measures**

thickness - *n* мощность *(пласта, жилы)*

uniform - *a* однородный; равномерный; **uniformity** *n* однородность; единообразие

utilize - v использовать; *syn* **use, apply, employ**

volatile - *a* летучий, быстро испаряющийся

Prospecting and Exploration

aerial - *a* воздушный; надземный

certain - *a* определенный; некоторый; **certainly** *adv* конечно

cost - (cost) v стоить; *n* цена; стоимость

crop - v (out) обнажать(ся), выходить на поверхность *(о пласте, породе); syn* **expose;** засевать, собирать урожай

dredging - *n* выемка грунта; драгирование

drill - v бурить, сверлить; *n* бурение, сверление; бурильный молоток; **drilling -** *n* бурение, сверление; **core-drilling** колонковое (керновое) бурение

drive (drore, **driven**) - v проходить *(горизонтальную выработку);* приводить в движение; управлять *(машиной); n* горизонтальная выработка; привод; передача

evidence – *n* основание; признак(и); свидетельства

expect - v ожидать; рассчитывать; думать; предлагать

explore - v разведывать месторождение полезного ископаемого с попутной добычей; **exploratory -** *a* разведочный; **exploration -** *n* детальная разведка; разведочные горные работы по месторождению

galena - *n* галенит, свинцовый блеск

indicate - v указывать, показывать; служить признаком; означать

lead - *n* свинец

look for - v искать

open up - v вскрывать *(месторождение);* нарезать *(новую лаву, забой);* **opening -** *n* горная выработка; подготовительная выработка; вскрытие месторождения

panning - *n* промывка *(золотоносного песка в лотке)*

processing - *n* обработка; - **industry** обрабатывающая промышленность

prove - v разведывать *(характер месторождения или залегания);* доказывать; испытывать, пробовать; **proved -** *a* разведанный, достоверный; **proving -** *n* опробование, предварительная разведка

search - v исследовать; (for) искать *(месторождение); n* поиск; *syn* **prospecting**

sign - *n* знак, символ; признак, примета

store - v хранить, накапливать *(о запасах)*

work - v работать; вынимать, извлекать *(уголь, руду);* вырабатывать; **workable -** *a* подходящий для работы, пригодный для разработки, рабочий *(о пласте);* рентабельный; **working -** *n* разработка, горная выработка

adit - *n* горизонтальная подземная выработка, штольня

angle - *n* угол

approximate - *a* приблизительный

bit - *n* режущий инструмент; буровая коронка, коронка для алмазного бурения; головка бура, сверло; **carbide bit** армированная коронка, армированный бур; **diamond bit -** алмазная буровая коронка

borehole - *n* скважина, буровая скважина

crosscut - *n* квершлаг

dip - *n* падение *(залежи);* уклон, откос; v падать

enable - v давать возможность или право *(что-л. сделать)*

exploit - v разрабатывать *(месторождение);* эксплуатировать; **exploitation** - *n* разработка; эксплуатация

measure - *n* мера; мерка; критерий; степень; *pl* свита, пласты; v измерять

overburden - *n* покрывающие породы, перекрывающие породы; верхние отложения, наносы; вскрыша

pit - *n* шахта; карьер, разрез; шурф

reliable - *a* надежный; достоверный

rig - *n* буровой станок, буровая вышка; буровая каретка; буровое оборудование

sample - *n* образец; проба; v отбирать образцы; опробовать, испытывать

section - *n* участок, секция, отделение, отрезок, разрез, профиль, поперечное сечение; **geological** ~ геологический разрез *(пород)*

sequence - *n* последовательность; порядок следования; ряд

sink (sank, sunk) - v проходить *(шахтный ствол, вертикальную выработку);* углублять; погружать; опускать; **sinking** - *n* проходка *(вертикальных или наклонных выработок);* **shaft sinking -** проходка ствола

slope - *n* наклон; склон; бремсберг; уклон; v клониться, иметь наклон; **sloping -** *a* наклонный; **gently sloping -** с небольшим наклоном

steep - *a* крутой, крутопадающий, наклонный

strike - *n зд.* простирание; v простираться; **across the strike -** вкрест простирания; **along (on) the strike** по простиранию

trench - *n* траншея, канава; котлован; v копать, рыть, шурфовать

to make use (of) использовать, применять

to take into consideration принимать во внимание; *syn* **take into account**

General Information on Mining

access - *n* доступ

affect - v воздействовать *(на что-л.);* влиять; *syn* **influence**

barren - *a* непродуктивный; пустой *(о породе)*

chute - *n* скат, спуск; углеспускная выработка; жёлоб

compare - v (with) сравнивать, проводить параллель

contribute - v способствовать, содействовать; делать вклад *(в науку);* **make a (one's) ~ to smth.** сделать вклад во что-л.

cross-section - *n* поперечное сечение, поперечный разрез, профиль

develop - v разрабатывать *(месторождение);* развивать *(добычу);* производить подготовительные работы; **development -** *n* подготовительные работы; развитие добычи; развитие

drift - *n* штрек, горизонтальная выработка

ensure - v обеспечивать, гарантировать; *syn* **guarantee**

face - *n* забой; лава

floor - л почва горной выработки, почва пласта (жилы); **quarry** ~ подошва карьера; пол, настил

govern - v править, управлять; руководить; определять, обусловливать

inclination - *n* уклон, скат, наклон *(пластов);* наклонение; **seam** ~ падение *(пласта);* наклон *(пласта)*

incline - *n* уклон, бремсберг, скат; наклонный ствол; **gravity** ~ бремсберг

inclined - *a* наклонный; **flatly** ~ слабо наклонный; **gently** ~ наклонного падения; **medium** ~ умеренно наклонный *(о пластах);* **steeply** ~ крутопадающий

level - *n* этаж, горизонт, горизонтальная горная выработка; штольня; уровень *(инструмент);* нивелир; ватерпас; горизонтальная поверхность

recover - v извлекать *(целики);* выбирать, очищать; добывать *(уголь и т.п.);* восстанавливать

remove - v удалять; убирать; устранять; перемещать; **removal -** *n* вскрыша; выемка; уборка *(породы);* извлечение *(крепи);* перемещение; **overburden** - удаление вскрыши

rib - *n* ребро; выступ; узкий целик, предохранительный целик; грудь забоя

roof - *n* крыша; кровля выработки; кровля пласта *(или* жилы); перекрытие; ~ **support -** крепление кровли

shaft - *n* шахтный ствол; **auxiliary** ~ вспомогательный ствол; **hoisting** ~ подъемный ствол; главный шахтный ствол

tabular - *a* пластовый (о *месторождении);* пластообразный; плоский; линзообразный; *syn* **bedded, layered**

waste - *n* пустая порода; отходы; *syn* **barren rock**

well - *n* буровая скважина; колодец, источник; водоем; зумф

capital investment - капитальные вложения

gate road - промежуточный штрек

in bulk - навалом, в виде крупных кусков

metal-bearing - содержащий металл

production face/working - очистной забой

productive mining - эксплуатационные работы

in view of - ввиду чего-л., принимая во внимание что-л.

with a view to - с целью

advantage - *n* преимущество; превосходство; выгода; польза; **advantageous** - *a* выгодный; благоприятный, полезный; **to take advantage of smth** воспользоваться чём-л.

caving - *n* обрушение *(кровли);* разработка с обрушением

deliver - v доставлять, подавать; питать; нагнетать; произносить *(речь);* читать *(лекцию)*

entry - *n* штрек; выработка горизонтальная; *pl* подготовительные выработки; нарезные выработки; штреки

giant - *n* гидромонитор

gravity - *n* сила тяжести; вес, тяжесть; **by ~** самотеком, под действием собственного веса

haul - v доставлять; откатывать; подкатывать; перевозить; **haulage** - *n* откатка; доставка; транспортировка *(по горизонтали)*

longwall - *n* лава; выемка лавами; сплошной забой, сплошная или столбовая система разработки; *syn* **continuous mining; ~ advancing on the strike** выемка лавами прямым ходом по простиранию; сплошная система разработки по простиранию; **~ advancing to the rise** сплошная система разработки с выемкой по восстанию; ~ to **the dip** сплошная система разработки с выемкой по падению; ~ **retreating** выемка лавами обратным ходом; столбовая система разработки лавами

lose (lost) - v терять; **loss -** *n* потеря, убыток

pillar - *n* целик; столб; **shaft** ~ околоствольный целик; ~ **method** столбовая система разработки; ~ **mining** выемка целиков

predominate - v преобладать, превалировать; превосходить; господствовать, доминировать

protect - v охранять, защищать

reach - v простираться, доходить до; добиваться, достигать

satisfy - v удовлетворятъ(ся)

shield - *n* щит; ~ **method** щитовой метод проходки, щитовой способ

room - *n* камера; очистная камера; **room-and-pillar method** камерно-столбовая система разработки

stowing - *n* закладка *(выработанного пространства)*

method of working система разработки

the sequence of working the seams - последовательность отработки пластов

goaf — завал; обрушенное пространство

double-ended drum bearer — комбайн с двойным барабаном

to identify — опознавать

appraisal — оценка

susceptibility — чувствительность

concealed — скрытый, не выходящий на поверхность

crusher — дробилка

concentration — обогащение

blending — смешивание; составление шихты

screen — сортировать (обыден. уголь); просеивать

froth floatation — пенная флотация

core drilling — колонковое бурение

to delineate — обрисовывать, описывать

lender — заимодавец

feasibility — возможность

in situ mining — повторная разработка месторождения в массиве

screening — просеивание; грохочение

processing — обработка, разделение минералов

Mining and Environment

break v **(broke**, **broken**) отбивать *(уголь или породу),* обрушивать кровлю; разбивать; ломать; л отбойка, обрушение; **break out** отбивать, производить выемку

(руды .или породы); расширять забой; **breakage** л разрыхление, дробление

drill - *n* бур; .перфоратор; бурильный молоток; сверло; v бурить; car ~ буровая тележка; **mounted** ~ перфоратор на колонке; колонковый бурильный молоток; **drilling -** *n* бурение

dump -*n* отвал *(породы);* склад угля; опрокид; **external** ~ внешний отвал; **internal** ~ внутренний отвал; v сваливать (в *отвал);* разгружать; отваливать; опрокидывать *(вагонетку);*

dumper опрокид; самосвал; отвалообразователь; **dumping** л опрокидывание; опорожнение; опрокид; *syn* **tip**

environment - *n* окружение; окружающая обстановка/среда

explode - v взрывать, подрывать; **explosion** - *n* взрыв; **explosive -** *n* взрывчатое вещество; *a* взрывчатый

friable - *a* рыхлый; хрупкий; рассыпчатый; слабый (о *кровле)*

handle - v перегружать; доставлять; транспортировать; управлять машиной; *n* ручка; рукоять; скоба; **handling** - *n* подача; погрузка; перекидка, доставка; транспортировка; обращение с машиной

heap - v наваливать; нагребать; *n* породный отвал, терриконик; *syn* **spoil ~, waste ~**

hydraulicklng - *n* гидродобыча; гидромеханизированная разработка

load - v нагружать, грузить, наваливать; *n* груз; нагрузка; **loader -** *n* погрузочная машина, навалочная машина, перегружатель; грузчик; **cutter-loader -** комбайн, комбинированная горная машина

lorry - *n* грузовик; платформа; *syn* **truck**

mention - v упоминать

overcasting - *n* перелопачивание *(породы)*

pump - *n* насос; **gravel** ~ песковый насос; **sludge** ~ шламовый насос; v качать; накачивать; откачивать

reclamation - *n* восстановление; осушение; извлечение крепи; ~ **of land** восстановление участка *(после открытых работ)*

sidecastiag - *n* внешнее отвалообразование

site - *n* участок, место; **building** ~ строительная площадка

slice - *n* слой; **slicing -** *n* выемка слоями, разработка слоями

strip - v производить вскрышные работы; разрабатывать; очищать *(лаву);* вынимать породу или руду; *n* полоса; **stripper -** *n* забойщик; вскрышной экскаватор; **stripping -** *n* открытая разработка, открытые горные работы; вскрыша; вскрытие наносов

unit - *n* агрегат; установка; устройство; прибор; узел; секция; деталь; машина; механизм; единица измерения; участок

washery - *n* углемойка; рудомойка; моечный цех

to attract smb's attention привлекать чье-л. внимание

backhoe - *n* обратная лопата

blast - *n* взрыв; v взрывать; дуть; продувать; **blasting** - *n* взрывание; взрывные работы; взрывная отбойка

block out - v нарезать залежь на блоки; нарезать столбы

clearing - *n* выравнивание почвы; планировка грунта

crash - v дробить; разрушать; обрушать(ся)

earth-mover - *n* землеройное оборудование; *syn* **excavator**

excavator - *n* экскаватор; **bucket-wheel** - роторный экскаватор; **multi-bucket** ~ многочерпаковый экскаватор; **single-bucket** - одночерпаковый экскаватор

grab - *n* грейфер, ковш, черпак; экскаватор; v захватывать;

grabbing - погрузка грейфером; захватывание

hoist - *n* подъемное установка (машина); подъемник; лебедка; v поднимать; **hoisting** шахтный подъем

plough - *n* струг

power shovel - *n* механическая лопата; экскаватор типа механической лопаты

range - *n* колебание в определенных пределах

rate - *n* норма; скорость, темп; коэффициент; степень; разрез; сорт; мощность; расход *(воды)*

remote - *a* отдаленный; ~ **control** дистанционное управление

result - v (in) приводить (к); иметь своим результатом; (from) следовать (из), происходить в результате

safety - *n* безопасность; техника безопасности

slope - *n* забой, сплошной забой, очистной забой; v очищать забой, вынимать породу, уголь; *syn* **face; sloping** очистные работы; очистная выемка; **open sloping** выемка с открытым забоем; **shrinkage sloping** выемка системой с магазинированием *(руды)*

support - v крепить; поддерживать; подпирать; *n* стойка; опора; поддержание; крепление; *syn* **timbering; powered roof** - механизированная крепь; **self-advancing powered roof** - передвижная механизированная крепь

1.4 Самостоятельное изучение тем курса (для заочной формы обучения)

Самостоятельное изучение тем курса предполагает изучение тем практических занятий, представленных в разделе 1, 2, 3 данных методических указаний студентами заочной формы обучения в межсессионный период.

1.5 Подготовка к контрольной работе и 1.6 Написание контрольной работы

Для выполнения контрольной работы студентами кафедрой подготовлены *Методические рекомендации и задания к контрольной работе для студентов данной специальности.*

II. Другие виды самостоятельной работы

2.1 Выполнение самостоятельного письменного домашнего задания (Подготовка к ролевой игре, к практико-ориентированным заданиям, опросу)

2.1.1 Подготовка к ролевой игре

Студенты получают ролевые карточки. Им необходимо обдумать свою роль, стратегию своей роли, вопросы и ответы.

Role card 1

Sasha

The worst thing about your house is lack of privacy. You share your room with a younger sister. You think she goes through all your stuff. She asks you ambarrassing questions about boys, makes little nasty comments about you.

Your parents treat you like a baby. Your father is too much interested in your studying and homework. Your mother makes you do the work about the house alone. You are going to leave home as soon as you are old enough.

- Collect all the arguments to explain your attitude to your family.
- Listen to what the members of your family are saying.
- Don’t interrupt them.
- Don’t forget that both parents and children are to blame in conflict situations.
- Be polite and friendly

Role card 2

Mother

Your daughter has written a letter of complaint to the youth magazine. She is not satisfied with your attitude to her. You have read this letter. You are worried about the situation in the family and have decided to discuss the problems with a family therapist.

- Say why you have invited the therapist
- Try to explain Sasha’s attitude to you and the whole family.
- Think of your questions to Sasha
- Be objective to her problems – you might have never taken them seriously!
- Try to analyse the situation, don’t criticize Sasha

- Follow the therapist's advice
- Be polite and friendly

Role card 3

Father

Your daughter is complaining that you treat her like a baby. You don't let her out at night during the week. You always ask her about the boys. You don't believe her when she says she doesn't have any homework to do. Your wife has invited a family therapist to discuss the problems of your family.

- Say what your attitude to the problem is
- Try to explain Sasha's attitude to you and the whole family.
- Think of your questions to Sasha
- Be objective to her problems – you might have never taken them seriously!
- Try to analyse the situation, don't criticize Sasha
- Follow the therapist's advice
- Be polite and friendly

Role card 4

Sister

Sasha is complaining that you don't help her with the work about the house. She also says that she can't keep anything secret in her room, you go through all her stuff. She is irritated by your behaviour. She is going to leave your home as soon as she is old enough.

- Say what your attitude to the problem is
- Try to explain Sasha's attitude to you and the whole family.
- Think of your questions to Sasha
- Be objective to her problems – you might have never taken them seriously!
- Try to analyse the situation, don't criticize Sasha
- Follow the therapist's advice
- Be polite and friendly

Role card 5

Family therapist

- Encourage all the members of the family to speak
- Take notes
- Ask questions
- Summarize what you have heard from all the members of the family
- Try to analyse the situation in a short report

2.1.2 Подготовка к практико-ориентированному заданию

Подготовьте устные высказывания по темам:

1. From the history of the Ural State Mining University.
2. Faculties and specialities of the University.
3. The layout of the Ural State Mining University.
4. Student's academic work.

Подготовьте письменные ответы на вопросы:

1. Where do you study?
2. What faculty do you study at?
3. How many faculties are there at the Ural State Mining University?
4. What year are you in?
5. What is your future speciality?
6. What specialities are there at your faculty?
7. When did you enter the University?

8. When was the Sverdlovsk Mining Institute founded?
9. When was it reorganized into the University?
10. In how many buildings is the Ural State Mining University housed?
11. In what building is your faculty housed?
12. Who is the dean of your faculty?
13. What books do you take from the library?
14. Where do you live?
15. Where do you usually have your meals?
16. How long does the course of studies for a bachelor's degree last?
17. How long do the students study for a Diplomate Engineer's course and a Magister's degree?
18. What subjects do you study this term?
19. What lectures and practical classes do you like to attend?
20. Where do the students have their practical work?
21. When do the students present their graduation papers for approval?
22. What graduates can enter the post-graduate courses?
23. What kind of sport do yon like?
24. Where do you go in for sports?

2.1.3 Подготовка к опросу

Ответьте на вопросы на иностранном языке:

1. What specialities does the geological faculty train geologic engineers in?
2. What problems does Geology study?
3. What branches is Geology divided into?
4. What does Economic Geology deal with?
5. What does mineralogy investigate?
6. What does paleontology deal with?
7. What is the practical importance of Geology?
8. Where do graduates of the geological faculty of the Mining University work?
9. What is your future speciality?
10. What kind of work do geologists-prospectors conduct?
11. What do geologists explore during the early stages of geological exploration?
12. What work do geologists conduct while working in. the field?
13. When do geologists start exploratory work?
14. What is the purpose of the exploratory work?
15. How is exploratory work conducted?
16. What contribution do geologists make to the development of the National Economy of our country?
17. What does hydrogeology deal with?
18. Where are ground waters used?
19. Where is thermal (hot) water used?
20. What must hydrogeologists do with ground waters which complicate construction work or mineral extraction?

2.2 Дополнительное чтение профессионально ориентированных текстов и выполнение заданий на проверку понимания прочитанного (по 2 текста на тему)

Text 1: A.M. Terpigorev (1873-1959)

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

to defend graduation paper (thesis) - защищать дипломную работу (диссертацию)

to pass an entrance examination - сдать вступительный экзамен

to get a higher education - получить высшее образование

to do one's best (one's utmost, all one can, everything in one's power) - сделать все возможное, не жалеть сил

to make contribution (to) - вносить вклад в *(науку, технику* и т.д.)

choose (chose, **chosen**) - v выбирать; **choice -** *n* выбор

collect - v собирать, коллекционировать

dangerous - *a* опасный

deposit - *n* месторождение, залежь; **bedded deposits -** пластовые месторождения

describe - v описывать, изображать; **description -** *n* описание; **descriptive -** *a* описательный

facility - *n (pl* **facilities)** средства; возможности; оборудование; устройства

fire damp - *n* рудничный газ, метан

harm - *n* вред; *v* вредить; **harmful -** *a* вредный

relate - v относиться, иметь отношение

safety - *n* безопасность; **mine safety** безопасность труда при горных работах; техника безопасности; **safety measures** меры безопасности; **safe -** *a* безопасный; надежный

seam - *n* пласт *(угля); syn* **bed, layer; flat seam** горизонтальный, пологопадающий пласт; **inclined seam** наклонный пласт; **steep seam** крутопадающий пласт; **thick seam** мощный пласт; **thin seam** тонкий пласт

state - *n* состояние; государство; штат; *a* государственный; v заявлять; констатировать; излагать

success - *v* успех; удача; **be a success** иметь успех; **successful** *a* успешный

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

Academician A.M. Terpigorev is a well-known mining engineer who successfully combined his practical experience with scientific research. He was bom in 1873 in Tambov. In 1892 he finished school with honours1 and decided to get a higher education. He chose the Mining Institute in St. Petersburg, passed all the entrance examinations successfully and became a student of the Mining Institute.

At the Institute he studied the full range of subjects2 relating to metallurgy, mining and mining mechanics.

At that time students' specialization was based on descriptive courses and elementary practical training. One of the best lecturers was A. P. Karpinsky. His lectures on historical geology were very popular.

During his practical training Terpigorev visited mines and saw that the miners' work was very difficult. While he was working in the Donbas he collected material for his graduation paper which he soon defended. The Mining of flat seams in the Donbas was carefully studied and described in it.

In 1897 Terpigorev graduated from the Institute with a first-class diploma of a mining engineer.

His first job as a mining engineer was at the Sulin mines where he worked for more than three years first as Assistant Manager and later as Manager.

From 1900 till 1922 Terpigorev worked at the Yekaterinoslav Mining Institute (now the Mining Institute in Dnepropetrovsk).

In 1922 he accepted an offer to take charge of the mining chair at the Moscow Mining Academy and moved to Moscow. From 1930 he headed the chairs5 of Mining Transport and Mining of Bedded Deposits at the Moscow Mining Institute.

Academician Terpigorev took a particular interest in mine safety. As a result of his investigations a series of safety measures in gassy collieries was worked out. For some time he was working on the problem of fire damp, the most harmful and dangerous of all the gases in mines.

His two-volume work Coal Mining and Mine Transport Facilities is a full description of the state of mechanization and the economy of the Donbas. His other works are about mining transport facilities, mechanization of coal mining and mining machinery. He is one of the pioneers in scientific methods of coal gasification.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. After school Terpigorev decided to work in a mine.
2. Terpigorev collected material for his graduation paper which dealt with mining thick seams in the Donbas.
3. For more than three years Terpigorev worked at the Sulin mines.
4. In 1922 Terpigorev accepted an offer to take charge of the mining chair at the Moscow Mining Institute.
5. He investigated the problems of mine safety.
6. He was one of the first to work on the problem of gasification of coal.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. When and where was Terpigorev born?
2. What institute did he graduate from?
3. What material did he collect while he was working in the Donbas?
4. Where did Terpigorev work from 1900 till 1922?
5. At what institute did Terpigorev head the chair of Mining Bedded Deposits?
6. What did Terpigorev take a particular interest in?
7. What works by Terpigorev do you know?
8. What problems do Terpigorev's works deal with?
9. What was the result of his investigations on mine safety?

3. Переведите следующие сочетания слов.

а) охрана труда в шахтах
б) подтверждать
в) добыча угля
г) эксплуатация месторождений
д) метан
е) принять предложение
ж) выполнить задачу, задание
з) горизонтальный пласт
и) собирать материал

1. поступить в институт
2. решать важные проблемы
3. выдающиеся исследователи
4. успешно провести эксперименты
5. выбрать профессию
6. описательный курс
7. происхождение железной руды
8. начальник шахты
9. мероприятия по охране труда

Text 2: A.P. Karpinsky (1847-1936)

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

abroad - *adv* за рубежом
confirm - v подтверждать; утверждать
consider - v считать, полагать, рассматривать
contribute - v вносить вклад; **contribution** вклад
crust - *n* земная кора
detailed - a подробный, детальный
elect - v избирать, выбирать *(голосованием);* назначать *(на должность)*
embrace - v охватывать; обнимать
entire - *a* весь, целый; полный; *syn* **whole**
exist – *v* существовать, быть, жить
foreign - *a* иностранный
former - *a* прежний

investigate - v исследовать; изучать

prominent - *a* знаменитый, выдающийся, известный; *syn* **remarkable, outstanding**

regularity - *n* закономерность

significant - *a* значительный; **significance -** *n* значение, важность; **exhaust the significance** исчерпывать значение

society – *n* общество

staff - *n* персонал; личный состав; штат

various - *a* различный, разный, разнообразный

to advance the view - высказывать мнение *(точку зрения)*

to be interested in - быть заинтересованным *(чём-л.),* интересоваться

to take (an) interest in - заинтересоваться *(чём-л.)*

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

V.A. Obruchev, I.M. Gubkin, A.Y. Fersman, V.I. Vernadsky and A. P. Karpinsky were the prominent Russian scientists who laid the foundation1 of the Russian school of geology and mining.

An entire epoch in the history of Russian geology is connected with Karpinsky's name. One of the greatest Russian geologists, he was a member and for some time President of the Academy of Sciences of the former USSR and a member of several Academies abroad. The Geological Society of London elected him a foreign member in 1901. His greatest contribution to geology was a new detailed geological map of the European part of Russia and the Urals.

For many years he headed the Russian Geological Committee the staff of which was made up of his pupils. He was one of those geologists who embraced the whole of geological science. He created the new stratigraphy of Russia. He studied the geological systems in various regions of the country and was the first to establish3 the regularity of the Earth's crust movement. His paleontological studies are of no less importance, especially those on palaeozoic ammonoids. He also took an interest in deposits of useful minerals and gave a classification of volcanic rocks. He advanced the view that petroleum deposits existed in Russian, which was confirmed later. He studied some ore and platinum deposits and may be justly considered5 the founder of practical geology of the Urals. He was the first Russian scientist who introduced microscope in the study of petrographic slides.

Karpinsky was a prominent scientist, an excellent man and citizen. He was one of the best lecturers at the Mining Institute in his time. He was also one of the greatest Russian scientists who later became the first elected President of the Academy of Sciences of the USSR. Students were attracted to him not only because he was a great scientist but also because of his charming personality and gentle manner.

Every geologist and every geology student knows very well Karpinsky's most significant work An Outline of the Physical and Geographical Conditions in European Russia in Past Geological Periods.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. Karpinsky was the first President of the Academy of Sciences.
2. He worked at the Mining Institute in St.Petersburg.
3. Karpinsky was a member of many Academies abroad.
4. Karpinsky made up a detailed map of the Asian part of our country.
5. He headed the Russian Geological Committee.
6. Karpinsky created a new branch of geology, namely stratigraphy.
7. He only tried to establish the regularity of the Earth's crust movement.
8. Karpinsky may be justly considered the founder of the practical geology of the Urals.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What society elected Karpinsky a foreign member and when?
2. Did he head the Russian Geological Committee or was he a member of that Committee?

3. Did Karpinsky investigate various regions of the Russian territory?
4. Which of his works are the most remarkable?
5. What can you say about Karpinsky's investigations in petrology?

3. Переведите следующие сочетания слов.

а) земная кора
б) составить подробную карту
в) замечательные работы
г) выдающийся ученый
д) залежи полезных ископаемых
е) научное общество
ж) избирать председателя (президента)
з) заложить основы школы
и) интересоваться геологией
к) высказать точку зрения
л) возглавлять комитет

Text 3: Sedimentary Rocks

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

cause - v заставлять; вызывать; влиять; причинять; *n* причина, основание; дело; общее дело; *syn* **reason**
clay - *n* глина; глинозем
consolidate - v твердеть, затвердевать, уплотнять(ся); укреплять; *syn* **solidify**
crust - *n* кора; *геол.* земная кора
decay - v гнить, разлагаться; *n* выветривание *(пород);* распад, разложение
derive - v (from) происходить, вести свое происхождение *(от);* наследовать
destroy - v разрушать; уничтожать; **destructive** *a* разрушительный
dissolve v растворять
expose - v выходить *(на поверхность);* обнажаться; **exposure -** *n* обнажение
external - *a* внешний
extrusive - *a* эффузивный, излившийся *(о горной породе)*
force - v заставлять, принуждать; ускорять движение; *n* сила; усилие
glacier - *n* ледник, глетчер
grain - *n* зерно; **angular grains -** угловатые зерна *(минералов);* **grained -** *a* зернистый
gravel - *n* гравий, крупный песок
internal - *a* внутренний
intrusive - *a* интрузивный, плутонический
iron - *n* железо
layer - *n* пласт
like - *a* похожий, подобный; *syn* **similar;** *ant* **unlike;** *adv* подобно
lime - *n* известь; **limestone -** *n* известняк
loose - *a* несвязанный, свободный; рыхлый
make up - v составлять; *n* состав *(вещества)*
particle - *n* частица; включение
peat - *n* торф; торфяник
represent - v представлять собою; означать; быть представителем; **representative** - представитель; **representative -** *a* характерный, типичный
rock – *n* горная порода; **igneous** - изверженная порода; **sedimentary** - осадочная порода
sand - *n* песок
sandstone - *n* песчаник; **fine-grained (medium-grained, coarse-grained)** - мелкозернистый (среднезернистый, грубозернистый) песчаник
sediment - *n* отложение; осадочная порода; **sedimentary -** *a* осадочный; **sedimentation -** *n* образование осадочных пород

schist - *n (кристаллический)* сланец; **schistose -** *a* сланцеватый, слоистый
shale - *n* сланец, сланцевая глина, глинистый сланец; **clay -** глинистый сланец; **combustible …, oil …** - горючий сланец
siltstone - *n* алеврит
stratification - *n* напластование, залегание
stratify - v напластовываться; отлагаться пластами; **stratified** *a* пластовый; *syn* **layered, bedded**
substance - *n* вещество, материал; сущность
thickness - *n* толщина, мощность
value - *n* ценность; важность; величина; значение; **valuable -** *a* ценный *(о руде)*
vary - v изменять(ся); отличать(ся); *syn* **differ, change (from); variable -** *a* переменный; непостоянный; **various** *a* различный; *syn* **different**

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

The rocks of the Earth's crust are divided into three main groups: sedimentary rocks, which consist of fragments or particles of pre-existing rocks; igneous rocks which have solidified from magma and metamorphic rocks. Metamorphic rocks have been derived from either igneous or sedimentary rocks.

Sedimentary rocks represent one of the three major groups of rocks that make up the crust of the Earth. Most sedimentary rocks have originated by sedimentation. They are layered or stratified. Thus, stratification is the most important characteristic of sediments and sedimentary rocks. It is necessary to note that the processes which lead to the formation of sedimentary rocks are going on around us.

Sediments are formed at or very near the surface of the Earth by the action of heat, water (rivers, glaciers, seas and lakes) and organisms.

It should be noted that 95 per cent of the Earth's crust is made up of igneous rocks and that only 5 per cent is sedimentary. In contrast, the amount of sedimentary rocks on the Earth's surface is three times that of igneous rocks.

Strictly speaking, sedimentary rocks form a very small proportion by volume of the rocks of the Earth's crust. On the contrary, about three quarters of the Earth's surface is occupied by sedimentary rocks. It means that most of sedimentary rocks are formed by sediments, accumulations of solid material on the Earth's surface.

The thickness of the layers of sedimentary rocks can vary greatly from place to place. They can be formed by the mechanical action of water, wind, frost and organic decay. Such sediments as gravel, sand and clay can be transformed into conglomerates, sandstones and clay schists as a result of the accumulation of materials achieved by the destructive mechanical action of water and wind.

Mechanical sediments can be unconsolidated and consolidated. For example, gravel, sand and clay form the group of unconsolidated mechanical sediments, because they consist of loose uncemented particles (grains).

On the Earth's surface we also find consolidated rocks, which are very similar to the loose sediments whose particles are firmly cemented to one another by some substance. The usual cementing substances are sand, clay, calcium carbonate and others. Thus sandstones are consolidated rocks composed of round or angular sand grains, more or less firmly consolidated. Like sand, sandstones can be divided into fine-grained, medium-grained and coarse-grained.

On the other hand, chemical sediments are the result of deposits or accumulations of substances achieved by the destructive chemical action of water. The minerals such as rock salt, gypsum and others are formed through sedimentation of mineral substances that are dissolved in water.

Sediments can also be formed by the decay of the remains of organisms, by the accumulation of plant relics.1 They are called organic sediments. Limestones, peat, coal, mineral oil and other sediments may serve as an example of organic sediments.

The most principal kinds of sedimentary rocks are conglomerate, sandstone, siltstone, shale, limestone and dolomite. Many other kinds with large practical value include common salt, gypsum, phosphate, iron oxide and coal.

As is known, water, wind and organisms are called external forces, because their action depends on the energy which our planet receives from the Sun.

1). Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. The rocks of the Earth's crust are divided into two main groups.
2. Igneous rocks are composed of particles of pre-existing rocks.
3. Sedimentary rocks are stratified.
4. Sediments are formed by the action of glaciers.
5. Igneous rocks make up 75 per cent of exposed rocks.
6. Conglomerates are formed as a result of the accumulation of materials caused by the destructive mechanical action of water.
7. Sandstones are consolidated rocks.
8. Clays are unconsolidated mechanical sediments.
9. Chemical sediments are formed by the destructive chemical action of water.
10. Peat and coal are the organic sediments which are of great practical value.
11. Clay schist was formed at the beginning of the sedimentation period and clay was formed later.

2). Ответьте на вопросы:

1. What main groups of rocks do you know?
2. Do sedimentary rocks consist of particles of pre-existing rocks?
3. How were igneous rocks formed?
4. Do you know how sedimentary rocks have originated?
5. What is the most important characteristic feature of sediments?
6. Do sedimentary rocks account for 10 per cent of the Earth's crust?
7. Is gravel consolidated mechanical sediment? And what about sand and clay?
8. What are cementing substances? Can calcium carbonate be used as a cementing substance?
9. Are there only fine-grained sandstones?
10. What can you say about chemical sediments?
11. Can you give an example of organic sediments? How are they formed?

3) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов.

1.	земная кора	а) sandstone
2.	растворяться в воде	б) fine-grained sand
3.	песчаник	в) the Earth's crust
4.	уплотненные осадки	г) exposed rocks
5.	изверженные породы	д) to dissolve in water
6.	мелкозернистый песок	е) like gypsum
7.	затвердевать	ж) consolidated sediments
8.	подобно гипсу	з) igneous rocks
9.	обнаженные породы	и) to solidify, to consolidate

б) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих сочетаний слов.

1.	coarse-grained sand	а) разрушительная сила воды
2.	siltstone and shale	б) пластовые месторождения
3.	the destructive action of water	в) доледниковый период

4.	existing rocks	г) крупнозернистый (грубо- зернистый) песок
5.	chemical decay	д) частицы вещества
6.	sedimentary rocks	е) алеврит и сланец
7.	stratified deposits	ж) существующие породы
8.	pre-glacial period	з) осадочные породы
9.	particles of a substance	и) химический распад

Text 4: Weathering of Rocks

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

contain - v содержать *(в себе),* вмещать
crack - *n* трещина; щель; v давать трещину; трескаться, раскалываться
contract - v сжиматься; сокращаться
dust - *n* пыль
expand - v расширяться); увеличивать(ся) в объеме; **expansion** *n* расширение; *ant* **contract**
fissure - *n* трещина *(в породе, угле);* расщелина; щель
fracture - *n* трещина; излом; разрыв; v ломать(ся); раздроблять *(породу)*
freeze - *v* замерзать; замораживать; застывать
gradual - *a* постепенный; **gradually** *adv* постепенно
hard - *a* твердый, жесткий; *ant* **soft;** тяжелый (о *работе); adv* сильно, упорно; **hardly** *adv* едва, с трудом
hole - *n* отверстие; скважина; шпур; шурф
influence - *n* влияние; v **(on, upon)** влиять (не *что-л.)*
lateral - *a* боковой
occur - *v* залегать; случаться; происходить; *syn* **take place, happen; occurrence -** *n* залегание; **mode of occurrence -** условия залегания
penetrate - *v* проникать *(внутрь),* проходить через *(что-л.)*
phenomenon - *n* явление; *pi* **phenomena**
pressure - *n* давление; **lateral pressure** боковое *(горизонтальное)* давление; **rock pressure** горное давление, давление породы
rate - *n* степень, темп; скорость, норма; производительность; сорт; *syn* **speed, velocity**
refer - v (to) ссылаться *(на что-л.);* относиться *(к периоду, классу)*
resist - *v* сопротивляться; противостоять; противодействовать; **resistance** - *n* сопротивление; **resistant -** *a* стойкий; прочный; сопротивляющийся
size - *n* размер; величина; класс *(угля)*
solution – *n* раствор; **soluble -** *a* растворимый; **solvent -** растворитель; *a* растворяющий
succession – *n* последовательность, непрерывный ряд; **in succession** последовательно
undergo (underwent, undergone) - *v* испытывать *(что-л.),* подвергаться *(чему-л.)*
uniform – *a* однородный; одинаковый
weathering - *n* выветривание; эрозия *(воздействию, влиянию и т.д.)*
to be subjected to подвергаться

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

All rocks which are exposed on the Earth's surface (high mountain peaks, deserts) are decomposed to a certain degree. The process of rock disintegration by the direct influence of local atmospheric conditions on the Earth's surface is called weathering. This phenomenon is often referred to in geology because weathering is an active process. It takes place in the upper layers of the Earth's crust.

The main cause of physical weathering is the change in temperature that takes place with the succession of day and night. This phenomenon can best be observed in the deserts and high mountains where the changes in temperature are common.

During the day under the influence of heat, rocks expand whereas at night they begin to contract. As rocks are generally composed of different minerals, their expansion and contraction do not occur uniformly. As a result of this rocks crack. At the beginning these cracks or fissures are hardly noticeable but gradually they become wider and deeper until the whole surface of rock is finally transformed into gravel, sand or dust.

In the regions of a moderate or cold climate, where the temperature in winter goes down to below 0 (zero), the decomposition of rocks is greatly facilitated by the action of water. When water freezes it increases in volume and develops enormous lateral pressure. Under the action of water, rocks decompose to pieces of varied forms and sizes.

The decomposition of rocks under the direct influence of heat and cold is called physical weathering.

Rocks are subjected not only to physical decomposition but also to chemical weathering, i.e. to the action of chemical agents, such as water, carbon dioxide and oxygen. In a general way, chemical weathering is an acid attack on the rocks of the Earth's crust, in particular an attack on the most abundant minerals — quartz (sand) and aluminosilicates (clays). Only few minerals and rocks are resistant to the action of natural waters. The solvent action of water is stronger when it contains carbon dioxide. Water causes more complex and varied changes. With the participation of oxygen and carbon dioxide up to 90 per cent of rocks is transformed into soluble minerals, which are carried away by the waters.

Organisms and plants also take part in the disintegration of rocks. Certain marine organisms accelerate the destruction of rocks by making holes in them to live in. The action of plants can often be even more destructive. Their roots penetrate into the fissures of rocks and develop the lateral pressure which fractures and destroys rocks.

1. Укажите, какие предложены соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. The process of sedimentation is called weathering.
2. The change in temperature causes physical weathering.
3. As a rule during the night rocks expand.
4. When freezing water decreases in volume and develops enormous lateral pressure.
5. The decomposition of rocks is due to the influence of heat and cold.
6. As a rule water contains dissolved mineral substances.
7. The solvent action of water is stronger when it does not contain carbon dioxide.
8. It should be noticed that the action of organisms and plants is destructive.
9. Certain marine organisms accelerate the destruction of rocks.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What process is called weathering?
2. What process is called physical weathering?
3. Where can the phenomenon of physical weathering be best observed?
4. What process is called chemical weathering?
5. What substances can act as solvents?
6. Are all minerals and rocks resistant to the action of natural waters or only few minerals and rocks can resist the action of water?
7. How do organisms act on the destruction of rocks?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. the Earth's surface
2. to be composed of different minerals
3. the expansion of rocks
4. changes in temperature

5. under the influence of heat
6. weathering
7. destructive forces
8. a great number of fractures
9. to penetrate into fissures

а) под влиянием тепла
б) разрушительные силы
в) выветривание
г) большое количество трещин
д) состоять из различных минералов
е) расширение пород
ж) проникать в трещины
з) изменения температуры
и) поверхность земли

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. увеличиваться в объеме
2. развивать боковое давление
3. способствовать разрушению пород
4. подвергаться гниению
5. растворять вещества
6. сопротивляться (чему-л.)
7. некоторые органические вещества
8. ускорять процесс выветривания
9. куски породы различных размеров

а) to facilitate the decomposition of rocks
б) to increase in volume
в) to resist (smth)
г) rock pieces of varied (different) sizes
д) to accelerate the process of weathering
е) to be subjected to decay
ж) to dissolve substances
з) to develop lateral pressure
и) certain organic substances

Text 5: Fossil Fuels

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

accumulate - v накапливать; скопляться
ancient - *a* древний, старинный; *ant* **modern**
associate - v связывать, соединять, ассоциироваться; *syn* **connect, link**
burn (burnt) - v сжигать; гореть; жечь
charcoal - *n* древесный уголь
convenient - *a* удобный, подходящий
crude - *a* сырой, неочищенный
dig (dug) - v добывать; копать; **digger -** n угольный экскаватор; землеройная машина
divide - v делить; (from) отделять; разделять
evidence - *n* доказательство; очевидность; признак(и)
fossil - *a* окаменелый, ископаемый; *n* ископаемое *(органического происхождения);* окаменелость
heat - v нагревать; *n* теплота
liquid - *a* жидкий; n жидкость; *ant* **solid**

manufacture - *v* изготовлять, производить; *syn* **produce**
mudstone - *n* аргиллит
purpose - *n* цель; намерение; *syn* **aim, goal**
shale - *n* глинистый сланец
the former … the latter - первый *(из вышеупомянутых)* последний *(из двух названных)*

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

The chief sources of energy available to man today are oil, natural gas, coal, water power and atomic energy. Coal, gas and oil represent energy that has been concentrated by the decay of organic materials (plants and animals) accumulated in the geologic past. These fuels-are often referred to as fossil fuels.

The word fossil (derived from the Latin fodere "to dig up") originally referred to anything that was dug from the ground, particularly a mineral. Today the term fossil generally means any direct evidence of past life, for example, the footprints of ancient animals. Fossils are usually found in sedimentary rocks, although sometimes they may be found in igneous and metamorphic rocks as well. They are most abundant in mudstone, shale and limestone, but fossils are also found in sandstone, dolomite and conglomerate.

Most fuels are carbon-containing substances that are burned in air. In burning fuels give off heat which is used for different purposes.

Fuels may be solid, liquid and gaseous. Solid fuels may be divided into two main groups, natural and manufactured. The former category includes coal, wood, peat and other plant products. The latter category includes coke and charcoal obtained by heating coal in the absence of air.

Liquid fuels are derived almost from petroleum. In general, natural petroleum, or crude oil, as it is widely known, is the basis of practically all industrial fuels. Petroleum is a mixture of hundreds of different hydrocarbons — compounds composed of hydrogen and carbon — together with the small amount of other elements such as sulphur, oxygen and nitrogen. Petroleum is usually associated with water and natural gas. It is found in porous sedimentary rocks where the geological formation allowed the oil to collect from a wide area. Petroleum is one of the most efficient fuels and raw materials.

Of gaseous fuels the most important are those derived from natural gas, chiefly methane or petroleum. Using gaseous fuels makes it possible to obtain high thermal efficiency, ease of distribution and control. Gas is the most economical and convenient type of fuels. Today gas is widely utilized in the home and as a raw material for producing synthetics.

Scientists consider that a most promising source of natural resources may be the floor of the sea, a subject which now has become an important field of research.

Generally speaking, all types of fossil fuels described in the text are of great economic importance as they represent the sources of energy the man uses today.

1. Укажете, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. Coal, water power and atomic energy are the only sources of energy available to man today.
2. Coal, wood and peat represent natural group of solid fuels.
3. As a rule fossil fuels are found in sedimentary rocks.
4. Crude oil is widely used for producing solid fuels.
5. Petroleum can be found in porous sedimentary rocks.
6. Gas is used to produce synthetic materials.
7. Not all types of fossil fuels burn.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What fuels are often referred to as fossil fuels?
2. What does the word fossil mean?
3. What rocks are most abundant hi fossil fuels?

4. What types of fossil fuels do you know?
5. Is coke a natural or manufactured solid fuel? And what can you say about coal and peat?
6. How are coke and charcoal produced?
7. What rocks is petroleum usually associated with?
8. What are the advantages of gaseous fuels?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов сочетаний слов.

1.	fossil fuel	а) дерево и торф
2.	raw material	б) небольшое количество аргиллита
3.	crude oil	в) органическое топливо
4.	the chief sources of energy	г) сланец и известняк
5.	to refer to	д) сырье
6.	any direct or indirect evidence of the deposit	е) материалы, содержащие углерод
7.	shale and limestone	ж) главные источники энергии
8.	carbon-containing materials	з) любые прямые или косвенные признаки месторождения
9.	wood and peat	и) сырая (неочищенная) нефть
10.	the small amount of mudstone	к) относиться к (чему-л.); ссылаться на (что-л.)

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов.

1.	древесный уголь и кокс	а) to collect data
2.	жидкое топливо	б) charcoal and coke
3.	накапливать	в) to be composed of limestones
4.	собирать данные	г) liquid fuel
5.	происходить от	д) to accumulate
6.	получать хорошие результаты	е) to derive from
7.	богатый горючими сланцами	ж) to obtain good results
8.	состоять из известняков	з) abundant in oil shales

Text 6: Coal and Its Classification

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

bench - *n* слой, пачка *(пласта)*
blend - v смешивать(ся); вклинивать(ся)
combustion - *n* горение, сгорание; **spontaneous combustion** самовоспламенение, самовозгорание
continuity - *n* непрерывность, неразрывность
domestic - *a* внутренний; отечественный
estimate - v оценивать; *n* оценка; смета
fault - *n* разлом, сдвиг *(породы);* сброс; **faulting** *n* образование разрывов или сбросов
fold - *n* изгиб, складка, флексура; **foulding -** *n* складчатость, смешение *(пласта)* без разрыва
inflame - v воспламеняться; загорать(ся); **inflammable** - *a* воспламеняющийся, горючий, огнеопасный; **flame** - *n* пламя
intermediate - *a* промежуточный; вспомогательный
liable - *a* (to) подверженный; подлежащий *(чему-л.)*
luster - *n* блеск *(угля, металла);* **lustrous -** *a* блестящий
matter - *n* вещество; материя
moisture - *n* влажность, сырость; влага
parting - *n* прослоек
plane - *n* плоскость; **bedding plane** плоскость напластования
rank - *n* класс, тип; **coal rank** группа угля, тип угля
regular - *a* правильный; непрерывный; *ant* **irregular** неправильный; неравномерный; **regularity** *n* непрерывность; правильность

similar - *a* похожий, сходный; подобный; *syn* **alike, the same as**
smelt - v плавить *(руду);* выплавлять *(металл)*
store - v запасать, хранить на складе; вмещать
strata - *n pl от* **stratum** пласты породы; свита *(пластов);* формация, напластования породы; *syn* **measures**
thickness - *n* мощность *(пласта, жилы)*
uniform - *a* однородный; равномерный; **uniformity** *n* однородность; единообразие
utilize - v использовать; *syn* **use, apply, employ**
volatile - *a* летучий, быстро испаряющийся

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

Coal is the product of vegetable matter that has been formed by the action of decay, weathering, the effects of pressure, temperature and time millions of years ago.

Although coal is not a true mineral, its formation processes are similar to those of sedimentary rocks.

Structurally coal beds are geological strata characterized by the same irregularities in thickness, uniformity and continuity as other strata of sedimentary origin. Coal beds may consist of essentially uniform continuous strata or like other sedimentary deposits may be made up of different bands or benches of varying thickness.

You can see a seam limited by two more or less parallel planes, a shape which is typical of sedimentary rocks. The benches may be separated by thin layers, of clay, shale, pyrite or other mineral matter, commonly called partings. Like other sedimentary rocks coal beds may be structurally disturbed by folding and faulting.

According to the amount of carbon coals are classified into: brown coals, bituminous coals and anthracite. Brown coals are in their turn subdivided into lignite and common brown coal. Although carbon is the most important element in coal, as many as 72 elements have been found in some coal deposits, including lithium, chromium, cobalt, copper, nickel, tungsten and others.

Lignite is intermediate in properties between peat and bituminous coal, containing when dry about 60 to 75 per cent of carbon and a variable proportion of ash. Lignite is a low-rank brown-to-black coal containing 30 to 40 per cent of moisture. Developing heat it gives from 2,500 to 4,500 calories. It is easily inflammable but burns with a smoky flame. Lignite is liable to spontaneous combustion. It has been estimated that about 50 per cent of the world's total coal reserves are lignitic.

Brown coal is harder than lignite, containing from 60 to 65 per cent of carbon and developing greater heat than lignite (4,000-7,000 calories). It is very combustible and gives a brown powder. Bituminous coal is the most abundant variety, varying from medium to high rank. It is a soft, black, usually banded coal. It gives a black powder and contains 75 to 90 per cent of carbon. It weathers only slightly and may be kept in open piles with little danger of spontaneous combustion if properly stored. Medium-to-low volatile bituminous coals may be of coking quality. Coal is used intensively in blast furnaces for smelting iron ore. There are non-coking varieties of coal.

As for the thickness, the beds of this kind of coal are not very thick (1-1.5 meters). The great quantities of bituminous coal are found in the Russian Federation.

Anthracite or "hard" coal has a brilliant lustre containing more than 90 per cent of carbon and low percentage of volatile matter. It is used primarily as a domestic fuel, although it can sometimes be blended with bituminous grades of coal to produce a mixture with improved coking qualities. The largest beds of anthracite are found in Russia, the USA and Great Britain.

Coal is still of great importance for the development of modern industry. It may be used for domestic and industrial purposes. Being the main source of coke, coal is widely used in the iron and steel industry. Lignite, for example either in the raw state or in briquetted form, is a source of industrial carbon and industrial gases.

There is a strong tendency now for increased research into new technologies to utilize coal. No doubt, coal will be used as a raw material for the chemical industry and petrochemical processes. All

these processes involve coal conversion which include gasification designed to produce synthetic gas from coal as the basis for hydrogen manufacture, liquefaction (разжижение) for making liquid fuel from coal and other processes.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. Anthracite coals may be divided into lignite and common brown coal.
2. Coals are ranked according to the percentage of carbon they contain.
3. Peat, with the least amount of carbon is the lowest rank, then comes lignite or brown coal.
4. Brown coal is hard and it is not liable to spontaneous combustion.
5. Bituminous coal weathers rapidly and one cannot keep it in open piles.
6. Being intensively used in the iron and steel industry bituminous coal varies from medium to high rank.
7. Anthracite or hard coal, the highest in percentage of carbon, can be blended with bituminous grades of coal.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What is the classification of coal based on?
2. Is carbon the only element in coal? (Prove it.)
3. Is lignite intermediate in properties between peat and bituminous coal?
4. What heat value does lignite develop when burnt?
5. What coals are liable to spontaneous combustion?
6. What is the difference between lignite and brown coal?
7. Is bituminous coal high- or low-volatile?
8. Does anthracite contain 90 per cent of carbon?
9. Where are the largest deposits of anthracite found? And what can you say about bituminous coal?
10. What do you know about the utilization of coal?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1.	spontaneous combustion	а) легковоспламеняющийся газ
2.	moisture and ash content	б) высокосортный уголь
3.	the most abundant variety	в) плавить железную руду
4.	in its turn	г) самовозгорание
5.	the amount of volatile matter	д) содержание влаги и золы
6.	easily inflammable gas	е) дымное пламя
7.	brilliant lustre	ж) наиболее широко распространенные угли
8.	to smelt iron ore	з) яркий блеск
9.	high-rank coal	и) в свою очередь
10.	a smoky flame	к) количество летучих веществ

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов н сочетаний слов:

1.	тип угля	а) heat value
2.	некоксующийся уголь	б) amount of carbon
3.	доменная печь	в) coal rank
4.	содержание углерода	г) to store coal
5.	смешиваться с другими углями	д) to weather rapidly
6.	улучшенного качества	е) non-coking coal
7.	складировать уголь	ж) blast furnace
8.	теплотворная способность	з) of improved quality
9.	быстро выветриваться	и) to blend with other coals

Text 7: General Information on Mining

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

access - *n* доступ

affect - v воздействовать *(на что-л.);* влиять; *syn* **influence**

barren - *a* непродуктивный; пустой *(о породе)*

chute - *n* скат, спуск; углеспускная выработка; жёлоб

compare - v (with) сравнивать, проводить параллель

contribute - v способствовать, содействовать; делать вклад *(в науку);* **make a (one's) ~ to smth.** сделать вклад во что-л.

cross-section - *n* поперечное сечение, поперечный разрез, профиль

develop - v разрабатывать *(месторождение);* развивать *(добычу);* производить подготовительные работы; **development -** *n* подготовительные работы; развитие добычи; развитие

drift - *n* штрек, горизонтальная выработка

ensure - v обеспечивать, гарантировать; *syn* **guarantee**

face - *n* забой; лава

floor - л почва горной выработки, почва пласта (жилы); **quarry** ~ подошва карьера; пол, настил

govern - v править, управлять; руководить; определять, обусловливать

inclination - *n* уклон, скат, наклон *(пластов);* наклонение; **seam** ~ падение *(пласта);* наклон *(пласта)*

incline - *n* уклон, бремсберг, скат; наклонный ствол; **gravity** ~ бремсберг

inclined - *a* наклонный; **flatly** ~ слабо наклонный; **gently** ~ наклонного падения; **medium** ~ умеренно наклонный *(о пластах);* **steeply** ~ крутопадающий

level - *n* этаж, горизонт, горизонтальная горная выработка; штольня; уровень *(инструмент);* нивелир; ватерпас; горизонтальная поверхность

recover - v извлекать *(целики);* выбирать, очищать; добывать *(уголь и т.п.);* восстанавливать

remove - v удалять; убирать; устранять; перемещать; **removal -** *n* вскрыша; выемка; уборка *(породы);* извлечение *(крепи);* перемещение; **overburden** - удаление вскрыши

rib - *n* ребро; выступ; узкий целик, предохранительный целик; грудь забоя

roof - *n* крыша; кровля выработки; кровля пласта *(или* жилы); перекрытие; ~ **support -** крепление кровли

shaft - *n* шахтный ствол; **auxiliary** ~ вспомогательный ствол; **hoisting** ~ подъемный ствол; главный шахтный ствол

tabular - *a* пластовый (о *месторождении);* пластообразный; плоский; линзообразный; *syn* **bedded, layered**

waste - *n* пустая порода; отходы; *syn* **barren rock**

well - *n* буровая скважина; колодец, источник; водоем; зумф

capital investment - капитальные вложения

gate road - промежуточный штрек

in bulk - навалом, в виде крупных кусков

metal-bearing - содержащий металл

production face/working - очистной забой

productive mining - эксплуатационные работы

in view of - ввиду чего-л., принимая во внимание что-л.

with a view to - с целью

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

As has been said, mining refers to actual ore extraction. Broadly speaking, mining is the industrial process of removing a mineral-bearing substance from the place of its natural occurrence in the Earth's crust. The term "mining" includes the recovery of oil and gas from wells; metal, non-metallic minerals, coal, peat, oil shale and other hydrocarbons from the earth. In other words, the work done to extract mineral, or to prepare for its extraction is called mining.

The tendency in mining has been towards the increased use of mining machinery so that modern mines are characterized by tremendous capacities. This has contributed to: 1) improving working conditions and raising labour productivity; 2) the exploitation of lower-grade metal-bearing substances and 3) the building of mines of great dimensions.

Mining can be done either as a surface operation (quarries, opencasts or open pits) or by an underground method. The mode of occurrence of the sought-for metallic substance governs to a large degree the type of mining that is practised. The problem of depth also affects the mining method. If the rock containing the metallic substance is at a shallow site and is massive, it may be economically excavated by a pit or quarry-like opening on the surface. If the metal-bearing mass is tabular, as a bed or vein, and goes to a great distance beneath the surface, then it will be worked by some method of underground mining.

Working or exploiting the deposit means the extraction of mineral. With this point in view a number of underground workings is driven in barren (waste) rock and in mineral. Mine workings vary in shape, dimensions, location and function.

Depending on their function mine workings are described as exploratory, if they are driven with a view to finding or proving mineral, and as productive if they are used for the immediate extraction of useful mineral. Productive mining can be divided into capital investment work, development work, and face or production work. Investment work aims at ensuring access to the deposit from the surface. Development work prepares for the face work, and mineral is extracted (or produced) in bulk.

The rock surfaces at the sides of workings are called the sides, or hi coal, the ribs. The surface above the workings is the roof in coal mining while in metal mining it is called the back. The surface below is called the floor.

The factors such as function, direct access to the surface, driving in mineral or in barren rock can be used for classifying mine workings:

I. Underground workings:

a) Long or deep by comparison with their cross-section may be: 1) vertical (shaft, blind pit); 2) sloping (slopes, sloping drifts, inclines); 3) horizontal (drifts, levels, drives, gate roads, adits, crosscuts).

b) Large openings having cross dimensions comparable with their length.

c) Production faces, whose dimensions depend on the thick ness of the deposit being worked, and on the method of mining it.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. As a rule, the term "mining" includes the recovery of oil and gas from wells as well as coal, iron ores and other useful minerals from the earth.
2. The increased use of mining machinery has greatly contributed to raising labour productivity and improving working conditions.
3. It is quite obvious that the problem of depth is not always taken into consideration in choosing the mining method.
4. Productive workings are usually used for the immediate extraction of useful mineral.
5. Underground workings are driven in barren rock or in mineral.
6. A shaft is a vertical underground working which is long and deep in comparison with its cross-section.
7. The surface above the mine working is usually called the floor.
8. The rock surfaces at the sides of mine workings arc called the ribs.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What is mining?
2. What has contributed to the better working conditions of the miners?
3. What factors influence the choice of the mining method?
4. In what case is useful mineral worked by open pits?
5. Are exploratory workings driven with a view to finding and proving mineral or are they driven for immediate extraction of mineral?
6. What is the difference between development and production work?
7. What main factors are used for classifying mine workings?
8. What do the dimensions of production faces depend on?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. direct access to the surface
2. open-cast mining
3. tabular (or bedded) deposits
4. oil well
5. underground workings
6. cross-section of a working
7. production face
8. the roof of the mine working
9. to drive mine workings in barren rock
10. to affect the mining method

а) нефтяная скважина
б) проходить горные выработки по пустой породе
в) влиять на метод разработки
г) прямой доступ к поверхности
д) пластовые месторождения
е) открытая разработка
ж) поперечное сечение выработки
з) подземные выработки
и) очистной забой
к) кровля горной выработки

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов сочетаний слов:

1. способствовать чему-л.
2. размер ствола
3. извлекать, добывать (уголь)
4. штреки и квершлаги
5. пустая порода
6. вообще говоря
7. удалять, перемещать (крепь, вскрышу и др.)
8. с целью ...
9. подготовительные работы
10. мощность пласта

а) thickness of a seam
б) shaft dimension
в) with a view to
г) to contribute to smth.
д) development work
е) to remove (timber, overburden, etc.)
ж) drifts (gate roads) and crosscuts
з) generally speaking

и) to recover (coal)
к) waste (barren) rock

Text 8: Methods of Working Bedded Deposits Underground

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

advantage - *n* преимущество; превосходство; выгода; польза; **advantageous** - *a* выгодный; благоприятный, полезный; **to take advantage of smth** воспользоваться чём-л.

caving - *n* обрушение *(кровли);* разработка с обрушением

deliver - v доставлять, подавать; питать; нагнетать; произносить *(речь);* читать *(лекцию)*

entry - *n* штрек; выработка горизонтальная; *pl* подготовительные выработки; нарезные выработки; штреки

giant - *n* гидромонитор

gravity - *n* сила тяжести; вес, тяжесть; **by ~** самотеком, под действием собственного веса

haul - v доставлять; откатывать; подкатывать; перевозить; **haulage** - *n* откатка; доставка; транспортировка *(по горизонтали)*

longwall - *n* лава; выемка лавами; сплошной забой, сплошная или столбовая система разработки; *syn* **continuous mining; ~ advancing on the strike** выемка лавами прямым ходом по простиранию; сплошная система разработки по простиранию; **~ advancing to the rise** сплошная система разработки с выемкой по восстанию; ~ to **the dip** сплошная система разработки с выемкой по падению; ~ **retreating** выемка лавами обратным ходом; столбовая система разработки лавами

lose (lost) - v терять; **loss -** *n* потеря, убыток

pillar - *n* целик; столб; **shaft** ~ околоствольный целик; ~ **method** столбовая система разработки; ~ **mining** выемка целиков

predominate - v преобладать, превалировать; превосходить; господствовать, доминировать

protect - v охранять, защищать

reach - v простираться, доходить до; добиваться, достигать

satisfy - v удовлетворятъ(ся)

shield - *n* щит; ~ **method** щитовой метод проходки, щитовой способ

room - *n* камера; очистная камера; **room-and-pillar method** камерно-столбовая система разработки

stowing - *n* закладка *(выработанного пространства)*

method of working система разработки

the sequence of working the seams - последовательность отработки пластов

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

The method of working (or method of mining) includes a definite sequence and organization of development work of a deposit, its openings and its face work in certain geological conditions. It depends on the mining plan and machines and develops with their improvements. A rational method of working should satisfy the following requirements in any particular conditions: 1) safety of the man; 2) maximum output of mineral; 3) minimum development work (per 1,000 tons output); 4) minimum production cost and 5) minimum losses of mineral.

Notwithstanding the considerable number of mining methods in existence, they can be reduced to the following main types: 1. Methods of working with long faces (continuous mining); 2. Methods of working with short faces (room-and-pillar). The characteristic feature of the continuous mining is the absence of any development openings made in advance of production faces. The main advantage of long continuous faces is that they yield more mineral. Besides, they allow the maximum use of combines (shearers), cutting machines, powered supports and conveyers. The longwall method permits an almost 100 per cent recovery of mineral instead of 50 to 80 per cent obtainable in room-and-pillar methods.

The basic principle of room-and-pillar method is that rooms from 4 to 12 meters wide (usually 6-7) are driven from the entries, each room is separated from each other by a rib pillar. Rib pillars are recovered or robbed after the rooms are excavated. The main disadvantage of shortwall work is a considerable loss of mineral and the difficulty of ventilation. In working bedded deposits methods of mining mentioned above may be used either with stowing or with caving.

In Russia, Germany (the Ruhr coal-field), France and Belgium nearly all the faces are now long ones. In Britain longwall faces predominate.

The USA, Canada, Australia and to some extent India are developing shortwall faces and creating the machines for them. In these countries shortwall faces are widely used.

In Russia the thick seams are taken out to full thickness up to 4.5 m thick if they are steep, and up to 3.5 m thick if they are gently sloping or inclined. In the Kuznetsk coal-field long faces are worked to the dip with ashield protection, using a method proposed by N.Chinakal. In shield mining coal is delivered to the lower working by gravity so that additional haulage is not required.

It should also be noted that in Russia hydraulic mining is widely used as it is one of the most economic and advantageous methods of coal getting. New hydraulic mines are coming into use in a number of coal-fields. Hydraulic mining is developing in other countries as well.

The aim of hydraulic mining is to remove coal by the monitors (or giants) which win coal and transport it hydraulically from the place of work right to the surface. It is quite obvious that the choice of the method of mining will primarily depend on the depth and the shape and the general type of the deposit.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. A definite sequence and organization of development work is called mining.
2. Mining methods in existence can be reduced to the two main types.
3. The depth and the shape of the deposit influence the choice of the method of working.
4. As is known, in Belgium all the faces are short now, in Great Britain they amount to 84 per cent.
5. In Australian collieries shortwall faces are widely used.
6. The room-and-pillar method is characterized by the absence of any development openings.
7. High-capacity monitors win coal and transport it hydraulically right to the surface.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What factors does mining depend on?
2. What is mining?
3. What are the most important factors which affect the choice of the method of working?
4. Do short faces or long faces predominate in Russia? What can you say about the Ruhr coal-field?
5. Is Canada developing shortwall faces or longwall faces?
6. What are the main disadvantages of shortwall faces?
7. What are the two main methods of working?
8. What is the main advantage of long continuous faces?
9. What methods of mining long faces do you know?
10. What method of mining is characterized by the absence of development openings?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов в сочетаний слов:

1.	development face	а) сплошная система разработки
2.	great losses	б) выемка целиков
3.	shield method of mining	в) подготовительный забой
4.	continuous mining	г) большие потери
5.	longwall advancing to the dip	д) удовлетворять требованиям
6.	the room-and-pillar method of mining	е) зависеть от геологических условий
7.	to open up a deposit	ж) выемка лавами прямым ходом по падению

8. pillar mining з) щитовая система разработки
9. to satisfy the requirements и) вскрывать месторождение
10. to depend upon the geological conditions к) камерно-столбовая система разработки

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. включать (в себя) а) safety
2. выемка лавами обратным ходом б) annual output
3. достигать 50% в) to involve
4. превышать 60% г) to propose a new method of mining
5. безопасность д) long wall retreating
6. годовая добыча е) in connection with difficulties
7. основной недостаток системы разработки ж) to exceed 60 per cent
8. под-этаж з) notwithstanding (in spite of)
9. крутопадающий пласт и) to reach 50 per cent
10. щитовая система разработки к) the main disadvantage of the method of mining
11. предложить новый способ разработки л) sublevel
12. в связи с трудностями м) the shield method of mining
13. несмотря на н) open up a deposit
14. вскрывать месторождение о) steep seam

2.3 Подготовка доклада

Подготовьте доклад по одной из предложенных тем.

1. Inigo Jones (1573-1652)
2. Christopher Wren (1632-1723)
3. Geoffrey Chaucer (1340-1400)
4. Samuel Johnson (1709-1784)
5. Alfred Tennyson (1809-1892)
6. Thomas Hardy (1840-1928)
7. John Milton (1608-1674)
8. William Makepeace Thackeray (1811-1863)
9. Henry Wadsworth Longfellow (1807 – 1882)
10. Joshua Reynolds (1723-1792)
11. Thomas More (1478 – 1535)
12. J.M.W. Turner (1775-1851)
13. Thomas Gainsborough (1727 – 1788)
14. Henry Moor (1898-1986)
15. Henry Irving (1838-1905)
16. William Gilbert (1836-1911)
17. Arthur Sullivan (1842-1900)
18. James Watt (1736 - 1819)
19. Thomas Telford (1757 - 1834)
20. Isambard Kingdom Brunel (1806 – 1859)
21. George Stephenson (1781 – 1848)
22. David Livingstone (1813 – 1873)
23. Tony Blair (1953)
24. Winston Churchill (1874 - 1965)
25. Margaret Hilda Thatcher (1925)
26. Sir Isaac Newton (1642 – 1727
27. Alexander Graham Bell (1847 - 1922)

28. Robert Burns (1759 – 1796)

Правила предоставления информации в докладе

Размер	**А4**
Шрифт	Текстовый редактор Microsoft Word, шрифт Times New Roman 12
Поля	слева – 2 см., сверху и справа – 1 см., снизу – 1
Абзацный отступ	1 см устанавливается автоматически
Стиль	Примеры выделяются курсивом
Интервал	межстрочный интервал – 1
Объем	1 -2 страницы (до 7 минут устного выступления)
Шапка доклада	***Иванова Мария Ивановна*** Екатеринбург, Россия ФГБОУ ВПО УГГУ, МД-13 НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА
	Список использованной литературы

Краткое содержание статьи должно быть представлено на 7-10 слайдах, выполненных в PowerPoint.

2.4 Подготовка к тесту

Тест направлен на проверку страноведческих знаний и знаний межкультурной коммуникации. Для этого студентам необходимо повторить материал, представленный в *Социально-культурной сфере общения* по теме «Страны изучаемого языка» (Я и мир). Для успешного написания теста изучите следующий материал:

THE GEOGRAPHICAL POSITION OF GREAT BRITAIN

The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland covers an area of some 244 thousand square miles. It is situated on the British Isles. The British Isles are separated from Europe by the Strait of Dover and the English Channel. The British Isles are washed by the North Sea in the east and the Atlantic Ocean in the west.

England is in the southern and central part of Great Britain. Scotland is in the north of the island. Wales is in the west. Northern Ireland is situated in the north-eastern part of Ireland.

England is the richest, the most fertile and most populated part in the country. There are mountains in the north and in the west of England, but all the rest of the territory is a vast plain. In the northwestern part of England there are many beautiful lakes. This part of the country is called Lake District.

Scotland is a land of mountains. The Highlands of Scotland are among the oldest mountains in the world. The highest mountain of Great Britain is in Scotland too. The chain of mountains in Scotland is called the Grampians. Its highest peak is Ben Nevis. It is the highest peak not only in Scotland but in the whole Great Britain as well. In England there is the Pennine Chain. In Wales there are the Cumbrian Mountains.

There are no great forests on the British Isles today. Historically, the most famous forest is Sherwood Forest in the east of England, to the north of London. It was the home of Robin Hood, the famous hero of a number of legends.

The British Isles have many rivers but they are not very long. The longest of the English rivers is the Severn. It flows into the Irish Sea. The most important river of Scotland is the Clyde. Glasgow stands on it. Many of the English and Scottish rivers are joined by canals, so that it is possible to travel by water from one end of Great Britain to the other.

The Thames is over 200 miles long. It flows through the rich agricultural and industrial districts of the country. London, the capital of Great Britain, stands on it. The Thames has a wide mouth, that's

why the big ocean liners can go up to the London port. Geographical position of Great Britain is rather good as the country lies on the crossways of the see routes from Europe to other parts of the world. The sea connects Britain with most European countries such as Belgium, Holland, Denmark, Norway and some other countries. The main sea route from Europe to America also passes through the English Channel.

United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland occupies the territory of the British Isles. They lie to the north-west of Europe.

Once upon a time the British Isles were an integral part of the mainland. As a result of sinking of the land surface they became segregated. Great Britain is separated from the continent by the English Channel. The country is washed by the waters of the Atlantic Ocean. Great Britain is separated from Belgium and Holland by the North Sea, and from Ireland — by the Irish Sea.

There are several islands along the coasts. The total area of the British Isles is 325 000 km2. The main islands are Great Britain and Ireland.

The surface of the country is much varied. Great Britain is the country of valleys and plains.

The insular geographical position of Great Britain promoted the development of shipbuilding, different trading contacts with other countries. It has also allowed the country to stay independent for quite a long period of time.

THE BRITISH PARLIAMENT

The British Parliament is the oldest in the world. It originated in the 12th century as Witenagemot, the body of wise councillors whom the King needed to consult pursuing his policy. The British Parliament consists of the House of Lords and the House of Commons and the Queen as its head.

The House of Commons plays the major role in law-making. It consists of Members of Parliament (called MPs for short). Each of them represents an area in England, Scotland, Wales and Ireland.

MPs are elected either at a general election or at a by-election following the death or retirement. Parliamentary elections are held every 5 years and it is the Prime Minister who decides on the exact day of the election. The minimum voting age is 18. And the voting is taken by secret ballot.

The election campaign lasts about 3 weeks, The British parliamentary system depends on political parties.

The party which wins the majority of seats forms the government and its leader usually becomes Prime Minister. The Prime Minister chooses about 20 MPs from his party to become the cabinet of ministers. Each minister is responsible for a particular area in the government. The second largest party becomes the official opposition with its own leader and «shadow cabinet». The leader of the opposition is a recognized post in the House of Commons.

The parliament and the monarch have different roles in the government and they only meet together on symbolic occasions, such as coronation of a new monarch or the opening of the parliament. In reality, the House of Commons is the one of three which has true power.

The House of Commons is made up of six hundred and fifty elected members, it is presided over by the speaker, a member acceptable to the whole house. MPs sit on two sides of the hall, one side for the governing party and the other for the opposition. The first 2 rows of seats are occupied by the leading members of both parties (called «front benches»). The back benches belong to the rank-and-life MPs.

Each session of the House of Commons lasts for 160-175 days. Parliament has intervals during his work. MPs are paid for their parliamentary work and have to attend the sittings.

As mention above, the House of Commons plays the major role in law making. The procedure is the following: a proposed law («a bill») has to go through three stages in order to become an act of Parliament; these are called «readings».

The first reading is a formality and is simply the publication of the proposal. The second reading involves debate on the principles of the bill; it is examination by parliamentary committee.

And the third reading is a report stage, when the work of the committee is reported on to the house. This is usually the most important stage in the process.

When the bill passes through the House of Commons, it is sent to the House of Lords for discussion, when the Lords agree it, the bill is taken to the Queen for royal assent, when the Queen sings the bill, it becomes act of the Parliament and the Law of the Land.

The House of Lords has more than 1000 members, although only about 250 take an active part in the work in the house. Members of this Upper House are not elected; they sit there because of their rank. The chairman of the House of Lords is the Lord Chancellor. And he sits on a special seat, called «Woolsack».

The members of the House of Lords debate the bill after it has been passed by the House of Commons. Some changes may be recommended and the agreement between the two houses is reached by negotiations.

BRITISH TRADITIONS AND CUSTOMS

British nation is considered to be the most conservative in Europe. It is not a secret that every nation and every country has its own customs and traditions. In Great Britain people attach greater importance to traditions and customs than in other European countries. Englishmen are proud of their traditions and carefully keep them up. The best examples are their queen, money system, their weights and measures.

There are many customs and some of them are very old. There is, for example, the Marble Championship, where the British Champion is crowned; he wins a silver cup known among folk dancers as Morris Dancing. Morris Dancing is an event where people, worn in beautiful clothes with ribbons and bells, dance with handkerchiefs or big sticks in their hands, while traditional music-sounds.

Another example is the Boat Race, which takes place on the river Thames, often on Easter Sunday. A boat with a team from Oxford University and one with a team from Cambridge University hold a race.

British people think that the Grand National horse race is the most exciting horse race in the world. It takes place near Liverpool every year. Sometimes it happens the same day as the Boat Race takes place, sometimes a week later. Amateur riders as well as professional jockeys can participate. It is a very famous event.

There are many celebrations in May, especially in the countryside.

Halloween is a day on which many children dress up in unusual costumes. In fact, this holiday has a Celtic origin. The day was originally called All Halloween's Eve, because it happens on October 31, the eve of all Saint's Day. The name was later shortened to Halloween. The Celts celebrated the coming of New Year on that day.

Another tradition is the holiday called Bonfire Night. On November 5, 1605, a man called Guy Fawkes planned to blow up the Houses of Parliament where the king James 1st was to open Parliament on that day. But Guy Fawkes was unable to realize his plan and was caught and later, hanged. The British still remember that Guy Fawkes' Night. It is another name for this holiday. This day one can see children with figures, made of sacks and straw and dressed in old clothes. On November 5th, children put their figures on the bonfire, burn them, and light their fireworks.

In the end of the year, there is the most famous New Year celebration. In London, many people go to Trafalgar Square on New Year's Eve. There is singing and dancing at 12 o'clock on December 31st.

A popular Scottish event is the Edinburgh Festival of music and drama, which takes place every year. A truly Welsh event is the Eisteddfod, a national festival of traditional poetry and music, with a competition for the best new poem in Welsh. If we look at English weights and measures, we can be convinced that the British are very conservative people. They do not use the internationally accepted measurements. They have conserved their old measures. There are nine essential measures. For general use, the smallest weight is one ounce, then 16 ounce is equal to a pound. Fourteen pounds is one stone.

The English always give people's weight in pounds and stones. Liquids they measure in pints, quarts and gallons. There are two pints in a quart and four quarts or eight pints are in one gallon. For length, they have inches: foot, yards and miles.

LONDON

As well as being the capital of England, London is the capital of the United Kingdom. London was founded by the Romans in 43 A.D. and was called Londinium. In 61 A.D. the town was burnt down and when it was rebuilt by the Romans it was surrounded by a wall. That area within the wall is now called the City of London. It is London's commercial and business centre. It contains the Bank of England, the Stock Exchange and the head offices of numerous companies and corporations. Here is situated the Tower of London.

The Tower was built by William the Conqueror who conquered England in 1066. He was crowned at Westminster Abbey. Now most of the Government buildings are located there.

During the Tudor period (16th century) London became an important economic and financial centre. The Londoners of the Elizabethan period built the first theatres. Nowadays the theatre land is stretched around Piccadilly Circus. Not far from it one can see the British Museum and the «Covent Garden» Opera House.

During the Victorian period (19th century) London was one of the most important centers of the Industrial Revolution and the centre of the British Empire. Today London is a great political centre, a great commercial centre, a paradise for theatre-goers and tourists, but it is also a very quiet place with its parks and its ancient buildings, museums and libraries.

LONDON

London is the capital of Great Britain, its political, economic and commercial center. It`s one of the largest cities in the world and the largest city in Europe. Its population is about 9 million. London is one of the oldest and most interesting cities in the world. Traditionally it`s divided into several parts: the City, Westminster, the West End and the East End.

They are very different from each other and seem to belong to different towns and epochs. The heart of London is the City, its financial and business center. Numerous banks, offices and firms are situated there, including the Bank of England, the Stock Exchange and the Old Bailey. Few people live here, but over a million people come to the City to work. There are some famous ancient buildings within the City. Perhaps the most striking of them in St. Paul`s Cathedral, the greatest of British churches. St. Paul`s Cathedral has always dominated the center of London. It stands on the site of former Saxon and Norman churches. They latter were destroyed in the Great Fire and the present building, completed in 1710, is the work of the eminent architect Sir Christopher Wren. It is an architectural masterpiece.

Londoners have a particular affection for St. Paul`s, which is the largest Protestant Church in England. Its high dome, containing the remarkable Whispering Gallery, is a prominent landmark towering above the multistoried buildings which line the river-bank.

The Tower of London was one of the first and most impressive castles built after the Norman invasion of England in 1066. Since the times of William I various kings have built and extended the Tower of London and used it for many purposes. The Tower has been used as a royal palace, an observatory, an arsenal, a state prison, and many famous and infamous people have been executed within its walls. It is now a museum. For many visitors the principal attraction is the Crown Jewels, the finest precious stones of the nation. A fine collection of armour is exhibited in the keep. The security of the Tower is ensured by a military garnison and by the Yeoman Warders or Beefeaters, who still wear their picturesque Tudor uniform.

Westminster is the historic, the governmental part of London. Westminster Abbey is a national shrine where the kings and queens are crowned and famous people are buried. Founded by Edward the Confessor in 1050, the Abbey was a monastery for along time. The present building dates largely from the times of Henry 3, who began to rebuild the church, a task which lasted nearly 300 years. The West towers were added in the eighteenth century. Since William I almost every English monarch has been

crowned in this great church, which contains the tombs and memorials of many of Britain`s most eminent citizens: Newton, Darwin, Chaucer, Dickens, Tennyson, Kipling and etc. One of the greatest treasures of the Abbey is the oaken Coronation Chair made in 1300. The Abbey is also known for its Poet`s Corner. Graves and memorials to many English poets and writers are clustered round about.

Across the road from Westminster Abbey is Westminster Palace, or the Houses of Parliament, the seat of the British Parliament. The Parliament of Great Britain and Northern Ireland consists of the House of Lords and the House of Commons. The House of Lords consists of just over 1,000 members of the different grades of nobility — dukes, marquises, earls, viscounts and barons.

The House of Commons consists of 650 members. They are elected by secret ballot by men and women aged 18 and over. Every Parliament is divided into Sessions. Each of these may last a year and usually begins early in November. The Clock Tower, which contains the hour-bell called Big Ben, is known over the world. The bell is named after Sir Benjamin Hall.

Buckingham Palace is the official residence of the Queen. The West End is the richest and most beautiful part of London. It is the symbol of wealth and luxury. The best hotels, shops, restaurants, clubs, and theatres are situated there. There are splendid houses and lovely gardens belonging to wealthy people.

Trafalgar Square is the geographical center of London. It was named in memory of Admiral Nelson`s victory in the battle of Trafalgar in 1805. The tall Nelson`s Column stands in the middle of the square. On the north side of Trafalgar Square is the National Gallery and the National Portrait Gallery.

Not far away is the British Museum — the biggest museum in London. It contains a priceless collection of ancient manuscripts, coins, sculptures, est., and is famous for its library.

The East End is the poorest district of London. There are a lot of factories, workshops and docks here. The streets are narrow, the buildings are unimpressive. The East End is densely populated by working class families.

PLACES OF INTERESTS IN GREAT BRITAIN

Britain is rich in its historic places which link the present with the past. The oldest part of London is Lud Hill, where the city is originated. About a mile west of it there is Westminster Palace, where the king lived and the Parliament met, and there is also Westminster Abby, the coronation church. Liverpool, the «city of ships», is England’s second greatest port, ranking after London. The most interesting sight in the Liverpool is the docks. They occupy a river frontage of seven miles.

The University of Liverpool, established in 1903, is noted for its School of Tropical Medicine. And in the music world Liverpool is a well-known name, for it’s the home town of «The Beatles».

Stratford-on-Avon lies 93 miles north-west of London. Shakespeare was born here in 1564, and here he died in 1616.

Cambridge and Oxford Universities are famous centers of learning. Stonehenge is a prehistoric monument, presumably built by Druids, members of an order of priests in ancient Britain. Tintagel Castle is King Arthur’s reputed birthplace. Canterbury Cathedral is the seat of the Archbishop of Canterbury, head of the Church of England.

The British Museum is the largest and richest museum in the world. It was founded in 1753 and contains one of the world’s richest collections of antiquities. The Egyptian Galleries contain human and animal mummies. Some parts of Athens’ Parthenon are in the Greek section.

Madam Tussaud’s Museum is an exhibition of hundreds of life-size wax models of famous people of yesterday and today. The collection was started by Madam Tussaud, a French modeller in wax, in the 18th century. Here you can meet Marilyn Monroe, Elton John, Picasso, the Royal Family, the Beatles and many others: writers, movie stars, singers, politicians, sportsmen, etc.

5. Подготовка к экзамену

Подготовка к экзамену включает в себя повторение всех изученных тем курса.

Билет на экзамен включает в себя тест и практико-ориентированное задание.

Наименование оценочного средства	*Характеристика оценочного средства*	*Методика применения оценочного средства*	*Наполнение оценочного средства в КОС*	*Составляющая компетенции, подлежащая оцениванию*
Экзамен:				
Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Тест состоит из 20 вопросов.	КОС - тестовые задания	Оценивание уровня знаний, умений, владений
Практико-ориентированное задание	Задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию	Количество заданий в билете – 1. Предлагаются задания по изученным темам в виде практических ситуаций.	КОС- Комплект заданий	Оценивание уровня знаний, умений и навыков

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

по дисциплине

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Направление подготовки

05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль)

Рациональное природопользование и экологический инжиниринг

Авторы: Кузнецов А.М., Тетерев Н.А.

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Безопасности горного производства	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
Елохин В.А.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 14.09.2021	Протокол № 2 от 08.10.2021
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....3

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА.....4
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ 5
ЕСТЕСТВЕННАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ОПАСНОСТЕЙ 5
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НОРМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ.....5
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.....5
ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ И ТРАВМАТИЗМ НА ПРОИЗВОДСТВЕ 5
УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ 5
СОЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА РАБОТНИКОВ……,..... 5
НАДЗОР И КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ОХРАНЫ ТРУДА.....5
ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА.....6
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ…….……,,,,,..... 7
ЗАКЛЮЧЕНИЕ…….,,..... 11
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ……,, 12

ВВЕДЕНИЕ

Современный человек живет в мире различного рода опасностей, т.е. явлений, процессов, объектов, постоянно угрожающих его здоровью и самой жизни. Не проходит и дня, чтобы газеты, радио и телевидение не принесли тревожные сообщения об очередной аварии, катастрофе, стихийном бедствии, социальном конфликте или криминальном происшествии, повлекших за собой гибель людей и громадный материальный ущерб.

По мнению специалистов, одной из причин создавшейся ситуации является недостаточный уровень образования – обучения и воспитания – человека в области обеспечения безопасной деятельности. Только постоянное формирование в людях разумного отношения к опасностям, пропаганда обязательности выполнения требований безопасности может гарантировать им нормальные условия жизни и деятельности.

В курсе БЖД излагаются теория и практика защиты человека от опасных и вредных факторов природного и антропогенного происхождения в сфере деятельности.

Данный курс предназначен для формирования у будущих специалистов сознательного и ответственного отношения к вопросам безопасности, для привития им теоретических знаний и практических навыков, необходимых для создания безопасных и безвредных условий деятельности в системе «человек – среда», проектирования новой безопасной техники и безопасных технологий, прогнозирования и принятия грамотных решений в условиях нормальных и чрезвычайных ситуаций.

В процессе изучения курса БЖД студенту предстоит решить следующие задачи: усвоить теоретические основы БЖД; ознакомиться с естественной системой защиты человека от опасностей; изучить систему искусственной защиты в условиях нормальных (штатных) и чрезвычайных (экстремальных) ситуаций; ознакомиться с проблемами заболеваемости и травматизма на производстве; изучить вопросы управления безопасностью деятельности.

Успешное изучение курса студентами возможно при наличии соответствующей учебной литературы. Предлагаемое вниманию студентов и преподавателей учебное пособие подготовлено в соответствии с учебной программой курса БЖД для студентов всех направлений и специальностей.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Она содержит названия разделов с указанием основных вопросов и разделов каждой темы. Каждая тема является основой вопросов на зачет. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература. При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.

2. По учебникам освойте каждый структурный элемент темы.

3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.

4. Ответьте на контрольные вопросы. При затруднениях в ответах на вопросы вернитесь к изучению рекомендованной литературы.

5. Законспектируйте материал. При этом конспект может быть написан в виде ответов на контрольные вопросы и упражнения.

При самостоятельной работе над указанными темами рекомендуется вести записи в конспектах, формируемых на лекционных занятиях по курсу, и в том порядке, в котором данные темы следуют по учебной программе.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Основные понятия и определения. Характеристика форм трудовой деятельности. Опасности среды обитания. Основные положения теории риска. Системный анализ безопасности. Принципы, методы и средства обеспечения безопасности.

ЕСТЕСТВЕННАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ОПАСНОСТЕЙ

Анатомо-физиологическая характеристика человека. Анализаторы человека. Защитные механизмы организма.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НОРМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ

Гелиофизические и метеорологические факторы. Производственная пыль. Механические опасности. Опасности при эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Механические колебания и волны. Электробезопасность. Электромагнитные излучения. Световой климат. Ионизирующие излучения. Световой климат. Ионизирующие излучения. Химические опасности. Биологические опасности. Психологические опасности. Экологические опасности. Социальные опасности. Санитарно-гигиенические требования к устройству и содержанию предприятий.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Общая характеристика чрезвычайных ситуаций. Стихийные бедствия. Аварии на особо опасных объектах экономики. Аварии на объектах горной промышленности и подземных геологоразведочных работ. Чрезвычайные ситуации, связанные с применением современных средств поражения. Прогнозирование и оценка обстановки при чрезвычайных ситуациях. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Устойчивость функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях. Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций. Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ И ТРАВМАТИЗМ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Заболеваемость. Травматизм. Методы анализа травматизма.

УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Правовые основы обеспечения безопасности деятельности. Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий труда. Время отдыха. Подготовка работников к безопасному труду. Система управления охраной труда на предприятии. Экономические аспекты охраны труда.

СОЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА РАБОТНИКОВ

НАДЗОР И КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ОХРАНЫ ТРУДА ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА

• КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные термины теории безопасности деятельности, дайте их определения.
2. Охарактеризуйте основные формы трудовой деятельности.
3. Что понимают под опасностью среды обитания? Как классифицируют опасности?
4. Сформулируйте аксиому о потенциальной опасности деятельности.
5. В чем состоит идентификация (распознавание) опасности?
6. Что такое квантификация опасностей?
7. Назовите методы анализа безопасности деятельности.
8. Приведите примеры расчета производственного риска.
9. В чем заключается концепция приемлемого риска?
10. Что такое управление риском?
11. Охарактеризуйте системный анализ безопасности деятельности.
12. Перечислите принципы, методы и средства обеспечения безопасности.
13. Изложите сущность естественной системы защиты человека от опасностей.
14. Дайте анатомо-физиологическую характеристику человека.
15. Какова роль анализаторов человека в обеспечении безопасности его деятельности?
16. Опишите зрительный, слуховой и обонятельный анализаторы.
17. Опишите вестибулярный, кинестетический и кожный анализаторы.
18. Что понимают под защитными механизмами человеческого организма?
19. Охарактеризуйте действие гелиофизических и метеорологических факторов на человека.
20. Какое действие оказывают высокие и низкие температуры, повышенная и пониженная влажность на организм человека?
21. Как действуют на организм человека вредные газы и пары?
22. В чем заключается вредное действие производственной пыли на организм? Как ведется борьба с пылью?
23. Назовите средства индивидуальной защиты работающих от пыли.
24. Как классифицируют механические опасности?
25. Перечислите методы и средства защиты от механических опасностей.
26. Укажите, как обеспечивается безопасность при эксплуатации сосудов, работающих под давлением.
27. Охарактеризуйте действие инфразвука и ультразвука на организм и меры защиты от них.
28. Объясните действие шума на организм. Перечислите методы и средства коллективной и индивидуальной защиты от шума.

29. Как борются с вибрацией на горных предприятиях?
30. Объясните действие электрического тока на организм человека.
31. Укажите опасности, связанные с применением электрического тока на горных предприятиях.
32. Назовите основные меры безопасности при эксплуатации электроустановок.
33. Перечислите средства индивидуальной защиты от поражения электрическим током.
34. В чем состоит молниезащита зданий и сооружений?
35. Назовите способы защиты работающих от воздействия электрических и электромагнитных полей.
36. Укажите меры защиты от инфракрасного, ультрафиолетового и лазерного излучений.
37. Как влияет освещение на условия труда? Перечислите виды освещения.
38. Укажите средства нормализации освещения производственных помещений, рабочих мест и горных выработок.
39. Охарактеризуйте виды ионизирующих излучений.
40. Назовите общие принципы защиты от ионизирующих излучений.
41. Охарактеризуйте методы и средства защиты от ионизирующих излучений.
42. Перечислите химические опасности (вредные вещества) и укажите меры защиты от них.
43. Назовите биологические опасности и меры защиты от них.
44. Что понимают под психологическими опасностями?
45. Какие естественные факторы воздействуют на биосферу Земли?
46. В чем заключается антропогенное воздействие на природу?
47. Назовите методы и средства обеспечения экологической безопасности на горных предприятиях.
48. Какие санитарно-гигиенические требования предъявляются к устройству и содержанию предприятий?
49. Что такое чрезвычайная ситуация?
50. Перечислите признаки, характеризующие чрезвычайные ситуации.
51. Как классифицируют чрезвычайные ситуации по причинам возникновения?
52. Охарактеризуйте стихийные бедствия. Укажите мероприятия по предупреждению и ликвидации последствий стихийных бедствий.
53. Перечислите виды аварий на особо опасных объектах экономики (народного хозяйства). В чем заключается профилактика возникновения аварий на таких объектах?
54. Какие аварии происходят на объектах горной промышленности? Укажите методы профилактики и ликвидации таких аварий.
55. Охарактеризуйте чрезвычайные ситуации, связанные с применением современных средств поражения.

56. Перечислите основные принципы и способы защиты населения от чрезвычайных ситуаций.
57. Какие действия надлежит выполнить населению при стихийных бедствиях и авариях?
58. Укажите действия населения при возникновении угрозы нападения противника.
59. Какие действия должно выполнять население в очагах поражения и после выхода из них?
60. Какие факторы влияют на устойчивость функционирования объектов экономики?
61. Перечислите основные мероприятия по повышению устойчивости функционирования объектов экономики.
62. Назовите принципы организации и проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСиДНР) в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени.
63. Какие приемы и способы проведения АСиДНР используются в очагах поражения?
64. Перечислите меры безопасности при проведении АСиДНР.
65. По каким признакам классифицируют травмы и несчастные случаи на производстве?
66. Перечислите причины травматизма.
67. Укажите причины несчастных случаев на шахтах.
68. Опишите порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве.
69. В чем заключается профилактика травматизма?
70. Какие методы используются при анализе травматизма?
71. Как расследуются профессиональные заболевания?
72. Кто назначает комиссию по расследованию профессионального заболевания?
73. Каким образом определяется окончательный диагноз острого профессионального заболевания?
74. Назовите меры профилактики профессиональных заболеваний.
75. Назовите меры профилактики производственного травматизма.
76. Изложите правовые основы обеспечения безопасности деятельности.
77. Какие обязанности возложены на администрацию предприятия по обеспечению охраны труда?
78. Перечислите виды подготовки работников к безопасному труду.
79. Что понимают под системой управления охраной труда на предприятиях?
80. Назовите основные нормативные документы, обеспечивающие безопасность деятельности.
81. Какова продолжительность ежедневной работы?
82. Какова профессиональная подготовка работников к безопасному труду?

83. Опишите систему управления охраной труда.
84. Назовите фонды охраны труда.
85. Чем обусловливается эффективность мероприятий по охране труда?
86. Опишите медицинское обслуживание работников.
87. Какие существуют льготы и компенсации за вредные и опасные условия труда?
88. Поясните суть обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.
89. Назовите обязательные принципы обязательного страхования от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний.
90. Кто имеет право на получение страховых выплат в случае смерти застрахованного?
91. Как осуществляются страховые выплаты по социальному страхованию?
92. Как начисляется пособие по временной нетрудоспособности?
93. Каков порядок привлечения к дисциплинарной ответственности?
94. Кто может привлекать к дисциплинарной ответственности.
95. Кто может привлекать к административной ответственности?
96. В каких случаях привлекают к уголовной ответственности?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В среде обитания человека постоянно присутствуют естественные, техногенные и антропогенные опасности.

Полностью устранить негативное влияние естественных опасностей человечеству до настоящего времени не удается. Реальные успехи в защите человека от стихийных явлений сводятся к определению наиболее вероятных зон их действия и ликвидации возникающих последствий.

Мир техногенных опасностей вполне познаваем, и у человека есть достаточно способов и средств для защиты.

Антропогенные опасности во многом обусловлены недостаточным вниманием человека к проблеме безопасности, склонностью к риску и пренебрежению опасностью. Часто это связано с ограниченными знаниями человека о мире опасностей и негативных последствиях их проявления. Воздействие антропогенных опасностей может быть сведено к минимуму за счет обучения населения и работающих основам безопасности жизнедеятельности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Безопасность жизнедеятельности [Текст]: учебное пособие / В.В. Токмаков, Ю.Ф. Килин, А.М. Кузнецов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский государственный горный университет. - 4-е изд., испр. и доп. - Екатеринбург: УГГУ, 2018. - 272 с.

Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / В.А. Подюков, В.В. Токмаков, В.М. Куликов ; под ред. В.В. Токмакова ; Уральский государственный горный уни-верситет. - 3-е изд., испр. и доп. - Екатеринбург : УГГУ, 2007. - 314 с.

Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник. 5-е изд., исправл. и доп. – М.: Изд-во «Юрай», 2015. – 702с.

Безопасность жизнедеятельности: энциклопедический словарь / под ред. проф. Русака О. Н. – СПб.: Инф-изд. агент «Лик», 2003.

Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / К. З. Ушаков, Н. О. Каледина, Б. Ф. Кирин, М. А. Сребный / под ред. К. З. Ушакова. – М.: Изд-во МГГУ, 2000. – 430 с.

Воронов Е. Т., Резник Ю. Н., Бондарь И. А. Безопасность жизнедеятельности. Теоретические основы БЖД. Охрана труда: учебное пособие. – Чита: Изд-во ЧитГУ, 2010. – 390 с.

Занько Н. К., Малаян К. Р., Русак О. Н. Безопасность жизнедеятельности: учебник. – М.: Лань, 2012. – 672 с.

Субботин А. И. Управление безопасностью труда: учебное пособие. – М.: Изд-во МГГУ, 2014. – 266 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

ЭЛЕКТИВНЫЕ КУРСЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТУ

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

1. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к практическим занятиям физической культурой и спортом 3
1.1. Планирование, формы и организация самостоятельных занятий 3
1.1.1. Утренняя физическая гимнастика 3
1.1.2. Упражнения в течение учебного дня… 4
1.1.3. Самостоятельные тренировочные занятия… 4
1.1.4. Методика самостоятельных тренировочных занятий 5
1.1.5. Особенности самостоятельных занятий для женщин 6
1.2 Самоконтроль занимающихся за состоянием своего организма 7
1.2.1 Оценка физического развития… 9
1.2.2. Оценка функционального состояния (подготовленности) 10
2. Другие виды самостоятельной работы
2.1 Самостоятельная подготовка к сдаче обязательных тестов оценки общей физической подготовленности 12
2.1.1 Тест на скоростно-силовую подготовленность (бег на 100 м) 12
2.1.2 Техника выполнения упражнения… 12
2.1.3 Методы самостоятельной тренировки 13
2.1.4. Средства тренировки быстроты 13
2.1.5. Подготовка и сдача контрольного норматива 14
2.2. Тест на силовую подготовленность для женщин 15
2.2.1. Техника выполнения упражнения… 15
2.3. Тест на силовую подготовленность для мужчин 15
2.3.1. Техника выполнения упражнения… 15
2.3.2. Методы развития силы 16
2.4. Тест на общую выносливость (бег 2000 и 3000 м) 17
2.4.1. Техника бега на длинные дистанции 17
2.4.3. Возможные ошибки и осложнения в ходе проведения Самостоятельных тренировок 18
3.Актуальность задачи повышения уровня готовности обучающихся к зачетным занятиям, на основе управляемой адаптации к смене видов учебно-познавательной деятельности 21

1. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к практическим занятиям физической культурой и спортом

1.1. Планирование, формы и организация самостоятельных занятий

Планирование самостоятельных занятий осуществляется студентами при консультации преподавателей и должно быть направлено на достижение единой цели – сохранение хорошего здоровья, поддержание высокого уровня физической и умственной работоспособности, достижение поставленной задачи.

Существуют три формы самостоятельных занятий:

1. Утренняя физическая гимнастика (УФГ).

2. Упражнения в течение учебного (рабочего) дня.

3. Самостоятельные тренировочные занятия.

1.1.1. Утренняя физическая гимнастика

Выполняется ежедневно. В комплекс УФГ следует включать упражнения для всех групп мышц, упражнения на гибкость и дыхание, бег, бег (прыжковые упражнения).

Не рекомендуется выполнять:

- упражнения статического характера;

- со значительными отягощениями;

- упражнения на выносливость.

При выполнении УФГ рекомендуется придерживаться определенной последовательности выполнения упражнений:

- медленный бег, ходьба (2-3 мин.);

- потягивающие упражнения в сочетании с глубоким дыханием;

- упражнение на гибкость и подвижность для мышц рук, шеи, туловища и ног;

- силовые упражнения без отягощений или с небольшими отягощениями для рук, туловища, ног (сгибание-разгибание рук в упоре лежа, упражнения с легкими гантелями, с эспандерами);

- различные наклоны в положении стоя, сидя, лежа, приседания на од-ной и двух ногах и др.;

- легкие прыжки или подскоки (например, со скалкой) – 20-30 с.;

- упражнения на расслабление с глубоким дыханием.

При составлении комплексов УФГ рекомендуется физиологическую нагрузку на организм повышать постепенно, с максимумом во второй половине комплекса. К концу выполнения комплекса нагрузка снижается и организм приводится в спокойное состояние.

Между сериями из 2-3 упражнений (а при силовых – после каждого) выполняется упражнение на расслабление или медленный бег (20-30с.).

УФГ должна сочетаться с самомассажем и закаливанием организма. Сразу же после выполнения комплекса УФГ рекомендуется сделать самомассаж основных мышечных групп ног, туловища, рук (5-7 мин.) и выполнить водные процедуры с учетом правил и принципов закаливания.

1.1.2. Упражнения в течение учебного дня

Выполняются в перерывах между учебными и самостоятельными занятиями.

Они обеспечивают предупреждение наступающего утомления, способствуют поддержанию высокой работоспособности на длительное время без перенапряжения.

При выполнении этих упражнений следует придерживаться следующих правил:

1. Проводить в хорошо проветренных помещениях или на открытом воздухе.

2. Растягивать и расслаблять мышцы, испытывающие статическую нагрузку.

3. Нагружать неработающие мышцы.

1.1.3. Самостоятельные тренировочные занятия

Можно проводить индивидуально или в группе из 3-5 человек и более. Групповая тренировка более эффективна, чем индивидуальная. Заниматься рекомендуется 3-4 раза в неделю по 1,5 -2 часа. Заниматься менее двух раз в неделю нецелесообразно, т.к. это не способствует повышению уровня

тренированности организма. Тренировочные занятия должны носить комплексный характер, т.е. способствовать развитию всего комплекса физических качеств, а также укреплению здоровья и повышению общей работоспособности организма.

Каждое самостоятельное тренировочное занятие состоит из трех частей:

1. Подготовительная часть (разминка) (15-20 мин. для одночасового занятия): ходьба (2-3 мин.), медленный бег (8-10 мин.), общеразвивающие упражнения на все группы мышц, соблюдая последовательность «сверху вниз», затем выполняются специально-подготовительные упражнения, выбор которых зависит от содержания основной части.

2. В основной части (30-40 мин.) изучаются спортивная техника и тактика, осуществляется тренировка развития физических, волевых качеств. При выполнении упражнений в основной части занятия необходимо придерживаться следующей последовательности:

После разминки выполняются упражнения, направленные на изучение и совершенствование техники, и упражнения на быстроту, затем упражнения для развития силы и в конце основной части занятия – для развития выносливости.

3. В заключительной части (5-10 мин.) выполняются медленный бег (3-8 мин.), переходящий в ходьбу (2-6 мин.), упражнения на расслабление в сочетании с глубоким дыханием, которые обеспечивают постепенное снижение тренировочной нагрузки и приведение организма в сравнительно спокойное состояние.

1.1.4. Методика самостоятельных тренировочных занятий

Методические принципы, которыми необходимо руководствоваться при проведении самостоятельных тренировочных занятий, следующие:

- принцип сознательности и активности предполагает углубленное изучение занимающимися теории и методики спортивной тренировки, осознанное отношение к тренировочному процессу, понимание целей и задач занятий, рациональное применение средств и методов тренировки в каждом занятии, учет

объема и интенсивности выполняемых упражнений и физических нагрузок, умение анализировать и оценивать итоги тренировочных занятий;

- принцип систематичности требует непрерывности тренировочного процесса, рационального чередования физических нагрузок и отдыха, преемственности и последовательности тренировочных нагрузок от занятия к занятию. Эпизодические занятия или занятия с большими перерывами (более 4-5 дней) неэффективны и приводят к снижению достигнутого уровня тренированности;

- принцип доступности и индивидуализации обязывает планировать и включать в каждое тренировочное занятие физические упражнения, по своей сложности и интенсивности доступные для выполнения занимающимися. При определении содержания тренировочных занятий необходимо соблюдать правила: от простого – к сложному, от легкого – к трудному, от известного – к неизвестному, а также осуществлять учет индивидуальных особенностей занимающихся: пол, возраст, физическую подготовленность, уровень здоровья, волевые качества, трудолюбие, тип высшей нервной деятельности и т.п. Подбор упражнений, объем и интенсивность тренировочных нагрузок нужно осуществлять в соответствии с силами и возможностями организма занимающихся;

- принцип динамичности и постепенности определяет необходимость повышения требований к занимающимся, применение новых, более сложных физических упражнений, увеличение тренировочных нагрузок по объему и интенсивности. Переход к более высоким тренировочным нагрузкам должен проходить постепенно с учетом функциональных возможностей и индивидуальных особенностей занимающихся.

Если в тренировочных занятиях был перерыв по причине болезни, то начинать занятия следует после разрешения врача при строгом соблюдении принципа постепенности. Вначале тренировочные нагрузки значительно снижаются и постепенно доводятся до занимающегося в тренировочном плане уровня.

Все выше перечисленные принципы находятся в тесной взаимосвязи. Это различные стороны единого, целостного повышения функциональных возможностей занимающихся.

1.1.5. Особенности самостоятельных занятий для женщин

Организм женщины имеет анатомо-физиологические особенности, которые необходимо учитывать при проведении самостоятельных занятий физическими упражнениями или спортивной тренировки. В отличие от мужского, у женского организма менее прочное строение костей, ниже общее развитие мускулатуры тела, более широкий тазовый пояс и мощнее мускулатура тазового дна. Для здоровья женщины большое значение имеет развитие мышц брюшного пресса, спины и тазового дна. От их развития зависит нормальное положение внутренних органов. Особенно важно развитие мышц тазового дна.

Одной из причин недостаточного развития этих мышц у студенток и работниц умственного труда является малоподвижный образ жизни. При положении сидя мышцы тазового дна не противодействуют внутрибрюшному давлению и растягиваются от тяжести лежащих над ними органов. В связи с этим мышцы теряют свою эластичность и прочность, что может привести к нежелательным изменениям положения внутренних органов и к ухудшению их функциональной деятельности.

Ряд характерных для организма женщины особенностей имеется и в деятельности сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной и других систем. Все это выражается более продолжительным периодом восстановления организма после физической нагрузки, а также более быстрой потерей состояния тренированности при прекращении тренировок.

Особенности женского организма должны строго учитываться в организации, содержании, методике проведения самостоятельных занятий. Подбор физических упражнений, их характер и интенсивность должны соответствовать физической подготовленности, возрасту, индивидуальным возможностям студенток. Необходимо исключать случаи форсирования

тренировок для того, чтобы быстро достичь высоких результатов. Разминку следует проводить более тщательно и более продолжительно, чем при занятиях мужчин. Рекомендуется остерегаться резких сотрясений, мгновенных напряжений и усилий, например, при занятиях прыжками и в упражнениях с отягощением. Полезны упражнения, в положении сидя, и лежа на спине с подниманием, отведением, приведением и круговыми движениями ног, с подниманием ног и таза до положения «березка», различного рода приседания.

Даже для хорошо физически подготовленных студенток рекомендуется исключить упражнения, вызывающие повышение внутрибрюшного давления и затрудняющие деятельность органов брюшной полости и малого таза. К таким упражнениям относятся прыжки в глубину, поднимание больших тяжестей и другие, сопровождающиеся задержкой дыхания и натуживанием.

При выполнении упражнений на силу и быстроту движений следует более постепенно увеличивать тренировочную нагрузку, более плавно доводить ее до оптимальных пределов, чем при занятиях мужчин.

Упражнения с отягощениями применяются с небольшими весами, сериями по 8-12 движений с вовлечением в работу различных мышечных групп. В интервалах между сериями выполняются упражнения на расслабление с глубоким дыханием и другие упражнения, обеспечивающие активный отдых.

Функциональные возможности аппарата кровообращения и дыхания у девушек и женщин значительно ниже, чем у юношей и мужчин, поэтому нагрузка на выносливость для девушек и женщин должна быть меньше по объему и повышаться на более продолжительном отрезке времени.

Женщинам при занятиях физическими упражнениями и спортом следует особенно внимательно осуществлять самоконтроль. Необходимо наблюдать за влиянием занятий на течение овариально-менструального цикла и характер его изменения. Во всех случаях неблагоприятных отклонений необходимо обращаться к врачу.

Женщинам противопоказаны физические нагрузки, спортивная тренировка и участие в спортивных соревнованиях в период беременности. После родов к

занятиям физическими упражнениями и спортом рекомендуется приступать не ранее чем через 8-10 месяцев.

1.2. Самоконтроль занимающихся за состоянием своего организма

Данные самоконтроля записываются в дневник, они помогают контролировать и регулировать правильность подбора средств, методику проведения учебно-тренировочных занятий. У отдельных занимающихся количество показателей самоконтроля в дневнике и порядок записи могут быть различными, но одинаково важно для всех правильно оценивать отдельные показатели, лаконично фиксировать их в дневнике.

В дневнике самоконтроля рекомендуется регулярно регистрировать:

- субъективные данные (самочувствие, сон, аппетит, болевые ощущения);

- объективные данные (частота сердечных сокращений (ЧСС), масса тела, тренировочные нагрузки, нарушения режима, спортивные результаты).

Субъективные данные:

Самочувствие - отмечается как хорошее, удовлетворительное или плохое. При плохом самочувствии фиксируется характер необычных ощущений.

Сон - отмечается продолжительность и глубина сна, его нарушения (трудное засыпание, беспокойный сон, бессонница, недосыпание и др.).

Аппетит - Отмечается как хороший, удовлетворительный, пониженный и плохой. Различные отклонения состояния здоровья быстро отражаются, поэтому его ухудшение, как правило, является результатом переутомления или заболевания.

Болевые ощущения - фиксируются по месту их локализации, характеру (острые, тупые, режущие и т.п.) и силе проявления.

Объективные данные:

ЧСС – важный показатель состояния организма. Его рекомендуется подсчитывать регулярно, в одно и то же время суток, в покое. Лучше всего утром, лежа, после пробуждения, а также до тренировки (за 3-5 мин) и сразу после спортивной тренировки.

Нормальными считаются следующие показатели ЧСС в покое:

- мужчины (тренированные/не тренированные) 50-60/70-80;

- женщины (тренированные/не тренированные) 60-70/75-85.

С увеличением тренированности ЧСС понижается.

Интенсивность физической нагрузки также определяться по ЧСС, которая измеряется сразу после выполнения упражнений.

При занятиях физическими упражнениями рекомендуется придерживаться следующей градации интенсивности:

- малая интенсивность – ЧСС до 130 уд/мин. При этой интенсивности эффективного воспитания выносливости не происходит, однако создаются предпосылки для этого, расширяется сеть кровеносных сосудов в скелетных мышцах и в сердечной мышце (целесообразно применять при выполнении разминки);

- средняя интенсивность от 130 до 150 уд/мин.;

- большая интенсивность – ЧСС от 150 до 180 уд/мин. В этой тренировочной зоне интенсивности к аэробным механизмам подключаются анаэробные механизмы энергообеспечения, когда энергия образуется при распаде энергетических веществ в условиях недостатка кислорода;

- предельная интенсивность – ЧСС 180 уд/мин. и больше. В этой зоне интенсивности совершенствуются анаэробные механизмы энергообеспечения.

Существенным моментом при использовании ЧСС для дозирования нагрузки является ее зависимость от возраста.

Известно, что по мере старения уменьшается возможность усиления сердечной деятельности за счет учащения сокращения сердца во время мышечной работы. Оптимальную ЧСС с учетом возраста при продолжительных упражнениях можно определить по формулам:

- для начинающих: ЧСС (оптимальная) = 170 – возраст (в годах)

- для занимающихся регулярно в течении 1-2 лет:

- ЧСС (оптимальная) = 180 – возраст (в годах)

Зависимость максимальной величины ЧСС от возраста при тренировке на выносливость можно определить по формуле:

- ЧСС (максимальная) = 220 – возраст (в годах)

Например, для занимающихся в возрасте 18 лет максимальная ЧСС будет равна 220-18=202 уд/мин.

Важным показателем приспособленности организма к нагрузкам является скорость восстановления ЧСС сразу после окончания нагрузки. Для этого определяется ЧСС в первые 10 секунд после окончания нагрузки, пересчитывается на 1 мин. и принимается за 100%. Хорошей реакцией восстановления считается:

- снижение через 1 мин. на 20%;

- через 3 мин. – на 30%;

- через 5 мин. – на 50%,

- через 10 мин. – на 70 – 75%. (отдых в виде медленной ходьбы).

Масса тела должна определяться периодически (1-2 раза в месяц) утром натощак, на одних и тех же весах. В первом периоде тренировки масса обычно снижается, а затем стабилизируется и в дальнейшем за счет прироста мышечной массы несколько увеличивается. При резком снижении массы тела следует обратиться к врачу.

Тренировочные нагрузки в дневник самоконтроля записываются коротко, вместе с другими показателями самоконтроля они дают возможность объяснить различные отклонения в состоянии организма.

Спортивные результаты показывают, правильно ли применяются средства и методы тренировочных занятий. Их анализ может выявить дополнительные резервы для роста физической подготовленности и спортивного мастерства.

В процессе занятий физическими упражнениями рекомендуется периодически оценивать уровень своего физического развития и физической (функциональной) подготовленности.

1.2.1. Оценка физического развития

Проводится с помощью антропометрических измерений: рост стоя и сидя, масса тела, окружность грудной клетки, жизненная емкость легких (ЖЁЛ) и сила кисти сильнейшей руки, которые дают возможность определить:

- уровень и особенности физического развития;

- степень его соответствия полу и возрасту;

- имеющиеся отклонения;

- улучшение физического развития под воздействием занятий физическими упражнениями.

Применяются следующие антропометрические индексы:

- Весо-ростовой показатель

- ВРП= масса тела (грамм.)/длина тела (см.)

Хорошая оценка:

- для женщин 360-405 г/см.;

- для мужчин 380-415 г/см.

Индекс Брока

Оптимальная масса тела для людей ростом от 155 до 165 см. равна длине тела в сантиметрах минус 100. При росте 165-175 см. вычитают 105, при росте более 175 см. – 110.

Силовой показатель (СП)

Показывает соотношение между массой тела и мышечной силой. Обычно, чем больше мышечная масса, тем больше сила. Силовой показатель определяется по формуле и выражается в процентах:

$$\frac{\text{сила (кг)}}{\text{общая масса тела (кг)}} \times 100$$

Для сильнейшей руки:

- для мужчин - 65-80%

- для женщин - 48-50%.

1.2.2. Оценка функционального состояния (подготовленности)

Определение резервных возможностей организма

Осуществляется с помощью физиологических проб сердечно-сосудистой (ССС) и дыхательной (ДС) систем.

Общее требования:

1. Проводить в одно и то же время суток.

2. Не ранее чем через 2 часа после приема пищи.

3. При температуре 18-20 градусов, влажности менее 60%.

Функциональная проба с приседанием

Проверяемый отдыхает стоя 3 мин., на 4-й мин. подсчитывается ЧСС за 15 с. с пересчетом на 1 мин. (исходная частота). Далее выполняется 20 приседаний за 40 с., поднимая руки вперед. Сразу после приседаний подсчитывается ЧСС в течение первых 15 с. с пересчетом на 1 мин. Определяется увеличение ЧСС после приседаний сравнительно с исходной в процентах.

Оценка:

- отлично – до 20%;

- хорошо – 20-40%;

- удовлетворительно – 40-65%;

- плохо – 66-75%;

- более 75%.

Ортостатическая проба

Применяется для оценки сосудистого тонуса.

Отдых 5 минут в положении лежа, подсчитывают ЧСС в положении лежа за 1 мин. (исходная ЧСС), после чего занимающийся встает, и снова подсчитывает пульс за 1 мин.

Оценка:

- «хорошо» - не более 11 ударов (чем меньше разница, тем лучше);

- «удовлетворительно» - от 12 до 18 ударов (потливость);

- «неудовлетворительно» - более 19 ударов (потливость, шум в ушах).

Проба Штанге (задержка дыхания на вдохе),

проба Генча (задержка дыхания на вдохе)

Оценивается устойчивость организма к недостатку кислорода, а также общий уровень тренированности.

После 5 мин. отдыха сидя, сделать 2-3 глубоких вдоха и выдоха, затем сделать полный вдох (выдох) и задержать дыхание. Отмечается время от момента задержания дыхания до ее прекращения.

Оценка	Юноши	Девушки
Отлично	90 сек	80 сек
Хорошо	80-89 сек	70-79 сек
Удовлетворительно	50-79 сек	40-69 сек
Неудовлетворительно	50 и ниже	40 и ниже

Проба Генча

Оценка	Юноши	Девушки
Отлично	45 сек	35 сек
Хорошо	40-44 сек	30-34 сек
Удовлетворительно	30-39 сек	20-29 сек
Неудовлетворительно	30 и ниже	20 и ниже

С нарастанием тренированности время задержания дыхания возрастает, при снижении или отсутствии тренированности – снижается.

Самоконтроль прививает занимающимся грамотное и осмысленное отношение к своему здоровью и к знаниям физической культурой и спортом, имеет большое воспитательное значение.

2. Другие виды самостоятельной работы

2.1. Самостоятельная подготовка к сдаче обязательных тестов оценки общей физической подготовленности

2.1.1 Тест на скоростно-силовую подготовленность (бег на 100 метров)

Нормативы:

- у студенток нормативы в беге на 100 метров следующие: 15.7 сек - 5 очков; 16,0 - 4; 17,0 -3; 17,9 - 2; 18,7 - 1.

- студенты должны показать результаты в следующих пределах: 13,2 сек - 5 очков; 13,8 - 4; 14,0 - 3; 14,3 - 2; 14,6 - 1.

2.1.2. Техника выполнения упражнения

При анализе бега на 100 м. принято выделять следующие основные фазы:

- старт и стартовый разгон;

- бег по дистанции;

- финиширование.

Старт и стартовый разгон

Существует два вида старта: низкий и высокий. Экспериментальные данные показывают, что новичкам и спортсменам 2-го разряда лучше применять высокий старт. Такая закономерность наблюдается до результата 11,4-11,6 с. и объясняется технической сложностью низкого старта. Поэтому следует ограничиться только овладением техникой высокого старта.

По команде «На старт» занимающийся подходит к стартовой линии, ставит сильнейшую (толчковую ногу) вплотную к линии, маховая нога располагается на 1,5-2 стопы назад на носок, расстояние между ними 15-20 см. Туловище выпрямлено, руки опущены, вес тела распределяется равномерно на обе ноги.

По команде «Внимание» вес тела переносится на впереди согнутую стоящую ногу, разноименная рука вперед. Проекция плеч находится за стартовой линией на расстоянии 5-8 см. Взгляд направлен вперед - вниз.

По команде «Марш» бегун мощно разгибает толчковую ногу и стремится максимально быстро вынести маховую ногу вперед с постановкой ее сверху вниз на дорожку. Руки работают максимально активно, плечевой пояс не закрепощен, кисти расслаблены. Стартовый разгон характеризуется постепенным увеличением длины шагов, уменьшением наклона туловища и приближением стоп к средней линии.

Бег по дистанции

Перед бегущим стоит задача удержать развитую горизонтальную скорость до финиша. Этому будет способствовать сохранение длины и частоты шагов.

Во время бега маховая нога ставится с носка спереди проекции общего центра тяжести тела (ОЦТТ) сверху вниз. Взаимодействие маховой ноги с грунтом называется передним толчком. Задний толчок выполняется мощным разгибанием бедра и сгибанием стопы. Голова держится прямо. Руки согнуты (угол сгибания в локтевых суставах примерно 90 град.).

При движении руки вперед кисть поднимается до уровня плеч. Назад рука отводится до «отказа» и угол сгибания в локтевом суставе увеличивается. Пальцы рук слегка согнуты.

Финиширование

Наклон туловища увеличивается. На последних метрах дистанции необходимо стремиться не потерять свободы движений и пробегать финиш без снижения скорости.

2.1.3. Методы самостоятельной тренировки

- Повторный метод - повторное выполнение упражнений с около-предельной и предельной скоростью. Отдых продолжается до восстановления. Упражнения повторяются до тех пор, пока скорость не начнет снижаться.

- Переменный метод - когда пробегаются дистанции, например, с варьированием скорости и ускорения. Цель - исключить стабилизацию скорости («скоростной барьер»).

- Соревновательный метод - предполагает выполнение упражнений на быстроту в условиях соревнований. Эмоциональный подъем на соревнованиях способствует мобилизации на максимальные проявления быстроты, позволяет выйти на новый рубеж скорости.

2.1.4. Средства тренировки быстроты

Частоту движений, а вместе с ней и быстроту циклических движений развивают с помощью упражнений, которые можно выполнять с максимальной скоростью, а также с помощью скоростно-силовых упражнений для ациклических движений. При этом упражнения должны отвечать следующим требованиям:

- техника упражнений должна обеспечивать выполнение движений на предельных скоростях;

- упражнения должны быть хорошо освоены, чтобы не требовалось волевого усилия для их выполнения;

- продолжительность упражнений должна быть такой, чтобы скорость не снижалась вследствие утомления - 20-22 с.

Основным средством отработки бега по дистанции является бег с максимальной скоростью. Такой бег выполняется 5-6 раз по 30-40 метров. В тренировке можно чередовать бег в обычных, облегченных (с горки, угол 4-5 град.) и затрудненных (в горку или с сопротивлением) условиях.

Для развития скоростной выносливости рекомендуется пробегать большую дистанцию (120-150 м), когда очередная пробежка начинается при пульсе 120 уд/мин.

Для тренировки в беге на 100 метров следует использовать кроссы (6 км, 30 мин), повторный бег на отрезках 200 м в 3/4 силы. Спортивные игры (баскетбол, футбол) также приносят пользу в развитии быстроты.

Можно рекомендовать и упрощенную методику, обеспечивающую минимально необходимый уровень подготовленности:

- повторный метод - в одном занятии 3-4 пробегания по 20-30 метров с максимальной скоростью и интервалами отдыха для восстановления пульса до 110-120 уд/мин;

- переменный метод - пробегание 2-х отрезков по 30 метров с максимальной скоростью и последующим переходом на спокойный бег 150--200 метров. Выполняется 3-4 подхода.

Для ощутимого сдвига в подготовленности такие тренировки рекомендуется проводить 3-4 раза в неделю.

2.1.5. Подготовка и сдача контрольного норматива

При подготовке к сдаче бега на 100 метров следует учитывать общие требования по питанию при занятиях физическими упражнениями:

1. По времени - прием пищи не менее чем за 2-3 часа.

2. По составу - не есть тяжелой пищи (мясо, яйца, масло, молочные продукты, жирную, долго перевариваемую пищу).

Не рекомендуется выходить на старт с переполненным желудком.

Непосредственно перед сдачей норматива необходимо провести разминку с использованием специальных упражнений:

1. Бег с высоким подниманием бедра.

2. Бег с «захлестыванием» голеней назад.

3. Семенящий бег.

4. Прыжки с ноги на ногу (шаги).

5. Бег в упоре стоя у гимнастической стенки.

6. Бег с ускорением с высокого старта с подачей стартовых команд (2-3 ускорения по 10-15 метров).

Разминка заканчивается за 10 минут до старта.

Непосредственно перед стартом нельзя отдыхать лежа, сидя, необходимо постоянно находиться в движении (прохаживаться, выполнять упражнения на растяжку). Частота сердечных сокращений непосредственно перед стартом должна быть 110 – 120 уд/мин.

Психологическая подготовка заключается в мысленном «прокручивании» в голове этапов преодоления дистанции: старта, стартового разбега, бега по дистанции, финиширования с концентрацией внимания на технике выполнения каждого этапа.

При выполнении теста не разрешается:

- наступать на линию старта (стартовая линия входит в дистанцию);

- перебегать на соседние дорожки.

2.2. Тест на силовую подготовленность для женщин

(поднимание (сед) и опускание туловища из положения лежа, ноги закреплены, руки за головой)

Нормативы: 60 раз - 5 очков, 50 - 4, 40 - 3, 30 - 2, 20 - 1.

Это упражнение используется для оценки развития мышц живота (брюшного пресса).

О мышцах брюшного пресса следует сказать особо. Эта группа мышц участвует в большинстве движений. Она создает хороший «мышечный корсет»,

охватывающий брюшную полость и способствующий нормальному функционированию внутренних органов, что положительно влияет на состояние здоровья.

2.2.1. Техника выполнения упражнения

И.п. (исходное положение) – лежа на спине, ноги согнуты в коленях, стопы прижаты к полу, руки в замок за головой, локти разведены.

Это силовое упражнение состоит из 4-х фаз:

- поднимание туловища;

- фиксация его в вертикальном положении;

- опускание;

- пауза в горизонтальном положении.

Голова держится прямо, локти в стороны, дыхание ритмично.

2.3. Тест на силовую подготовленность для мужчин (подтягивание на перекладине)

Учебной программой по физической культуре предусмотрено тестирование студентов для определения уровня их силового развития. Нормативы следующие: 15 раз - 5 очков, 12 - 4, 9 - 3, 7 - 2, 5 - 1;

2.3.1. Техника выполнения упражнения

Каждый цикл подтягивания в висе на перекладине включает:

- исходное положение - вис на вытянутых руках хватом сверху (большими пальцами внутрь);

- подъем до пересечения подбородком линии перекладины;

- опускание в исходное положение.

При выполнении теста разрешается сгибание, разведение ног, запрещаются рывковые движения туловищем и руками, хлестовые движения ногами. Выполнение засчитывается только при полном выпрямлении рук в локтевых суставах.

Наиболее экономично подтягивание при хвате рук на ширине плеч. Если кисти рук расположены ближе друг к другу, то положение тела становится менее устойчивым и отклонения придется компенсировать за счет дополнительных

мышечных усилий, что будет увеличивать энерготраты и снижать результат. Возрастают энерготраты и при широком хвате (шире плеч). Это связано с тем, что для фиксации лопаток при широком хвате требуется большая, чем при хвате на ширине плеч, сила мышц, приближающих лопатки к позвоночному столбу.

Опускание в вис (в исходное положение) после подтягивания должно выполняться спокойно. Дыхание не задерживается.

2.3.2. Методы развития силы

На практике распространены следующие методы силовой подготовки:

- метод максимальных усилий;
- метод повторных усилий;
- метод динамических усилий.

Согласно методу максимальных усилий выполнение упражнений организуется таким образом, чтобы занимающийся смог подтянуться 1-3 раза в одном подходе (при условии, что он способен самостоятельно подтянуться как минимум 2-3 раза). Такое достигается за счет применения дополнительного внешнего отягощения. Делается 5-6 подходов с перерывами 2-4 минуты.

По методу повторных усилий подтягивания в одном подходе выполняются до «отказа». Если занимающийся имеет максимальный индивидуальный показатель 10-15 подтягиваний и более, то следует применять отягощение весом 30-70% от максимального. Например, занимающийся может подтянуться 1 раз с максимальным отягощением 10 кг. Значит, для тренировки по методу повторных усилий следует подобрать вес отягощения 3-7 кг. Выполняется 3-6 подходов с отдыхом между ними 2-4 мин.

Разнообразить упражнения можно, применяя метод динамических усилий. Если занимающийся легко выполняет 10-15 подтягиваний, то следует применять отягощения до 30% от максимального. В одном подходе 10-15 повторений. Темп - максимально быстрый. Всего 3-6 подходов. Во время отдыха следует добиваться наиболее полного восстановления, чтобы в следующем подходе выполнить упражнение без существенной потери скорости.

Сравнивая динамический и статический методы развития силы, необходимо отметить следующее:

- При динамическом режиме работы мышц происходит достаточное кровоснабжение. Мышца функционирует как насос - при расслаблении наполняется кровью и получает кислород и питательные вещества.

- Во время статического усилия мышца постоянно напряжена и непрерывно давит на кровеносные сосуды. В результате она не получает кислород и питательные вещества. Это ограничивает продолжительность работы мышц.

2.4. Тест на общую выносливость - бег 2000 и 3000 метров

Нормативы:

- студентки - бег 2000 метров - 10 мин.15 сек. - 5 очков; 10.50 - 4; 11.15 - 3; 11.50 - 2; 12.15 - 1;

- студенты - бег 3000 метров - 12.00 - 5; 12.35 - 4; 13.10 - 3; 13.50 - 2; 14.00 - 1.

2.4.1. Техника бега на длинные дистанции

Бег на средние и длинные дистанции начинается с высокого старта. По команде «На старт!» бегун ставит у линии более сильную ногу, а другую отставляет назад на носок (на 30 – 50 см), немного сгибает ноги, туловище наклоняет вперед и тяжесть тела переносит на впереди стоящую ногу. По команде «Марш!» бегун начинает бег, делая первые шаги в большом наклоне, который постепенно уменьшается. Длина шагов увеличивается, бег ускоряется, бегун набирает скорость и в короткое время переходит к свободному бегу на дистанции. Бег на дистанции. Во время бега на дистанции туловище вертикально или слегка наклонено вперед (5-7°). Небольшой наклон туловища вперед позволяет лучше использовать силы отталкивания и быстрее продвигаться вперед. Слишком большой наклон приводит к «падающему» бегу, при котором труднее выносить вперед согнутую ногу, в связи с чем уменьшается длина шага, а следовательно, и скорость бега. Кроме того, при большом наклоне постоянно напряжены мышцы, удерживающие туловище от увеличивающегося наклона. Отсутствие наклона ухудшает условия отталкивания, однако улучшает возможность выноса вперед

согнутой в коленном суставе свободной ноги. При правильном положении туловища создаются благоприятные условия для работы мышц и внутренних органов. Наклон туловища у бегунов изменяется в пределах 2-3°: увеличивается к моменту отталкивания и уменьшается в полетной фазе. Положение головы существенно влияет на положение туловища. Надо держать голову прямо и смотреть вперед. В фазе отталкивания таз подается вперед, что является важной особенностью техники бега на длинные дистанции и позволяет полнее использовать силу реакции опоры. В технике бега на длинные дистанции важнее всего движения ног. Нога, немного согнутая, ставится на грунт упруго и эластично с передней части стопы, а затем касается его всей стопой. Постановка ноги на переднюю часть стопы позволяет эффективнее использовать эластические свойства мышц голени, активно участвующие в отталкивании. Следы стоп на дорожке у бегунов находятся на одной линии, носки почти не разворачиваются в стороны. Эффективное отталкивание характеризуется выпрямлением ноги во всех суставах. Угол отталкивания в беге на средние дистанции примерно равен 50-55°. При правильном отталкивании таз подан вперед, голень маховой согнутой ноги параллельна бедру толчковой ноги. Быстрый вынос маховой ноги вперед облегчает отталкивание. Бегуны на длинные дистанции меньше поднимают бедро маховой ноги вверх, чем бегуны на средние и короткие дистанции. Длина шага на длинные дистанции не постоянна даже у одних и тех же бегунов. Колебания зависят от наступившего утомления, неравномерности пробегания отдельных участков дистанции, качества беговой дорожки, ветра и состояния бегуна. Обычно шаг с сильнейшей ноги на несколько сантиметров больше, чем шаг со слабейшей ноги. Длина шага равна 160 – 215 см. Повышение скорости бега за счет увеличения длины шага ограничено, так как слишком длинный шаг требует очень больших затрат сил. Кроме того, длина шага в основном зависит от индивидуальных данных бегуна. Поэтому скорость бега повышают за счет увеличения частоты шагов, которая зависит от тренированности бегуна. Движения плечевого пояса и рук связаны с движениями ног. Выполнять их надо легко, не напряженно. Это во многом зависит от умения расслаблять мышцы

плечевого пояса. Движения рук помогают бегуну сохранять равновесие тела во время бега. Амплитуда движения рук зависит от скорости бега. Кисти при движении вперед не пересекают средней линии тела и поднимаются примерно до уровня ключицы. При движении рук назад кисти доходят до задней линии туловища (если смотреть на бегуна сбоку). Руки двигаются маятникообразно, пальцы рук свободно сложены, предплечья не напряжены, плечи не поднимаются вверх. При финишировании, длина которого зависит от дистанции и оставшихся сил бегуна, движения руками делаются быстрее, наклон тела увеличивается, а угол отталкивания уменьшается. Спортсмен переходит на скоростной бег, при котором скорость повышается главным образом за счет увеличения частоты шагов. К концу дистанции вследствие утомления некоторые бегуны наклоняют туловище назад. Такое положение туловища не способствует эффективности бега, так как усилия отталкивания направляются больше вверх. Техника бега на вираже имеет некоторые особенности: туловище немного наклонено влево, к бровке, правая рука движется несколько размашистей левой, причем правый локоть дальше отводится в сторону, а правая стопа ставится с некоторым поворотом внутрь. Ритм дыхания зависит от индивидуальных особенностей и скорости бега (с увеличением скорости бега увеличивается и частота дыхания). Бегун не должен задерживать дыхание. Дышать следует одновременно через нос и полуоткрытый рот, при этом важно следить за полным выдохом.

2.4.3. Возможные ошибки и осложнения в ходе проведения самостоятельных тренировок

В некоторых случаях тренировка может стать причиной различных осложнений, включая травмы опорно-двигательного аппарата.

Основная причина травматизма опорно-двигательного аппарата - перенапряжение. Слишком быстрое увеличение тренировочных нагрузок является чрезмерным для детренированных мышц, связок и суставов. К дополнительным факторам, способствующим повреждению опорно-двигательного аппарата, можно отнести:

- бег по твердому грунту;

- избыточную массу тела;

- обувь, не пригодную для бега;

-грубые ошибки в технике.

Следовательно, меры по профилактике травм должны быть направлены на устранение или ослабление воздействия этих факторов:

- Во время кроссового бега часто болит в правом боку (печень), либо в левом боку (селезенка). Печень важный орган в жизнедеятельности нашего организма (синтез жиров и углеводов, обмен белков и витаминов) является кровяным депо. Так вот в результате переполнения кровью печени возникают колики. Глубокое дыхание снижает приток крови к правому предсердию, уменьшает болевые ощущения. Бег не надо прекращать, необходимо снизить скорость передвижения и стараться дышать глубже.

- В процессе тренировок после значительного перерыва (отдыха) или при резком увеличении нагрузок могут появляться боли в мышцах, как правило, на другой день. Во время физической работы в организме образуются продукты распада, часть которых выводится из организма через мочевыделительную систему, а другая часть, в том числе, молочная кислота задерживается в мышечных тканях. Чтобы избавиться от нее, необходимо мышцу непосредственно после физической нагрузки заставить растянуться (с помощью упражнений на растяжение), а на следующий день выполнять какую-либо физическую работу, т.е. сокращаться. Эти меры помогут ускорить вывод молочной кислоты из мышц. Боли могут длиться несколько дней и если не предпринимать никаких мер, мышца теряет эластичность, становиться твердой. В этом случае могут помочь: массаж, банные процедуры, применение согревающих мазей и гелей.

- При выполнении напряженной физической работы длительное время, например, кроссовый бег, возникают такие состояния, которые получили название «мертвая точка» и «второе дыхание». Уже через некоторое время бега в организме начинаются изменения, которые заставляют нас прекратить мышечную деятельность. Такое временное снижение работоспособности получило название

«мертвая точка». Механизм возникновения такого состояния недостаточно изучен. Предполагают, что он обусловлен временным нарушением деятельности скелетных мышц и органов, обеспечивающих доставку кислорода в организм. Эти нарушения приводят к изменениям в работе нервных центров, что, в свою очередь, приводит к нарушениям в работе отдельных физиологических систем. Время возникновения и продолжительность этого состояния зависит от многих факторов, в частности от длительности и интенсивности физической нагрузки (например, при беге на 5-10 км и более возникает через 5-6 мин бега), от тренированности. Чем лучше тренирован человек, тем позже возникает это состояние и протекает менее тяжело (почти незаметно). Преодоление этого состояния требует значительного волевого усилия. В процессе проведения учебных и тренировочных занятий необходимо приучать себя преодолевать это неприятное ощущение, возникающее при кислородной недостаточности и накоплении продуктов кислотно-щелочного распада при обмене веществ. Наступлению «второго дыхания» способствуют усиленные дыхательные упражнения, глубокие выдохи, освобождающие организм от накопившейся углекислоты, что способствует наступлению кислотно-щелочного баланса в организме. Преодолеть состояние «мертвой точки» можно, если снизить интенсивность физической нагрузки, но это нежелательно, т.к. не будет адаптации организма к такого рода деятельности.

- При занятиях физическими упражнениями могут возникнуть отклонения в деятельности сердца - учащенное сердцебиение. Оно может быть следствием стенокардии, ссоры, неурядицы в быту, семье, боязни, страха, дистрофий миокарда. Возникновение болей - сигнал опасности, в этих случаях необходимо прекратить занятия и обратиться к врачу.

- Существует состояние, называемое гравитационным шоком. Часто возникает при внезапной остановки после относительно интенсивного бега (чаще после финиша) в связи с прекращением действия «мышечного насоса». Большая масса крови застаивается в раскрытых капиллярах и венах мышц нижних конечностей, на периферии. Возникает анемия (обескровливание) мозга,

недостаточное снабжение его кислородом. Появляется резкое побледнение, слабость, головокружение, тошнота, потеря сознания, исчезновение пульса. Пострадавшего необходимо уложить на спину, поднять вверх ноги (выше головы), обеспечив отток венозной крови к сердцу, улучшив снабжение головного мозга кислородом, поднести к носу ватку смоченную нашатырным спиртом. Основная профилактика гравитационного шока - исключение внезапной остановки, постепенное замедление бега.

- Гипогликемическое состояние - следствие недостаточного количества в организме сахара, нарушение углеводного обмена в результате длительной физической нагрузки. Ощущается сильный голод, головокружение, иногда потеря сознания. Профилактика – легко усваиваемые углеводы до начала длительной физической нагрузки (немного сахара, меда и т.п.) или специальные питательные смеси.

- Солнечный и тепловой удары - возникают при длительной работе под действием солнечных лучей на обнаженную голову или тело. Тепловой удар - остро развивающееся болезненное состояние, обусловленное перегреванием организма. Его признаками являются: усталость, головная боль, слабость, боли в ногах, спине, тошнота, шум в ушах, повышение температуры, потемнение в глазах, ухудшение дыхания (прерывистое), потеря сознания.

Первая помощь: пострадавшего поместить в прохладное место, снять одежду, приподнять голову, охладить область сердца (холодный компресс), напоить. Дать понюхать нашатырный спирт, сердечные средства. При нарушении дыхания сделать искусственное дыхание.

При обморожениях на охлажденном участке вначале чувствуется легкое пощипывание, затем чувствительность теряется. Особенно поддаются ему пальцы рук, ног, нос, уши. Если произошло обморожение нельзя растирать пораженные места снегом, это только повредит кожу. Необходимо поместить обмороженный участок в тепло не растирать, а согревать при комнатной температуре. Обмороженные места смазать жиром (вазелином).

3. Актуальность задачи повышения уровня готовности обучающихся к зачетным занятиям, на основе управляемой адаптации к смене видов учебно-познавательной деятельности

Выполнение контрольных нормативов требует от студента мобилизации всех своих сил и здесь следует принимать во внимание и учитывать все что может повлиять на конечный результат, в том числе характер учебно-познавательной деятельности, предшествующий зачетному занятию.

В течение учебного дня, занимаясь то одним видом учебно-познавательной деятельности, то другим, обучающиеся должны переключаться с выполнения одного вида задач на другой, и каждый раз проходит какое-то время, пока будет достигнуто оптимальное соответствие состояния личности и организма обучающегося к условиям проведения определенного вида учебно-познавательной деятельности – период адаптации.

Можно говорить о том, что к каждому учебному занятию кроме практической и теоретической подготовленности, определенного уровня умений и навыков по предмету, от студентов требуется некоторая психофизиологическая и физическая готовность. В этом случае под ней подразумевается готовность психических, физиологических и обеспечивающих двигательные действия систем человека к выполнению определенного рода учебно-познавательной деятельности.

Многообразие видов учебно-познавательной деятельности определяет многообразие психофизиологических и физических состояний обучающихся. Под психофизиологическим и физическим состоянием предлагается понимать целостные психофизиологические и физические реакции обучаемого на внешние и внутренние факторы, направленные на достижение полезного результата.

Параметром психофизиологического и физического состояния является величина, характеризующая какую-либо из реакций организма обучаемого на внешние или внутренние факторы.

Уровень психофизиологической и физической готовности к предстоящему занятию, зависит от индивидуальных особенностей личности обучаемого и

определенных внешних факторов, воздействующих на него на предыдущем занятии. Эти факторы можно разделить на три вида:

- санитарно-гигиенические условия;
- временные условия;
- организация предыдущего вида учебно-познавательной деятельности.

К санитарно-гигиеническим условиям относятся температура и влажность воздуха, освещенность, содержание кислорода в воздухе, эргономичность учебных мест, запыленность, загазованность места проведения занятия. К временным условиям относятся: время дня, день недели, месяц семестра, время года, а также время, прошедшее после последнего приема пищи.

Вышеперечисленные факторы оказывают существенное влияние на психофизиологическую и физическую готовность. Второй фактор заставляет учитывать объективные закономерности колебания уровня работоспособности студентов в течение учебного дня, учебной недели, семестра. Как известно, в течение учебного дня объективно наблюдается два периода подъема работоспособности: один в первой половине дня, второй – в послеобеденное время. Каждому периоду характерны три фазы: врабатывание, повышенная работоспособность, снижение работоспособности. В течение недели те же фазы распределяются следующим образом: понедельник, вторник – врабатывание; среда, четверг – повышенная работоспособность; пятница, суббота – снижение работоспособности. Исследования показали, что и семестровый цикл разделяется на те же фазы.

Влияние фактора «организация предыдущего вида учебно-познавательной деятельности» в данном случае рассматривается, как влияние особенностей психофизиологической и физической деятельности обучаемых на предыдущем занятии на их психофизиологическую и физическую готовность к последующему виду учебно-познавательной деятельности, в нашем случае к зачету. Психофизиологическая деятельность характеризуется напряженностью и характером мыслительной деятельности, а также нервно-эмоциональной напряженностью учебной деятельности.

Физическая деятельность характеризуется интенсивностью, видом мышечных действий и работой обеспечивающих эту деятельность физиологических систем. Мышечные действия могут носить статический и динамический характер: поддержание рабочей позы «сидя», «стоя», выполнение чертежной, письменной работы, настройка и обслуживание аппаратуры, выполнение гимнастических упражнений и т.п. При этом используются, в той или иной степени, основные физические качества: сила, быстрота, выносливость, ловкость.

Влияние всех вышеперечисленных факторов преломляется через индивидуальные особенности личности, такие как типологические свойства нервной системы и темперамента, возрастные, морфологические, биохимические особенности организма, уровень физической подготовленности, состояние здоровья и другие, выливаясь, в итоге, в психофизиологическую и физическую готовность студента к предстоящему виду учебно-познавательной деятельности.

Следует отметить, что особенно явно эти проблемы проявляются при чередовании занятий по общенаучным, общеинженерным и специальным дисциплинам с практическими занятиями по физической культуре. В этом случае происходит смена видов деятельности, в одном из которых доминирующую роль играет умственная работа с пониженной двигательной активностью и сохранением определенной рабочей позы, в другом – разнообразная активная двигательная деятельность с сопровождающей ее мыслительной работой.

Методика проведения занятий предусматривает проведение вводной (подготовительной) части для организации обучающихся, приведения их в состояние готовности к решению задач основной части, в нашем случае к сдаче контрольного норматива, и заключительной – для подведения итогов, приведения организма в относительно спокойное состояние (для занятий по физической культуре), но при проведении этих частей занятий, как правило, не учитывается характер предыдущей и последующей деятельности студентов. Неучтение этого факта отрицательно влияет на скорость адаптации к виду учебно-познавательной деятельности, что особенно наглядно проявляется при чередовании практических

занятий по физической культуре с занятиями по общеинженерным и специальным дисциплинам.

Складывается противоречие между имеющим место в практике обучения несоответствием уровня психофизиологической и физической готовности обучающихся, объективно складывающейся в ходе проведения предшествующего занятия, видом учебно-познавательной деятельности последующего занятия и неучтением этого факта в общепринятых методиках проведения вводных (подготовительных) и заключительных частей занятий, в том числе, по дисциплине «физическая культура»

Это противоречие можно устранить, обеспечив управление процессом адаптации студентов к смене видов учебно-познавательной деятельности в ходе проведения вводных (подготовительных) и заключительных частей занятий.

Для каждой темы занятия по физической культуре в зависимости от педагогической ситуации, складывающейся из контекстной пары - вид предшествующего и вид последующего занятия, можно установить наиболее предпочтительные адаптирующие, предметно-ориентированные варианты проведения подготовительной и заключительной частей, оперативно поддерживающие достаточно высокий уровень психофизиологической и физической готовности при чередовании этих занятий с занятиями по другим дисциплинам.

Видится актуальной задача управления процессом адаптации обучаемых к смене видов учебно-познавательной деятельности с целью сокращения времени врабатывания и повышения эффективности как занятий, так и сдачи контрольных нормативов. Для решения этой задачи представляется наиболее целесообразным использовать проведение подготовительной (разминки) и заключительной частей занятий с адаптирующим, предметно-ориентированным содержанием.

В этом случае под управлением адаптацией следует понимать процесс педагогического воздействия с целью установления оптимального соответствия личности обучаемого и условий осуществления учебной деятельности в ходе осуществления им познавательной деятельности, которое позволяет индивидууму

более эффективно удовлетворять актуальные познавательные потребности, и реализовывать связанные с ними значимые цели.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

Б1.О.08 ПСИХОЛОГИЯ КОМАНДНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И САМОРАЗВИТИЯ

Направление подготовки
05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль)
Рациональное природопользование и экологический инжиниринг

Автор: Полянок О.В., к.пс.н., доцент

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Управления персоналом	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой Ветош-	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
Ветошкина Т.А	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И. О.)*
Протокол № 1 от 16.09.2021	Протокол № 2 от 08.10.2021
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по написанию реферата	5
2	Методические рекомендации по написанию эссе	13
3	Методические рекомендации по написанию реферата статьи	17
4	Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	23
5	Методические рекомендации по составлению тестовых заданий	27
6	Требования к написанию и оформлению доклада	29
7	Методические рекомендации к опросу	34
8	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	36
9	Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	38
10	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	40
	Заключение	43
	Список использованных источников	44

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);
- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

1. Методические рекомендации по написанию реферата

Реферат - письменная работа объемом 10-18 печатных страниц, выполняемая студентом в течение длительного срока (от одной недели до месяца).

Реферат (от лат. referrer - докладывать, сообщать) - краткое точное изложение сущности какого-либо вопроса, темы на основе одной или нескольких книг, монографий или других первоисточников. Реферат должен содержать основные фактические сведения и выводы по рассматриваемой теме[1].

Выполнение и защита реферата призваны дать аспиранту возможность всесторонне изучить интересующую его проблему и вооружить его навыками научного и творческого подхода к решению различных задач в исследуемой области.

Основными задачами выполнения и защиты реферата являются развитие у студентов общекультурных и профессиональных компетенций, среди них:

- формирование навыков аналитической работы с литературными источниками разных видов;
- развитие умения критически оценивать и обобщать теоретические положения;
- стимулирование навыков самостоятельной аналитической работы;
- углубление, систематизация и интеграция теоретических знаний и практических навыков по соответствующему направлению высшего образования;
- презентация навыков публичной дискуссии.

Структура и содержание реферата

Подготовка материалов и написание реферата - один из самых трудоемких процессов. Работа над рефератом сводится к следующим этапам.

1. Выбор темы реферата.
2. Предварительная проработка литературы по теме и составление «рабочего» плана реферата.
3. Конкретизация необходимых элементов реферата.
4. Сбор и систематизация литературы.
5. Написание основной части реферата.
6. Написание введения и заключения.
7. Представление реферата преподавателю.
8. Защита реферата.

Выбор темы реферата

Перечень тем реферата определяется преподавателем, который ведет дисциплину. Вместе с тем, аспиранту предоставляется право самостоятельной формулировки темы реферата с необходимым обоснованием целесообразности ее разработки и согласованием с преподавателем. Рассмотрев инициативную тему реферата студента, преподаватель имеет право ее отклонить, аргументировав свое решение, или, при согласии студента, переформулировать тему.

При выборе темы нужно иметь в виду следующее:

1. Тема должна быть актуальной, то есть затрагивать важные в данное время проблемы общественно-политической, экономической или культурной жизни общества.

2. Не следует формулировать тему очень широко: вычленение из широкой проблемы узкого, специфического вопроса помогает проработать тему глубже.

---

[1] Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

3. Какой бы интересной и актуальной ни была тема, прежде всего, следует удостовериться, что для ее раскрытия имеются необходимые материалы.

4. Тема должна открывать возможности для проведения самостоятельного исследования, в котором можно будет показать умение собирать, накапливать, обобщать и анализировать факты и документы.

5. После предварительной самостоятельной формулировки темы необходимо проконсультироваться с преподавателем с целью ее возможного уточнения и углубления.

Предварительная проработка литературы по теме и составление «рабочего» плана реферата

Подбор литературы следует начинать сразу же после выбора темы реферата. Первоначально с целью обзора имеющихся источников целесообразно обратиться к электронным ресурсам в сети Интернет и, в частности, к электронным информационным ресурсам УГГУ: благодаря оперативности и мобильности такого источника информации, не потратив много времени, можно создать общее представление о предмете исследования, выделить основные рубрики (главы, параграфы, проблемные модули) будущего курсовой работы. При подборе литературы следует также обращаться к предметно-тематическим каталогам и библиографическим справочникам библиотеки УГГУ, публичных библиотек города.

Предварительное ознакомление с источниками следует расценивать как первый этап работы над рефератом. Для облегчения дальнейшей работы необходимо тщательно фиксировать все просмотренные ресурсы (даже если кажется, что тот или иной источник непригоден для использования в работе над рефератом, впоследствии он может пригодиться, и тогда его не придется искать).

Результатом предварительного анализа источников является рабочий план, представляющий собой черновой набросок исследования, который в дальнейшем обрастает конкретными чертами. Форма рабочего плана допускает определенную степень произвольности. Первоначальный вариант плана должен отражать основную идею работы. При его составлении следует определить содержание отдельных глав и дать им соответствующее название; продумать содержание каждой главы и наметить в виде параграфов последовательность вопросов, которые будут в них рассмотрены. В реферате может быть две или три главы - в зависимости от выбранной проблемы, а также тех целей и задач исследования.

Работа над предварительным планом необходима, поскольку она дает возможность еще до начала написания реферата выявить логические неточности, информационные накладки, повторы, неверную последовательность глав и параграфов, неудачные формулировки выделенных частей или даже реферата в целом.

Рабочий план реферата разрабатывается студентом самостоятельно и может согласовываться с преподавателем.

Конкретизация необходимых элементов реферата

Реферат должен иметь четко определенные цель и задачи, объект, предмет и методы исследования. Их необходимо сформулировать до начала непосредственной работы над текстом.

Цель реферата представляет собой формулировку результата исследовательской деятельности и путей его достижения с помощью определенных средств. Учитывайте, что у работы может быть только одна цель.

Задачи конкретизируют цель, в реферате целесообразно выделить три-четыре задачи. Задачи - это теоретические и практические результаты, которые должны быть получены в реферате. Постановку задач следует делать как можно более тщательно, т.к. их

решение составляет содержание разделов (подпунктов, параграфов) реферата. В качестве задач может выступать либо решение подпроблем, вытекающих из общей проблемы, либо задачи анализа, обобщения, обоснования, разработки отдельных аспектов проблемы, ведущие к формулировке возможных направлений ее решения.

Объект исследования - процесс или явление, порождающие проблемную ситуацию и избранные для изучения.

Предмет исследования - все то, что находится в границах объекта исследования в определенном аспекте рассмотрения.

Методы исследования, используемые в реферате, зависят от поставленных цели и задач, а также от специфики объекта изучения. Это могут быть методы системного анализа, математические и статистические методы, сравнения, обобщения, экспертных оценок, теоретического анализа и т.д.

Впоследствии формулировка цели, задач, объекта, предмета и методов исследования составят основу Введения к реферату.

Сбор и систематизация литературы

Основные источники, использование которых возможно и необходимо в реферате, следующие:

- учебники, рекомендованные Министерством образования и науки РФ;
- электронные ресурсы УГГУ на русском и иностранном языках;
- статьи в специализированных и научных журналах;
- диссертации и монографии по изучаемой теме;
- инструктивные материалы и законодательные акты (только последних изданий);
- данные эмпирических и прикладных исследований (статистические данные, качественные интервью и т.д.)
- материалы интернет-сайтов.

Систематизацию получаемой информации следует проводить по основным разделам реферата, предусмотренным планом. При изучении литературы не стоит стремиться освоить всю информацию, заключенную в ней, а следует отбирать только ту, которая имеет непосредственное отношение к теме работы. Критерием оценки прочитанного является возможность его использования в реферате.

Сбор фактического материала - один из наиболее ответственных этапов подготовки реферата. От того, насколько правильно и полно собран фактический материал, во многом зависит своевременное и качественное написание работы. Поэтому, прежде чем приступить к сбору материала, аспиранту необходимо тщательно продумать, какой именно фактический материал необходим для реферата и составить, по возможности, специальный план его сбора и анализа. После того, как изучена и систематизирована отобранная по теме литература, а также собран и обработан фактический материал, возможны некоторые изменения в первоначальном варианте формулировки темы и в плане реферата.

Написание основной части реферата

Изложение материала должно быть последовательным и логичным. Общая логика написания параграфа сводится к стандартной логической схеме «Тезис - Доказательство - Вывод» (количество таких цепочек в параграфе, как правило, ограничивается тремя - пятью доказанными тезисами).

Все разделы реферата должны быть связаны между собой. Особое внимание следует обращать на логические переходы от одной главы к другой, от параграфа к параграфу, а внутри параграфа - от вопроса к вопросу.

Использование цитат в тексте необходимо для того, чтобы без искажений передать мысль автора первоисточника, для идентификации взглядов при сопоставлении различных

точек зрения и т.д. Отталкиваясь от содержания цитат, необходимо создать систему убедительных доказательств, важных для объективной характеристики изучаемого вопроса. Цитаты также могут использоваться и для подтверждения отдельных положений работы.

Число используемых цитат должно определяться потребностями разработки темы. Цитатами не следует злоупотреблять, их обилие может восприниматься как выражение слабости собственной позиции автора. Оптимальный объем цитаты - одно- два, максимум три предложения. Если цитируемый текст имеет больший объем, его следует заменять аналитическим пересказом.

Во всех случаях употребления цитат или пересказа мысли автора необходимо делать точную ссылку на источник с указанием страницы.

Авторский текст (собственные мысли) должен быть передан в научном стиле. Научный стиль предполагает изложение информации от первого лица множественного числа («мы» вместо «я»). Его стоит обозначить хорошо известными маркерами: «По нашему мнению», «С нашей точки зрения», «Исходя из этого мы можем заключить, что...» и т.п. или безличными предложениями: «необходимо подчеркнуть, что...», «важно обратить внимание на тот факт, что.», «следует отметить.» и т.д.

Отдельные положения реферата должны быть иллюстрированы цифровыми данными из справочников, монографий и других литературных источников, при необходимости оформленными в справочные или аналитические таблицы, диаграммы, графики. При составлении аналитических таблиц, диаграмм, графиков используемые исходные данные выносятся в приложение, а в тексте приводятся результаты расчетов отдельных показателей (если аналитическая таблица по размеру превышает одну страницу, ее целиком следует перенести в приложение). В тексте, анализирующем или комментирующем таблицу, не следует пересказывать ее содержание, а уместно формулировать основной вывод, к которому подводят табличные данные, или вводить дополнительные показатели, более отчетливо характеризующие то или иное явление или его отдельные стороны. Все материалы, не являющиеся необходимыми для решения поставленной в работе задачи, также выносятся в приложение.

Написание введения и заключения

Введение и заключение - очень важные части реферата. Они должны быть тщательно проработаны, выверены логически, стилистически, орфографически и пунктуационно.

Структурно введение состоит из нескольких логических элементов. Во введении в обязательном порядке обосновываются:

- актуальность работы (необходимо аргументировать, в силу чего именно эта проблема значима для исследования);
- характеристика степени разработанности темы (краткий обзор имеющейся научной литературы по рассматриваемому вопросу, призванный показать знакомство студента со специальной литературой, его умение систематизировать источники, критически их рассматривать, выделять существенное, оценивать ранее сделанное другими исследователями, определять главное в современном состоянии изученности темы);
- цель и задачи работы;
- объект и предмет исследования;
- методы исследования;
- теоретическая база исследования (систематизация основных источников, которые использованы для написания своей работы);
- структура работы (название глав работы и их краткая характеристика).

По объему введение занимает 1,5-2 страницы текста, напечатанного в соответствии с техническими требованиями, определенными преподавателем.

Заключение содержит краткую формулировку результатов, полученных в ходе работы, указание на проблемы практического характера, которые были выявлены в процессе исследования, а также рекомендации относительно их устранения. В заключении возможно повторение тех выводов, которые были сделаны по главам. Объем заключения - 1 - 3 страницы печатного текста.

Представление реферата преподавателю

Окончательный вариант текста реферата необходимо распечатать и вставить в папку-скоросшиватель. Законченный и оформленный в соответствии с техническими требованиями реферат подписывается студентом и представляется в распечатанном и в электронном виде в срок, обозначенный преподавателем.

Перед сдачей реферата аспирант проверяет его в системе «Антиплагиат» (http://www.antiplagiat.ru/), пишет заявление о самостоятельном характере работы, где указывает процент авторского текста, полученный в результате тестирования реферата в данной системе. Информацию, полученную в результате тестирования реферата в данной системе (с указанием процента авторского текста), аспирант в печатном виде предоставляет преподавателю вместе с окончательным вариантом текста реферата, который не подлежит доработке или замене.

Защита реферата

При подготовке реферата к защите (если она предусмотрена) следует:

1. Составить план выступления, в котором отразить актуальность темы, самостоятельных характер работы, главные выводы и/или предложения, их краткое обоснование и практическое и практическое значение - с тем, чтобы в течение 3 - 5 минут представить достоинства выполненного исследования.
2. Подготовить иллюстративный материал: схемы, таблицы, графики и др. наглядную информацию для использования во время защиты. Конкретный вариант наглядного представления результатов определяется форматом процедуры защиты реферата.

Критерии оценивания реферата

Критерии оценивания реферата: новизна текста, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдение требований к оформлению.

Новизна текста – обоснование актуальности темы; новизна и самостоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта известной проблемы; умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал; наличие авторской позиции, самостоятельная интерпретация описываемых в реферате фактов и проблем – 4 балла.

Степень раскрытия сущности вопроса - соответствие содержания доклада его теме; полнота и глубина знаний по теме; умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по вопросу (проблеме); оценка использованной литературы (использование современной научной литературы) – 4 балла.

Соблюдение требований к оформлению - правильность оформления ссылок на источники, списка использованных источников; грамотное изложение текста (орфографическая, пунктуационная, стилистическая культура); владение терминологией; корректность цитирования – 4 балла.

Критерии оценивания публичного выступления (защита реферата): логичность построения выступления; грамотность речи и владение профессиональной терминологией; обоснованность выводов; умение отвечать на вопросы; поведение при защите работы *(*манера говорить, отстаивать свою точку зрения, привлекать внимание к важным моментам в докладе или ответах на вопросы и т.д.) соблюдение требований к объёму доклада – 10 баллов.

Критерии оценивания презентации: дизайн и мультимедиа – эффекты, содержание – 4 балла.

Всего – 25 баллов.

Оценка «зачтено»

Оценка *«зачтено»* – реферат полностью соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 23-25 баллов.

Критерии оценивания реферата: актуальность темы обоснована, сформулирован новый аспект рассмотрения проблемы, присутствует новизна и самостоятельность в постановке проблемы, анализируемый материал систематизирован и структурирован, широкий диапазон и качество (уровень) используемого информационного пространства (привлечены различные источники научной информации), прослеживается наличие авторской позиции и самостоятельной интерпретации описываемых в реферате фактов и проблем.

Степень раскрытия сущности вопроса - содержание реферата соответствует теме, продемонстрирована полнота и глубина знаний по теме, присутствует личная оценка (вывод), объяснены альтернативные взгляды на рассматриваемую проблему и обосновано сбалансированное заключение; представлен критический анализ использованной литературы (использование современной научной литературы).

Соблюдение требований к оформлению – текст оформлен в соответствие с методическими требованиями и ГОСТом, в работе соблюдены правила русской орфографии и пунктуации, выдержана стилистическая культура научного текста, четкое и полное определение рассматриваемых понятий (категорий), приводятся соответствующие примеры в строгом соответствии с рассматриваемой проблемой, соблюдена корректность при цитировании источников.

Критерии оценивания презентации: цвет фона гармонирует с цветом текста, всё отлично читается, использовано 3 цвета шрифта, все страницы выдержаны в едином стиле, гиперссылки выделены и имеют разное оформление до и после посещения кадра, анимация присутствует только в тех местах, где она уместна и усиливает эффект восприятия текстовой части информации, звуковой фон соответствует единой концепции и усиливает эффект восприятия текстовой части информации, размер шрифта оптимальный, все ссылки работают, содержание является строго научным, иллюстрации (графические, музыкальные, видео) усиливают эффект восприятия текстовой части информации, орфографические , пунктуационные, стилистические ошибки отсутствуют, наборы числовых данных проиллюстрированы графиками и диаграммами в наиболее адекватной форме, информация является актуальной и современной, ключевые слова в тексте выделены.

Критерии оценивания публичного выступления: выступление логично построено, выводы аргументированы, свободное владение профессиональной терминологией, в речи отсутствуют орфоэпические, лексические, грамматические и синтаксические ошибки, дает полные и исчерпывающие ответы на вопросы, соблюдены этические нормы поведения при защите работы, владеет различными способами привлечения и удержания внимания и интереса аудитории к сообщению, соблюдены требования к объёму доклада.

Оценка «*зачтено*» - реферат в основном соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 18-22 баллов.

Критерии оценивания реферата: актуальность темы обоснована, сформулирован новый аспект рассмотрения проблемы, анализируемый материал систематизирован и структурирован, представлен достаточный диапазон используемого информационного

пространства (привлечены несколько источников научной информации), прослеживается наличие авторской позиции в реферате при отборе фактов и проблем.

Степень раскрытия сущности вопроса - содержание реферата соответствует теме, продемонстрирована достаточная осведомленность знаний по теме, присутствует личная оценка (вывод), объяснены 2-3 взгляда на рассматриваемую проблему и обосновано заключение; представлен критический обзор использованной литературы (использование современной научной литературы).

Соблюдение требований к оформлению – текст оформлен в соответствие с методическими требованиями и ГОСТом, в работе имеются незначительные ошибки правил русской орфографии и пунктуации, выдержана стилистическая культура научного текста, четкое определение рассматриваемых понятий (категорий), приводятся соответствующие примеры в строгом соответствии с рассматриваемой проблемой, соблюдена корректность при цитировании источников.

Критерии оценивания презентации: цвет фона хорошо соответствует цвету текста, всё можно прочесть, использовано 3 цвета шрифта, 1-2 страницы имеют свой стиль оформления, отличный от общего, гиперссылки выделены и имеют разное оформление до и после посещения кадра, анимация присутствует только в тех местах, где она уместна, звуковой фон соответствует единой концепции и привлекает внимание зрителей в нужных местах - именно к информации, размер шрифта оптимальный, все ссылки работают, содержание в целом является научным, иллюстрации (графические, музыкальные, видео) соответствуют тексту, орфографические, пунктуационные, стилистические ошибки практически отсутствуют, наборы числовых данных проиллюстрированы графиками и диаграммами, информация является актуальной и современной, ключевые слова в тексте выделены

Критерии оценивания публичного выступления : выступление логично построено, выводы аргументированы, испытывает незначительные затруднения при использовании профессиональной терминологии, в речи допускает в незначительном количестве орфоэпические, лексические, грамматические и синтаксические ошибки, дает полные и исчерпывающие ответы на вопросы, соблюдены этические нормы поведения при защите работы , владеет ограниченным набором способов привлечения внимания аудитории к сообщению, соблюдены требования к объёму доклада.

Оценка *«зачтено»* - реферат частично соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 13-17 баллов.

Критерии оценивания реферата: актуальность темы обоснована, сформулирован новый аспект рассмотрения проблемы, анализируемый материал систематизирован и структурирован, представлен достаточный диапазон используемого информационного пространства (привлечены несколько источников научной информации), прослеживается наличие авторской позиции в реферате при отборе фактов и проблем.

Степень раскрытия сущности вопроса - содержание реферата соответствует теме, продемонстрирована достаточная осведомленность знаний по теме, присутствует личная оценка (вывод), объяснены 2-3 взгляда на рассматриваемую проблему и обосновано заключение; представлен критический обзор использованной литературы (использование современной научной литературы).

Соблюдение требований к оформлению – оформление текста частично не соответствует методическими требованиям и ГОСТу, в работе имеются ошибки правил русской орфографии и пунктуации, в целом выдержана стилистическая культура научного текста, четкое определение рассматриваемых понятий (категорий), частично не соблюдена корректность при цитировании источников.

Критерии оценивания презентации: цвет фона плохо соответствует цвету текста, использовано более 4 цветов шрифта, некоторые страницы имеют свой стиль оформления, гиперссылки выделены, анимация дозирована, звуковой фон не соответствует единой концепции, но не носит отвлекающий характер, размер шрифта средний (соответственно,

объём информации слишком большой — кадр несколько перегружен), ссылки работают, содержание включает в себя элементы научности, иллюстрации (графические, музыкальные, видео) в определенных случаях соответствуют тексту, есть орфографические, пунктуационные, стилистические ошибки, наборы числовых данных чаще всего проиллюстрированы графиками и диаграммами, информация является актуальной и современной ключевые слова в тексте, чаще всего, выделены.

Критерии оценивания публичного выступления: в выступлении нарушено логическое построение, выводы не аргументированы, испытывает затруднения при использовании профессиональной терминологии, в речи допускает в орфоэпические, лексические, грамматические и синтаксические ошибки, дает краткие ответы на вопросы, в целом соблюдены этические нормы поведения при защите работы, соблюдены требования к объёму доклада.

Оценка «не зачтено»

Оценка *«не зачтено»* - реферат не соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 0-12 баллов.

Критерии оценивания реферата: актуальность темы не обоснована, не сформулирован новый аспект рассмотрения проблемы, анализируемый материал не систематизирован, ограниченный диапазон используемого информационного пространства (привлечен 1 источник научной информации), отсутствует авторская позиция в реферате.

Степень раскрытия сущности вопроса - содержание реферата не соответствует теме, не продемонстрирована осведомленность знаний по теме, отсутствует личная оценка (вывод), представлен 1 позиция рассмотрения проблемы, заключение не обосновано, отсутствует критический обзор использованной литературы.

Соблюдение требований к оформлению – оформление текста не соответствует методическими требованиям и ГОСТу, в работе выполнена с ошибками правил русской орфографии и пунктуации, не выдержана стилистическая культура научного текста, отсутствует четкое определение рассматриваемых понятий (категорий), не соблюдена корректность при цитировании источников.

Критерии оценивания презентации: цвет фона не соответствует цвету текста, использовано более 5 цветов шрифта, каждая страница имеет свой стиль оформления, гиперссылки не выделены, анимация отсутствует (или же презентация перегружена анимацией), звуковой фон не соответствует единой концепции, носит отвлекающий характер, слишком мелкий шрифт (соответственно, объём информации слишком велик — кадр перегружен), не работают отдельные ссылки, содержание не является научным, иллюстрации (графические, музыкальные, видео) не соответствуют тексту, много орфографических, пунктуационных, стилистических ошибок, наборы числовых данных не проиллюстрированы графиками и диаграммами, информация не представляется актуальной и современной, ключевые слова в тексте не выделены

Критерии оценивания публичного выступления: отказывается от защиты или в выступлении нарушено логическое построение, отсутствуют выводы, не использует профессиональную терминологию, в речи допускает значительном количестве орфоэпические, лексические, грамматические и синтаксические ошибки, не отвечает на вопросы, нарушает со этические нормы поведения при защите работы, не соблюдены требования к объёму доклада.

2.Методические рекомендации по написанию эссе

Эссе - это самостоятельная письменная работа на тему, предложенную преподавателем (тема может быть предложена и студентом, но обязательно должна быть согласована с преподавателем). Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Писать эссе чрезвычайно полезно, поскольку это позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи.

Эссе должно содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики дисциплины формы эссе могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор предложенной задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему и т.д.

Построение эссе

Построение эссе - это ответ на вопрос или раскрытие темы, которое основано на классической системе доказательств.

Структура эссе

1. *Титульный лист* (заполняется по единой форме);
2. *Введение* - суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически.

На этом этапе очень важно правильно *сформулировать вопрос, на который вы собираетесь найти ответ в ходе своего исследования.*

При работе над Введением могут помочь ответы на следующие вопросы: «Надо ли давать определения терминам, прозвучавшим в теме эссе?», «Почему тема, которую я раскрываю, является важной в настоящий момент?», «Какие понятия будут вовлечены в мои рассуждения по теме?», «Могу ли я разделить тему на несколько более мелких подтем?».

3. *Основная часть* - теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса.

Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание эссе и это представляет собой главную трудность. Поэтому важное значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы.

В зависимости от поставленного вопроса анализ проводится на основе следующих категорий:

Причина - следствие, общее - особенное, форма - содержание, часть - целое, постоянство - изменчивость.

В процессе построения эссе необходимо помнить, что один параграф должен содержать только одно утверждение и соответствующее доказательство, подкрепленное графическим и иллюстративным материалом. Следовательно, наполняя содержанием разделы аргументацией (соответствующей подзаголовкам), необходимо в пределах параграфа ограничить себя рассмотрением одной главной мысли.

Хорошо проверенный (и для большинства — совершено необходимый) способ построения любого эссе - использование подзаголовков для обозначения ключевых моментов аргументированного изложения: это помогает посмотреть на то, что предполагается сделать (и ответить на вопрос, хорош ли замысел). Такой подход поможет следовать точно определенной цели в данном исследовании. Эффективное использование подзаголовков - не только обозначение основных пунктов, которые необходимо осветить. Их последовательность может также свидетельствовать о наличии или отсутствии логичности в освещении темы.

4. *Заключение* - обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Подытоживает эссе или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл и значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий эссе элемент, как указание на применение (импликацию) исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами.

Структура аппарата доказательств, необходимых для написания эссе

Доказательство - это совокупность логических приемов обоснования истинности какого-либо суждения с помощью других истинных и связанных с ним суждений. Оно связано с убеждением, но не тождественно ему: аргументация или доказательство должны основываться на данных науки и общественно-исторической практики, убеждения же могут быть основаны на предрассудках, неосведомленности людей в вопросах экономики и политики, видимости доказательности. Другими словами, доказательство или аргументация - это рассуждение, использующее факты, истинные суждения, научные данные и убеждающее нас в истинности того, о чем идет речь.

Структура любого доказательства включает в себя три составляющие: тезис, аргументы и выводы или оценочные суждения.

Тезис - это положение (суждение), которое требуется доказать. *Аргументы* - это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса. *Вывод* - это мнение, основанное на анализе фактов. *Оценочные суждения* - это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах. *Аргументы* обычно делятся на следующие группы:

1. *Удостоверенные факты* — фактический материал (или статистические данные).
2. *Определения* в процессе аргументации используются как описание понятий, связанных с тезисом.
3. *Законы* науки и ранее доказанные теоремы тоже могут использоваться как аргументы доказательства.

Требования к фактическим данным и другим источникам

При написании эссе чрезвычайно важно то, как используются эмпирические данные и другие источники (особенно качество чтения). Все (фактические) данные соотносятся с конкретным временем и местом, поэтому прежде, чем их использовать, необходимо убедится в том, что они соответствуют необходимому для исследований времени и месту. Соответствующая спецификация данных по времени и месту — один из способов, который может предотвратить чрезмерное обобщение, результатом которого может, например,

стать предположение о том, что все страны по некоторым важным аспектам одинаковы (если вы так полагаете, тогда это должно быть доказано, а не быть голословным утверждением).

Всегда можно избежать чрезмерного обобщения, если помнить, что в рамках эссе используемые данные являются иллюстративным материалом, а не заключительным актом, т.е. они подтверждают аргументы и рассуждения и свидетельствуют о том, что автор умеет использовать данные должным образом. Нельзя забывать также, что данные, касающиеся спорных вопросов, всегда подвергаются сомнению. От автора не ждут определенного или окончательного ответа. Необходимо понять сущность фактического материала, связанного с этим вопросом (соответствующие индикаторы? насколько надежны данные для построения таких индикаторов? к какому заключению можно прийти на основании имеющихся данных и индикаторов относительно причин и следствий? и т.д.), и продемонстрировать это в эссе. Нельзя ссылаться на работы, которые автор эссе не читал сам.

Как подготовить и написать эссе?

Качество любого эссе зависит от трех взаимосвязанных составляющих, таких как:

1. Исходный материал, который будет использован (конспекты прочитанной литературы, лекций, записи результатов дискуссий, собственные соображения и накопленный опыт по данной проблеме).
2. Качество обработки имеющегося исходного материала (его организация, аргументация и доводы).
3. Аргументация (насколько точно она соотносится с поднятыми в эссе проблемами).

Процесс написания эссе можно разбить на несколько стадий: обдумывание - планирование - написание - проверка - правка.

Планирование - определение цели, основных идей, источников информации, сроков окончания и представления работы.

Цель должна определять действия.

Идеи, как и цели, могут быть конкретными и общими, более абстрактными. Мысли, чувства, взгляды и представления могут быть выражены в форме аналогий, ассоциации, предположений, рассуждений, суждений, аргументов, доводов и т.д.

Аналогии - выявление идеи и создание представлений, связь элементов значений.

Ассоциации - отражение взаимосвязей предметов и явлений действительности в форме закономерной связи между нервно - психическими явлениями (в ответ на тот или иной словесный стимул выдать «первую пришедшую в голову» реакцию).

Предположения - утверждение, не подтвержденное никакими доказательствами.

Рассуждения - формулировка и доказательство мнений.

Аргументация - ряд связанных между собой суждений, которые высказываются для того, чтобы убедить читателя (слушателя) в верности (истинности) тезиса, точки зрения, позиции.

Суждение - фраза или предложение, для которого имеет смысл вопрос: истинно или ложно?

Доводы - обоснование того, что заключение верно абсолютно или с какой-либо долей вероятности. В качестве доводов используются факты, ссылки на авторитеты, заведомо истинные суждения (законы, аксиомы и т.п.), доказательства (прямые, косвенные, «от противного», «методом исключения») и т.д.

Перечень, который получится в результате перечисления идей, поможет определить, какие из них нуждаются в особенной аргументации.

*Источники***.** Тема эссе подскажет, где искать нужный материал. Обычно пользуются библиотекой, Интернет-ресурсами, словарями, справочниками. Пересмотр означает редактирование текста с ориентацией на качество и эффективность.

Качество текста складывается из четырех основных компонентов: ясности мысли, внятности, грамотности и корректности.

Мысль - это содержание написанного. Необходимо четко и ясно формулировать идеи, которые хотите выразить, в противном случае вам не удастся донести эти идеи и сведения до окружающих.

Внятность - это доступность текста для понимания. Легче всего ее можно достичь, пользуясь логично и последовательно тщательно выбранными словами, фразами и взаимосвязанными абзацами, раскрывающими тему.

Грамотность отражает соблюдение норм грамматики и правописания. Если в чем-то сомневаетесь, загляните в учебник, справьтесь в словаре или руководстве по стилистике или дайте прочитать написанное человеку, чья манера писать вам нравится.

Корректность — это стиль написанного. Стиль определятся жанром, структурой работы, целями, которые ставит перед собой пишущий, читателями, к которым он обращается.

3. Методические рекомендации по написанию реферата статьи

Реферирование представляет собой интеллектуальный творческий процесс, включающий осмысление, аналитико-синтетическое преобразование информации и создание нового документа - реферата, обладающего специфической языково-стилистической формой.

Рефератом статьи (далее - реферат) называется текст, передающий основную информацию подлинника в свернутом виде и составленный в результате ее смысловой переработки[2].

Основными функциями рефератов являются следующие: информативная, поисковая, индикативная, справочная, сигнальная, адресная, коммуникативная.

Информативная функция. Поскольку реферат является кратким изложением основного содержания первичного документа, главная его задача состоит в том, чтобы передавать фактографическую информацию.

Отсюда информативность является наиболее существенной и отличительной чертой реферата.

Поисковая и справочная функции. Как средство передачи информации реферат нередко заменяет чтение первичного документа. Обращаясь к рефератам, пользователь осуществляет по ним непосредственный поиск информации, причем информации фактографической. В этом проявляется поисковая функция реферата, а также функция справочная, поскольку извлекаемая из реферата информация во многом представляет справочный интерес.

Индикативная функция. Реферат должен характеризовать оригинальный материал не только содержательно, но и описательно. Путем описания обычно даются дополнительные характеристики первичного материала: его вид (книга, статья), наличие в нем иллюстраций и т.д.

Кроме того, в реферате иногда приходится ограничиваться лишь названием или перечислением отдельных вопросов содержания. Это еще одно свойство реферата, которое принято называть индикативностью.

Адресная функция. Точным библиографическим описанием первичного документа одновременно достигается то, что реферат способен выполнять адресную функцию, без чего бессмысленен документальный информационный поиск.

Сигнальная функция. Эта функция реферата проявляется, когда осуществляется оперативное информирование с помощью авторских рефератов о планах выпуска литературы, а также о существовании неопубликованных, в том числе депонированных работ.

Диапазон использования рефератов очень широк. Они применяются как в индивидуальном, так и в коллективном информационном обеспечении, проводимом в интересах научно-исследовательских работ, учебного процесса и т.д. Они же являются средством международного обмена информацией и выполняют научно-коммуникативные функции в интернациональном масштабе.

Являясь наиболее экономным средством ознакомления с первоисточником, реферат должен отразить все существенные моменты последнего и особо выделить основную мысль автора. Многообразные функции реферата в системе научных коммуникаций можно объединить в следующие основные группы: информативные, поисковые, коммуникативные. Поскольку реферат передает в сжатом виде текст первоисточника, он позволяет специалисту либо получить релевантную информацию, либо сделать вывод о том, что обращаться к первоисточнику нет необходимости.

Существует три основных способа изложения информации в реферате.

---

[2] Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5

Экстрагирование - представление информации первоисточника в реферате. Эта методика достаточно проста: референт отмечает предложения, которые затем полностью или с незначительным перефразированием переносятся в реферат-экстракт.

Перефразирование - наиболее распространенный способ реферативного изложения. Здесь имеет место частичное текстуальное совпадение с первоисточником. Перефразирование предполагает не использование значительной части сведений оригинала, а перестройку его смысловой и синтаксической структуры. Перестройка текста достигается за счет таких операций, как замещение (одни фрагменты текста заменяются другими), совмещения (объединяются несколько предложений в одно) и обобщение.

Интерпретация - это способ реферативного изложения, когда содержание первоисточника может раскрываться либо в той же последовательности, либо на основе обобщенного представления о нем. Разновидностью интерпретированных рефератов могут быть авторефераты диссертаций, тезисы докладов научных конференций и совещаний.

Для качественной подготовки реферата необходимо владеть основными приемами анализа и синтеза, знать основные требования, предъявляемые к рефератам, их структурные и функциональные особенности.

Процесс реферирования делится на пять основных этапов:

1. Определение способа охвата первоисточника, который в данном конкретном случае наиболее целесообразен, для реферирования (общее, фрагментное, аспектное и т.д.).
2. Беглое ознакомительное чтение, когда референт решает вопрос о научно-практической значимости и информационной новизне первоисточника. Анализ его вида позволяет осуществить выбор аспектной схемы изложения реферата.
3. Конструирование текста реферата, которое осуществляется с использованием приемов перефразирования, обобщения, абстрагирования и т.д. Очень редко предложения или фрагменты оригинала используются без изменения. Запись полученных в результате синтеза конструкций осуществляется в последовательности, соответствующей разработанной схеме или плану.
4. Критический анализ полученного текста с точки зрения потребителя реферата.
5. Оформление и редактирование, которые являются заключительным этапом подготовки реферата.

Все, что в первичном документе не заслуживает внимания потребителя реферата, должно быть опущено. Так, в реферат не включаются:

- общие выводы, не вытекающие из полученных результатов;
- информация, не понятная без обращения к первоисточнику;
- общеизвестные сведения;
- второстепенные детали, избыточные рассуждения;
- исторические справки;
- детальные описания экспериментов и методик;
- сведения о ранее опубликованных документах и т. д.

Приемы составления реферата позволяют обеспечить соблюдение основных методических принципов реферирования: адекватности, информативности, краткости и достоверности.

Хотя реферат по содержанию зависит от первоисточника, он представляет собой новый, самостоятельный документ. Общими требованиями к языку реферата являются точность, краткость, ясность, доступность.

По своим языковым и стилистическим средствам реферат отличается от первоисточника, поскольку референт использует иные термины и строит предложения в соответствии со стилем реферата. Наряду с сообщением могут использоваться перифразы. Вместе с тем в ряде случаев стилистика реферата может совпадать с первоисточником, что особенно характерно для расширенных рефератов.

Изложение реферата должно обеспечивать наибольшую семантическую адекватность, семантическую эквивалентность, краткость и логическую последовательность. Для этого

необходимы определенные лексические и грамматические средства. Адекватность и эквивалентность достигаются за счет правильного употребления терминов, краткость - за счет экономной структуры предложений и использования терминологической лексики.

Быстрое и адекватное восприятие реферата обеспечивается употреблением простых законченных предложений, имеющих правильную грамматическую форму. Громоздкие предложения затрудняют понимание реферата, поэтому сложные предложения, как правило, расчленяются на ряд простых при сохранении логических взаимоотношений между ними путем замены соединительных слов, например, местоимениями.

Широко используются неопределенно-личные предложения без подлежащего. Они концентрируют внимание читающего только на факте, усиливая тем самым информационно-справочную значимость реферата.

Реферату, как одному из жанров научного стиля, присущи те же семантико-структурные особенности, что и научному стилю в целом: объективность, однозначность, логичность изложения, безличная манера повествования, широкое использование научных терминов, абстрактной лексики и т.д. В то же время этот жанр имеет и свою специфику стиля: фактографичность (констатация фактов), обобщенно-отвлеченный характер изложения, предельная краткость, подчеркнутая логичность, стандартизация языкового выражения.

Рефераты делятся на информативные (реферат-конспект), индикативные, указательные (реферат-резюме) и обзорные (реферат-обзор)[3]. В основу их классификации положена степень аналитико-синтетической переработки источника.

Информативные рефераты включают в себя изложение (в обобщенном виде) всех основных проблем, изложенных в первоисточнике, их аргументацию, основные результаты и выводы, имеющие теоретическую и практическую ценность.

Индикативные рефераты указывают только на основные моменты содержания первоисточника. Их также называют реферативной аннотацией.

Научные рефераты отражают смысловую сторону образно-тематического содержания. В его основе лежат такие мыслительные операции, как обобщение и абстракция.

Реферат-резюме направлен на перечисление основных проблем источника без содержания доказательств.

Реферат, независимо от его типа, имеет единую структуру:

- название реферируемой работы (или выходные данные);
- композиция реферируемой работы;
- главная мысль реферируемого материала;
- изложение содержания;
- выводы автора по реферируемому материалу.

Обычно в самом первоисточнике главная мысль становится ясной лишь после прочтения всего материала, в реферате же с нее начинается изложение содержания, она предшествует всем выводам и доказательствам. Такая последовательность изложения необходима для того, чтобы с самого начала сориентировать читателя относительно основного содержания источника и его перспективной ценности. Выявление главной мысли источника становится весьма ответственным делом референта и требует от него вдумчивого отношения к реферируемому материалу. Иногда эта главная мысль самим автором даже не формулируется, а лишь подразумевается. Референту необходимо суметь сжато ее сформулировать, не внося своих комментариев.

Содержание реферируемого материала излагается в последовательности первоисточника по главам, разделам, параграфам. Обычно дается формулировка вопроса, приводится вывод по этому вопросу и необходимая цепь доказательств в их логической последовательности.

---

[3] Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. - 368с.

Следует иметь в виду, что иногда выводы автора не вполне соответствуют главной мысли первоисточника, так как могут быть продиктованы факторами, выходящими за пределы излагаемого материала. Но в большинстве случаев выводы автора вытекают из главной мысли, выявление которой и помогает их понять.

Перечень типичных смысловых частей информационного реферата и используемых в каждой из них типичных языковых средств представлен в таблице 1.

Таблица 1

Перечень типичных смысловых частей информационного реферата и используемых в каждой из них типичных языковых средств

Смысловые части реферата	**Используемые языковые средства**
1. Название реферируемой работы (или выходные данные)	- В. Вильсон. Наука государственного управления // Классики теории государственного управления: американская школа. Под ред. ДЖ. Шафритца, А. Хайда. – М. : Изд-во МГУ, 2003. – с. 24-42.; - Статья называется (носит название, озаглавлена)
2. Композиция реферируемой работы	- Статья • состоит из…… • делится на ….. • начинается с……. • кончается (чем?)…….; - В статье можно выделить две части…….
3. Проблематика и основные положения работы	- Статья • посвящена теме (проблеме, вопросу) …… • представляет собой анализ (обзор, описание, обобщение, изложение) …….. - Автор статьи • ставит (рассматривает, освещает, поднимает, затрагивает) следующие вопросы (проблемы) …… • особо останавливается (на чем?) ..... • показывает значение (чего?) …….. • раскрывает сущность (чего?) ……. • обращает внимание (на что?) …… • уделяет внимание (чему?) ….. • касается (чего?) ……. - В статье • рассматривается (что?) …. • анализируется (что?) ….. • делается анализ (обзор, описание, обобщение, изложение) (чего?) …… • раскрывается, освещается вопрос… • обобщается (что?) ……. • отмечается важность (чего?) …… • касается (чего?)….. - В статье • показано (что?) …… • уделено большое внимание (чему?) …… • выявлено (что?) ……. • уточнено (что?) ……..
4. Аргументация основных положений работы	- Автор • приводит примеры (факты, цифры, данные) ……. • иллюстрирует это положение …….. • подтверждает (доказывает, аргументирует) свою точку зрения примерами (данными)… - в подтверждение своей точки зрения автор приводит доказательства (аргументы, ряд доказательств, примеры, иллюстрации, данные, результаты наблюдений)… - Для доказательств своих положений автор описывает • эксперимент …… • в ходе эксперимента автор привлекал …

5. Выводы, заключения	• выполненные исследования показывают… • приведенные наблюдения (полученные данные) приводят к выводу (позволяют сделать выводы).. • из сказанного можно сделать вывод, что ….. • анализ результатов свидетельствует … - На основании проведенных наблюдений (полученных данных, анализ результатов) • был сделан вывод (можно сделать заключение) …. • автор приводит выводы …….

Реферат может содержать комментарий референта, только в том случае, если референт является достаточно компетентным в данном вопросе и может вынести квалифицированное суждение о реферируемом материале. В комментарий входят критическая характеристика первоисточника, актуальность освещенных в нем вопросов, суждение об эффективности предложенных решений, указание, на кого рассчитан реферируемый материал.

Комментарий реферата может содержать оценку тех или иных положений, высказываемых автором реферируемой работы. Эта оценка чаще всего выражает согласие или несогласие с точкой зрения автора. Языковые средства, которые используются при этом, рассмотрены в таблице 2.

Таблица 2

Языковые средства, используемых при оценке те положений, высказываемых автором реферируемой работы

Смысловые части комментарии	**Используемые языковые средства**
Смысловые части комментарии	- Автор • справедливо указывает …. • правильно подходит к анализу (оценке) …. • убедительно доказывает …. • отстаивает свою точку зрения …. • критически относится к работам предшественников ….. - Мы • разделяем точку зрения (мнения, оценку) автора …… • придерживаемся подобного же мнения … • критически относимся к работам предшественников …. - Можно согласится с автором, что ….. - Следует признать достоинства такого подхода к решению ….
Несогласие (отрицательная оценка)	- Автор • не раскрывает содержания (противоречий, разных точек зрения) … • противоречит себе (известным фактам) ……. • игнорирует общеизвестные факты ….. • упускает из вида ……. • не критически относится к высказанному положению …….. • не подтверждает сказанное примерами…. - Мы • придерживаемся другой точки зрения (другого, противоположного мнения) • не можем согласиться (с чем?) … • трудно согласиться с автором (с таким подходом к решению проблемы, вопроса, задачи) …. • можно выразить сомнение в том, что ….. • дискуссивно (сомнительно, спорно) , что …… • к недостаткам работы можно отнести ……

В реферате могут быть использованы цитаты из реферируемой работы. Они всегда ставятся в кавычки. Следует различать три вида цитирования, при этом знаки препинания ставятся, как в предложениях с прямой речью.

1. Цитата стоит после слов составителя реферата. В этом случае после слов составителя реферата ставится двоеточие, а цитата начинается с большой буквы. Например:

Автор статьи утверждает: «В нашей стране действительно произошел стремительный рост национального самосознания».

2. Цитата стоит перед словами составителя реферата. В этом случае после цитаты ставится запятая и тире» а слова составителя реферата пишутся с маленькой буквы. Например: «В нашей стране действительно стремительный рост национального самосознания», - утверждает автор статьи.

3. Слова составителя реферата стоят в середине цитаты. В этом случае перед ними и после них ставится точка с запятой. Например: «В нашей стране, - утверждает автор статьи, - действительно стремительный рост национального самосознания».

4. Цитата непосредственно включается в слова составителя реферата. В этом случае (а он является самым распространенным в реферате) цитата начинается с маленькой буквы. Например: Автор статьи утверждает, что «в нашей стране действительно стремительный рост национального самосознания».

4. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации[4]. Формально можно выделить следующие этапы:

- ознакомление студентов с текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия, необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированного заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированное задание и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированное заданием.

---

[4] Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливают заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один- два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;

• время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода ***case-study***. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффектна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповая и индивидуальная. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания. Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю;

групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного
- анализа (правильность предложений, подготовленность,
- аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющихся в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам.

5. Методические рекомендации по составлению тестовых заданий

Требования к составлению тестовых заданий

Тестовое задание (ТЗ) - варьирующаяся по элементам содержания и по трудности единица контрольного материала, сформулированная в утвердительной форме предложения с неизвестным. Подстановка правильного ответа вместо неизвестного компонента превращает задание в истинное высказывание, подстановка неправильного ответа приводит к образованию ложного высказывания, что свидетельствует о незнании студентом данного учебного материала.

Для правильного составления ТЗ необходимо выполнить следующие *требования*:

1. Содержание каждого ТЗ должно охватывать какую-либо одну смысловую единицу, то есть должно оценивать что-то одно.
2. Ориентация ТЗ на получение *однозначного* заключения.
3. Формулировка содержания ТЗ в виде свернутых кратких суждений. Рекомендуемое количество слов в задании не более 15. В тексте не должно быть преднамеренных подсказок и сленга, а также оценочных суждений автора ТЗ. Формулировка ТЗ должна быть в повествовательной форме (не в форме вопроса). По возможности, текст ТЗ не должен содержать сложноподчиненные конструкции, повелительного наклонения («выберите», «вычислите», «укажите» и т.д). Специфический признак (ключевое слово) выносится в начало ТЗ. Не рекомендуется начинать ТЗ с предлога, союза, частицы.
4. Соблюдение единого стиля оформления ТЗ.

Требования к формам ТЗ

ТЗ может быть представлено в одной из четырех стандартизованных форм:

- закрытой (с выбором одного или нескольких заключений);
- открытой;
- на установление правильной последовательности;
- на установление соответствия.

Выбор формы ТЗ зависит от того, какой вид знаний следует проверить. Так, для оценки фактологических знаний (знаний конкретных фактов, названий, имён, дат, понятий) лучше использовать тестовые задания закрытой или открытой формы.

Ассоциативных знаний (знаний о взаимосвязи определений и фактов, авторов и их теорий, сущности и явления, о соотношении между различными предметами, законами, датами) - заданий на установление соответствия. Процессуальных знаний (знаний правильной последовательности различных действий, процессов) - заданий на определение правильной последовательности.

Тестовое задание закрытой формы

Если к заданиям даются готовые ответы на выбор (обычно один правильный и остальные неправильные), то такие задания называются заданиями с выбором одного правильного ответа или с единичным выбором.

При использовании этой формы следует руководствоваться правилом: в каждом задании с выбором одного правильного ответа правильный ответ должен быть.

Помимо этого, бывают задания с выбором нескольких правильных ответов или с множественным выбором. Подобная форма заданий не допускает наличия в общем перечне ответов следующих вариантов: «все ответы верны» или «нет правильного ответа».

Вариантов выбора (дистракторов) должно быть не менее 4 и не более 7. Если дистракторов мало, то возрастает вероятность угадывания правильного ответа, если слишком много, то делает задание громоздким. Кроме того, дистракторы в большом количестве часто

бывают неоднородными, и тестируемый сразу исключает их, что также способствует угадыванию.

Дистракторы должны быть приблизительно одной длины. Не допускается наличие повторяющихся фраз (слов) в дистракторах.

Тестовое задание открытой формы

В заданиях открытой формы готовые ответы с выбором не даются. Требуется сформулированное самим тестируемым заключение. Задания открытой формы имеют вид неполного утверждения, в котором отсутствует один или несколько ключевых элементов. В качестве ключевых элементов могут быть: число, буква, слово или словосочетание. При формулировке задания на месте ключевого элемента, необходимо поставить прочерк или многоточие. Утверждение превращается в истинное высказывание, если ответ правильный и в ложное высказывание, если ответ неправильный. Необходимо предусмотреть наличие всех возможных вариантов правильного ответа и отразить их в ключе, поскольку отклонения от эталона (правильного ответа) могут быть зафиксированы проверяющим как неверные.

Тестовые задания на установление правильной последовательности

Такое задание состоит из однородных элементов некоторой группы и четкой формулировки критерия упорядочения этих элементов.

Задание начинается со слова: «Последовательность».

Тестовые задания на установление соответствия

Такое задание состоит из двух групп элементов и четкой формулировки критерия выбора соответствия между ними.

Соответствие устанавливается по принципу 1:1 (одному элементу первой группы соответствует только один элемент второй группы) или 1:М (одному элементу первой группы соответствуют М элементов второй группы). Внутри каждой группы элементы должны быть однородными. Количество элементов второй группы должно превышать количество элементов первой группы. Максимальное количество элементов второй группы должно быть не более 10, первой группы - не менее 2.

Задание начинается со слова: «Соответствие». Номера и буквы используются как идентификаторы (метки) элементов. Арабские цифры являются идентификаторами первой группы, заглавные буквы русского алфавита - второй. Номера и буквы отделяются от содержания столбцов круглой скобкой.

6.Требования к написанию и оформлению доклада

Доклад (или отчёт) – один из видов монологической речи, публичное, развёрнутое, официальное, сообщение по определённому вопросу, основанное на привлечении документальных данных.

Обычно любая научная работа заканчивается докладом на специальном научном семинаре, конференции, где участники собираются, чтобы обсудить научные проблемы. На таких семинарах (конференциях) всегда делается доклад по определённой теме. Доклад содержит все части научного отчёта или статьи. Это ответственный момент для докладчика. Здесь проверяются знание предмета исследования, способности проводить эксперимент и объяснять полученные результаты. С другой стороны, люди собираются, чтобы узнать что-то новое для себя. Они тратят своё время и хотят провести время с пользой и интересом. После выступления докладчика слушатели обязательно задают вопросы по теме выступления, и докладчику необходимо научиться понимать суть различных вопросов. Кроме того, на семинаре задача обсуждается, рассматривается со всех сторон, и бывает, что автор узнаёт о своей работе много нового. Часто возникают интересные идеи и неожиданные направления исследований. Работа становится более содержательной. Следовательно, доклад необходим для развития самой науки и для студентов. В этом состоит главное предназначение доклада.

На студенческом семинаре (конференции) всегда подводится итог, делаются выводы, принимается решение или соответствующее заключение. Преподаватель (жюри) выставляет оценку за выполнение доклада и его предъявление, поскольку в учебном заведении данная форма мероприятия является обучающей. Оценки полезно обсуждать со студентами: это помогает им понять уровень их собственных работ. С лучшими сообщениями, сделанными на семинарах, студенты могут выступать впоследствии на студенческих конференциях. Поэтому каждому студенту необходимо обязательно предварительно готовить доклад и учиться выступать публично.

Непосредственная польза выступления студентов на семинаре (конференции) состоит в следующем.

1. Выступление позволяет осуществлять поиск возможных ошибок в постановке работы, методике исследования, обобщении полученных результатов, их интерпретации. Получается, что студенты помогают друг другу улучшить работу. Что может быть ценнее?
2. Выступление дает возможность учиться излагать содержание работы в короткое время, схватывать суть вопросов и толково объяснять существо. Следовательно, учиться делать доклад полезно для работы в любой области знаний.
3. На семинаре (конференции) докладчику принято задавать вопросы. Студентам следует знать, что в научной среде не принято осуждать коллег за заданные в процессе обсуждения вопросы. Однако вопросы должны быть заданы по существу проблемы, исключать переход на личностные отношения. Публичное выступление позволяет студентам учиться корректно, лаконично и по существу отвечать на вопросы, демонстрировать свои знания.

Требования к подготовке доклада

Доклад может иметь форму публичной лекции, а может содержать в себе основные тезисы более крупной работы (например, реферата, курсовой, дипломной работы, научной статьи). Обычно от доклада требуется, чтобы он был:

- точен в части фактического материала и содержал обоснованные выводы;
- составлен с учетом точки зрения адресата;
- посвящен проблемам, непосредственно относящимся к определенной теме;
- разделен на части, логично построенные;
- достаточно обширен, чтобы исчерпать заявленную тему доклада, но не настолько, чтобы утомлять адресата;

- интересно написан и легко читался (слушался);
- понятен, нагляден и привлекателен по оформлению.

Как правило, доклад содержит две части: текст и иллюстрации. Представление рисунков, таблиц, графиков должно быть сделано с помощью компьютера. Компьютер - идеальный помощник при подготовке выступления на семинаре (конференции). Каждая из частей доклада важна. Хорошо подготовленному тексту всегда сопутствует хорошая презентация. Если докладчик не нашёл времени хорошо подготовить текст, то у него плохо подготовлены и иллюстрации. Это неписаное правило.

Доклад строится по определённой схеме. Только хорошая система изложения даёт возможность логично, взаимосвязано, кратко и убедительно изложить результат. Обычно участники конференции знают, что должно прозвучать в каждой части выступления. В мире ежегодно проходят тысячи семинаров, сотни различных конференций, технология создания докладов совершенствуется. Главное - говорить о природе явления, о процессах, проблемах и причинах Вашего способа их решения, аргументировать каждый Ваш шаг к цели.

На следующие вопросы докладчику полезно ответить самому себе при подготовке выступления, заблаговременно (хуже, если подобные вопросы возникнут у слушателей в процессе доклада). Естественно, отвечать целесообразно честно...

1. Какова цель выступления**?**

Или: «Я, автор доклада, хочу...»:

- информировать слушателей о чем-то;
- объяснить слушателям что-то;
- обсудить что-то (проблему, решение, ситуацию и т.п.) со слушателями;
- спросить у слушателей совета;
- сделать себе PR;
- пожаловаться слушателям на что-то (на жизнь, ситуацию в стране и т.п.).

Т.е. ради чего, собственно, затевается выступление? Если внятного ответа на Вопрос нет, то стоит задуматься, нужно ли такое выступление?

2. Какова аудитория?

На кого рассчитано выступление:

- на студентов;
- на клиента (-ов);
- на коллег-профессионалов;
- на конкурентов;
- на присутствующую в аудитории подругу (друзей)?

3. Каков объект выступления?

О чем собственно доклад, что является его «ядром»:

- одна модель;
- серия моделей;
- динамика изменения модели (-ей);
- условия применения моделей;
- законченная методика;
- типовые ошибки;
- прогнозы;
- обзор, сравнительный анализ;
- постановка проблемы, гипотеза;
- иное?

Естественно, качественный доклад может касаться нескольких пунктов из приведенного списка...

4. Какова актуальность доклада?

Или: почему сегодня нужно говорить именно об этом?

5. В чем заключается новизна темы?

Или: если заменить многоумные и иноязычные термины в тексте доклада на обычные слова, то не станет ли содержание доклада банальностью?

Ссылается ли автор на своих предшественников? Проводит ли сравнение с существующими аналогами?

Стоит заметить, что новизна и актуальность - разные вещи. Новизна характеризует насколько ново содержание выступления по сравнению с существующими аналогами. Актуальность - насколько оно сейчас нужно. Бесспорно, самый выигрышный вариант - и ново, и актуально. Неплохо, если актуально, но не ново. Например, давняя проблема, но так никем и не решенная. Терпимо, если не актуально, но ново - как прогноз. Пример: сделанный Д.И. Менделеевым в XIX веке прогноз, что в будущем дома будут не только обогревать, но и охлаждать (кондиционеров тогда и вправду не знали).

Но если и не ново и не актуально, то нужно ли кому-то такое выступление?

6. Разработан ли автором план (структура и логика) выступления?

Есть ли логичная последовательность авторской мысли? Или же автор планирует свой доклад в стиле: «чего-нибудь наболтаю, а наглядный материал и вопросы слушателей как-нибудь помогут вытянуть выступление...?»

Есть ли выводы с четкой фиксацией главного и нового? Как они подводят итог выступлению?

7. Наглядная иллюстрация материалов

Нужна ли она вообще, и если да, то, что в ней будет содержаться? Отражает ли она логику выступления?

Иллюстрирует ли сложные места доклада?

Важно помнить: иллюстративный материал не должен полностью дублировать текст доклада. Слушатель должен иметь возможность записывать: примеры, дополнения, подробности, свои мысли... А для этого необходимо задействовать как можно больше видов памяти. Гигантской практикой образования доказано: материал усваивается лучше, если зрительная и слуховая память подкрепляются моторной. Т.е. надо дать возможность слушателям записывать, а не только пассивно впитывать материал.

Следует учитывать и отрицательный момент раздаточных материалов: точное повторение рассказа докладчика. Или иначе: если на руках слушателей (в мультимедийной презентации) есть полный письменный текст, зачем им нужен докладчик? К слову сказать, часто красивые слайды не столько иллюстрируют материал, сколько прикрывают бедность содержания...

8. Корректные ссылки

Уже много веков в научной среде считается хорошим тоном указание ссылок на первоисточники, а не утаивание их.

9. Что останется у слушателей:

- раздаточный или наглядный материал: какой и сколько?
- собственные записи: какие и сколько? И что сделано автором по ходу доклада для того, чтобы записи слушателей не искажали авторский смысл?
- в головах слушателей: какие понятия, модели, свойства и условия применения были передам слушателям?

Требования к составлению доклада

Полезно придерживаться следующей схемы составления доклада на семинаре (конференции).

Время Вашего доклада ограничено, обычно на него отводится 5-7 минут. За это время докладчик может успеть зачитать в темпе обычной разговорной речи текст объёмом не более

3-5-и листов формата А4. После доклада - вопросы слушателей и ответы докладчика (до 3 минут). Полное время Вашего выступления - не более 10-и минут.

Сначала должно прозвучать название работы и фамилии авторов. Обычно название доклада и авторов произносит руководитель семинара (председатель конференции). Он представляет доклад, но допустим и такой вариант, при котором докладчик сам произносит название работы и имена участников исследования. Потраченное время - примерно 30 с.

Следует знать, что название - это краткая формулировка цели. Поэтому название должно быть конкретным и ясно указывать, на что направлены усилия автора. Если в названии менее 10-и слов - это хороший тон. Если больше - рекомендуется сократить. Так советуют многие международные журналы. В выступлении можно пояснить название работы другими словами. Возможно, слушатели лучше Вас поймут, если Вы скажете, какое явление исследуется, что измеряется, что создаётся, разрабатывается или рассчитывается. Максимально ясно покажите, что именно Вас интересует.

Введение (до 1 мин)

В этой части необходимо обосновать необходимость проведения исследования и его актуальность. Другими словами, Вы должны доказать, что доклад достоин того, чтобы его слушали. Объясните, почему важно исследовать данное явление. Расскажите, чем интересен выбранный объект с точки зрения науки, заинтересуйте своих слушателей темой Вашего исследования.

Скажите, кто и где решал подобную задачу. Укажите сильные и слабые стороны известных результатов. Учитывайте то, что студенту необходимо учиться работать с литературой, анализировать известные факты. Назовите источники информации, Ваших предшественников по имени, отчеству и фамилии и кратко, какие ими были получены результаты. Обоснуйте достоинство Вашего способа исследования в сравнении с известными результатами. Учтите, что студенческое исследование может быть и познавательного характера, то есть можно исследовать известный науке факт. Поясните, чем он интересен с Вашей точки зрения. Ещё раз сформулируйте цель работы и покажите, какие задачи необходимо решить, чтобы достигнуть цели. Что нужно сделать, создать, решить, вычислить? Делите целое на части - так будет понятнее и проще.

Методика исследования (до 30 сек.)

Методика, или способ исследования, должна быть обоснована. Поясните, покажите преимущества и возможности выбранной Вами методики при проведении экспериментального исследования.

Теоретическая часть (до 1 мин)

Эта часть обязательна в докладе. Редкий случай, когда можно обойтись без теоретического обоснования предстоящей работы, ведь экспериментальное исследование должно базироваться на теории. Здесь необходимо показать сегодняшний уровень Вашего понимания проблемы и на основании теории попытаться сформулировать постановку задачи. Покажите только основные соотношения и обязательно дайте комментарий. Скажите, что основная часть теории находится в содержании работы (реферате).

Экспериментальная часть (для работ экспериментального типа) (1,5-2 мин.)

Покажите и объясните суть проведённого Вами эксперимента. Остановитесь только на главном, основном. Второстепенное оставьте для вопросов.

Результаты работы (до 1 мин.)

1. Перечислите основные, наиболее важные, на Ваш взгляд, результаты работы.
2. Расскажите, как он был получен, укажите его характерные особенности.
3. Поясните, что Вы считаете самым важным и почему.
4. Следует ли продолжать исследование, и, если да, то в каком направлении?
5. Каким результатом можно было бы гордиться? Остановитесь на нём подробно.

6. Скажите, что следует из представленной вами информации.

7. Покажите, удалось ли разобраться в вопросах, сформулированных при постановке задачи. Обязательно скажите, достигнута ли цель работы. Закончено ли исследование?

8. Какие перспективы?

9. Покажите, что результат Вам нравится.

Выводы (до 1 мин.)

Сжато и чётко сформулируйте выводы. Покажите, что твёрдо установлено в результате проведённого теоретического или экспериментального исследования. Что удалось надёжно выяснить? Какие факты заслуживают доверия?

Завершение доклада

Поблагодарите всех за внимание. Помните: если Вы закончили свой доклад на 15 секунд раньше, все останутся довольны и будут ждать начала вопросов и дискуссию. Если Вы просите дополнительно ещё 3 минуты, Вас смогут потерпеть. Это время могут отнять от времени для вопросов, где Вы могли бы показать себя с хорошей стороны. Поэтому есть смысл предварительно хорошо "вычитать" (почти выучить) доклад. Это лучший способ научиться управлять временем.

Требования к предъявлению доклада во время выступления

Докладчику следует знать следующие приёмы, обеспечивающие эффективность восприятия устного публичного сообщения.

Приемы привлечения внимания

1. Продуманный первый слайд презентации.
2. Обращение.
3. Контакт глаз.
4. Позитивная мимика.
5. Уверенная пантомимика и интонация.
6. Выбор места.

Приемы привлечения интереса

В формулировку актуальности включить информацию о том, в чём может быть личный интерес слушателей, в какой ситуации они могут его использовать?

Приемы поддержания интереса и активной мыслительной деятельности слушателей

1. Презентация (образы, схемы, диаграммы, логика, динамика, юмор, оформление).
2. Соответствующая невербальная коммуникация (все составляющие!!!).
3. Речь логичная, понятная, средний темп, интонационная выразительность.
4. Разговорный стиль.
5. Личностная вовлеченность.
6. Образные примеры.
7. Обращение к личному опыту.
8. Юмор.
9. Цитаты.
10. Временное соответствие.

Приемы завершения выхода из контакта

- обобщение;
- метафора, цитата;
- побуждение к действию.

7. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии [5].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).

---

[5] Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[6].

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

8. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих

[6]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помощь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;
- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

9.Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что необходимо

дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

10.Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала

осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины, Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На

консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальным сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестное выполнение заданий;

3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368 с.

2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

5. Методические рекомендации по написанию



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО

«Уральский государственный горный университет»

О. В. Садырева, И. Г. Коршунов

Ф И З И К А

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ВСЕХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ

Екатеринбург

2021

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Учебно-методическим советом УГГУ

Председатель совета
_____Упоров С.А.

ФИЗИКА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
СТУДЕНТОВ ВСЕХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ

Екатеринбург, 2021

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры физики 5 октября 2020 года (протокол № 117) и рекомендованы для издания в УГГУ

ФИЗИКА. Методические указания для самостоятельной работы студентов всех направлений подготовки/Садырева О.В., Коршунов И.Г.; Урал.гос. горный ун-т.–Екатеринбург, 2019.– 29 стр.

Методические указания составлены в соответствии с программами по курсу физики для студентов всех направлений подготовки в УГГУ. Они содержат условия задач для самостоятельной работы, при выполнении контрольных работ студентами по следующим темам курса физики: механика; молекулярная физика и термодинамика; электричество и магнетизм; механические и электромагнитные колебания и волны; волновая и квантовая оптика; квантовая физика и физика атома; элементы ядерной физики. Также в них содержатся методические указания к решению задач, их оформлению, список рекомендуемой литературы и справочные данные, необходимые для решения задач.

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ И ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНИХ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

1. Номера задач, которые студент должен включить в свою контрольную работу, определяются преподавателем в начале соответствующего семестра.
2. Контрольные работы нужно выполнять чернилами в школьной тетради, на обложке указывается фамилия и инициалы студента, номер группы.
3. Условия задач в контрольной работе необходимо переписать полностью без сокращений. Для замечаний преподавателя на страницах тетради нужно оставлять поля.
4. Если контрольная работа при рецензировании не зачтена, студент обязан представить ее на повторную рецензию, включив в нее те задачи, при решении которых допущены ошибки.
5. При решении задач необходимо пользоваться следующей схемой:

- Внимательно прочитать условие задачи.
- Выписать столбиком все величины, входящие в условие, и выразить их в одних единицах (преимущественно в Международной системе единиц СИ).
- Если это возможно, представить условие задачи в виде четкого рисунка. Правильно сделанный рисунок – это наполовину решенная задача.
- Уяснить физическую сущность задачи, установить основные законы и формулы, на которых базируется условие задачи.
- Если при решении задачи применяется формула, полученная для частного случая, не выражающая какой-нибудь физический закон или не являющаяся определением какой-нибудь физической величины, то ее следует вывести.
- Если равенства векторные, то их необходимо спроектировать но оси координат и записать в скалярной форме.
- Решить задачу сначала в общем виде, то есть, в буквенных обозначениях, заданных в условии задачи. При таком способе решения не производятся вычисления промежуточных величин.
- После получения расчетной формулы для проверки ее правильности следует подставить в правую часть формулы вместо символов величин их размерности, произвести с ними необходимые действия и убедиться в том, что полученная при этом единица соответствует искомой величине. Если такого соответствия нет, то это означает, что задача решена неверно.

- Подставить в конечную формулу числовые значения, выраженные в единицах СИ. В виде исключения допускается выражать в любых, но одинаковых единицах числовые значения однородных величин, стоящих в числителе и знаменателе дроби и имеющих одинаковые степени.
- При подстановке в расчетную формулу, а также при записи ответа числовые значения величин следует записывать как произведение десятичной дроби с одной значащей цифрой перед запятой на соответствующую степень десяти. Например, вместо 3520 надо записать $3{,}52 \cdot 10^3$, вместо 0,00129 записать $1{,}29 \cdot 10^{-3}$ и т. п.
- Вычисления по расчетной формуле надо проводить с соблюдением правил приближенных вычислений. Как правило, окончательный ответ следует записывать с тремя значащими цифрами. Это относится и к случаю, когда результат получен с применением калькулятора.
- Решение задачи должно сопровождаться краткими, но исчерпывающими пояснениями и комментариями.

1. МЕХАНИКА

1. Расстояние между двумя станциями метрополитена 1,5 км. Первую половину этого расстояния поезд проходит равноускоренно, вторую - равнозамедленно с тем же по модулю ускорением. Максимальная скорость поезда 50 км/ч. Найти ускорение и время движения поезда между станциями.

2. Шахтная клеть поднимается со скоростью 12 м/с. После выключения двигателя, двигаясь с отрицательным ускорением 1,2 м/с2 , останавливается у верхней приемной площадки. На каком расстоянии от нее находилась клеть в момент выключения двигателя и сколько времени двигалась до остановки?

3. С башни высотой 30 м в горизонтальном направлении брошено тело с начальной скоростью 10 м/с. Определить уравнение траектории тела, скорость тела в момент падения.

4. Для добывания руды открытым способом произвели взрыв породы. Подъем кусков породы, выброшенных вертикально вверх, длился 5 с. Определить их начальную скорость и высоту подъема.

5. При взрыве серии скважин камень, находящийся на уступе высотой 45 м, получил скорость 100 м/с в горизонтальном направлении. Какова дальность полета камня, сколько времени он будет падать, с какой скоростью упадет на землю?

6. Рассчитать скорость движения и полное ускорение шахтного электровоза в момент времени 5 с, если он движется по криволинейному участку радиусом 15 м. Закон движения электровоза выражается формулой $S= 800 + 8t – 0,5 t^2$, м.

7. Во сколько раз тангенциальное ускорение точки, лежащей на ободе вращающегося колеса, больше ее нормального ускорения для того момента времени, когда вектор полного ускорения этой точки составляет угол 30° с вектором ее линейной скорости?

8. Под действием постоянной силы 118 Н вагонетка приобрела скорость 2 м/с, пройдя путь 10 м. Определить силу трения и коэффициент трения, если масса вагонетки 400 кг.

9. В шахте опускается равноускоренно лифт массой 280 кг, в первые 10 с он проходит 35 м. Найти натяжение каната, на котором висит лифт.

10. На горизонтальной платформе шахтной клети находится груз 60 кг. Определить силу давления груза на платформу: при равномерном подъеме и спуске, при подъеме и спуске с ускорением 3 м/^{2} , при спуске с ускорением 9,8 м/с^2.

11. Тело скользит по наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол 45° . Пройдя путь 36,4 см, тело приобретает скорость 2 м/с. Найти коэффициент трения тела о плоскость.

12. Найти закон движения (зависимость пройденного расстояния от времени) куска антрацита при скольжении его с нулевой начальной скоростью по стальному желобу с углом наклона 30° . Коэффициент трения 0,3.

13. Рудничный поезд массой 450 т движется со скоростью 30 км/ч, развивая мощность 150 л. с. (1 л. с. =736 Вт). Определить коэффициент трения.

14. Определить силу тяги, которую развивает лебедка при подъеме вагонетки массой 2 т с ускорением 0,5 м/^{2}, если коэффициент трения 0,03, а угол наклона железнодорожного полотна 30°.

15. Вагонетка скатывается по наклонной горке длиной 5 м. Определить путь, проходимый вагонеткой по горизонтали до остановки, и наибольшую скорость движения, если коэффициент сопротивления 0,0095. Угол наклона 5°.

16. Маховик, приведенный в равноускоренное вращение, сделав 40 полных оборотов, стал вращаться с частотой 480 мин$^{-1}$.Определить угловое ускорение маховика и продолжительность равноускоренного вращения.

17. Ротор шахтного электродвигателя совершает 960 об/мин. После выключения он останавливается через 10с. Считая вращение равнозамедленным, найти угловое ускорение ротора. Сколько оборотов сделал ротор до остановки?

18. Крутящий момент двигателя электрической лебедки 1,2 кН·м. Для остановки двигателя служат тормозные деревянные колодки, прижимающиеся с двух сторон к тормозному чугунному диску радиусом 0,6 м, жестко связанному с ротором двигателя. Найти силу давления, необходимую для остановки ротора, если коэффициент трения равен 0,5.

19. Двигатель мощностью 3 кВт за 12 с разогнал маховик до 10 об/с. Найти момент инерции маховика.

20. Была произведена работа в 1 кДж, чтобы из состояния покоя привести маховик во вращение с частотой 8с$^{-1}$.Какой момент импульса (количества движения) приобрел маховик?

21. Шар и цилиндр имеют одинаковую массу 5кг и катятся со скоростью 10 м/с по горизонтальной плоскости. Найти кинетическую энергию этих тел.

22. Какую работу надо произвести, чтобы раскрутить маховик массой 80 кг до 180об/мин? Массу маховика считать равномерно распределенной по ободу с диаметром 1м.

23. Ротор шахтного электродвигателя совершает 960 об/мин. После выключения он останавливается через 10с. Считая вращение равнозамедленным, найти угловое ускорение ротора. Сколько оборотов сделал ротор до остановки?

24. Шар и сплошной цилиндр катятся по горизонтальной плоскости. Какую часть энергия поступательного движения каждого тела составляет от общей кинетической энергии?

25. Маховик, выполненный в виде диска радиусом 0,4м и имеющий массу 100 кг, был раскручен до 480 оборотов в минуту и предоставлен самому себе. Под действием трения вала о подшипники маховик остановился через 80 с. Определить момент сил трения.

2.МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМРОДИНАМИКА

26. Какой объем занимает 1 кг водорода при давлении 106 Па и температуре 20°С? Молярная масса водорода $2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

27. Для автогенной сварки привезли баллон кислорода вместимостью 100 л. Найти массу кислорода, если его давление 12 МПа и темпера-тура 16°С. Молярная масса кислорода $32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

28. Определить среднюю плотность сжатого воздуха в рудничной воздухопроводной сети, если давление воздуха в компрессоре составляет $7 \cdot 10^5$ Па, а давление у воздухоприемников $6 \cdot 10^5$ Па. Температура воздуха в начале и конце сети равна 27°С и 7°С. Молярная масса воздуха равна 0,029 кг/моль.

29. Стальной баллон емкостью 25 л наполнен ацетиленом C_2 H_2 при температуре 27° С до давления 20 МПа. Часть ацетилена использовали для автогенной сварки подкрановых путей в шахте. Какая масса ацетилена из-расходована, если давление в баллоне при температуре 23°С стало равным 14 МПа ? Молярная масса ацетилена 0,026 кг/моль.

30. Сжатый воздух в баллоне имеет температуру 15°С. Во время пожара температура воздуха в баллоне поднялась до 450° С. Взорвется ли баллон, если известно, что при этой температуре он может выдержать давление не более 9,8 МПа? Начальное давление в баллоне 4,8 МПа.

31. Температура взрыва гремучей смеси, то есть температура, до которой нагреты в первый момент газообразные продукты взрыва, достигает в среднем 2600° С, если взрыв происходит внутри замкнутого пространства. Во сколько раз давление при взрыве гремучего газа превосходит давление смеси до взрыва, если последнее равно 10^5 Па, а начальная температура 17° С?

32. Компрессор, обеспечивающий работу отбойных молотков в забое, засасывает из атмосферы 100 л воздуха в секунду при давлении 1 атм. Сколько отбойных молотков может работать от этого компрессора, если для каждого молотка необходимо 100 $см^3$ воздуха в секунду при давлении 50 атм ?

33. В двигателе Дизеля сжимается адиабатически воздух, в результате чего его температура поднимается, достигая температуры воспламенения нефти 800° С. До какого давления сжимается при этом воздух и во сколько раз уменьшается его объем, если начальное давление 1 атм, начальная температура 80°С, γ=1,4?

34. Современные вакуумные насосы позволяют понижать давление до 10^{-15} мм рт. ст. Сколько молекул газа содержится в объеме 1 $см^3$ при указанном давлении и температуре 27° С ?

35. Определить средние квадратичные скорости молекул метана CH_4 до взрыва и после него, если температура до взрыва равна 20° С, а после него 2600° С. Молярная масса 0,016 кг/моль.

36. Найти среднюю кинетическую энергию вращательного движения одной молекулы кислорода при температуре 350 К, а также кинетическую энергию вращательного движения всех молекул, содержащихся в 4 г кислорода.

37. Вычислить удельные теплоемкости при постоянном объеме и при постоянном давлении окиси углерода СО, принимая этот газ за идеальный.

38. На сжатие азота при постоянном давлении была затрачена работа 12 кДж. Найти изменение внутренней энергии и затраченное количество теплоты.

39. Какое количество теплоты для нагревания от 50°С до 100° С надо сообщить азоту массой 28 г, который находится в цилиндре с подвижным поршнем? Чему равна при этом процессе работа расширения?

40. При адиабатическом процессе расширения внутренняя энергия кислорода уменьшилась на 8,38 кДж. Вычислить массу кислорода, если начальная температура его 47° С, а объем увеличился в 10 раз.

41. В двигателе внутреннего сгорания температура газообразных продуктов сгорания поднимается от 600° С до 2000° С. Найти количество теплоты, подведенное к 1 кг газа при постоянном давлении, изменение его внутренней энергии и совершенную работу, если удельные теплоемкости при постоянных давлении и объеме соответственно равны 1,25 кДж/(кг·К) и 0,96 кДж/(кг·К).

42. Определить мощность на валу компрессора производительностью 25 $м^3$ в минуту, работающего на подземную воздушную сеть, если первоначальное давление 1 атм, а давление, развиваемое компрессором в конце изотермического сжатия, составляет 7 атм.

43. Тепловая машина работает по обратимому циклу Карно. Температура нагревателя 227° С. Определить термический коэффициент полезного действия цикла и температуру охладителя, если за счет каждого килоджоуля теплоты, полученной от нагревателя, машина совершает работу 350 Дж.

44. От идеальной теплосиловой установки, работающей по циклу Карно, отводится ежечасно 270 МДж теплоты с помощью холодильника при 9° С. Определить полезную мощность установки, если количество подводимой в час теплоты равно 900 МДж. При какой температуре подводится теплота?

45. Газ совершает цикл Карно. Абсолютная температура нагревателя в три раза выше, чем температура холодильника. Нагреватель передал газу 42 кДж теплоты. Какую работу совершил газ?

46. При прямом цикле Карно тепловая машина совершает работу, равную 200 Дж. Температура нагревателя 375 К, холодильника 300 К. Найти количество теплоты, получаемое машиной от нагревателя.

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

47. Вследствие трения о шкив ремень заряжается, причем каждый квадратный метр ремня содержит 0,02Кл заряда. Ширина ремня 0,3м, скорость его движения 20 м/с. Какой заряд проходит ежесекундно через любую неподвижную плоскость, перпендикулярную ремню?

48. Определить заряд, емкость и потенциал Земли, считая ее шаром радиусом $6 \cdot 10^3$ км и зная, что напряженность поля около поверхности равна 100 В/м.

49. Разность потенциалов между пластинами плоского конденсатора 6 кВ, заряд каждой пластины 10 нКл. Найти энергию конденсатора и силу взаимного притяжения пластин, если расстояние между ними 2 см.

50. Какое количество теплоты выделится при разрядке плоского конденсатора, если разность потенциалов между пластинами 15 кВ, расстояние 1 мм, диэлектрик слюда ($\varepsilon = 6$), площадь каждой пластины 300 $см^2$?

51. Какую работу надо совершить , чтобы увеличить расстояние между пластинами воздушного конденсатора от 0,03 м до 0,1 м? Площадь пластин 100 $см^2$. Конденсатор подключен к источнику напряжения 220 В.

52. Камнедробилка должна работать под напряжением 100 В, потребляя ток в 40 А. Напряжение на электростанции 120 В, а расстояние до нее 1 км. Определить сечение медных соединительных проводов ($\rho = 1{,}7 \cdot 10^{-8}$ Ом м).

53. Какой длины надо взять нихромовый проводник диаметром 1,5 мм для изготовления спирали вулканизатора , применяемого при сращивании кабелей, если сопротивление спирали 5,5 Ом, а удельное сопротивление нихрома $1{,}1 \cdot 10^{-6}$ Ом м?

54. Цена деления прибора 1, 5 $\cdot 10^{-5}$ А /дел. Шкала прибора имеет 200 делений, его внутреннее сопротивление 100 Ом. Какие сопротивления нужно подключить к этому прибору и каким образом, чтобы можно было измерять напряжение до 200 В или ток до 4 А?

55. Определить сопротивление медных магистральных проводов при температуре 30^0 С. Расстояние от места расположения проводов до взрывной станции 400 м. Площадь сечения проводов 0,8 мм^2, ρ = 0,017(Ом· мм^2 /м), α = 0,0044 град-1.

56. ЭДС батареи 12 В, ток короткого замыкания 5 А. Какую наибольшую мощность может дать батарея во внешней цепи?

57. Найти ток короткого замыкания для аккумуляторной батареи, если при токе 5 А она дает во внешнюю цепь мощность 9,5 Вт, а при токе 8 А мощность 14,4 Вт.

58. Ток в проводнике сопротивлением 100 Ом равномерно нарастает от 0 до 10 А в течение 30 с. Чему равно количество теплоты, выделившееся за это время в проводнике?

59. По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток 50 А. Найти магнитную
индукцию в точке, удаленной на расстояние 5 см от проводника.

60. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи 50 А и 100 А в противоположных направлениях. Расстояние между проводами 20 см. Определить магнитную индукцию в точке, удаленной на 25 см от первого и на 40 см от второго провода.

61. Найти число витков в катушке диаметром 10 см, если магнитная стрелка, помещенная в ее центре, отклонилась от плоскости магнитного меридиана на 38° при токе 0,2 А. Горизонтальная составляющая земного магнитного поля 12,8 А /м . Плоскость катушки совпадает с плоскостью магнитного меридиана.

62. Определить горизонтальную составляющую напряженности магнитного поля Земли,
если обмотка тангенс–буссоли имеет 10 витков радиусом 25 см. При токе 0,64 А стрелка отклоняется на угол 45°.

63. Плоский контур площадью 20 см ² находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,03 Тл. Найти магнитный поток, пронизывающий контур, если его плоскость составляет угол 60° с линиями индукции.

64. Электромагнит изготовлен в виде тороида со средним диаметром 51 см и вакуумным зазором 2 мм. Обмотка тороида равномерно распределена по всей его длине. Во сколько раз уменьшится напряженность магнитного поля в зазоре, если при неизменном токе в обмотке зазор увеличить в три раза? Магнитная проницаемость сердечника тороида 800.

65. Найти напряженность магнитного поля между полюсами электромагнита , если проводник массой 10 г и длиной 1м при токе в нем 19,6 А висит в поле , не падая.

66. В однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл движется проводник длиной 10 см со скоростью 15 м /с, направленной перпендикулярно к магнитному полю. Найти ЭДС, индуцированную в проводнике.

67. Обмотка электромагнита содержит 800 витков. Площадь сечения сердечника 15 $см^2$, Индукция магнитного поля в сердечнике 1,4 Тл. Вычислить величину средней ЭДС , возникающей в обмотке при размыкании тока, если ток уменьшается до нуля в течение 0,001с.

68. На железное кольцо намотано в один слой 200 витков провода. Чему равна энергия Магнитного поля, если при токе 2,5 А магнитный поток в железе 0,5 мВб?

69. Замкнутый соленоид намотан на немагнитный каркас и содержит 20 витков на каждый сантиметр длины. Найти объемную плотность энергии поля при токе 1 А.

70. С какой скоростью должен нарастать ток в катушке с числом витков 800, площадью поперечного сечения 10 $см^2$, длиной 30 см, чтобы величина ЭДС самоиндукции, возникшей в ней, была равна 25 мВ?

4. МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

71. Маятник для гравиметрической съемки за сутки совершил 57600 колебаний. Найти ускорение свободного падения, если длина маятника 0,56м.

72. Днище вибролюка, применяемого для погрузки руды в бункер поезда из очистной камеры, совершает гармоническое колебательное движение с

амплитудой 5 мм и частотой 1500 мин$^{-1}$. Написать уравнение колебаний, если начальная фаза равна нулю.

73. Стол питателя, предназначенного для погрузки руды в вагонетки, колеблется с частотой 45 мин$^{-1}$. Определить максимальные скорость и ускорение стола, полную энергию колебаний, если масса питателя 1000 кг, амплитуда колебаний 72 мм.

74. Решето рудообогатительного грохота совершает вертикальное колебательное движение с амплитудой 5 см. Найти наименьшую частоту колебаний, при которой куски руды, лежащие на решете, будут отделяться от него и подбрасываться вверх.

75. Для погружения обсадных труб в глинистые отложения применяется вибровозбудитель ВО-10, амплитуда колебаний которого 0,13 см, частота вращения дебалансов 1200 мин$^{-1.}$ Определить максимальные скорость и ускорение, написать уравнение колебаний, если начальная фаза равна нулю.

76. Определить полную энергию колебаний и максимальную силу взаимодействия между подъемным сосудом массой 90 тонн и армировкой ствола шахты, если амплитуда горизонтальных колебаний сосуда 3 см, а циклическая частота 7 с$^{-1}$.

77. Точка одновременно совершает два гармонических колебания, происходящих по взаимно перпендикулярным направлениям и выражаемых уравнениями: $x = 0{,}5\sin t$, $y = 2\cos t$. Найти уравнение траектории точки, построить график ее движения.

78. Два одинаково направленных гармонических колебания одного периода с амплитудами 10 см и 6 см складываются в одно колебание с амплитудой 14 см. Определить разность фаз складываемых колебаний.

79. Груз, подвешенный к пружине, гармонически колеблется по вертикали с периодом 0,5 с. Коэффициент упругости пружины 4 Н/м. Определить массу груза.

80. Амплитуда затухающих колебаний маятника за 5 мин уменьшилась в два раза. За какое время, считая от начального момента, амплитуда уменьшится в восемь раз?

81. Источник незатухающих гармонических колебаний подчиняется закону $x = 5\sin 3140t$ (м). Определить смещение, скорость и ускорение точки, находящейся на расстоянии 340м от источника, через 1 с от начала колебаний, если скорость волны 340 м/с.

82. Уравнение незатухающих колебаний у =0,1sin0,5πt (м). Скорость волны 300 м/с. Написать уравнение колебаний для точек волны в момент времени 4 с после начала колебаний. Найти разность фаз для источника и точки на расстоянии 200 м от него.

83. Звуковые колебания с частотой 500 Гц и амплитудой 0,25 мм, распространяются в воздухе. Длина волны 70 см. Определить скорость распространения волны и наибольшую скорость колебаний частиц воздуха.

84. Определить коэффициент сжатия горной породы - величину, обратную модулю Юнга, если скорость распространения звуковых волн в горной породе равна 4500 м/с, а плотность породы составляет $2{,}3\cdot10^3$ кг/м^3.

85. К одному из концов длинного стержня прикреплен вибратор, колеблющийся по закону $y = 10^{-6}\sin10^4\pi t$ (м). Найти скорость точек в сечении стержня, отстоящем от вибратора на расстоянии 25см, в момент времени 10^{-4} с. Скорость волны $5\cdot10^3$ м/с.

86. Колебательный контур состоит из катушки с индуктивностью 2 мГн и конденсатора емкостью 888 пФ. На какую длину волны настроен контур?

87. Найти частоту собственных колебаний в контуре, состоящем из катушки индуктивности и плоского конденсатора. Площадь каждой пластины конденсатора 30 см^2 и расстояние между ними 0,1 см. Число витков катушки 1000, длина ее 30 см, сечение 1 см^2.

88. Колебательный контур состоит из катушки с индуктивностью 1,02 Гн и конденсатора емкостью 0,025 мкФ. Заряд на конденсаторе равен $2{,}5\cdot^{10\text{-}6}$ Кл. Какова зависимость разности потенциалов на конденсаторе от времени?

89. Катушка (без сердечника) длиной 50 см и площадью поперечного сечения 3 см^2 имеет 1000 витков и соединена параллельно с конденсатором. Он состоит из двух пластин площадью 75 см^2 каждая, рас-стояние между пластинами 5 мм, диэлектрик -воздух. Найти период колебаний контура и длину волны, на которую он настроен.

90. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью 1,02 Гн и конденсатора емкостью 25 нФ. На обкладках конденсатора сосредоточен заряд 2,5 мкКл. Написать уравнение изменения тока в цепи в зависимости от времени.

91. Разность потенциалов на конденсаторе в контуре за 1 мс уменьшается в три раза. Найти коэффициент затухания.

92. Электромагнитные волны распространяются в некоторой однородной среде со скоростью $2{,}5 \cdot 10^8$ м/с. Какую длину волны имеют электромагнитные колебания в данной среде, если частота колебаний 1 МГц?

93. Катушка с индуктивностью 30 мкГн присоединена к плоскому конденсатору с площадью пластин 0,01 $м^2$ и расстоянием между ними 0,1 мм. Найти диэлектрическую проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами, если контур настроен на длину волны 750 м.

94. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 80 пФ и катушки индуктивностью 0,5 мГн. Найти максимальный ток в контуре, если максимальная разность потенциалов на обкладках конденсатора 300 В. На какую длину волны резонирует данный контур?

95. Закон изменения разности потенциалов на обкладках конденсатора в контуре задан уравнением $U = 50\cos 10^4 \pi t$(В). Емкость конденсатора равна 0,1 мкФ. Найти период колебаний, индуктивность, длину волны. Написать закон изменения тока в контуре.

96. Колебательный контур состоит из конденсатора переменной емкости от 12 пФ до 80пФ и катушки с индуктивностью 1,2 мГн. Найти диапазон длин электромагнитных волн, которые могут вызывать резонанс в этом контуре.

97. Индуктивность колебательного контура 0,5 мГн. Какова должна быть электроемкость контура, чтобы он резонировал на длину волны 300 м?

98. Катушка (без сердечника) длиной 50 см и площадью поперечного сечения 3 $см^2$
имеет 1000 витков и соединена параллельно с конденсатором. Он состоит из двух пластин площадью 75 $см^2$ каждая, расстояние между пластинами 5 мм, диэлектрик -воздух. Найти период колебаний контура и длину волны, на которую он настроен.

99. Какую индуктивность надо включить в колебательный контур, чтобы при емкости 2 мкФ получить частоту 1000 Гц?

100. Индуктивность катушки в колебательном контуре 20 мкГн. Требуется настроить этот контур на частоту 5 МГц. Какую емкость следует выбрать?

101. Колебательный контур, состоящий из воздушного конденсатора с двумя пластинами по 100 $см^2$ каждая и катушки с индуктивностью 1 мкГн резонирует на волну длиной 10м. Найти расстояние между пластинами конденсатора.

5. ВОЛНОВАЯ И КВАНТОВАЯ ОПТИКА

102. Расстояние между двумя щелями в опыте Юнга I мм, расстояние от щелей до экрана 3м, расстояние между соседними интерференционными максимумами на экране 1,5 мм. Найти длину волны источника монохроматического света.

103. Оранжевые лучи с длиной волны 650 нм от двух когерентных источников, расстояние между которыми 120 мкм, падают на экран. Расстояние от источников до экрана 3,6 м. Найти расстояние между центрами соседних темных полос на экране.

104. Какую наименьшую толщину должна иметь пластинка, сделанная из материала с показателем преломления 1,54, чтобы при освещении ее лучами с длиной волны 750 нм, перпендикулярными к пластинке, она в отраженном свете казалась красной?

105. Между двумя плоскопараллельными пластинками лежит проволочка, отчего образовался воздушный клин. Пластинки освещаются светом с длиной волны 500 нм. Угол падения лучей 0°, длина пластинки 10 см. Расстояние между интерференционными полосами в отраженном свете 1,8 мм. Найти толщину проволочки.

106. Плосковыпуклая линза (n=1,5) с оптической силой 0,5 диоптрий выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Найти радиус пятого темного кольца Ньютона в проходящем свете (λ =600 нм).

107. Радиус кривизны плосковыпуклой линзы 4 м. Чему равна длина волны падающего света, если радиус 5-го светлого кольца Нью-она в отраженном свете равен 3,6 мм?

108. На щель шириной 0,2 мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны 640 нм. Определить угол отклонения лучей, соответствующих первой светлой дифракционной полосе.

109. На пластинку со щелью падает нормально монохроматический свет. Угол отклонения лучей, соответствующих второму дифракционному минимуму, равен 1°. Сколько длин волн падающего света составляет ширина щели?

110. На щель шириной 0,05 мм падает нормально монохроматический свет (λ=0,6 мкм). Найти угол между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.

111. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки, наполненной гелием. На какую линию в спектре третьего порядка накладывается красная линия гелия с длиной волны 670 нм спектра второго порядка?

112. При освещении дифракционной решетки белым светом спектры второго и третьего порядка накладываются друг на друга. На какую длину волны в спектре второго порядка накладывается фиолетовая граница (400 нм) спектра третьего порядка?

113. На дифракционную решетку, имеющую 800 штрихов на I мм, падает параллельный пучок белого света. Какова разность углов отклонения конца первого и начала второго спектров? Принять длину волны красного света 760 нм, фиолетового 400 нм.

114. На дифракционную решетку, содержащую 50 штрихов на миллиметр, падает в направлении нормали к ее поверхности белый свет. Спектр проектируется на экран с помощью линзы, помещенной вблизи решетки. Определить длину спектра первого порядка на экране, если расстояние от линзы до экрана 3 м. Границы видимого спектра 400 нм и 760 нм.

115. Угол преломления луча света в жидкости равен 35°. Определить показатель преломления этой жидкости, если отраженный луч максимально поляризован.
116. Под каким углом к горизонту должно находиться Солнце, чтобы его лучи, отраженные от поверхности озера, были бы наиболее полно поляризованы.

117. Предельный угол полного внутреннего отражения луча на границе жидкости с воздухом равен 43°. Каков должен быть угол падения луча из воздуха на поверхность жидкости, чтобы отраженный луч был максимально поляризован?

118. Угол максимальной поляризации при отражении света от кристалла каменной соли равен 57°. Определить скорость распространения света в этом кристалле.

119. Угол между плоскостями поляризации двух призм Николя равен 45°. Во сколько раз
уменьшится интенсивность света, прошедшего через николи, если этот угол увеличить до 60°?

120. Температура «голубой» звезды $3 \cdot 10^4$К. Определить интегральную интенсивность излучения и длину волны, соответствующую максимуму излучательной способности.

121. Приняв температуру поверхности Солнца равной 6000 К, определить энергию, излучаемую с одного квадратного метра за секунду и длину волны, соответствующую максимуму излучательной способности.

122. Поток энергии, излучаемой из смотрового окошка печи за секунду, равен 34 Вт.
Найти температуру печи, если площадь отверстия 6 $см^2$.

123. Средняя величина энергии, теряемой вследствие излучения с одного квадратного сантиметра поверхности Земли за минуту, равна 0,55 Дж. Какую температуру должно иметь абсолютно черное тело, излучающее такое же количество энергии?

124. Печь при температуре 1100 К посылает на измерительный прибор некоторое
тепловое излучение. Какова должна быть температура печи, чтобы получаемое прибором излучение увеличилось в два, четыре и шестнадцать раз?

125. Максимальная лучеиспускательная способность абсолютность черного тела приходится на длину волны 800 нм. Какая мощность должна быть подведена к этому телу, поверхность которого 100 $см^2$, чтобы поддерживать его при постоянной температуре.

126. Вследствие изменения температуры абсолютно черного тела, максимум испускательной способности сместился с 500 нм на 750 нм. Во сколько раз уменьшилась суммарная мощность излучения?

127. Какая доля энергии фотона израсходована на работу вырывания фотоэлектрона, если красная граница фотоэффекта равна 307 нм и кинетическая энергия фотоэлектрона I эВ?

128. Калий (работа выхода 2 эВ) освещается монохроматическим светом с длиной волны 509 нм. Определить максимально возможную кинетическую энергию фотоэлектронов.

129. Определить работу выхода электрона из цезия и серебра, если красная граница фотоэффекта у этих металлов составляет соответственно 660 нм и 260 нм.

130. Определить энергию, импульс и массу фотона, длина волны которого соответствует видимой части спектра с длиной волны 500 нм.

131. Определить давление света на стенки электрической стоваттной лампы. Колба лампы представляет собой сферический сосуд радиусом 5 см. Стенки лампы отражают 10 % падающего на них света. Считать, что вся потребляемая мощность идет на излучение.

132. На поверхность площадью 100 $см^2$ ежеминутно падает 63 Дж световой энергии. Найти величину светового давления, если поверхность полностью отражает все лучи и если полностью поглощает все лучи.

133. Давление света с длиной волны 600 нм на черную поверхность равно 2,2·10-7Н/$м^2$. Сколько фотонов падает на I $см^2$за одну секунду?

6. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА И ФИЗИКА АТОМА

134. Определить длину волны, соответствующую границе серии Бальмера для водорода. Выделить эту спектральную линию на схеме энергетических уровней атома водорода. Постоянная Ридберга равна 1,097·107$м^{-1}$.

135. Найти наибольшую и наименьшую длины волн в первой инфракрасной серии спектра водорода (серии Пашена). Начертить схему энергетических уровней атома водорода.
136. Атом водорода в основном состоянии поглотил квант света с длиной волны 121,5 нм. Определить радиус электронной орбиты возбужденного атома водорода.

137. Вычислить энергию фотона, испускаемого при переходе электрона в атоме водорода с третьего энергетического уровня на первый.

138. Определить длины волн де Бройля для электрона и протона, движущихся со скоростью 1000 км/с. Масса электрона 9,1·10^{-31}кг, масса протона 1,67·$10^{-27кг}$.

139. Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы длина волны де Бройля была равна 0,10 нм ?

140. Определить длину волны де Бройля для электрона, движущегося по круговой орбите атома водорода, находящегося в основном состоянии.

141. Электрон, движущийся со скоростью 6·10^6м/с, попадает в продольное ускоряющее однородное электрическое поле напряженностью 5 В/см. Какое расстояние должен пройти электрон в таком поле, чтобы его длина волны стала равной 0,10 нм?

142. Рассчитать дебройлевскую длину волны для протона с кинетической энергией, равной энергии покоя электрона 0,51МэВ.

143. Найти коротковолновую границу непрерывного рентгеновского спектра, если известно, что уменьшение приложенного к рентгеновской трубке напряжения на 23 кВ увеличивает искомую длину волны в два раза.

144. Найти длину волны коротковолновой границы сплошного рентгеновского спектра, если скорость электронов, подлетающих к антикатоду трубки, составляет 0,85 скорости света.

145. Для определения постоянной Планка к рентгеновской трубке приложили напряжение 16 кВ и определили минимальную длину волны сплошного рентгеновского излучения (λмин =77,6 пм). Вычислить по этим данным постоянную Планка.

146. Частица в потенциальной яме шириной *l* находится в возбужденном состоянии (n=2).
Вычислить вероятность нахождения частицы в крайней четверти ямы.
46. Частица в потенциальной яме находится в основном состоянии. Какова вероятность обнаружить частицу в крайней трети ямы?
147. В одномерной потенциальной яме шириной *l* находится электрон. Найти вероятность нахождения электрона на первом энергетическом уровне в интервале *l*/4, равноудаленном от стенок ямы.

148. Вычислить величину момента импульса L орбитального движения электрона, находящегося в атоме водорода в s-состоянии и в p-состоянии.

149. Частица в потенциальной яме шириной *l* находится в низшем возбужденном состоянии. Определить вероятность нахождения частицы в интервале *l*/4, равноудаленном от стенок ямы.

150. Определить возможные значения проекции момента импульса L_Z орбитального движения электрона в атоме водорода на направление внешнего магнитного поля. Электрон находится в d-состоянии.

151. Электрон находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной *l*
с бесконечно высокими стенками. Определить вероятность обнаружения электрона в средней трети ямы, если электрон находится в возбужденном состоянии (n=3).

7. ЭЛЕМЕНТЫ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

152. Активность препарата пропорциональна числу ядер, распадающихся за секунду. Во сколько раз уменьшится активность препарата стронция $_{38}Sr^{90}$ через 100 лет? Период полураспада равен 28 лет.

153. Сколько β-частиц испускает в течение одного часа 1 мкг изотопа $_{11}Na^{24}$, период полураспада которого составляет 15 часов?

154. Препарат $_{92}U^{238}$ массой 1 г излучает $1{,}24 \cdot 10^4$ α -частиц в секунду. Найти период полураспада этого изотопа урана и активность препарата.

155. Найти число распадов за одну секунду в 1 г радия, период полураспада которого 1590 лет. Молярная масса радия 0,226 кг/моль.

156. Активность препарата пропорциональна числу ядер, распадающихся за одну секунду. Во сколько раз уменьшится активность иода $_{53}J^{124}$ спустя 12 суток? Период полураспада равен четырем суткам.

157. Сколько β-частиц испускается в течение суток при распаде изотопа фосфора $_{15}P^{32}$ массой 1 мкг? Период полураспада 14,3 суток.

158. Активность препарата уменьшилась в 256 раз. Сколько периодов полураспада составляет промежуток времени, за который произошло такое уменьшение активности?

159. За один год начальное количество радиоактивного вещества уменьшилось в три раза. Во сколько раз оно уменьшится за два года?

60. Какая доля начального количества радиоактивного вещества останется нераспавшейся через промежуток времени, равный двум периодам полураспада?

160. Дефект массы ядра $_{7}N^{15}$ равен 0,12396 а.е.м. Определить массу атома. (m $_{1}H^{1}$ = 1,00783 а.е.м.; m $_{0}n^{1}$ = 1,00867 а.е.м.).

161. Найти удельную энергию связи ядра $_{6}C^{12}$, если известно, что m $_{1}H^{1}$ = 1,00783 а.е.м.; m $_{0}$n1 = 1,00867 а.е.м.; m $_{12}C^{6}$ = 12,00000 а.е.м.

162. Рассчитать массу нейтрального атома, если ядро его состоит из трех протонов и двух нейтронов, а энергия связи ядра равна 26,3 Мэв. (m $_{1}H^{1}$ = 1,00783 а.е.м.; m $_{0}n^{1}$ = 1,00867 а.е.м.).

163. Определить энергию связи ядра изотопа кислорода $_{8}O^{16}$, если m $_{1}H^{1}$ = 1,00783 а.е.м.;
m $_{0}n^{1}$ = 1,00867 а.е.м.; m $_{8}O^{16}$ = 1 5,99491 а.е.м.

164. Определить энергию связи, приходящуюся на один нуклон ядра атома $_{11}Na^{23}$, если $m\ _{11}Na^{23}$ = 22,98977а.е.м.; $m\ _1H^1$ = 1,00783 а.е.м.; $m\ _0n^1$ = 1,00867 а.е.м.

165. Найти дефект массы, энергию связи и удельную энергию связи ядра $_3Li^7$, если известно, что $m\ _3Li^7$ =7,01601 а.е.м.; $m\ _1H^1$ = 1,00783 а.е.м.; $m\ _0n^1$ = 1,00867 а.е.м.

166. Энергия связи электрона с ядром невозбужденного атома водорода $_1H^1$ равна 13,6 эВ. Определить, насколько масса атома водорода меньше суммы масс свободных протона и электрона.

167. Вычислить дефект массы и энергию связи ядра $_5B^{11}$,если известны следующие массы: $m\ _5B^{11}$ = 11,00931 а.е.м.; $m\ _1H^1$ = 1,00783 а.е.м.; $m\ _0n^1$ = 1,00867 а.е.м.

168. Найти энергию, которую нужно затратить для отрыва нейтрона от ядра $_{11}Na^{23}$, если известны следующие массы: $m\ _0n^1$ = 1,00867 а.е.м.; $m\ _{11}Na^{23}$ = 22,98977 а.е.м.; $m\ _{11}Na^{22}$ = 21,99444 а.е.м.

169. Найти энергию отрыва нейтрона от ядра $_2He^4$,если известны массы: $m\ _0n^1$= 1,00867 а.е.м.; $m\ _2He^4$ = 4,00260 а.е.м.; $m\ _2He^3$ = 3,01603 а.е.м.

170. Найти энергию, необходимую для удаления одного протона из ядра $_8O^{16}$ ($_8O^{16} \rightarrow {}_7N^{15} + {}_1H^1$). $m\ _1H^1$ = 1,00783 а.е.м.; $m\ _8O^{16}$ = 15,99491 а.е.м.; $m\ _7N^{15}$ = 15,00011 а.е.м.

171. Найти изменение массы при следующей ядерной реакции:
$_{13}Al^{27} + {}_2He^4 \rightarrow {}_{15}P^{30} + {}_0n^1$, если $m\ _{13}Al^{27}$ =2 6,98154 а.е.м.; $m\ _2He^4$ = 4,00260 а.е.м.; $m\ _{15}P^{30}$= 29,97263 а.е.м.; $m\ _0n^1$= 1,00867 а.е.м.

172.Вычислить энергетический эффект ядерной реакции: $1H^2 + {}_1H3 \rightarrow {}_2He^4 + {}_0n^1$, если
$m\ _1H^2$ = 2,01410 а.е.м.; $m\ _1H^3$ =3,01605 а.е.м.; $m\ _0n^1$ =1,00867 а.е.м.; $m\ _2He^4$ = 4,00260 а.е.м.

173. В термоядерном реакторе с дейтериевым горючим может происходить вторичная термоядерная реакция $_2He^3 + {}_1H^2 \rightarrow {}_2He^4 + {}_1H^1$. Вычислить энергию этой реакции. ($m\ _2He^3$ = 3,01603 а.е.м.; $m\ _1H^2$ = 2,01410 а.е.м.; $m\ _2He^4$ = 4,00260 а.е.м.; $m\ _1H^1$ = 1,00783 а.е.м.).

174. Вычислить энергию ядерной реакции $_7N^{14} + {}_0n^1 \rightarrow {}_6C^{14} + {}_1H^1$. ($m\ _7N^{1\ 4}$= 14,00307а.е.м.; $m\ _0n^1$ =1,00867 а.е.м ; $m\ _6C^{14}$= 14,00324 а.е.м.; $m\ _1H^1$= 1,00783 а.е.м.).

175. Определить энергию ядерной реакции $_3Li6 + {}_1H^2 \rightarrow {}_2He^4 + {}_2He^4$. (m $_3Li^6$ = 6,01513 а.е.м.; m $_1H^2$= 2,01410 а.е.м.; m $_2He^4$ =4 ,00260 а.е.м.).

176. Какую минимальную энергию должен иметь квант для вырывания нейтрона из ядра $_6C^{14}$? Известны массы: m $_6C^{14}$ = 14,00324 а.е.м.; m $_0n^1$= 1,00867 а.е.м.; m $_6C^{13}6$ = 13,00335а.е.м.

177. Какую минимальную энергию необходимо затратить, чтобы разделить $_6C^{12}$ на три равные части.(m $_6C^{12}$= 12,00000 а.е.м.; m $_2He^4$= 4,00260 а.е.м.).

178. Определить энергию ядерной реакции $_{20}Ca^{14} + {}_1H^1 \rightarrow {}_{19}K^{41} + 2He^4$. (m $_{20}Ca^4$ ^{4}= 43,95549 а.е.м.; m $_1H^1$ = 1,00783 а.е.м.; m $_2He^4$ = 4,00260 а.е.м.; m $_{19}K^{41}$= 40,96184 а.е.м.)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

8.1 Основная литература

.

1.	И.Г. Коршунов. Физика. – Екатеринбург: Ид-во УГГУ, 2014. – 341 с.
2.	В.И. Горбатов, В.Ф. Полев. Физика. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ (Ч.1, 2012.-105 с.; Ч.2, 2013.-115 с.; Ч.3.- 2014.-147 с.)
3.	Михайлов В.К. Физика: учебное пособие/ Михайлов В.К.— Электрон. текстовые данные.- М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.-120 с.-Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/23753.html - ЭБС «IPRbooks».
4.	Михайлов В.К. Волны. Оптика. Атомная физика. Молекулярная физика: учебное пособие/ Михайлов В.К., Панфилова М.И.-Электрон. текстовые данные.-М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.-144 с.-Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/62614.html -ЭБС «IPRbooks».
5.	Трофимова Т.М. Курс физики. Академия, 2010.- 560 с.

Дополнительная литература

1. И..Г. Коршунов. Основы физики.- Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010. - 312 с.
2. Ветрова В.Т. Физика. Сборник задач: учебное пособие/ Ветрова В.Т.- Электрон. текстовые данные.- Минск: Вышэйшая школа, 2015.-446 с.- Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/48021.html -ЭБС «IPRbooks».
3. Чакак А.А. Физика. Краткий курс: учебное пособие для студентов очно-заочной формы обучения вузов, слушателей курсов повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов, для студентов факультета дистанционных образовательных технологий/ Чакак А.А., Летута С.Н. Электрон. текстовые данные. Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2011.-541 с. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/30092.html - ЭБС «IPRbooks».
4. Сарина М.П. Механика. Молекулярная физика и термодинамика. Часть 1. Механика: учебное пособие/ Сарина М.П.- Электрон. текстовые данные.- Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.- 187 с.- Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45392.html - ЭБС «IPRbooks».

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Некоторые физические постоянные

Физическая постоянная	Обозначение	Значение
Скорость света в вакууме	c	$3.00 \cdot 10^{8}$ м/с
Гравитационная постоянная	G	$6.67 \cdot 10^{-11}$ м^3/(кг·с^2)
Число Авогадро	N_A	$6.02 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$
Молярная газовая постоянная	R	8.31 Дж/(моль·К)
Постоянная Больцмана	k	$1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
Атомная единица массы	*1а.е.м.*	$1.660 \cdot 10^{-27}$ кг
Элементарный заряд	e	$1.60 \cdot 10^{-19}$ Кл
Масса покоя электрона	m_e	$9.11 \cdot 10^{-31}$ кг
Масса покоя протона	m_p	$1.67 \cdot 10^{-27}$ кг
Электрическая постоянная	ε_0	$8.85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м
Магнитная постоянная	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м
Постоянная Планка	h $\hbar$	$6.63 \cdot 10^{-34}$ Дж/с $1.05 \cdot 10^{-34}$ Дж/с

Приложение 2

Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименования

Приставка			Множитель	Приставка			Множитель
Наименование	Обозначение			Наименование	Обозначение		
	русское	международное			русское	международное	
экса	Э	E	10^{18}	деци	д	d	10^{-1}
пэта	П	P	10^{15}	санти	с	c	10^{-2}
тера	Т	T	10^{12}	милли	м	m	10^{-3}
гига	Г	G	10^{9}	микро	мк	μ	10^{-6}
мега	М	M	10^{6}	нано	н	n	10^{-9}
кило	к	k	10^{3}	пико	п	p	10^{-12}
Гекто	г	h	10^{2}	фемто	ф	f	10^{-15}
Дека	да	da	10^{1}	атто	а	a	10^{-18}
П р и м е ч а н и е: Приставки гекто, дека, деци и санти допускается применять только в наименованиях кратных и дольных единиц, уже получивших широкое распространение (гектар, декалитр, дециметр, сантиметр и др.)							

Приложение 3

Единицы физических величин, имеющие собственные наименования

Величина	Единица	
	Наименование	Обозначение
Длина	метр	м
Масса	килограмм	кг
Время	секунда	с
Плоский угол	радиан	рад
Телесный угол	стерадиан	ср
Сила, вес	ньютон	Н
Давление	паскаль	Па
Напряжение (механическое)	паскаль	Па
Модуль упругости	паскаль	Па
Работа, энергия	джоуль	Дж
Мощность	ватт	Вт
Частота колебаний	герц	Гц
Термодинамическая температура	кельвин	К
Разность температур	кельвин	К
Теплота, количество теплоты	джоуль	Дж
Количество вещества	моль	моль
Электрический заряд	кулон	Кл
Сила тока	ампер	А
Потенциал электрического поля, электрическое напряжение	вольт	В
Электрическая емкость	фарад	Ф
Электрическое сопротивление	ом	Ом
Электрическая проводимость	сименс	См
Магнитная индукция	тесла	Тл
Магнитный поток	вебер	Вб
Индуктивность	генри	Гн
Сила света	кандела	кд
Световой поток	люмен	лм
Освещенность	люкс	лк
Поток излучения	ватт	Вт
Поглощенная доза излучения (доза излучения)	грэй	Гр
Активность изотопа	беккерель	Бк

Приложение 4

Внесистемные единицы

Наименование величины	Единица		
	Наименование	Обозначение	Соотношение с единицей СИ
Масса	тонна атомная единица массы	т а.е.м.	10^3 кг $1.66 \cdot 10^{-27}$ кг
Время	минута час сутки	мин ч сут	60 с 3600 с 86400 с
Плоский угол	градус минута секунда град	…• …′ …″ град	$1.74 \cdot 10^{-2}$ рад $2.91 \cdot 10^{-4}$ рад $4.85 \cdot 10^{-6}$ рад $(\pi/200)$ рад
Объем, вместимость	литр	Л	10^{-3} м^3
Длина	астрономическая единица световой год парсек	а.е. св. год пк	$1.50 \cdot 10^{11}$ м $9.46 \cdot 10^{15}$ м $3.08 \cdot 10^{16}$ м
Оптическая сила	диоптрия	Дптр	1 м$^{-1}$
Площадь	гектар	Га	10^4 м^2
Энергия	электрон-вольт	эВ	$1.60 \cdot 10^{-19}$ Дж
Полная мощность	вольт-ампер	В·А	
П р и м е ч а н и е: Единицы времени (минуту, час, сутки), плоского угла (градус, минуту, секунду), астрономическую единицу, световой год, диоптрию и атомную единицу массы не допускается применять с приставками.			

Приложение 5

Плотность некоторых твердых тел

Твердое тело	Плотность, г/см^3	Твердое тело	Плотность, г/см^3
Алюминий	2.70	Цезий	1.90
Барий	3.50	Каменная соль	2,2
Ванадий	6.02	Латунь	8,55
Висмут	9.80	Марганец	7,40
Железо (чугун, сталь)	7.88	Платина	21,4
Литий	0.53	Золото	19,3
Медь	8.93	Висмут	9,8·
Никель	8.90	Уран	18,7
Свинец	11.3	Цинк	7.15
Серебро	10.5	Вольфрам	19,3

Приложение 6

Плотность некоторых жидкостей и газов

Жидкость (при 15° С)	Плотность, г·/см^3	Газ (при нормальных условиях	Плотность, кг/м^3
Вода (дистиллированная при 4°С)	1.00	Водород	0.09
Глицерин	1.26	Воздух	1.29
Керосин	0.8	Гелий	0.18
Ртуть	13.6	Аргон	1,78
Масло (оливковое, смазочное)	0.9	Азот	1,25
Масло касторовое	0.96	Кислород	1.43
Сероуглерод	1.26		
Эфир	0.7		
Спирт	0.80		

Приложение 7

Удельное сопротивление ρ некоторых материалов

Материал	Удельное сопротивление, Ом·м	Материал	Удельное сопротивление, Ом·м
Алюминий	$2{,}53\cdot10^{-8}$	Ртуть	$9{,}6\cdot10^{-7}$
Алюминий провод	$2{,}87\cdot10^{-8}$	Свинец	$2{,}08\cdot10^{-7}$
Бумага	10^{15}	Серебро	$1{,}6\cdot10^{-8}$
Вода дистиллированная	10^{4}	Сталь литая	$1{,}3\cdot10^{-7}$
Вода морская	0,3	Сталь чистая	$1{,}01\cdot10^{-7}$
Вольфрам	$5{,}5\cdot10^{-8}$	Стекло	10^{11}
Графит	$3{,}9\cdot10^{-6}$	Стекло кварцевое	10^{16}
Железо чистое	$9{,}8\cdot10^{-8}$	Угольные щётки	$4\cdot10^{-5}$
Железо	$8{,}7\cdot10^{-8}$	Цинк	$5{,}9\cdot10^{-8}$
Золото	$2{,}2\cdot10^{-8}$	Чугун серый	$1\cdot10^{-6}$
Константан	$5\cdot10^{-7}$	Никель	$8{,}7\cdot10^{-8}$
Масло парафиновое	10^{14}	Нихром	$1{,}12\cdot10^{-6}$
Магний	$4{,}4\cdot10^{-8}$	Олово	$1{,}2\cdot10^{-7}$
Манганин	$4{,}3\cdot10^{-7}$	Платина	$1{,}07\cdot10^{-7}$
Медь	$1{,}72\cdot10^{-8}$	Медь провод	$1{,}78\cdot10^{-8}$

Приложение 8

Диэлектрическая проницаемость некоторых веществ

Вещество	Проницаемость	Вещество	Проницаемость
Ацетон	21,4	Парафин	2,0
Вакуум	1,0	Парафинированная бумага	2,0
Воздух	1,000594	Полиэтилен	2,2
Вода	81	Слюда	7,0
Вода дистиллированная	31	Спирт этиловый	25,1
Воск	7,8	Спирт метиловый	33,5
Керосин	2,0	Стекло	7,0
Масло	5,0	Фарфор	5,0
Масло трансформаторное	2,2	Эбонит	2,6

Приложение 9

Греческий алфавит

Обозначения букв	Название букв	Обозначения букв	Название букв
A, α	Альфа	N, ν	ню
B, β	Бета	Ξ, ξ	кси
Γ, γ	Гамма	O, o	омикрон
Δ, δ	Дэльта	Π, π	пи
E, ε	Эпсилон	P, ρ	ро
Z, ς	Дзета	Σ, σ	сигма
H, η	Эта	T, τ	тау
Θ, θ	Тэта	Y, υ	ипсилон
J, i	Иота	Φ, φ	фи
K, κ	Каппа	X, χ	хи
Λ, λ	Ламбда	Ψ, ψ	пси
M, μ	Ми	Ω, ω	омега

СОДЕРЖАНИЕ

Общие методические указания к решению задач и выполнению домашних контрольных работ	3
1. Механика	4
2. Молекулярная физика и термодинамика	7
3. Электричество и магнетизм	9
4. Механические и электромагнитные колебания и волны	11
5. Волновая и квантовая оптика	15
6. Квантовая физика и физика атома	18
7. Элементы ядерной физики	20
Список литературы	23
Приложения	24

Министерство образования и науки
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный
университет»

И. Б. Белоносова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.

РЕЗЬБА

Методическое пособие
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

Екатеринбург – 2021

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
Горно-технологического
факультета
«08» октября 2021 г.
Председатель комиссии
_____Колчина Н.В

И. Б. Белоносова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.

РЕЗЬБА

Методическое пособие
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

4-е издание, исправленное

Издание УГГУ Екатеринбург, 2021

Б 43 Рецензент: *Л. Г. Тимофеева*, доцент Уральского государственного лесотехнического университета.

Пособие рассмотрено на заседании кафедры инженерной графики 15._02.2018 года (протокол № 4) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Белоносова И. Б.

Б 43 ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА. РЕЗЬБА. Методическое пособие по теме «Условности машиностроительного черчения» для самостоятельной работы студентов всех специальностей и направлений. 4-е издание, исправленное / И. Б. Белоносова; Уральский гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. – 38 с.

В методическом пособии содержатся исходные данные для индивидуальных заданий, примеры их выполнения, а также основные сведения о резьбах, применяемых в машиностроении, параметрах и технологических элементах резьб в соответствии с Государственными стандартами.

Пособие предназначено для студентов всех специальностей и направлений.

© Белоносова И. Б., 1994, 2002, 2012
© Уральская государственная горно-геологическая академия 1994, 2002.
© Уральский государственный горный университет, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕЗЬБА. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ (ГОСТ 11708-82) 3
ТИПЫ РЕЗЬБ 5
Метрическая резьба 6
Трубная цилиндрическая резьба 7
2.3.Трапецеидальная резьба 9
2.4.Упорная резьба 10
2.5.Прямоугольная и квадратная резьбы 12
Изображение резьбы 13
Изображение наружной резьбы 13
Изображение внутренней резьбы 14
Изображение специальных резьб 15
Изображение резьбового соединения 15
ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБЫ НА ЧЕРТЕЖАХ 16
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗЬБЫ 17
Сбег резьбы 17
Недовод резьбы 18
Недорез резьбы 18
Фаска 18
Проточка 19
6. ЗАДАНИЕ ПО ТЕМЕ «РЕЗЬБЫ» 20
Цель задания 20
Содержание задания 20
ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ 24
Конец вала с метрической резьбой на стержне 24
Конец вала с метрической резьбой в отверстии 27
Конец вала с трапецеидальной резьбой на стержне 28
Конец вала с трапецеидальной резьбой в отверстии 30
Конец вала с упорной резьбой в отверстии 31
Изображение шпоночного паза 32
Примеры оформления задания 33
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 37

Резьбовые соединения широко распространены в машиностроении. Они обладают такими достоинствами, как универсальность, высокая надежность, способность воспринимать большие нагрузки, удобство сборки и разборки, простота изготовления.

1. РЕЗЬБА. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ (ГОСТ 11708-82)

Резьба – поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности.

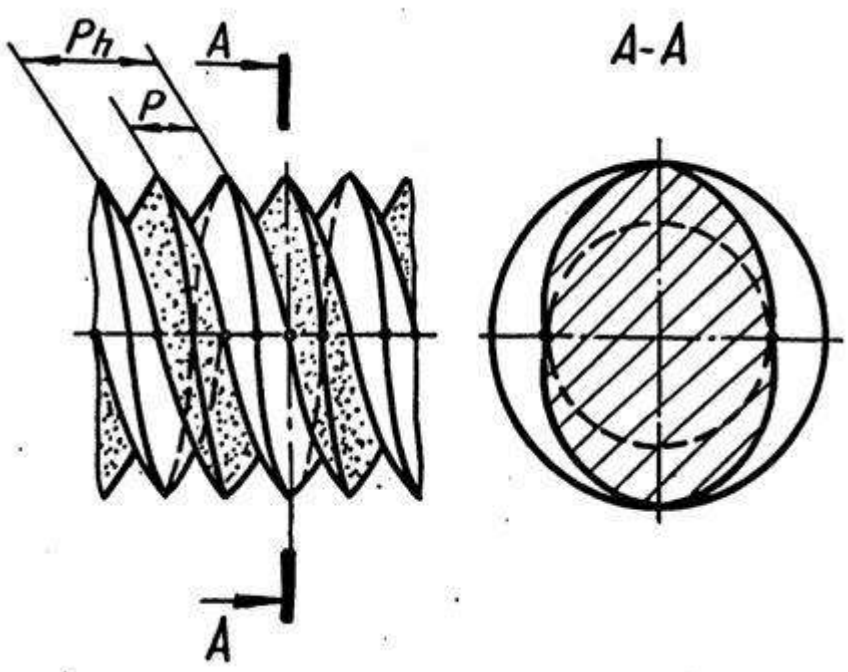


Рис. 1

Резьбы классифицируются по следующим признакам:

1. В зависимости от формы поверхности, на которой нарезана резьба, они подразделяются на цилиндрические и конические.

2. В зависимости от расположения резьбы на поверхности стержня или отверстия они подразделяются на внешние и внутренние.

3. В зависимости от формы профиля различают резьбы треугольного, прямоугольного, круглого и других профилей.

4. По эксплуатационному назначению резьбы делятся на крепежные (метрические, дюймовые), крепежно-уплотнительные (трубные, конические), ходо-вые (трапецеидальные, упорные, прямоугольные, круглые), специальные и др.

5. В зависимости от направления винтовой поверхности различают правые и левые резьбы.

6. По числу заходов резьбы подразделяются на однозаходные и многозаходные (двух-трехзаходные) и др.

Все резьбы разделяют на следующие группы:

- стандартизованные – резьбы с установленными стандартами параметрами: профилем, шагом, диаметром;
- нестандартизованные или специальные – резьбы, параметры которых не соответствуют стандартизованным.

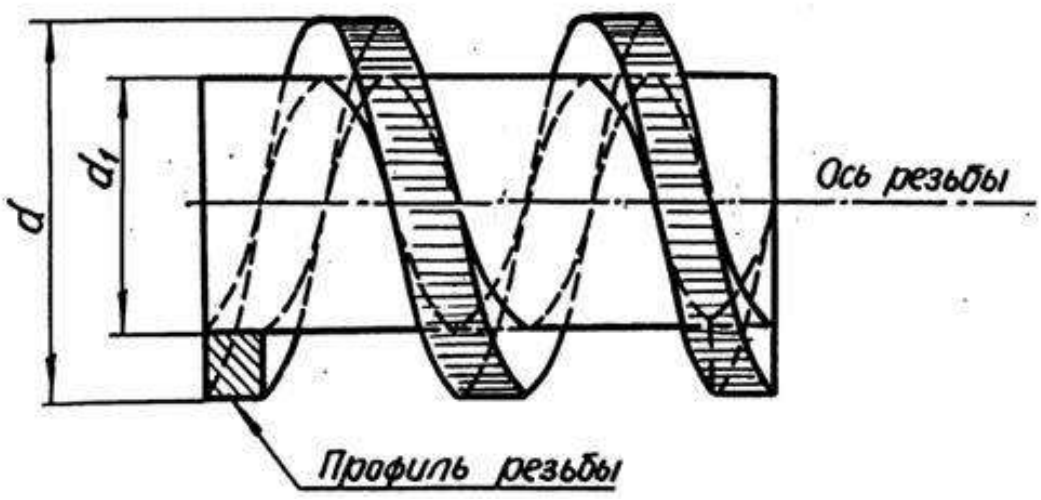


Рис. 2

Основные элементы и параметры резьб имеют следующие определения. **Ось резьбы** – прямая, относительно которой происходит винтовое движение контура, образующего резьбу (рис. 2).

Профиль резьбы – контур сечения резьбы плоскостью, проходящей через ее ось. Резьбу называют по форме ее профиля: треугольной, прямоугольной, трапецеидальной и т. п.

Левая резьба – образована контуром, вращающимся против часовой стрелки и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя. К обозначению левых резьб добавляется «*LH*».

Правая резьба – образована контуром, вращающимся по часовой стрелке и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя.

Шаг резьбы ($\boldsymbol{P}$) **–** расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы (рис. 1).

Х**од резьбы** ($\boldsymbol{P_h}$) - расстояние между ближайшими одноименными и боковыми сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой поверхности, в направлении, параллельном оси резьбы.

Наружный диаметр резьбы (d – для болта, D – для гайки) – диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной резьбы или впадин внутренней резьбы (рис. 2).

Внутренний диаметр резьб ы (d_1 – для болта, D_1 – для гайки) – диаметр воображаемого цилиндра, описанного во впадины наружной резьбы или в вершины внутренней резьбы.

2. ТИПЫ РЕЗЬБ

В машино- и приборостроении применяются стандартные резьбы различных типов.

2 . 1 . Метрическая резьба

Профиль метрической резьбы представляет собой равнобедренный треугольник с углом при вершине 60 . Вершины и впадины витков имеют срез, благодаря которому между вершинами витков болта и впадинами гайки оставляется некоторый зазор, который предотвращает заклинивание.

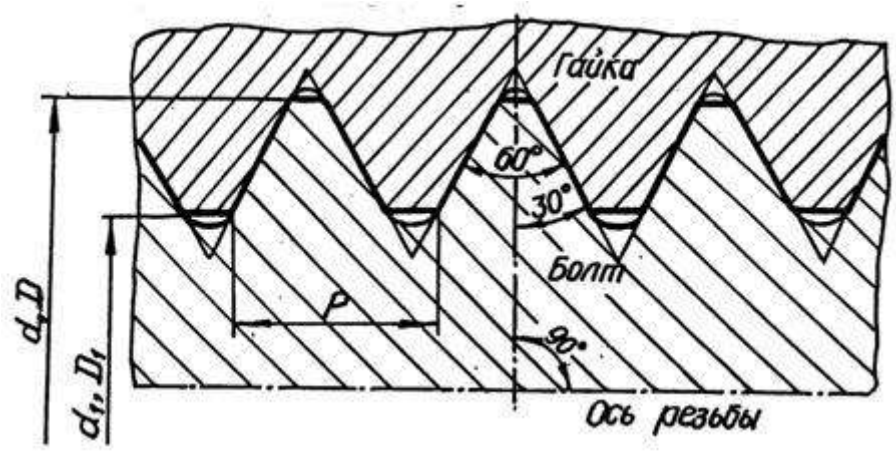


Рис. 3

Размеры метрической резьбы для диаметров от 1 до 600 мм установлены по ГОСТ 8724-81 и 9150-81. Диаметры резьб разделены на три ряда, а шаги на крупные и мелкие. Крупным называют наибольший из шагов для номинального размера диаметра резьбы. Метрические резьбы с крупным шагом установлены для диаметров от 1 до 63 мм; метрические резьбы с мелкими шагами - для диаметров от 1 до 600 мм.

Резьба с крупным шагом обозначается прописной буквой *М* и номинальным диаметром, например: *М*24, *М*36.

Резьба с мелким шагом обозначается прописной буквой *М*, номинальным диаметром и шагом, например: *М*24 2, *М*36 2.

Резьба левая обозначается буквами *LH*, например: *М*24 *LH*, *М*24 2*LH*. Резьбы многозаходные обозначаются буквой *М*, номинальным диаметром, числовым значением хода и в скобках буквой *Р*, и числовым значением шага, например: трехзаходная резьба с шагом 2 мм *М*36 3(*Р*2), для левой резьбы *М*36 3(*Р*2)*LH*.

Согласно ГОСТ 16093-81 система допусков резьб общего назначения предусматривает допуски диаметров резьб, устанавливаемые степенями точно-сти:

для наружного диаметра наружной резьбы (болта) – 4, 6, 8;

для внутреннего диаметра внутренней резьбы (гайки) – 4, 5, 6, 7, 8; Положение полей допусков диаметров резьбы имеют следующие обозначения:

для резьбы болтов – *d, e, f, d, h*;

для резьбы гаек – *E, F, G, H*.

Примеры обозначения резьбы номинальным диаметром 20 мм с обозна-чением полей допусков:

*M*20-6*g* - с крупным шагом, наружная;

*M*20-6*H* - с крупным шагом, внутренняя;

*M*20 2-6*g* - с мелким шагом, внутренняя;

*M*20 2*LH*-6*g* - с мелким шагом, наружная, левая.

Посадка обозначается дробью: числитель – поле допуска внутренней резьбы, знаменатель - поле допуска наружной, например: *M*20 2*LH*-6*H*/6*g*.

Для покупных крепежных изделий рекомендуется применять следующие значения полей допуска: для гайки – 6*H*, 7*H* и для болта - 6*g*, 8*g*.

2 . 2 . Трубная цилиндрическая резьба

Трубную цилиндрическую резьбу (ГОСТ 6357-81) применяют в трубопроводах, а также в соединениях внутренней цилиндрической резьбы с наружной конической резьбой.

Профилем трубной резьбы (рис. 4) является равнобедренный треугольник с углом при вершине 55 и закругленными вершинами и впадинами. Профили наружной и внутренней резьбы совпадают, что обеспечивает герметичность в соединениях этой резьбы.

Характерные особенности трубной цилиндрической резьбы:

- резьба имеет более мелкий шаг и меньшую высоту профиля по сравнению с дюймовой цилиндрической резьбой;

- фактический наружный диаметр резьбы большего его номинального значения примерно на двойную толщину стенок трубы;

- номинальный наружный диаметр резьбы условно принимают равным внутреннему диаметру трубы, на которой нарезается резьба (рис. 5).

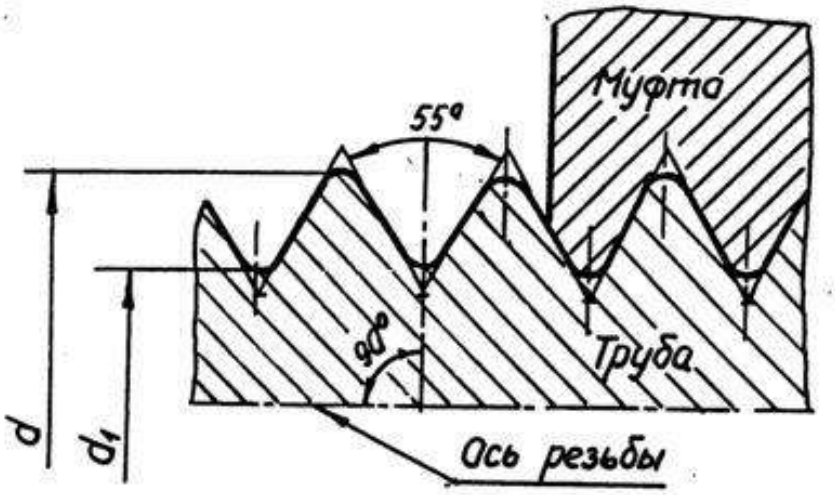


Рис. 4

Трубную резьбу условно обозначают в дюймах (1 =25,4 мм), указываю-щих (приближенно) величину диаметра отверстия трубы, который называют диаметром условного прохода трубы и обозначают *Dy*.

Трубную цилиндрическую резьбу нарезают на трубах до 6 . Трубы свыше 6 сваривают.

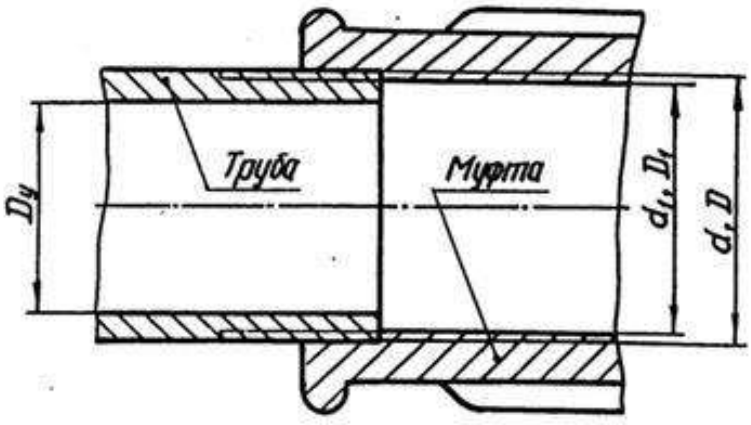


Рис. 5

Обозначение трубной цилиндрической резьбы по ГОСТ 6357-81 состоит из буквы G, номинального размера резьбы в дюймах и класса точности изготовления резьбы. Для трубной цилиндрической резьбы установлены два класса точности – А и В., например:

- резьба класса точности А: G1 – А;

- резьба левая (*LH*) класса точности *B*: *G*3*LH* – *B*;

- резьбовое соединение при классах точности внутренней резьбы *A*, наружной *B*: *G*3 – А/*B*.

2 . 3 . Трапецеидальная резьба

Трапецеидальная резьба по ГОСТ 9484-81 служит для передачи движений и усилий. Трапецеидальная резьба применима для диаметров от 10 до 640 мм и может иметь шаги от 2 до 48 мм. Предусмотрено выполнение резьб одного и того же диаметра, но с различными шагами.

Трапецеидальная резьба имет профиль в виде равнобочной трепеции с углом между ее боковыми сторонами, равными 30 (рис. 6).

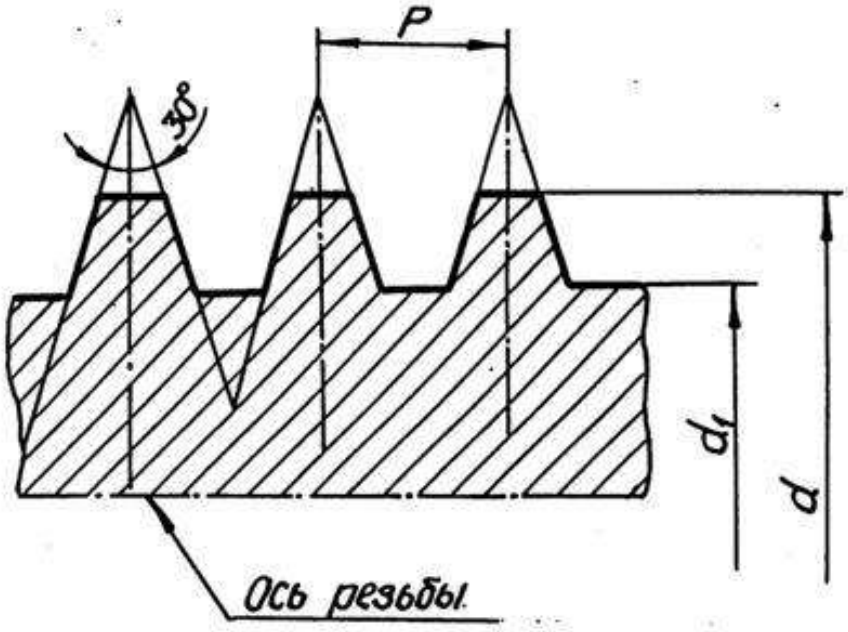


Рис. 6

Симметричный профиль резьбы позволяет применять ее для риверсивных винтовых механизмов. Одинаковые зазоры по наружному и внутреннему диа-метрам создают благоприятные условия для смазывания. Трапецеидальная резьба может быть однозаходной и многозаходной, правой и левой.

Номинальные размеры трапецеидальной однозаходной резьбы устанавливает ГОСТ 24738-81.

Условное обозначение однозаходной трапецеидальной резьбы включает буквы *Tr*, номинальный диаметр и шаг, а также буквы *LH* для левой резьбы, например, *Tr*40 3*LH*.

Основные размеры и допуски резьбы трапецеидальной многозаходной устанавливает ГОСТ 24739-81.

Условное обозначение трапецеидальной многозаходной резьбы содержит буквы *Tr*, номинальный диаметр, числовое значение хода и в скобках буква Р с числовым значением шага, например, *Tr*20 4(P2)*LH*.

В производственных чертежах в обозначение резьбы обязательно вклю-чают обозначение поля допуска, состоящее из цифры, показывающей степень точности среднего диаметра резьбы и буквы латинского алфавита, обозначаю-щей основное отклонение этого диаметра, например, *Tr*20 4(P2)*LH*-8*H*/8*e*.

2 . 4 . Упорная резьба

Упорная резьба обладает высокой прочностью и высоким КПД. Она применяется в грузовых винтах для передачи больших усилий, действующих в од-ном направлении в мощных домкратах, прессах и т. д.

Профиль резьбы (рис. 7) представляет собой трапецию, одна сторона которой является рабочей стороной профиля, и ее положение определяется углом наклона 3 . Другая сторона трапеции (нерабочая сторона профиля) имеет угол наклона 30 .

Профиль и параметры упорной резьбы предусматривает ГОСТ 10177-82. Для упорной резьбы предусмотрены номинальные диаметры резьбы от 10 до

640 мм, резьба может выполняться с разными шагами при одном и том же диаметре.

На чертеже упорная резьбы обозначается буквой S, номинальным диаметром и шагом, например: резьба упорная левая, имеющая номинальный диаметр 80 мм и шаг 16 мм – *S*80 16 *LH*.

В прессостроении применяется также упорная резьба, профиль которой представляет собой неравнобочную трапецию с углом рабочей стороны 0 и нерабочей – 45 . Усиленная упорная резьба предусмотрена для диаметров от 80

до 2000 мм.

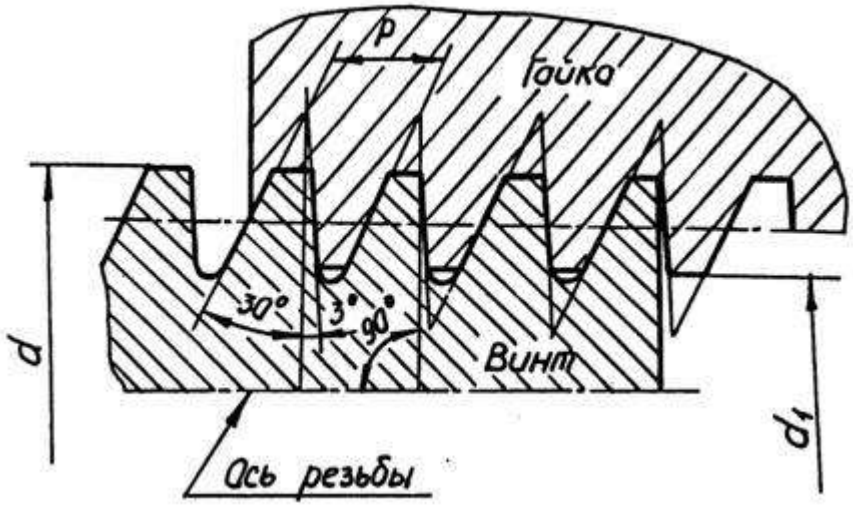


Рис. 7

2 . 5 . Прямоугольна я и квадратная резьбы

Прямоугольная и квадратная резьбы имеют высокий КПД и дают большой выигрыш в силе, поэтому они применяются для передачи осевых усилий в грузовых винтах и движения в ходовых винтах.

Прямоугольная и квадратная резьбы не стандартизованы, так как имеют следующие недостатки:

- в соединении (типа «болт – гайка») трудно устроить биение;

- они обладают прочностью меньшей, чем трапецеидальная резьба, так как основание витка у трапецеидальной резьбы при одном и том же шаге шире,

чем у прямоугольной или квадратной резьб;

- их труднее изготовить, чем трапецеидальную.

В соответственных соединениях эти резьбы заменены трапецеидальными. При изображении этих резьб обязательно указывают ее профиль и размеры (рис. 8). Диаметр резьбы предпочтительно выбирать из ряда номинальных диаметров метрической резьбы.

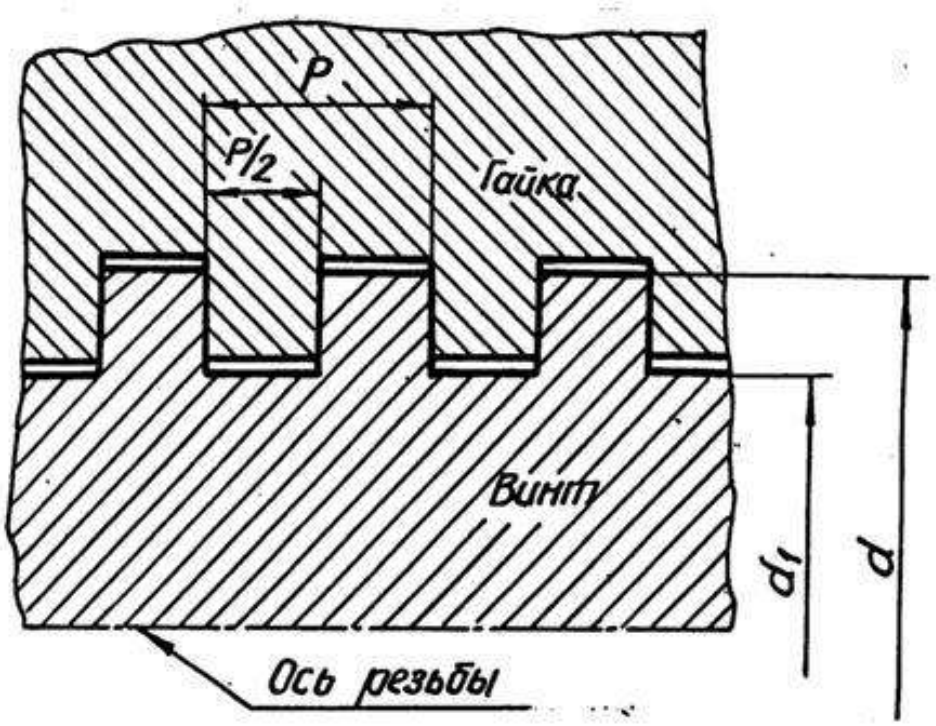


Рис.8

3. ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЗЬБЫ

Все резьбы, независимо от их типа, изображаются на чертежах условно в соответствии с ГОСТ 2.311-68.

Основная условность заключается в проведении сплошной толстой линии вместо выступов резьбы и тонкой сплошной линии вместо впадин; витки резьбы не изображаются. Границу резьбы упрощенно изображают прямой, перпендикулярной к оси изображения; эта прямая, если она видимая, выполняется сплошной толстой линией.

3 . 1 . Изображение наружной резьбы

Изображение резьбы содержит линии, соответствующие: оси резьбы, наружному и внутреннему диаметрам резьбы и границе резьбы. Резьбу на стерж-не изображают сплошными основными линиями по наружному диаметру резь-бы и сплошными тонкими линиями – по внутреннему диаметру (рис. 9).

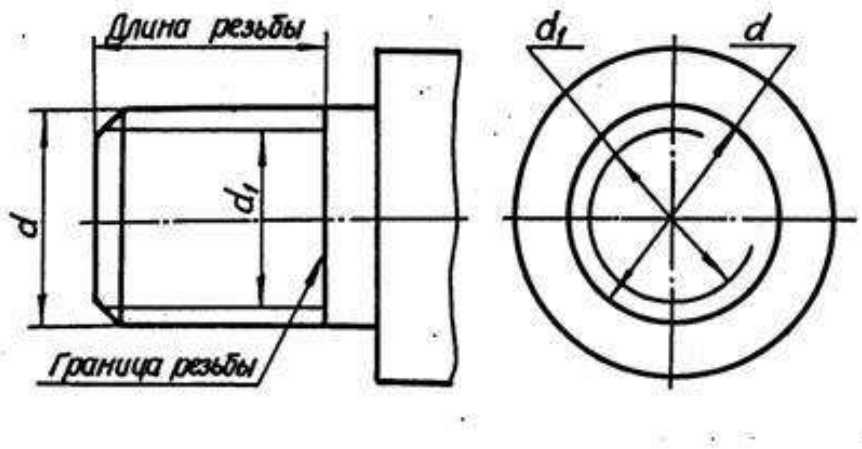


Рис.9

При изображении на плоскости, параллельной оси резьбы, тонкая линия должна пересекать границу фаски на конце стержня и доходить до сплошной линии, ограничивающей резьбу.

При изображении резьбы на плоскости, перпендикулярной к оси резьбы. тонкую линию окружности внутреннего диаметра резьбы проводят в виде дуги, примерно равной ¾ этой окружности. Разрыв окружности допускается делать в любом месте. Расстояние между сплошной и тонкой линиями обычно принимают равным не менее 0,8 мм и не более шага резьбы.

Не принято на этом виде показывать фаску, а также начинать и кончать тонкую линию на центровых (осевых линиях).

3. 2. Изображение внутренней резьбы

Резьбу в отверстии изображают в плоскости разреза сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями – по наружному диаметру.

На виде, полученном проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси резьбы, наружный диаметр резьбы изображают сплошной тонкой линией, приблизительно равной ¾ окружности, разомкнутой в любом месте.

Штриховку на разрезах и сечениях наносят до сплошных основных линий, соответствующих внутреннему диаметру резьбы в отверстии или наружному диаметру резьбы на стержне.

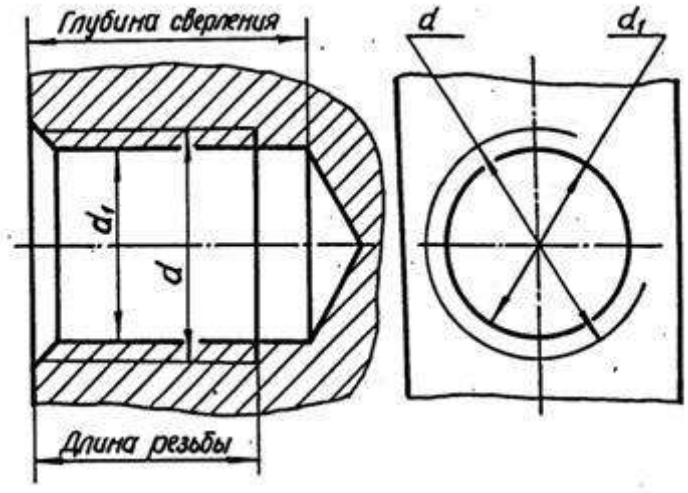


Рис. 10

3 . 3 . Изображение специальных резьб

При изображении резьб нестандартного профиля обязательно выявлять профиль резьбы либо с помощью местного разреза, либо – выносного элемента, указывая все необходимые размеры (наружный и внутренний диаметр резьбы, ширину впадины и шаг резьбы), а также и дополнительные данные: число захо-дов для многозаходной резьбы, направление для левой резьбы (рис. 11).

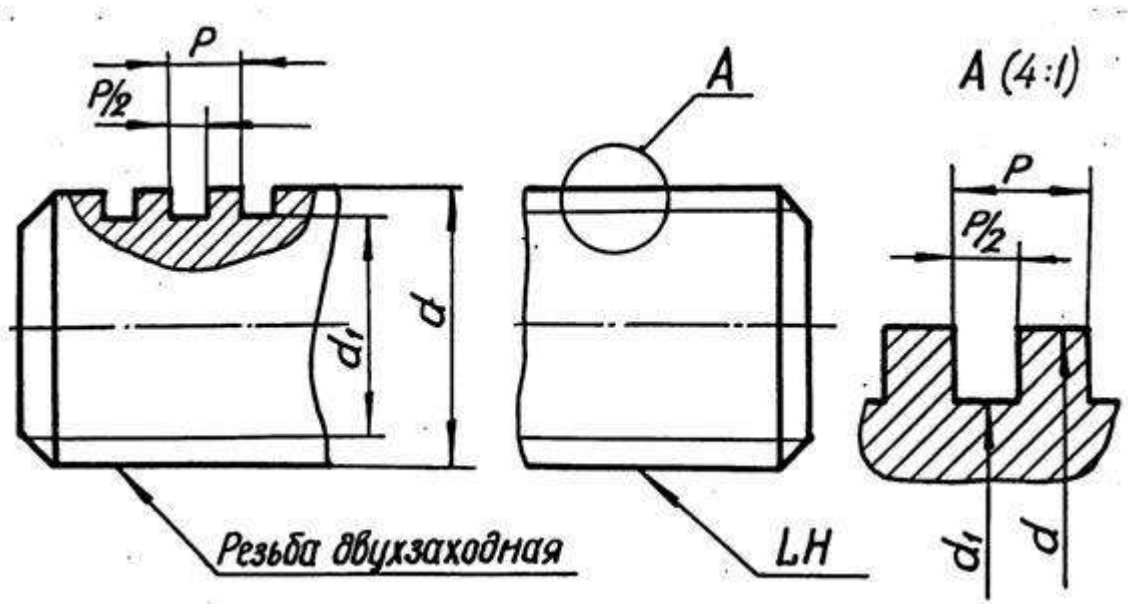


Рис. 11

3 . 4 . Изображение резьбового соединения

На разрезах резьбового соединения наружный диаметр стержня изображают сплошной основной линией, а внутренний диаметр резьбы – сплошной тонкой линией. В отверстии показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня (рис. 12).

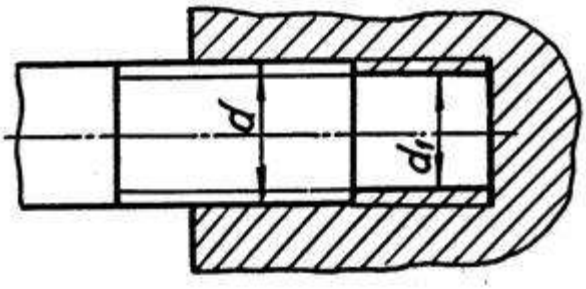
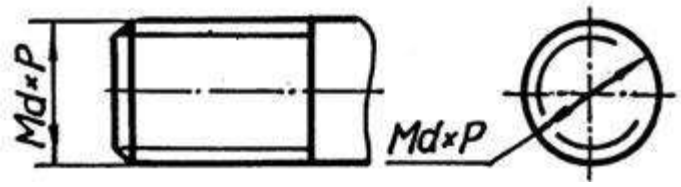
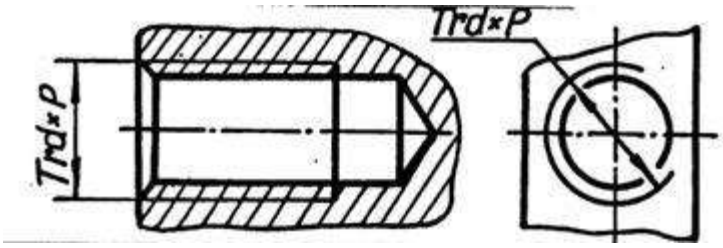
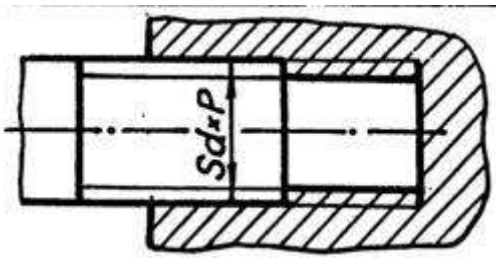
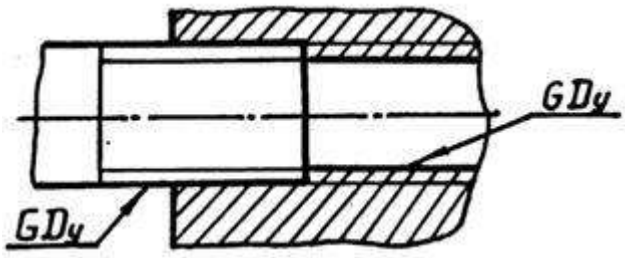


Рис. 12

4. ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБЫ НА ЧЕРТЕЖАХ

Обозначение стандартных резьб указывают по соответствующим нормативным документам. Условные обозначения резьб рассмотрены в гл. 2. Обозначение резьб на чертежах относят к ее наружному диаметру за исключением трубной и конической резьб, которые обозначают на линиях-выносках, оканчивающихся стрелкой. Стрелку проводят от контура резьбы (сплошной основной линии) (табл. 1).

Таблица 1

Типы резьб	Обозначение
Метрическая	
Трапецеидальная	
Упорная	
Трубная резьба цилиндрическая	

5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗЬБЫ

В зависимости от условий и характера производства выполнение резьбы может осуществляться различными способами и инструментами. Для нарезания наружной резьбы применяется плашка, диаметр которой определяется диаметром и шагом резьбы. Метчик применяется для нарезания внутренней резьбы. Часто резьба нарезается на токарных или револьверных станках при помощи резца, заточенного в соответствии с профилем нарезаемой резьбы.

Резьбы имеют технологические элементы, связанные с выходом режущего инструмента из тела детали, к которым относятся: сбег, недорез, проточка и фаска. Технологические параметры резьбы зависят от угла заборной части резьбонарезающего инструмента и шага резьбы (параметры трубной цилиндрической резьбы зависят от диаметра условного прохода резьбы) и соответствуют ГОСТ 27148-86.

5 . 1 . Сбег резьбы

Заборный участок плашки оставляет на стержне резьбу с постепенно уменьшающимся профилем. Длина участка неполноценной резьбы в конце резьбовой части детали, где глубина ее сходит на нет, называется сбегом резь-бы. Сбег резьбы изображают сплошными тонкими линиями (рис. 13). Размер длины резьбы на стержне и в отверстии указывают, как правило, без сбега, но его учитывают при конструировании деталей.

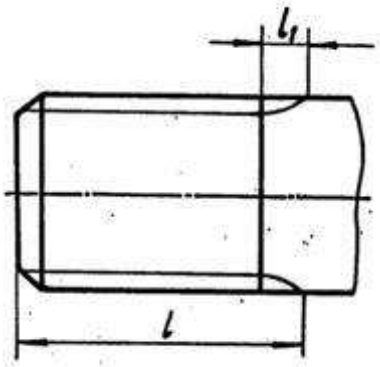


Рис. 13

5 . 2 . Недовод резьбы

В случае, когда вырезаемая часть стержня ограничивается опорной по-верхностью (буртиком, головкой, заплечником), при нарезании резьбы плашка во избежание поломки, обычно не доводится до упора в эту поверхность. Вели-чина ненарезанной части детали между концом сбега резьбы и упорной поверх-ностью называется недоводом резьбы. Недовод зависит от шага резьбы; он не больше двух шагов, а для внутренней – не более трех шагов.

5 . 3 . Недорез резьбы

Длина участка детали, состоящая из недовода и сбега при нарезании резьбы в упор называется недорезом (рис. 14).

Численные значения сбега и недовода резьбы стандартизованы ГОСТ 27148-86. Рекомендуется принимать длину участка недореза равной примерно трем шагам, но не более 0,5 d, где d – размер номинального диаметра резьбы.

5 . 2 . Фаска

До нарезания резьбы на конце стержня и в начале отверстия выполняются фаски. Эти фаски представляют собой коническую поверхность, образующая которой составляет с осью резьбы угол 45 . Фаски упрощают процесс нареза-ния резьбы и облегчают соединение между собой резьбовых деталей.

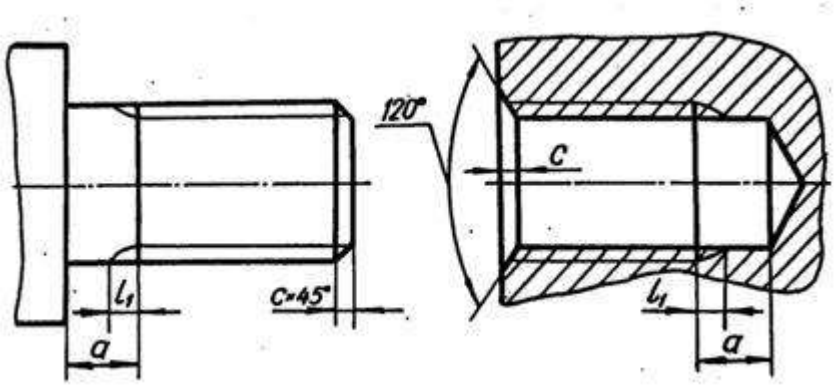


Рис. 14

5 . 5 . Проточка

С целью облегчения процесса нарезания резьбы обычно выполняются наружные или внутренние проточки для выхода резьбонарезающего инструмента. Если на участке сбега резьбы заранее вытачивается канавка, то при нарезании резьбы режущая часть инструмента выйдет в нее, и резьба на всем протяжении имеет полный профиль. Проточки могут иметь прямоугольный или полукруг-лый профиль.

Диаметр наружной проточки выполняется несколько меньшим внутреннего диаметра резьбы, диаметр же внутренней проточки выполняется несколь-ко большим наружного диаметра резьбы (рис. 15).

Форма и размеры наружных и внутренних проточек зависят от типа резь-бы и ее шага и устанавливаются ГОСТ 27148-86.

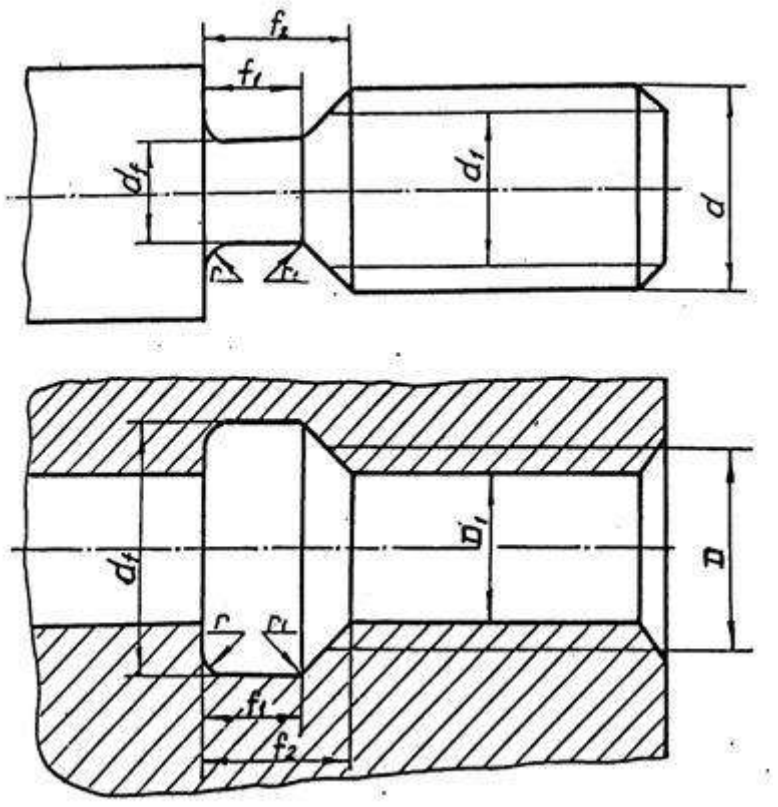


Рис. 15

6. ЗАДАНИЕ ПО ТЕМЕ «РЕЗЬБЫ»

6 . 1 . Цель задания

Целью задания является изучение резьб, применяемых в машинострое-нии, условное изображение и обозначение резьбы и ее технологических эле-ментов. При изучении резьбы и выполнении задания студент должен приобре-сти навыки общения с государственными стандартами по данной теме.

6 . 2 . Содержание задания

Задание выполняется карандашом на формате Ф3 в масштабе 1:1. Вычертить вал в соответствии со своим вариантом, обозначив размеры технологических элементов резьб.

Выполнить сечение по шпоночному пазу.

Варианты заданий

Таблица 2

Номер варианта	Тип вала	Диаметр вала D_B	Левый конец вала			Правый конец вала		
			Тип резьбы	d	P	Тип резьбы	d	P
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	I	80	*M*	64	4,0	*S*	28	5,0
2	II	60	*Tr*	42	3,0	*M*	27	2,0
3	III	70	*M*	64	6,0	*Tr*	42	3,0
4	IV	26	*M*	24	3,0	*Tr*	40	3,0
5	I	60	*M*	42	4,0	*Tr*	48	3,0
6	II	63	*M*	30	3,5	*Tr*	44	3,0
7	III	71	*Tr*	50	3,0	*M*	27	3,0
8	IV	27	*M*	27	3,0	*Tr*	42	3,0
9	I	63	*M*	42	3,0	*S*	20	2,0
10	II	70	*Tr*	48	3,0	*M*	36	4,0
11	III	73	*M*	64	4,0	*Tr*	48	3,0

Продолжение табл. 2

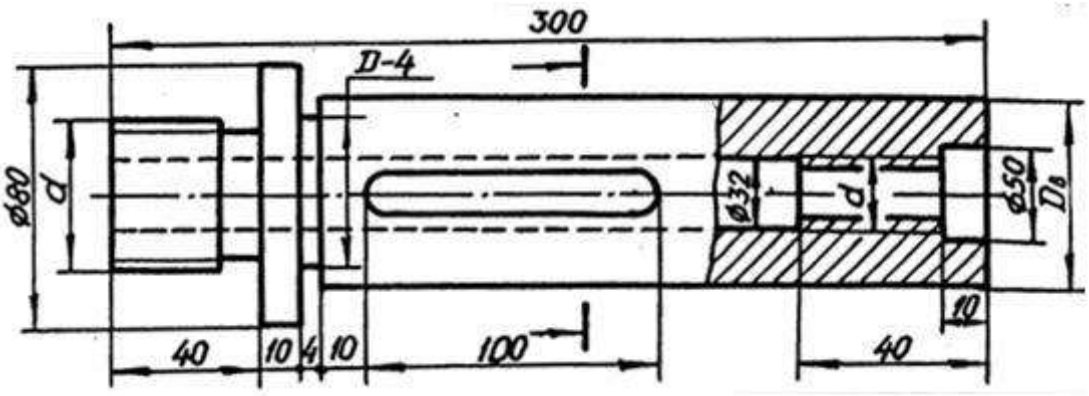
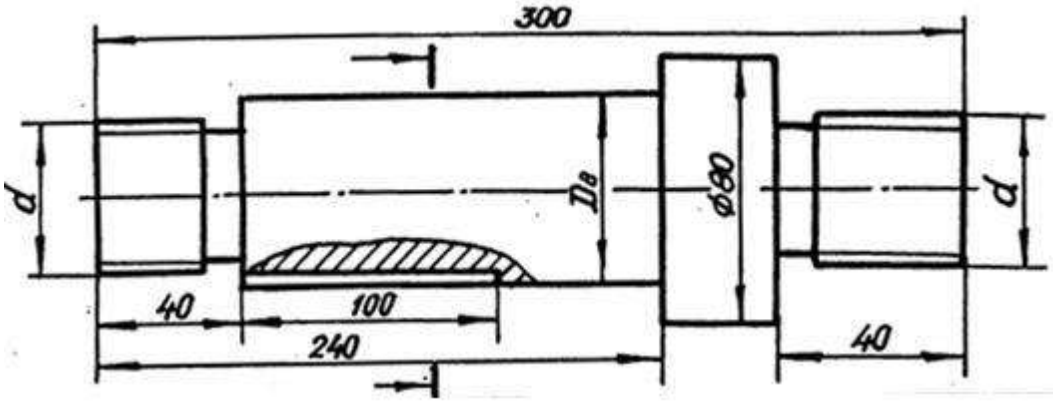
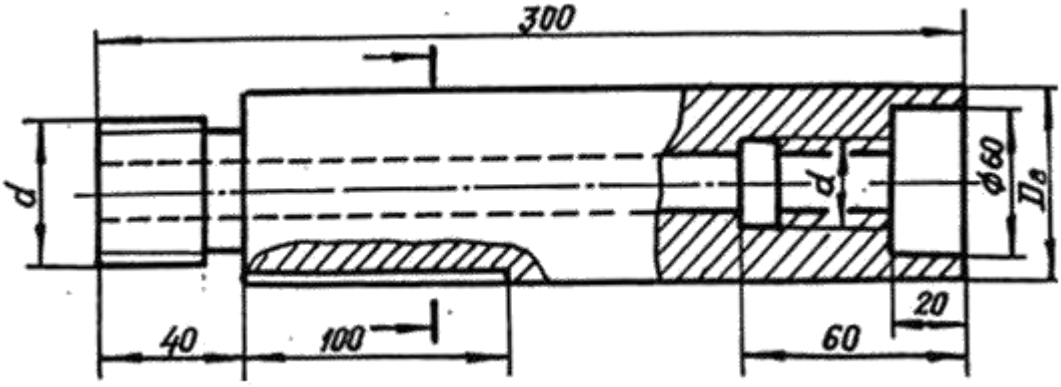
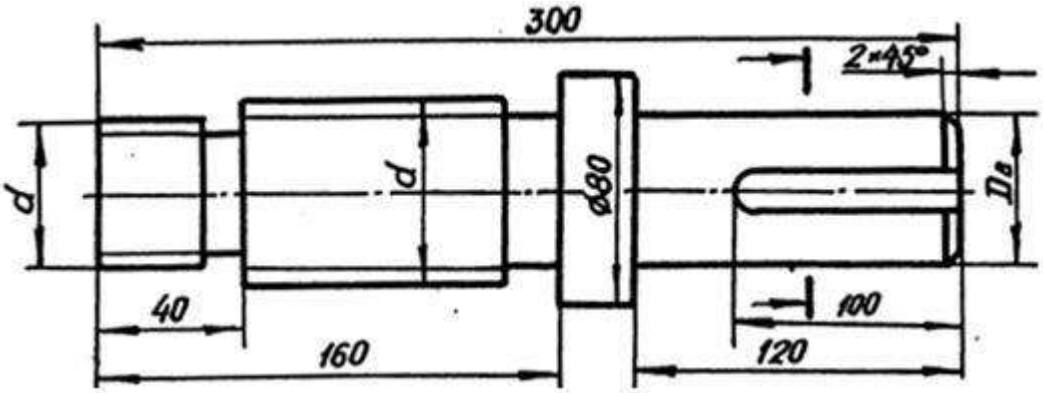
1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	IV	30	*M*	30	3,5	*Tr*	42	3,0
13	I	70	*M*	64	3,0	*Tr*	24	2,0
14	II	60	*M*	48	2,0	*Tr*	40	3,0
15	III	75	*M*	60	4,0	*Tr*	42	3,0
16	IV	40	*M*	42	3,0	*Tr*	65	4,0
17	I	71	*M*	64	3,0	*Tr*	46	3,0
18	II	65	*Tr*	28	2,0	M	30	3,5
19	III	78	*M*	45	4,5	*Tr*	30	3,0
20	IV	28	*M*	24	2,0	*Tr*	44	3,0
21	I	73	*M*	52	5,0	*Tr*	28	2,0
22	II	67	*M*	42	3,0	*Tr*	30	3,0
23	III	80	*Tr*	50	3,0	*M*	24	3,0
24	IV	32	*M*	27	2,0	*Tr*	46	3,0
25	I	75	*M*	48	3,0	*S*	22	2,0
26	II	71	*Tr*	65	4,0	*M*	48	3,0
27	III	82	*M*	56	5,5	*Tr*	40	3,0
28	IV	32	*M*	30	3,0	*Tr*	48	3,0
29	I	80	*M*	42	4,0	*Tr*	24	2,0
30	II	73	*M*	64	3,0	*Tr*	50	3,0
31	III	85	*Tr*	46	3,0	*M*	22	2,5
32	IV	28	*M*	24	1,5	*Tr*	40	3,0
33	I	85	*M*	48	4,0	*S*	32	6,0
34	II	80	*Tr*	42	3,0	*M*	33	2,0
35	III	70	*M*	39	1,5	*Tr*	24	2,0
36	IV	40	*M*	39	1,5	*Tr*	50	3,0
37	I	82	*M*	56	5,5	*Tr*	24	2,0

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
38	II	72	*M*	48	4,0	*Tr*	50	3,0
39	III	71	*Tr*	50	3,0	*M*	30	3,5
40	IV	36	*M*	42	2,0	*Tr*	52	3,0
41	I	63	*M*	48	2,0	*S*	26	5,0
42	II	71	*Tr*	65	4,0	*M*	36	3,0
43	III	73	*M*	48	3,0	*Tr*	28	2,0
44	IV	40	*M*	42	4,5	*Tr*	60	3,0
45	I	80	*M*	64	6,0	*Tr*	28	2,0
46	II	75	*M*	30	3,0	*Tr*	24	2,0
47	III	75	*Tr*	65	4,0	*M*	36	3,0
48	IV	28	*M*	24	3,0	*Tr*	40	3,0
49	I	65	*M*	42	3,0	*S*	26	2,0
50	II	80	*Tr*	55	3,0	*M*	39	4,0
51	III	78	*M*	64	4,0	*Tr*	44	3,0
52	IV	32	*M*	27	2,0	*Tr*	42	3,0
53	I	67	*M*	48	5,0	*S*	26	2,0
54	II	82	*M*	48	2,0	*Tr*	65	4,0
55	III	80	*Tr*	52	3,0	*M*	36	4,0
56	IV	40	*M*	42	4,0	*Tr*	65	4,0
57	I	78	*M*	48	4,0	*S*	32	6,0
58	II	85	*Tr*	42	3,0	*M*	42	4,0
59	III	82	*M*	48	3,0	*S*	32	3,0
60	IV	36	*M*	30	1,5	*Tr*	44	3,0

Типы валов

Таблица 3

Тип вала	Исходный чертеж	
	Левый конец вала	Правый конец вала
I		
II		
III		
IV		

7. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

7 . 1 . Конец вала с метрической резьбой на стержне

По заданию на конце вала необходимо изобразить метрическую резьбу с ее технологическими элементами и нанести размерную сетку (рис. 16). Приступая к вычерчиванию, рекомендуется необходимые размеры сводить в табл. 4, например, требуется изобразить метрическую резьбу с номинальным диаметром 36 мм и шагом 3 мм.

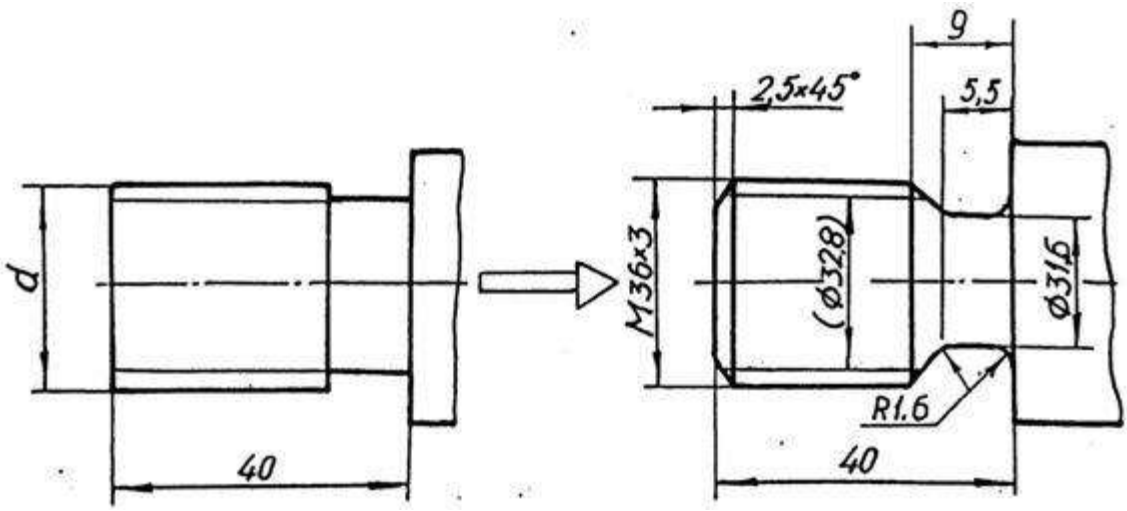


Рис. 16

Таблица 4

Размеры	Обозначение	Величина	Номер табл.	Стр.
Тип резьбы	*M*		2	20…22
Номинальный диаметр резьбы	*d*	36		
Шаг резьбы	*P*	3	2	
Вид шага		мелкий	5	
Внутренний диаметр резьбы	D_1	32,8	5	
Диаметр проточки	*d*	*d*-4.4	6	
Ширина проточки (нормальной)	f_1 min	5,2	6	
	f_2 max	9,0	6	
Радиусы скругления проточки	r	*P*: 2~1,6	6	
Высота фаски	c	2,5	6	

Таблица 5

Шаг метрической резьбы P	Диаметр резьбы		Шаг метрической резьбы P	Диаметр резьбы	
	наружный $d(D)$	внутренний $d_1(D_1)$		наружный $d(D)$	внутренний $d_1(D_1)$
с крупным шагом			с мелким шагом		
1	6	4,9	1,5	24	22,4
1,25	8	6,6		30	28,4
1,5	10	8,4		39	37,4
1,75	12	10,1	2	20	17,8
2	14	11,8		24	21,8
2	16	13,8		27	24,8
2,5	18	15,3		30	27,8
2,5	20	17,3		33	30,8
2,5	22	19,3		36	33,8
3	24	20,8		42	39,8
3	27	23,8		48	45,8
3,5	30	26,2		72	69,8
2,5	33	29,2	3	30	26,8
4	36	31,7		36	33,8
4	39	34,7		42	38,8
4,5	42	37,1		48	44,8
4,5	45	40,1		64	60,8
5	48	42,3	4		
5	52	46,6		42	37,7
5,5	56	50,0		48	43,7
5,5	60	54,0		64	59,7
6	64	57,5			
6	68	61,5			

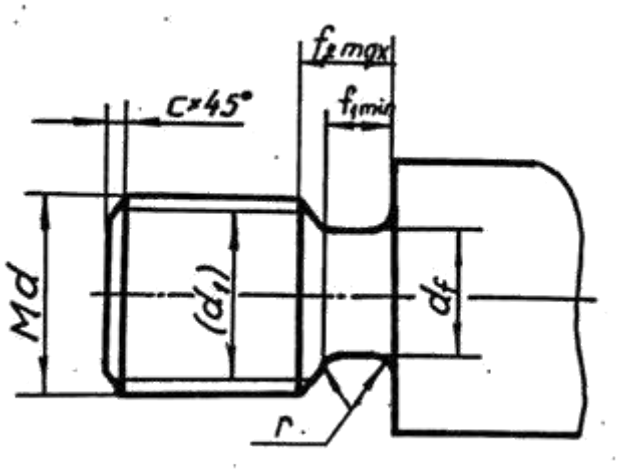


Таблица 6

Шаг резьбы	Номинальный диаметр резьбы с крупным шагом	d_f	Проточка нормальная		Проточка узкая		r 0,5P	c
			f_1min	f_2max	f_1min	f_2max		
1	6; 7	d-1,6	1,6	3,0	1,1	2,5	0,6	1,0
1,5	10	d-2,3	2,5	4,5	1,8	3,8	0,8	1,6
2	14; 16	d-3,0	3,4	6,0	2,5	5,0	1,0	2,0
2,5	18; 20; 22	d-3,6	4,4	7,5	3,2	6,3	0,2	2,5
3	24; 27	d-4,4	5,2	9,0	3,7	7,5	1,6	2,5
3,5	30; 33	d-5,0	6,2	10,5	4,7	9,0	1,6	2,5
4	36; 39	d-5,7	7,0	12,0	5,0	10,0	2,0	3,0
4,5	42; 45	d-6,4	8,0	13,5	5,5	11,0	2,0	3,0
5	48; 52	d-7,0	9,0	15,0	6,5	12,5	2,5	4,0
5,5	56; 60	d-7,7	11,0	17,5	7,5	14,0	3,2	4,0
6	64; 68	d-8,3	11,0	18,0	8,0	15,0	3,2	4,0

7 . 2 . Конец вала с метрической резьбой в отверстии

При вычерчивании в отверстии метрической резьбы внутренний диаметр определяется по табл. 5, а размеры проточки – по табл. 7.

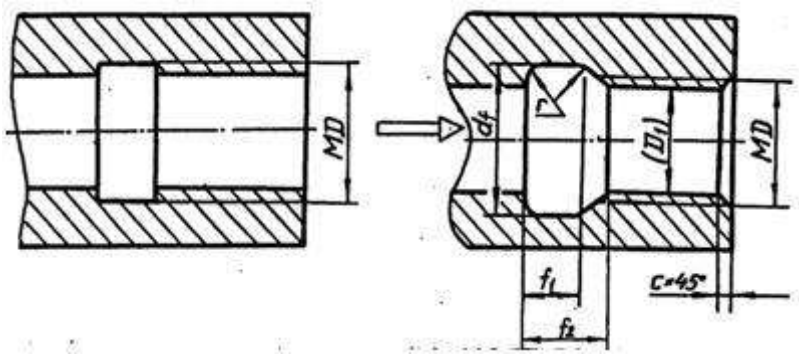
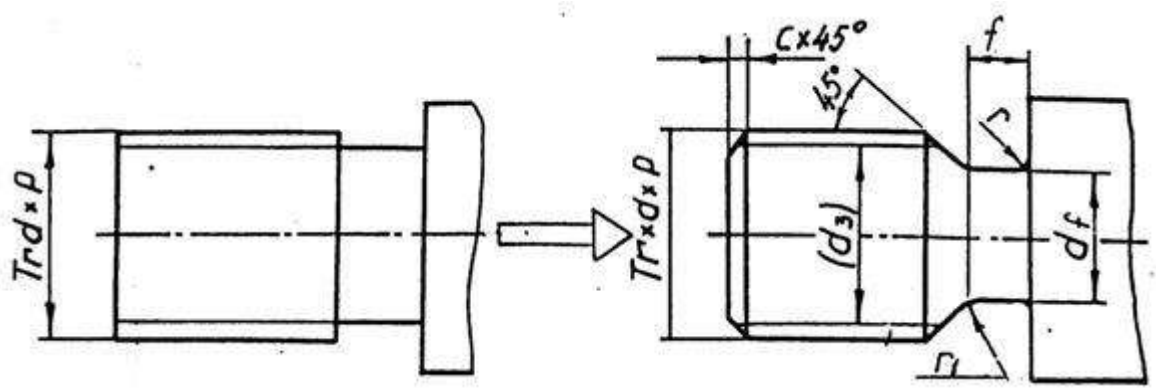


Таблица 7

Шаг резьбы	d_f	Проточка нормальная		Проточка узкая		r 0,5P	c
		$f_1$min	$f_2$max	$f_1$min	$f_2$max		
1	d+0,5	4	5,2	2,5	3,7	0,6	1,0
1,5	d+0,5	6	7,8	3,8	5,6	0,8	1,6
2	d+0,5	8	10,3	5,0	7,3	1,0	2,0
2,5	d+0,5	10	13,0	6,3	9,3	0,2	2,5
3	d+0,5	12	15,2	7,5	10,7	1,6	2,5
3,5	d+0,5	14	17,0	9,0	12,7	1,6	2,5
4	d+0,5	16	20,0	10,0	14,0	2,0	3,0
4,5	d+0,5	18	23,0	11,0	16,0	2,0	3,0
5	d+0,5	20	26,0	12,5	18,5	2,5	4,0
5,5	d+0,5	22	28,0	14,0	20,0	3,2	4,0
6	d+0,5	24	30,0	15,0	21,0	3,2	4,0

7 . 3 . Конец вала с трапецеидальной резьбой на стержне

При вычерчивании резьбы на стержне внутренний диаметр определяют по табл. 8, а размеры проточки – по табл. 9.



Шаг резьбы	Диаметр			
	Наружная резьба		Внутренняя резьба	
P	*d*, *D*	d_3	D_1, d_1	D_4
2	24	21,5	22,0	24,5
	28	25,6	26,0	28,5
3	30	26,5	27,0	30,5
	40	36,5	37,0	40,5
	42	38,5	39,0	42,5
	44	40,5	41,0	44,5
	46	42,5	43,0	46,5
	48	44,5	45,0	48,5
	50	46,5	47,0	50,5
	52	48,5	49,0	52,5
	55	51,5	52,0	55,5
	60	56,5	57,0	60,5
4	65	60,5	61,0	65,5

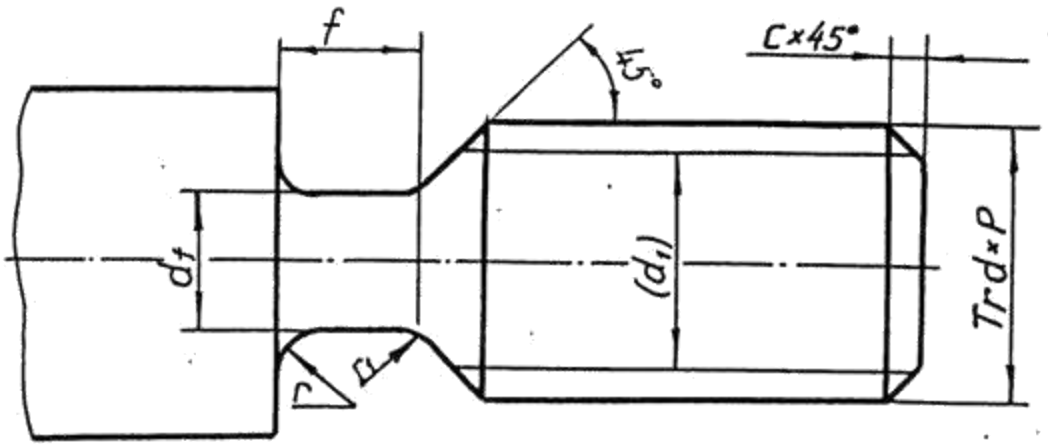


Таблица 9

Шаг резьбы	d_f	f_1	r	r_1	c
2	*d*-3,0	3	1,0	0,5	1,6
3	*d*-4,2	5	1,6	0,5	2,0
4	*d*-5,2	6	1,6	1,0	2,5
5	*d*-7,0	8	2,0	1,0	3,0
6	*d*-8,0	10	3,0	1,0	3,5
8	*d*-10,2	12	3,0	1,0	4,5
10	*d*-12,5	16	3,0	1,0	5,5

7 . 4 . Конец вала с трапецеидальной резьбой в отверстии

При вычерчивании трапецеидальной резьбы в отверстии следует учитывать зазор между стержнем и «гайкой», изображение выполняют по размерам диаметров, указанных в табл. 8, но на чертеже обозначают резьбу по номинальному размеру. Проточку вычерчивают по размерам, приведенным в табл. 10.

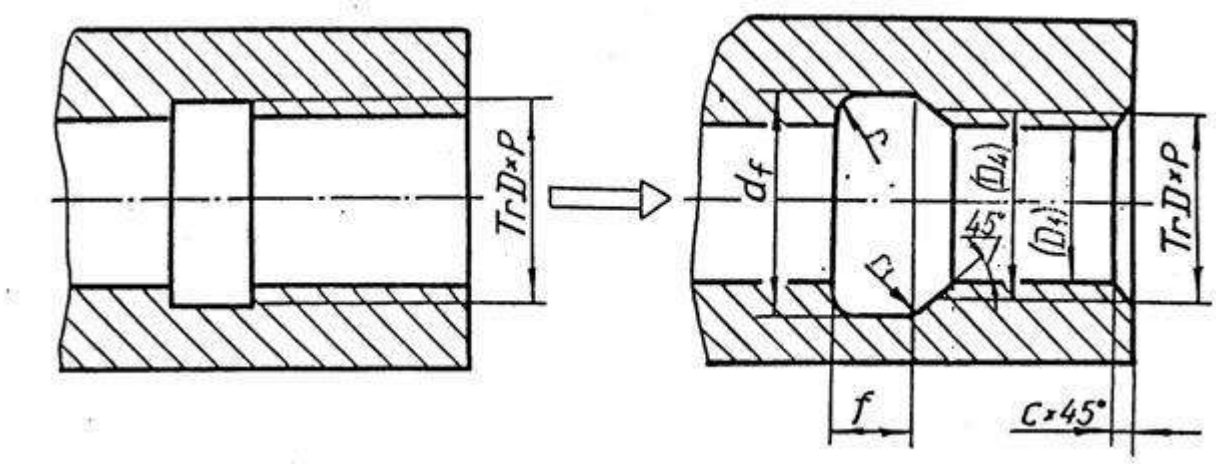


Таблица 10

Шаг резьбы	d_f	f_1	r	r_1	c
2	d+1,0	3	1,0	0,5	1,6
3	d+1,0	5	1,6	0,5	2,0
4	d+1,1	6	1,6	1,0	2,5
5	d+1,6	8	2,0	1,0	3,0
6	d+1,6	10	3,0	1,0	3,5
8	d+1,8	12	3,0	1,0	4,5
10	d+1,8	16	3,0	1,0	5,5

7 . 5 . Конец вала с упорной резьбой в отверстии

Размеры, необходимые для вычерчивания упорной резьбы, представлены в табл. 11.

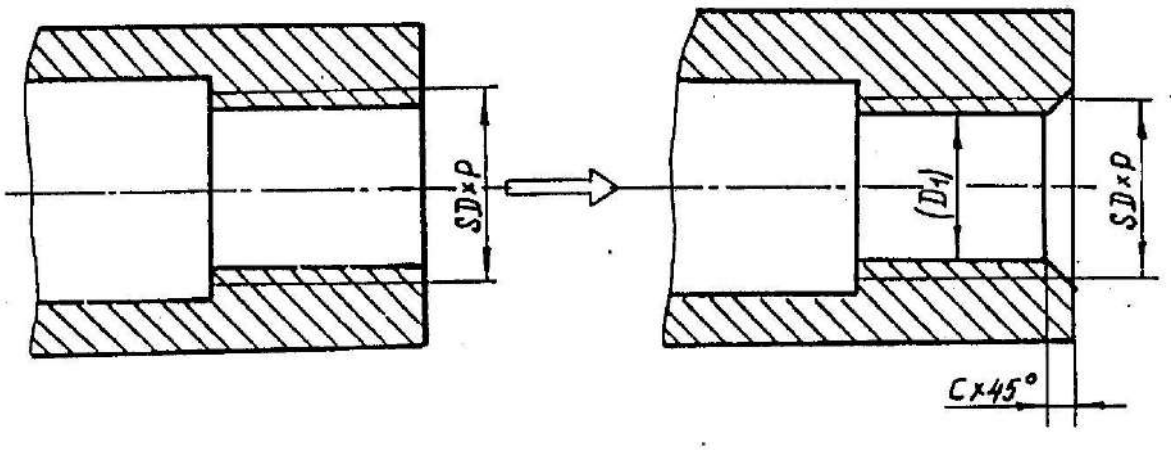


Таблица 11

Шаг резьбы *P*	Диаметр		Фаска *c*
	Наружный *d*, *D*	Внутренний D_1	
2	20	17,0	1,6
2	22	19,0	1,6
2	26	23,0	1,6
3	32	27,5	2,0
5	26	18,5	3,0
5	28	20,5	3,0
6	32	23,0	3,5

7 . 6 . Изображение шпоночного паза Г ОС Т 233 60 – 78

Шпонкой называется деталь, устанавливаемая в пазах двух соприкасающихся деталей для предотвращения их относительного перемещения и для передачи крутящего момента.

Форму шпоночного паза на валу обычно показывают сечением. Размеры шпоночного паза, зависящие от диаметра цапфы вала, представлены в табл. 12.

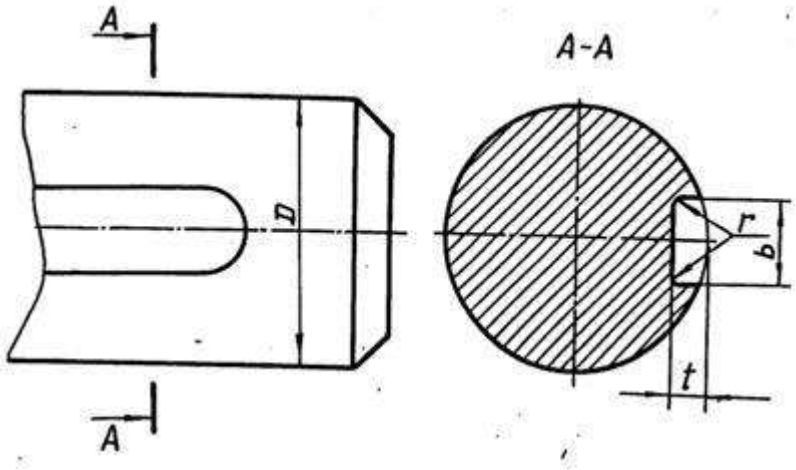
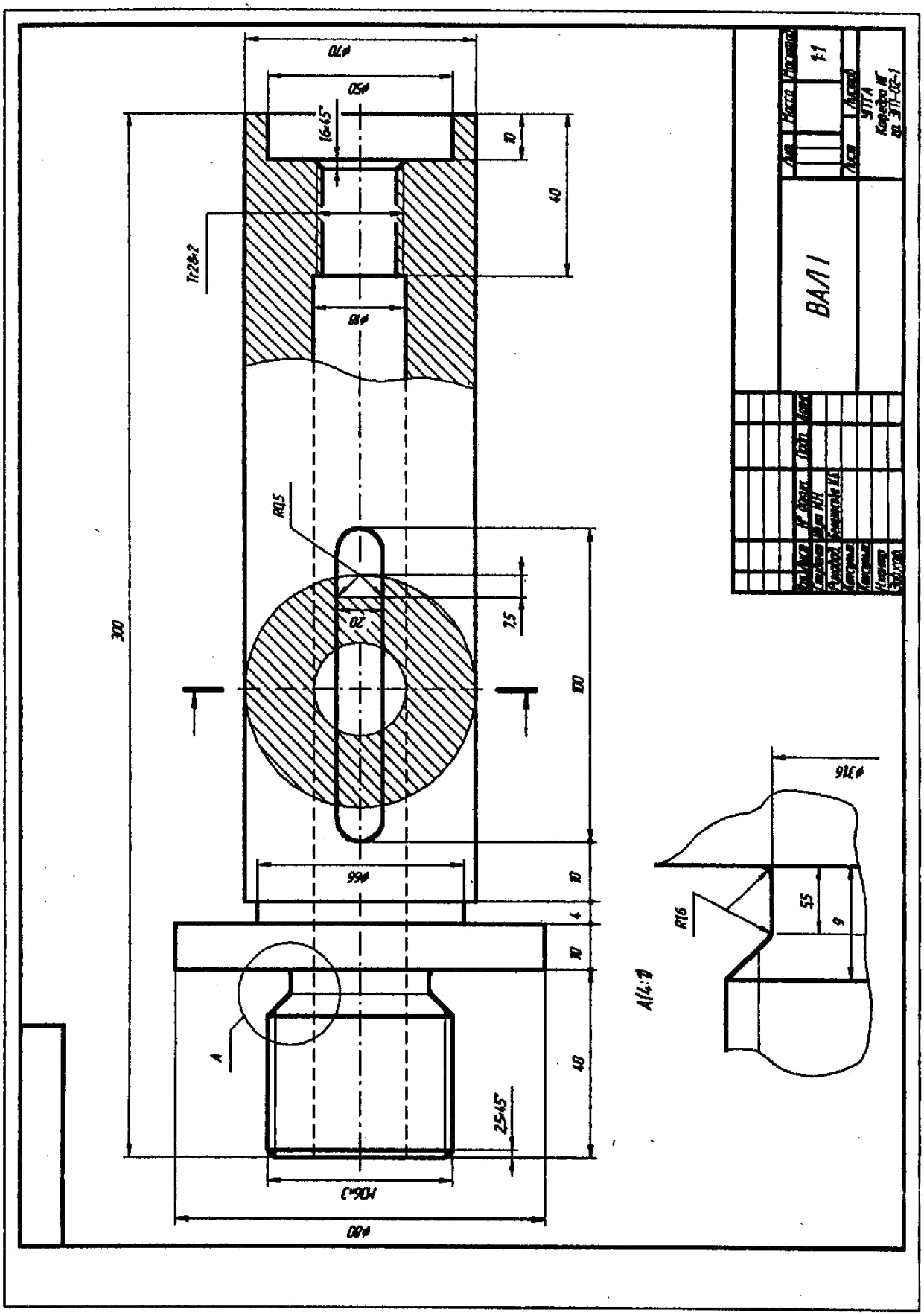
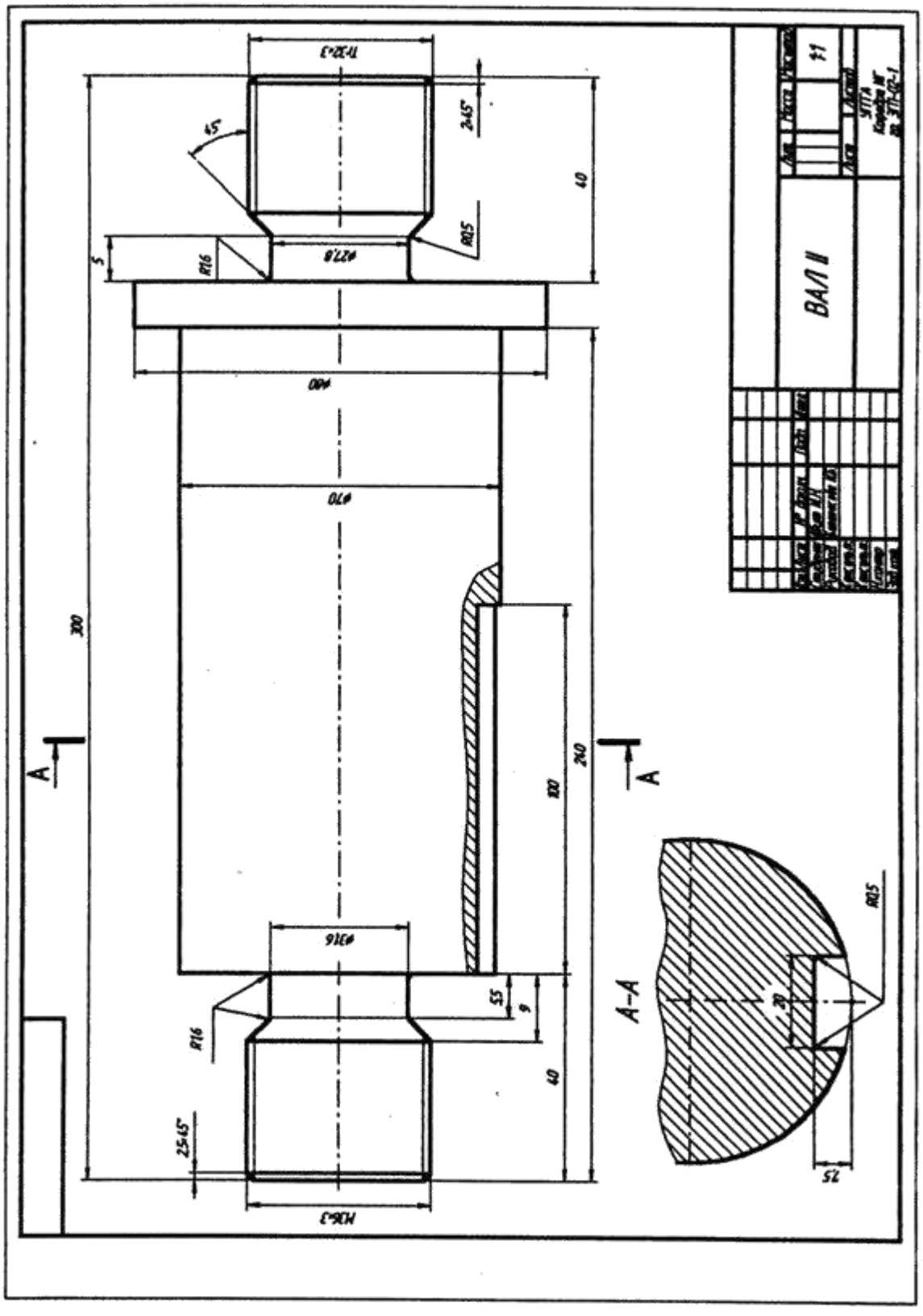
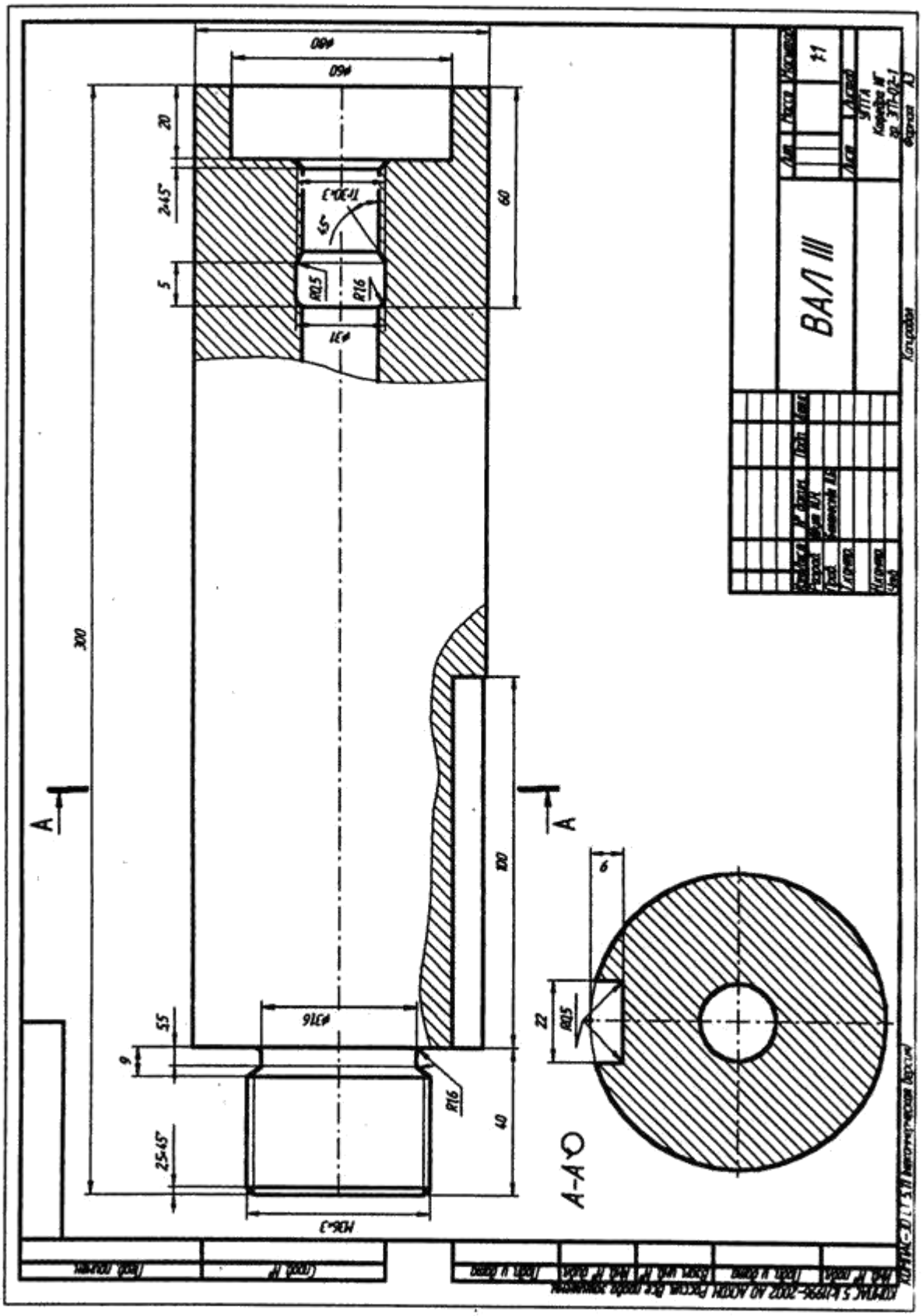


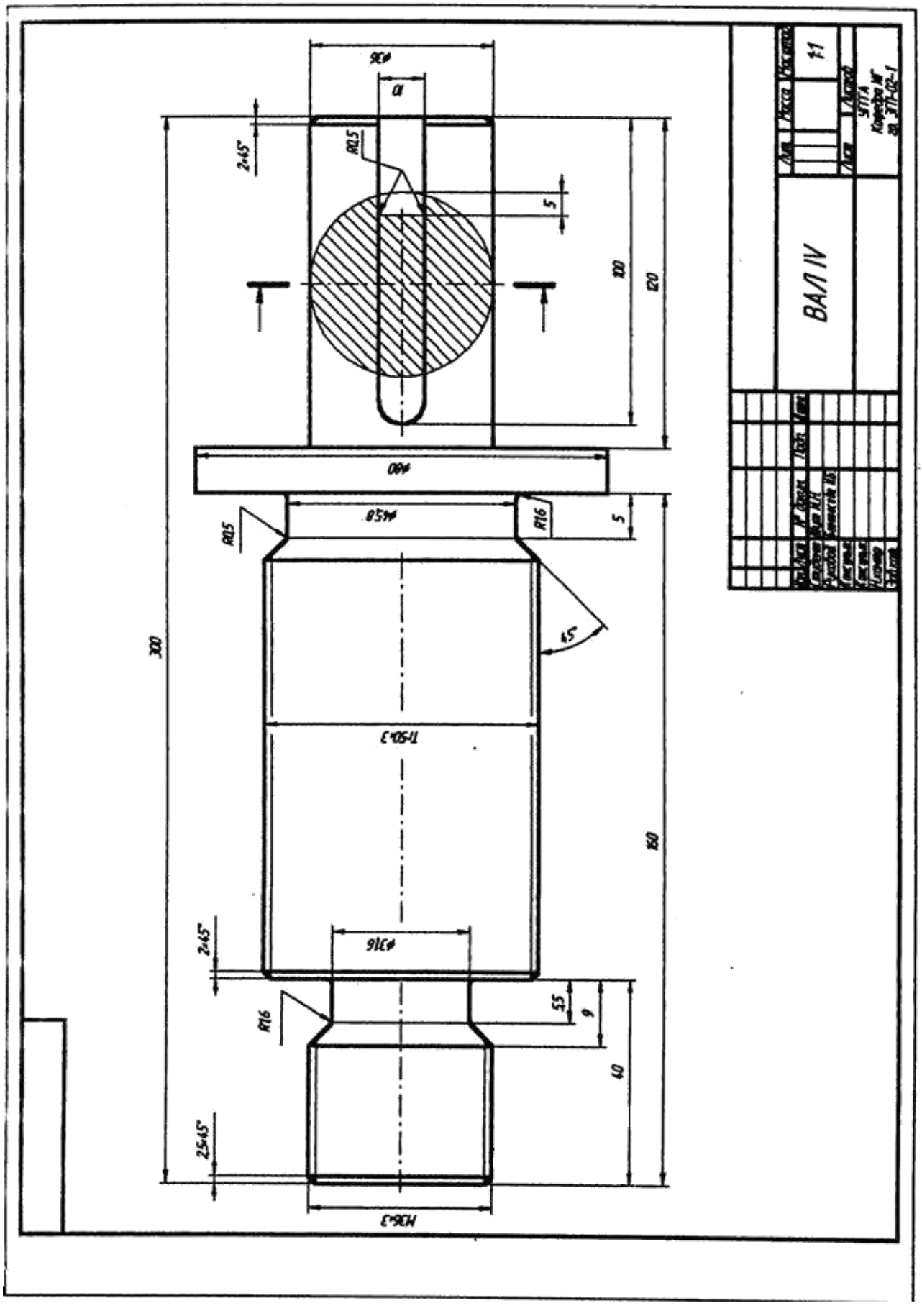
Таблица 12

Диаметр вала O	Шпоночный паз		
	Ширина *b*	Глубина *t*	Радиус закругления *r*
Свыше 22 до 30	8	4,0	От 0,16 до 0,25
30 38	10	5,0	0,25 0,40
38 44	12	5,0	0,16 0,40
44 50	14	5,5	0,25 0,40
50 58	16	6,0	0,25 0,40
58 65	18	7,0	0,25 0,40
65 75	20	7,5	0,40 0,60
75 85	22	9,0	0,40 0,60


ВАЛ I
1:1
Масса
Масштаб
Лист
Листов
УГТУ
Кафедра МГ
гр. ЭТ1-02-1
Разраб.
Пров.
Т.контр.
Н.контр.
Утверд.
Изм.
Кол.уч.
№док.
Подп.
Дата
300
100
40
10
4
10
40
7,5
16±0,2
Ø16
Ø24
Ø30
Ø66
Ø99
Ø80
Ø91
R15
R16
55
9
А
А(4:1)


ВАЛ II
1:1
А-А
А
А
300
240
100
40
40
5
9
55
30
52
2,5
R16
R16
R05
R05
2×45°
2×45°
45°
Ø316
Ø400
Ø970
Ø278
Ø316
Ø363


ВАЛ III
А-А
300
100
60
40
55
9
20
245
5
25±0,5
Ø60
Ø50
Ø36
Ø16
R0,5
R16
6
22
1:1


ВАЛ IV
Лит.
Масса
Масштаб
1:1
Лист
Листов
Копировал
Формат А4
ø36k3
ø30k3
ø16
ø30
ø60
ø58
R16
R25
2×45°
45°
5
55
9
40
100
120
180
300

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Анурьев В. И.* Справочник конструктора-машиностроителя. Т. 1. – М.: Машиностроение, 1990.
2. *Баева Г. Г.* Условности машиностроительного черчения. Методическая разработка. Свердловский горный институт. – Свердловск, 1976.
3. ГОСТ 27148-86 (СТ СЭВ 214-86). Выход резьбы, сбеги, недорезы, проточки. Размеры.
4. *Попова Г. Н., Алексеев С. Ю.* Машиностроительное черчение. Справочник. – М.: Машиностроение, 1986.
5. *Потишко А. В., Крушевская Д. П.* Справочник по инженерной графике. – Киев: Будівельник, 1983.
6. Резьбы. – М.: Изд. стандартов, 1985.
7. *Розов С. В.* Курс машиностроительного черчения с элементами автоматизированного контроля. - М.: Машиностроение, 1980.
8. *Чекмарев А. А., Осипов В. К.* Справочник по машиностроительному чер-чению. М.: Высшая школа, 1994.

Ирина Борисовна Белоносова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

«Резьба»

Методическое пособие
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

Подписано в печать . .201 г.
Бумага офсетная. Формат бумаги 60 84 1/16. Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе. Печ. л. 2,4 Уч.-изд. 2,05. Тираж экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30 Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ 4
1. СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ 4
2. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ 5
3. ПРОЕКЦИОННЫЙ ЧЕРТЕЖ 10
4. ИЗОБРАЖЕНИЯ – ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ, СЕЧЕНИЯ 13
5. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ 24
6. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ 28
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 32
ПРИЛОЖЕНИЕ I 33

ВВЕДЕНИЕ

Основным методом построения геометрических моделей пространственных объектов является метод проецирования.

Частным случаем метода проецирования является метод Монжа. Он сводится к ортогональному проецированию объекта на три взаимно перпендикулярные плоскости проекций. Таким образом, получаемый комплексный чертеж состоит из трех проекций: фронтальной, горизонтальной и профильной. По терминологии стандарта эти проекции называются соответственно: вид спереди, вид сверху и вид слева.

Вторым распространенным методом построения чертежа является аксонометрия. При получении аксонометрического чертежа объект вместе с системой Декартовых координат проецируется на плоскость проекций. Коэффициенты искажения по осям зависят от взаимного расположения системы координат и плоскости проекций. Если эти коэффициенты известны, то изображение, полученное на плоскости проекций, является обратимым. Такое изображение в дальнейшем будет называться аксонометрическим чертежом или просто аксонометрией.

При выполнении данного задания студент должен ознакомиться с основными положениями стандартов ЕСКД (Единой системой конструкторской документации) устанавливающих правила выполнения и оформления чертежей.

При выполнении задания «Геометрическое моделирование пространственных форм» студент должен научиться осуществлять переход от одной модели к другой и обратно, а также строить третью проекцию предмета по двум заданным. Эти действия позволяют в значительной мере совершенствовать пространственное мышление студента. Данная работа состоит из шести разделов, в которых приведены все данные для выполнения задания, а также список рекомендуемой литературы.

1. СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

Графическая работа «Геометрическое моделирование пространственных форм» состоит из четырех чертежей формата А3 (297×420 мм). Чертежи должны быть выполнены в масштабе 1:1. Пример выполнения графической работы представлен в прил. I.

На первом листе необходимо выполнить комплексный чертеж детали, содержащий необходимые виды и разрезы, проставить необходимые размеры.

На втором листе по данному комплексному чертежу необходимо выполнить аксонометрическую проекцию детали, проставить необходимые размеры.

На третьем листе по двум изображениям детали выполнить комплексный чертеж, содержащий необходимые виды и разрезы, проставить размеры.

На четвертом листе по двум изображениям детали выполнить комплексный чертеж, содержащий необходимые виды и разрезы, проставить размеры.

2. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

2.1. Общие указания

Для выполнения графической работы «Геометрическое моделирование пространственных форм» необходимо изучить стандарты ЕСКД «Общие правила выполнения чертежей».

Разрезы необходимо выполнять такие, которые позволяют наилучшим образом выявить внутренние формы деталей.

Размеры следует наносить после выполнения изображений данной детали.

Изображение на чертеже должно быть рациональным. Компоновка должна быть такой, чтобы поле чертежа было заполнено равномерно (примерно на 75 %). К компоновке чертежа приступают после определения необходимого количества изображений.

Все построения выполняют в тонких линиях. Обводят построенное изображение детали после того, как его проверил преподаватель.

2.2. Оформление формата

Чертежи выполняются на листах чертежной бумаги определенных форматов, размеры которых устанавливает ГОСТ 2.301-68.

Формат листа определяется размерами внешней рамки, выполненной тонкой линией (рис. 1), по которой производится его обрезка.

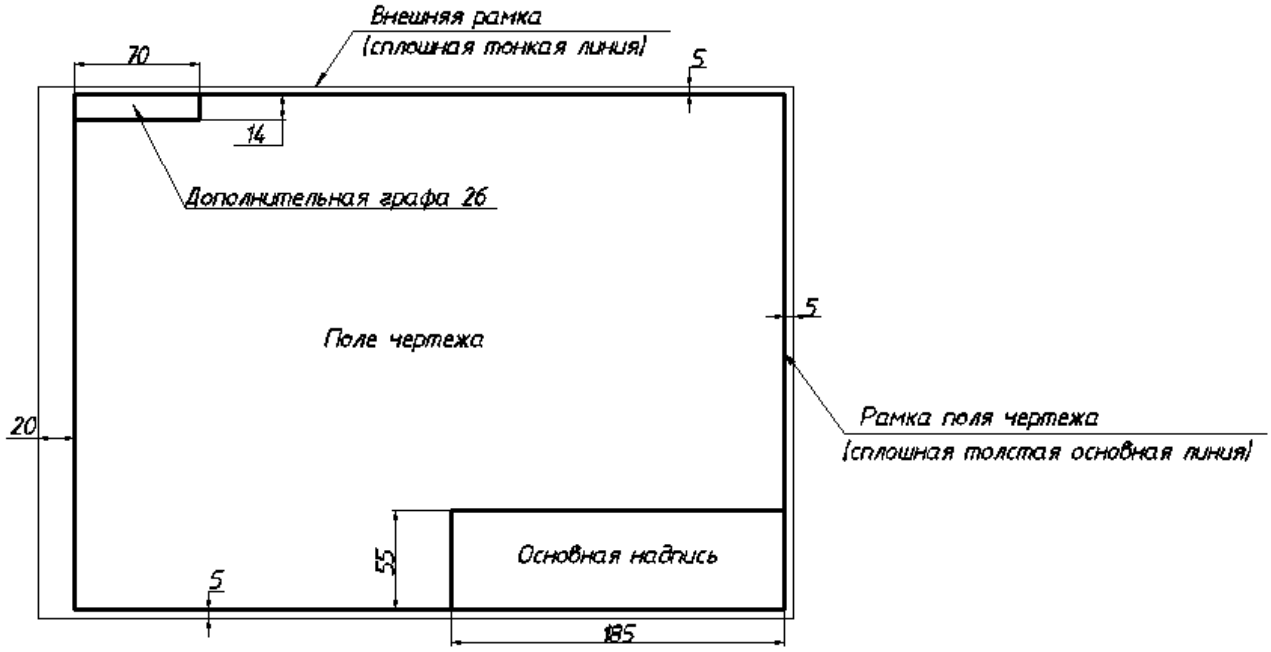


Рис. 1. Оформление формата листа А3

Обозначение и размеры сторон форматов, принятых за основные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные форматы

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
А0	841×1189
А1	594×841
А2	420×594
А3	297×420
А4	210×297

Кроме основных допускается применение дополнительных форматов. Они получаются увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную размерам формата А4.

Каждый чертеж имеет рамку, которая ограничивает поле чертежа. Рамку проводят сплошными основными линиями: с трех сторон – на расстоянии 5 мм от внешней рамки, а слева – на расстоянии 20 мм (для подшивки чертежа).

В правом нижнем углу формата А3 студент выполняет основную надпись – форма 1 по ГОСТ 2.104-68. Пример заполнения основной надписи чертежа представлен на рис. 2. В левом верхнем углу формата выполняется дополнительная графа 26 (14×70 мм).

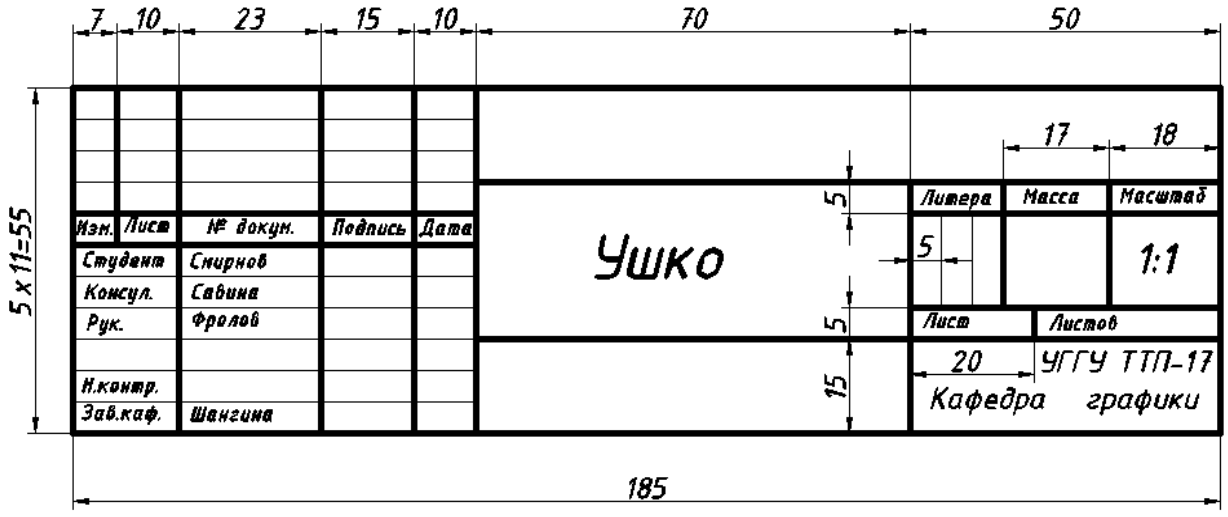


Рис. 2. Пример заполнения основной надписи чертежа

При заполнении основной надписи указывают наименование детали в именительном падеже единственного числа.

Буквы и цифры в основной надписи, как и на всем чертеже, выполняют чертежным шрифтом.

На листах формата А4 основная надпись располагается только вдоль короткой стороны листа (рис. 3).

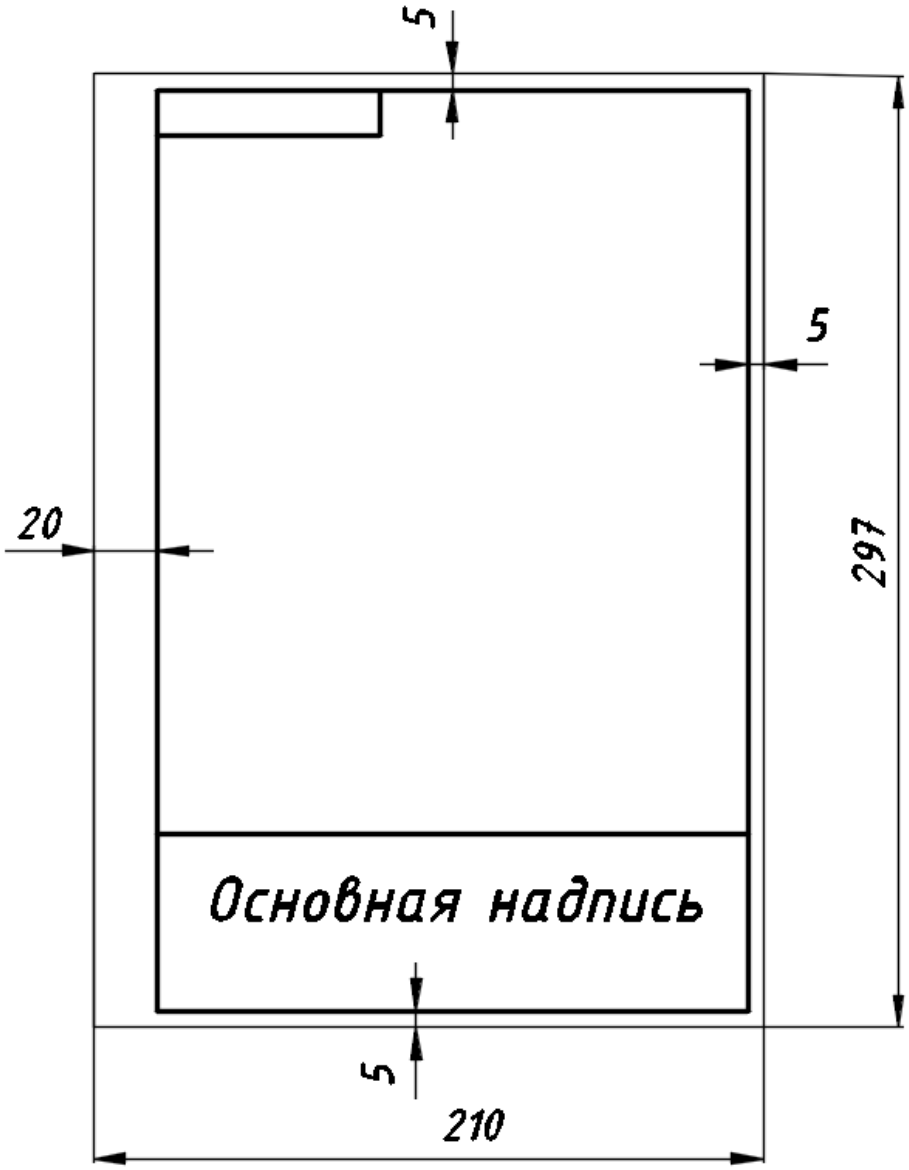


Рис. 3. Расположение основной надписи на формате А4

2.3. Масштабы

Детали на чертеже в зависимости от их сложности и размеров могут изображаться в натуральную величину, с увеличением или с уменьшением.

Масштабом называется отношение линейных размеров детали на чертеже к ее действительным размерам.

Масштабы изображений и их обозначение на чертежах устанавливает ГОСТ 2.302-68.

Крупные по габаритам детали вычерчивают в масштабе уменьшения (1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5 и т. д.). Мелкие детали вычерчивают в масштабе увеличения (2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1 и т. д.).

Основной масштаб, в котором выполнен чертеж, указывают в определенной графе основной надписи.

Следует помнить, что при любом масштабе на чертеже указывают истинные (действительные) размеры изображенного предмета.

2.4. Начертание и основные назначения линий (линии чертежа)

При оформлении чертежей используются различные линии, назначение и начертание которых устанавливает ГОСТ 2.303-68 (табл. 2).

Сплошная основная линия имеет толщину *S* от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от величины изображения и формата чертежа.

Толщина линий одного типа должна быть одинаковой для всех изображений выполняемого чертежа, вычерчиваемых в одинаковом масштабе.

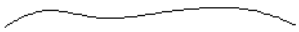
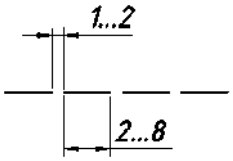
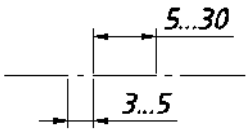
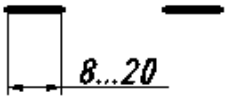
Вычерчивание симметричных изображений начинается обычно с проведения осевых линий.

Центр окружности изображают пересечением больших штрихов. Осевые и центровые линии выходят за контур изображения на 3…5 мм.

Штрих-пунктирные линии, применяемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими линиями, если диаметр окружности менее 12 мм.

Таблица 2

Наименование, начертание и назначение линий (ГОСТ 2.303-68)

Наименование и начертание	Толщина линии	Основное назначение
1. Сплошная толстая основная	S	- линии видимого контура - линии контура вынесенного сечения - линии контура входящего в состав разреза
2. Сплошная тонкая	от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	- линии выносные и размерные - линии штриховки - линии контура наложенного сечения - линии-выносок - полки линий-выносок
3. Сплошная волнистая 		- линии обрыва - линии разграничения вида и разреза - линии контура входящего в состав разреза
4. Штриховая 		- линии невидимого контура
5. Штрих-пунктирная 		- линии осевые и центровые - линии сечений, являющихся осями симметрии вынесенных сечений
6. Разомкнутая 	от S до $1\frac{1}{2}S$	- линии сечений

2.5. Шрифты чертежные

Шрифтом называется графическая форма изображения букв, цифр и условных знаков, которые используются при выполнении чертежей и других технических документов.

ГОСТ 2.304-81 устанавливает чертежные шрифты, наносимые на чертежах и других технических документах.

Чертежный шрифт бывает без наклона к основанию строки и с наклоном под углом 75° к основанию строки. Стандарт устанавливает также два типа шрифта: А и Б. Для шрифта типа А толщина линий букв и цифр ***d*** равна ***1/14h***, а для шрифта типа Б – 1***/10h***, где ***h*** – **размер шрифта** – величина, определенная высотой прописных букв в миллиметрах, измеряемой перпендикулярно к основанию строки.

Высота строчных букв ***c*** определяется из отношения их высоты (без отростков) к размеру шрифта ***h***, например, ***c = 7/10h***.

Стандартные размеры шрифта тип Б с наклоном приведены в таблице 3.

Таблица 3

Шрифт типа Б

Параметры шрифта	Обозначение	Размеры, мм							
высота прописных букв	*h*	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
высота строчных букв	*c*	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0

Более подробные сведения о начертании букв прописных, строчных и цифр русского алфавита (кириллицы) представлены в ГОСТ 2.304-81.

3. ПРОЕКЦИОННЫЙ ЧЕРТЕЖ

3.1. Способы проецирования

Чертеж – графическое изображение предмета, определяющее его форму и размеры, выполненное согласно определенным правилам проецирования с применением общепринятых изображений и обозначений.

Чертеж можно рассматривать как плоскую геометрическую модель отображенных на нем указанных объектов.

Проецирование – это процесс отображения предмета на какую-либо поверхность. Получившееся при этом изображение называют **проекцией** предмета.

Элементами проецирования, являются:

- центр проецирования *S* – точка, из которой производится проецирование;
- объект проецирования (∆ABC);
- плоскость проекций *H* – плоскость, на которую производится проецирование;
- проецирующие лучи – воображаемые прямые, с помощью которых производится проецирование;
- проекция (∆A′B′C′) или изображение – результат проецирования. Аппарат проецирования представлен на рис. 4.

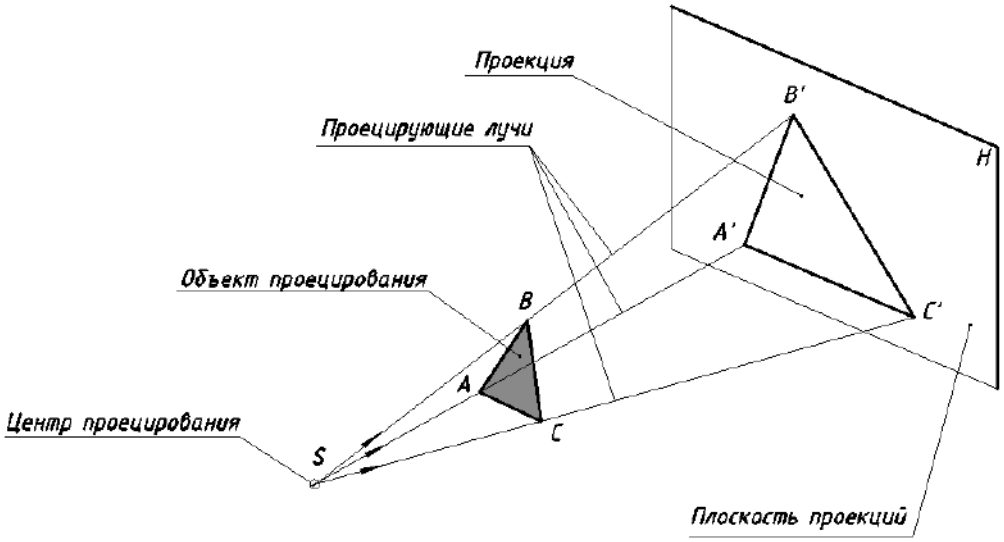
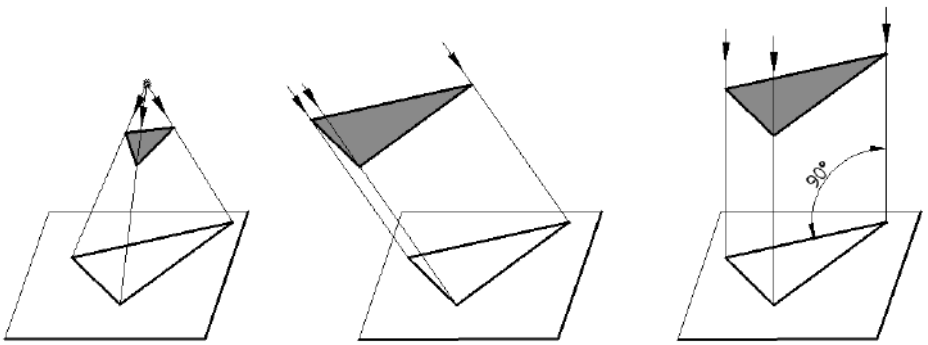


Рис. 4. Аппарат проецирования

Различают центральное и параллельное проецирование.

При центральном проецировании все проецирующие лучи исходят из одной точки – центра проецирования, находящегося на определенном расстоянии от плоскости проекций (рис. 5, *а*). Метод центрального проецирования используется при построении перспективы, в строительном черчении и рисовании.

При параллельном проецировании все проецирующие лучи параллельны между собой. На рис. 5, *б*, *в* показан аппарат параллельного проецирования косоугольного и прямоугольного. Центр проецирования предполагается удаленным в бесконечность. Если проецирующие лучи составляют с плоскостью проекций угол отличный от 90°, то такие параллельные проекции называются **косоугольными** (рис. 5, *б*). Если проецирующие лучи составляют с плоскостью проекций прямой угол, то такие параллельные проекции называются **прямоугольными** (рис. 5, *в*).



а *б* *в*

Рис. 5. Проецирование: *а* – центральное, *б* – параллельное косоугольное, *в* – параллельное прямоугольное

Чертеж в системе прямоугольных проекций дает достаточно полные сведения о форме и размерах предмета.

3.2. Ортогональные проекции

В основе построения проекционного чертежа заложен метод прямоугольного проецирования на две или три взаимно перпендикулярные плоскости проекций (ортогонального: «orthos» – прямой и «gonia» – угол).

При прямоугольном проецировании угол между проецирующим лучом и плоскостью проекций составляет 90°.

Объектом проецирования являются предметы, которые можно представить, как множество точек, прямых (линий), плоскостей, поверхностей, совокупность которых образует элементы предмета – ребра, грани, вершины, окружности и т. д. Приступать к выполнению задания следует лишь после того, как студент освоил построение проекций таких элементов, как точка, отрезок прямой, плоские фигуры, поверхности вращения.

Деталь ориентируют в пространстве таким образом, чтобы основные ее измерения были параллельны или перпендикулярны плоскостям проекций. Затем деталь разбивают на простые элементы и последовательно проецируют их на плоскости проекций. При этом элементы параллельные плоскостям проекций проецируются на них в натуральную величину, а проекции объектов перпендикулярных плоскостям проекций являются вырожденными.

Наглядное изображение детали и аппарата проецирования на три плоскости проекций представлено на рис. 6.

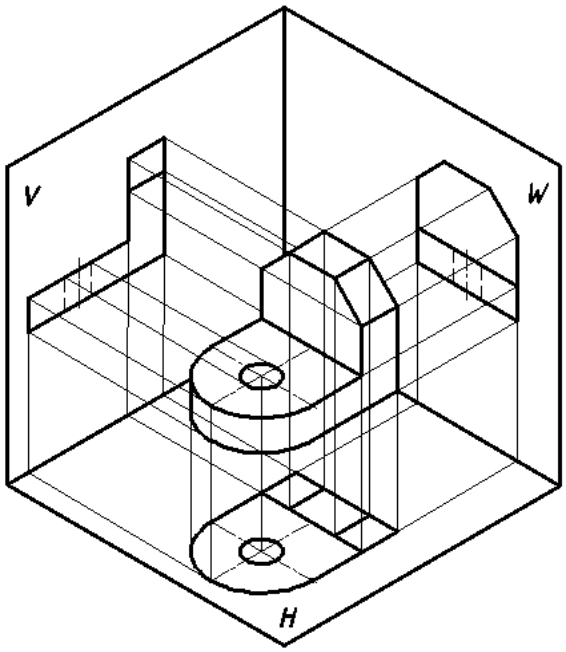


Рис. 6. Наглядное изображение ортогонального проецирования

Каждая проекция детали является проекцией всех его элементов. Невидимые на данной проекции элементы изображаются штриховой линией.

На чертеже детали ее проекции связаны между собой линиями проекционной связи, которые не изображаются (рис. 7). Их используют только в процессе построения.

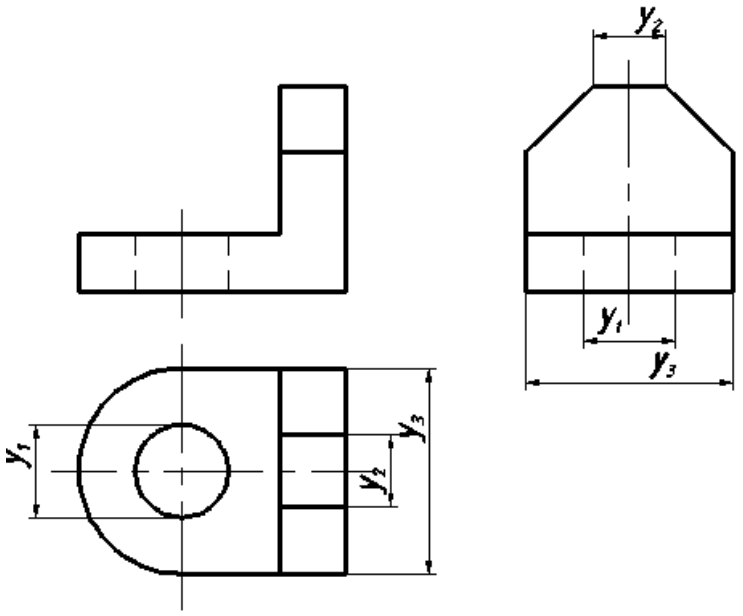


Рис. 7. Ортогональные проекции детали

4. ИЗОБРАЖЕНИЯ – ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ, СЕЧЕНИЯ

Изображение предметов выполняют, применяя метод прямоугольного проецирования предполагая, что объект расположен между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. За основные плоскости проекций принимают шесть граней куба. Развертывают грани куба так, чтобы его грани совместились с фронтальной плоскостью проекций. Изображение на фронтальной плоскости проекций принимается на чертеже в качестве главного. Деталь следует располагать относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах детали (ее внешней и внутренней конфигурации).

По содержанию изображения на чертеже разделяются на виды, разрезы, сечения (ГОСТ 2.305-68).

Количество изображений должно быть минимальным, но достаточным, для того чтобы дать полное представление о форме и размерах детали.

4.1. Виды

Вид – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности детали. Название видов зависит от того, с какой стороны рассматривают деталь при проецировании. Различают основные, дополнительные и местные виды.

Основными называются виды, расположенные на любой из шести основных плоскостей с сохранением связи между ними (рис. 8).

1. Вид спереди – главный вид;

2. Вид сверху – под видом спереди;

3. Вид слева – справа от главного;
4. Вид справа – слева от главного;
5. Вид снизу – над главным видом;
6. Вид сзади – справа от вида слева.

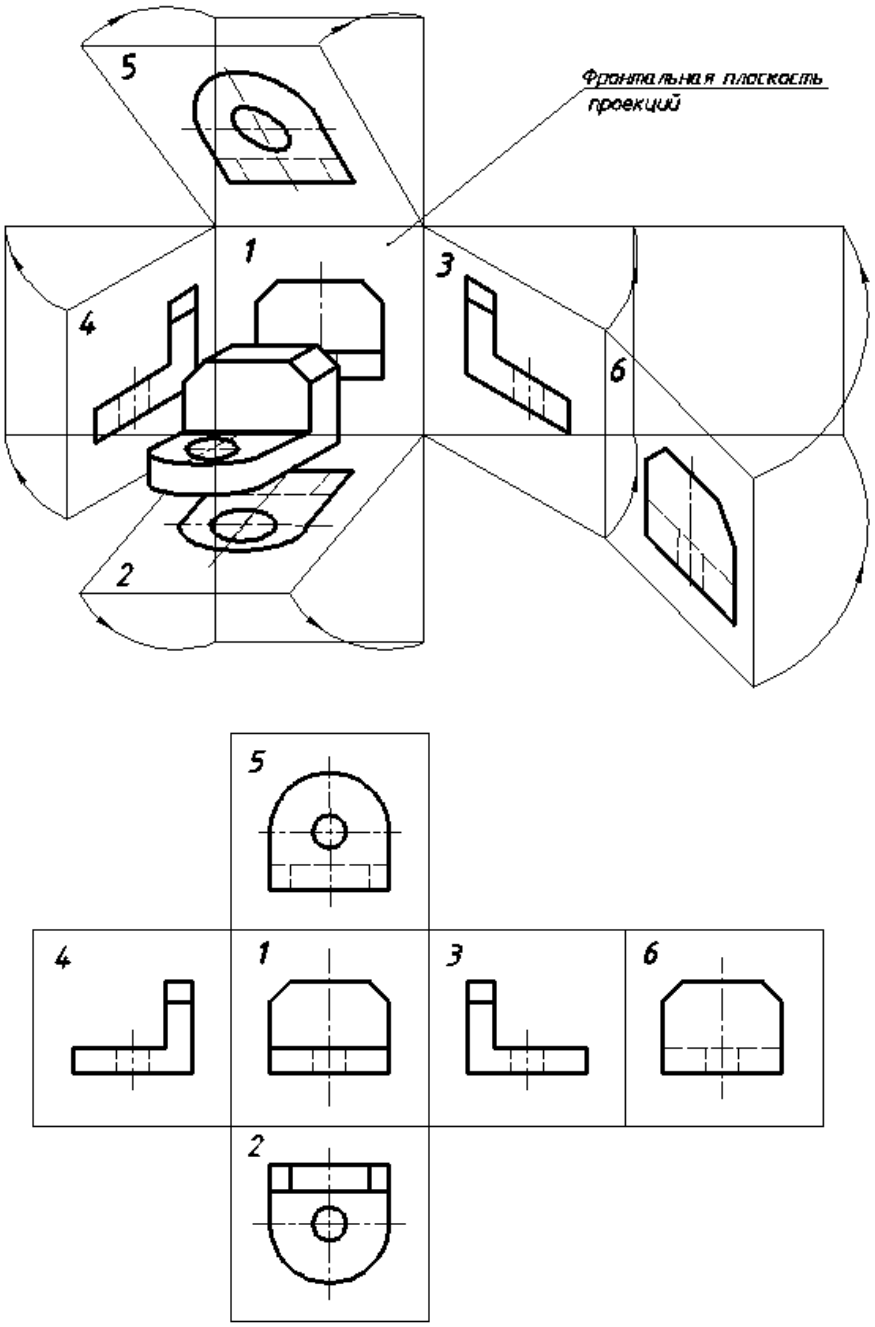


Рис. 8. Основные плоскости проекций

При выполнении задания «Геометрическое моделирование пространственных форм» используют только три основных вида:

1. Вид спереди – главный вид (соответствует фронтальной проекции).
2. Вид сверху (соответствует горизонтальной проекции).
3. Вид слева (соответствует профильной проекции).

С остальными тремя видами (вид справа, вид снизу, вид сзади) студенты знакомятся при выполнении следующих графических работ.

Главный вид должен давать наиболее полное представление о внешней и внутренней конфигурации детали. Остальные виды располагаются относительно главного вида в проекционной связи (рис. 7).

Когда виды изображены не в проекционной связи с изображением на фронтальной плоскости проекций или они изображены на разных листах, то такие виды должны быть обозначены направлением взгляда (проецирования), изображается стрелкой и обозначается прописными буквами русского алфавита (в алфавитном порядке), которые ставятся рядом со стрелкой. Над этим видом ставится та же буква (рис. 9). Размер буквы прописывается в два раза больше, чем размерные числа. Стрелка, указывающая направление взгляда, должна быть в два раза больше размерных стрелок.

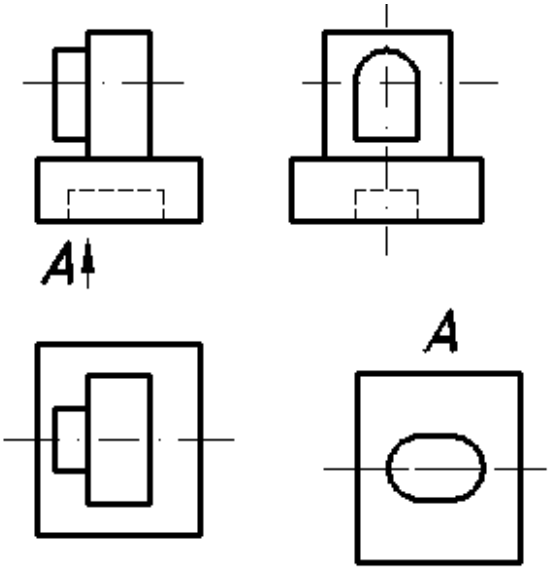


Рис. 9. Обозначение вида, выполненного не в проекционной связи

Выбор главного вида

Главный вид располагается на фронтальной плоскости проекций. Главное изображение должно соответствовать расположению детали при выполнении основной операции технологического процесса ее изготовления.

У типовых деталей главное изображение располагается следующим образом:

1. Детали, имеющие форму тел вращения (валики, оси, штуцеры, втулки, пробки) обычно изображают горизонтально, т. е. параллельно основной надписи чертежа. Такое изображение обусловлено положением детали при ее обработке на станке.

2. Корпуса, крышки, фланцы и другие подобные детали, изготовляемые обычно литьем с последующей механической обработкой, принято изображать таким образом, чтобы основная обработанная плоскость детали располагалась горизонтально относительно основной надписи чертежа.

Дополнительными называются виды, расположенные на плоскостях не параллельных основным плоскостям проекций, когда какую-либо часть детали (ее элементов) невозможно изобразить на основных плоскостях проекций без искажения формы и размеров.

Если дополнительный вид расположен в проекционной связи с исходным видом (рис. 10), направление проецирования не указывают и надпись над ним (буквой) не наносят.

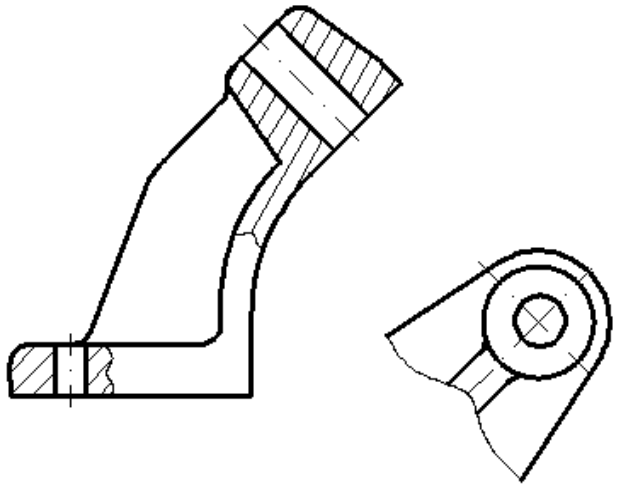


Рис. 10. Дополнительный вид, расположенный в проекционной связи с исходным

Если дополнительный вид невозможно расположить в проекционной связи с исходным видом, его можно помещать на любом свободном листе чертежа с соответствующей надписью, например *А*, над ним и стрелкой с надписью *А*, указывающей направление проецирования у исходного вида (рис. 11, *б*). Допускается изображать дополнительный вид в повернутом положении (рис. 11, *в*). В этом случае к надписи над видом добавляют знак «повернуто».

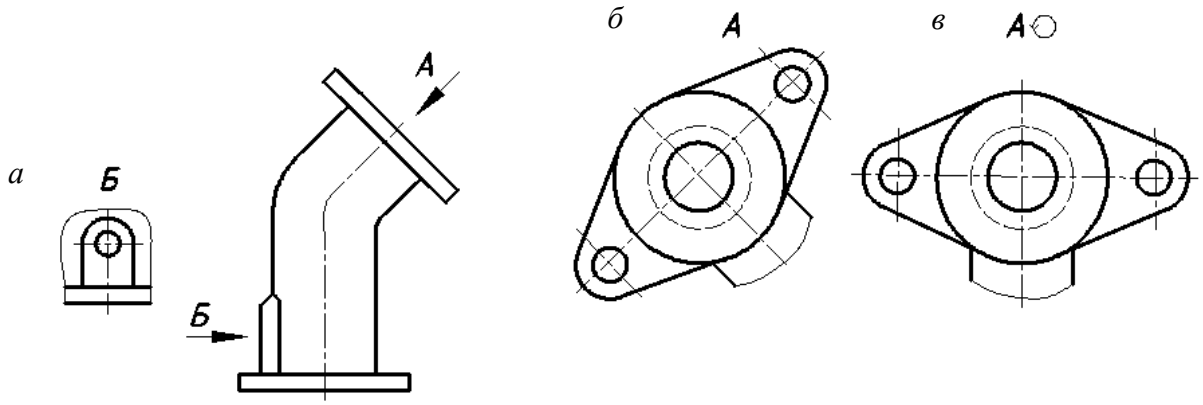


Рис. 11. Вычерчивание видов: *а* – местный вид; *б* – дополнительный вид;
в – дополнительный вид в повернутом положении

Диаметр окружности знака «повернуто» равен высоте буквы, обозначающей вид (но не менее 5 мм) и угол стрелки 90° (рис. 12).

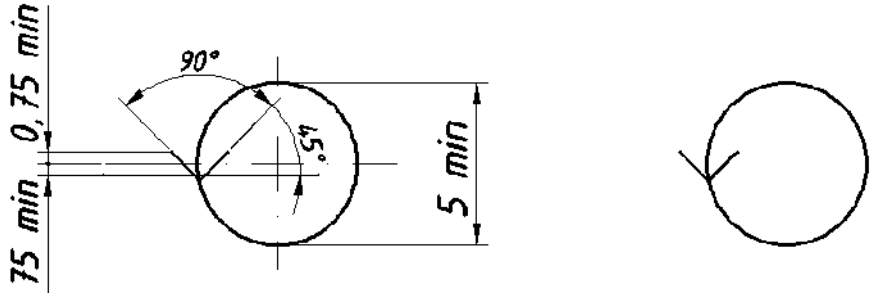


Рис. 12. Знак «повернуто»

Местным видом называется изображение отдельно ограниченного участка поверхности детали, которое образуется проецированием ее на плоскость чертежа. При выполнении местного вида в проекционной связи с другим видом направление взгляда не указывается и надпись над ним не наносится, а при изображении местного вида вне проекционной связи стрелкой указывается направление взгляда и наносится над ним соответствующее обозначение (рис. 11, *а*). Местный вид может ограничиваться сплошной волнистой линией обрыва либо выполняться без ограничения.

4.2. Разрезы

Разрезом называется изображение детали, мысленно рассеченной одной или несколькими плоскостями. На разрезе изображается то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней. Мысленное рассечение детали относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений той же детали.

Разрезы выполняют для выявления внутренней конфигурации детали.

Классификация разрезов:

I. В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы разделяют на:

1. Горизонтальные – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций.

Горизонтальные разрезы располагают на виде сверху (рис. 13).

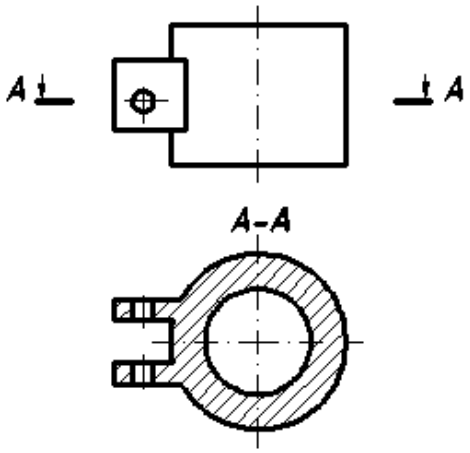


Рис. 13. Горизонтальный разрез

2. Вертикальные – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций.

Вертикальные разрезы бывают:

а) фронтальные – секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций; фронтальные разрезы изображают на главном виде (рис. 14);

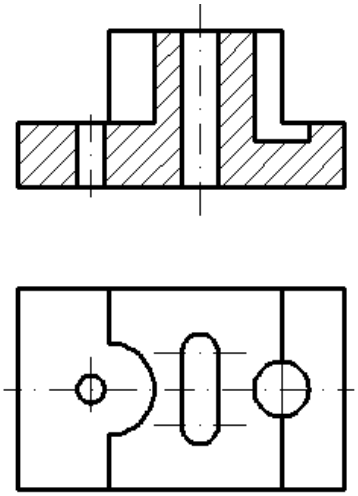


Рис. 14. Фронтальный разрез

б) профильные – секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций; профильные разрезы располагают на виде слева.

3. Наклонные – секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол отличный от прямого угла.

II. В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяют на:

1. Простые – выполненные одной секущей плоскостью.
2. Сложные – выполненные несколькими секущими плоскостями.

Сложные разрезы бывают:

а) ступенчатыми – разрезы, выполненные несколькими секущими плоскостями, параллельными между собой (рис. 15);

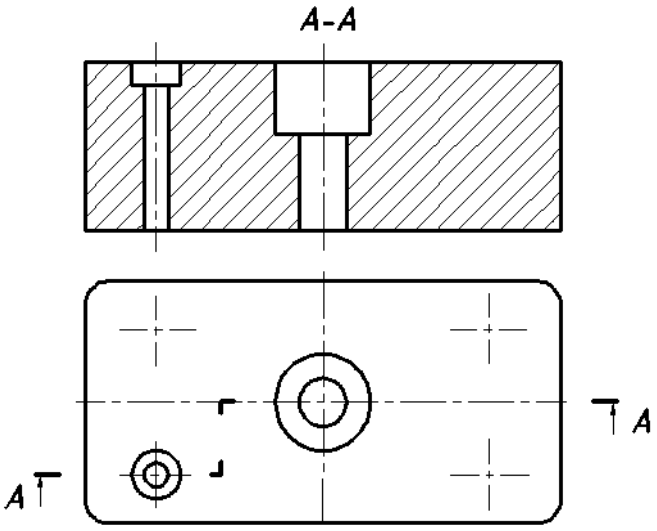


Рис. 15. Ступенчатый фронтальный разрез

б) ломанными – секущие плоскости пересекаются с их последующим совмещением (рис. 16).

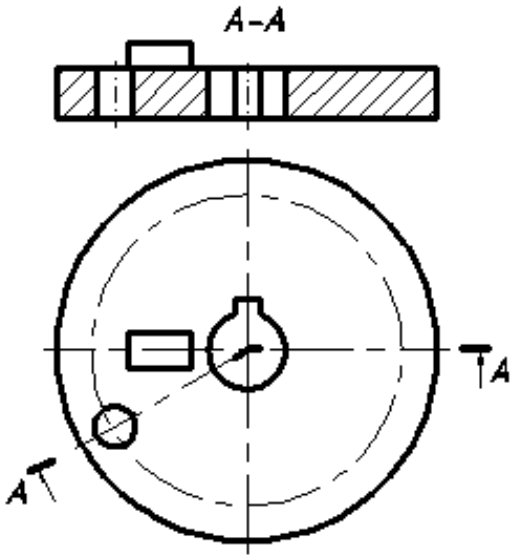


Рис. 16. Ломаный разрез

III. В зависимости от положения секущей плоскости относительно измерений детали разрезы бывают:

1. Продольные – секущие плоскости направлении вдоль длины или высоты детали.

2. Поперечные – секущие плоскости направлены перпендикулярно длине или высоте детали.

IV. Местный разрез – разрез, служащий для выяснения элемента детали в отдельном ограниченном месте.

Местный разрез выполняется на виде сплошной волнистой линией (рис. 17).

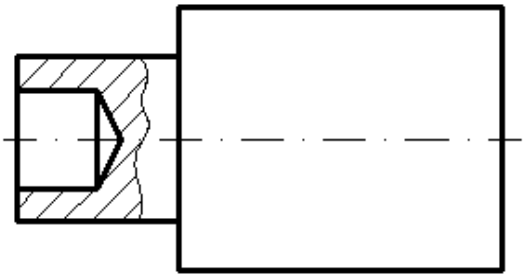


Рис. 17. Местный разрез

Обозначение разрезов

Наклонные, сложные и простые разрезы, выполненные плоскостью, не совпадающей с плоскостью симметрии детали, на чертежах обозначают и сопровождают надписью.

Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения. Для линии сечения применяется разомкнутая линия. На начальном и конечном штрихах

разомкнутой линии следует ставить стрелки, указывающие направление взгляда; стрелки должны наноситься на расстоянии 2-3 мм от конца штриха. Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур соответствующего изображения. С внешней стороны стрелок ставят одну и ту же прописную букву русского алфавита (начиная с первой буквы А). Буквы наносят около стрелок, указывающих направление взгляда (рис. 18).

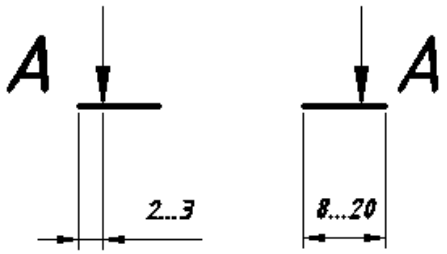


Рис. 18. Обозначение разреза

Разрез должен быть обозначен надписью «А-А» (всегда двумя буквами через тире).

Когда секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали, а соответствующие изображения расположены на одном листе в непосредственной проекционной связи и не разделены какими-либо другими изображениями, для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов не отмечают положение секущей плоскости, и разрез надписью не сопровождают.

Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы располагают на месте соответствующих видов. Часть вида и часть соответствующего разреза допускается соединять, разделяя их сплошной волнистой линией (рис. 19).

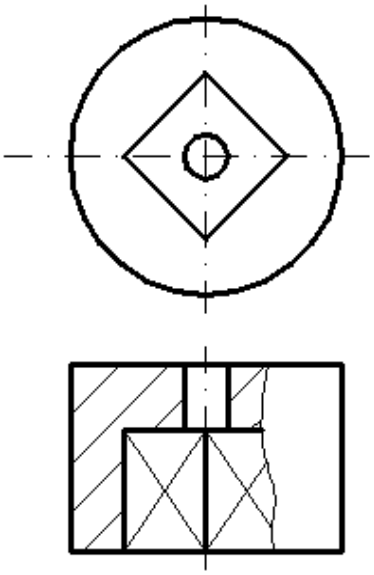


Рис. 19. Совмещение части вида с частью разреза

Если соединяются половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой, то разделяющей линией является ось симметрии – штрих-пунктирная тонкая линия (рис. 20).

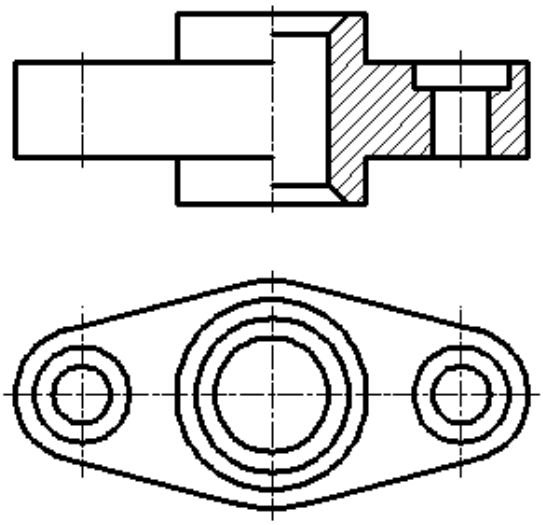


Рис. 20. Совмещение половины вида с половиной разреза

При вычерчивании разрезов применяется ряд условностей и упрощений:

1. Детали – винты, заклепки, шпонки, пустотелые валы, шатуны, рукоятки и др. при продольном разрезе не штрихуются.

2. Детали – спицы маховиков, шкивов, зубья зубчатых колес тонкие стенки (ребра жесткости), попадая в разрез не штрихуются (рис. 21).

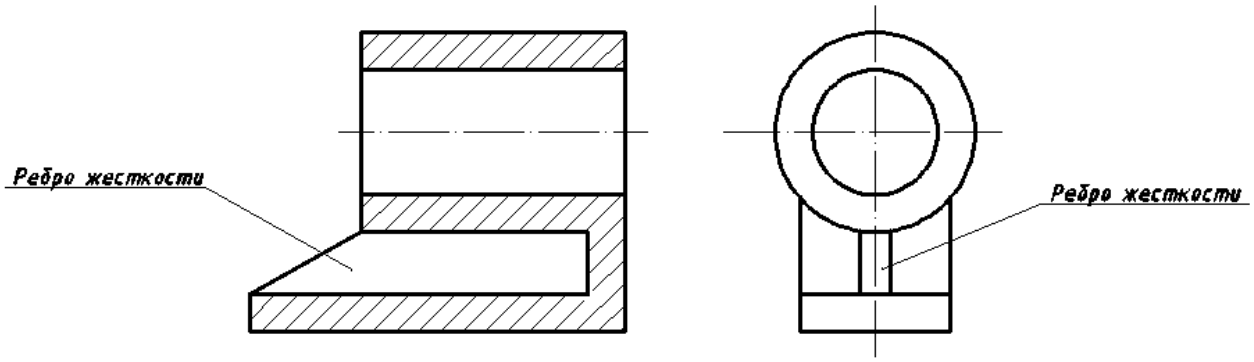


Рис. 21. Изображение тонкой стенки (ребра жесткости) в продольном разрезе

3. На видах и разрезах допускается упрощенно изображать проекции линий пересечения поверхностей, если не требуется их точного построения. Например, вместо лекальных кривых проводят дуги окружности и прямые линии (рис. 22).

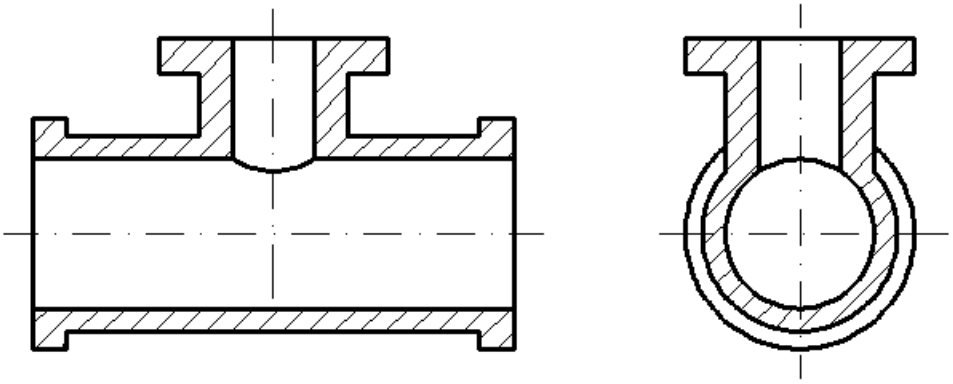


Рис. 22. Упрощенное изображение проекций линий пересечения поверхностей

4.3. Сечения

Сечением называется изображение фигуры, полученной при мысленном рассечении детали плоскостью. В отличии от разреза на сечении показывается только то, что находится в секущей плоскости.

Сечения разделяют на:

1. Вынесенные – сечения, расположенные вне изображения. Вынесенные сечения являются предпочтительными. Контур вынесенных сечений изображают сплошными основными линиями.

2. Наложенные – сечения, совмещенные с соответствующим видом предмета. Контур наложенных сечений изображают сплошными тонкими линиями.

Обозначение сечений

При симметричной фигуре сечения, вынесенное сечение можно располагать так, чтобы ось симметрии была продолжением проекции секущей плоскости (рис. 23). В этом случае положение секущей плоскости указывают штрих-пунктирной линией без обозначения буквами.

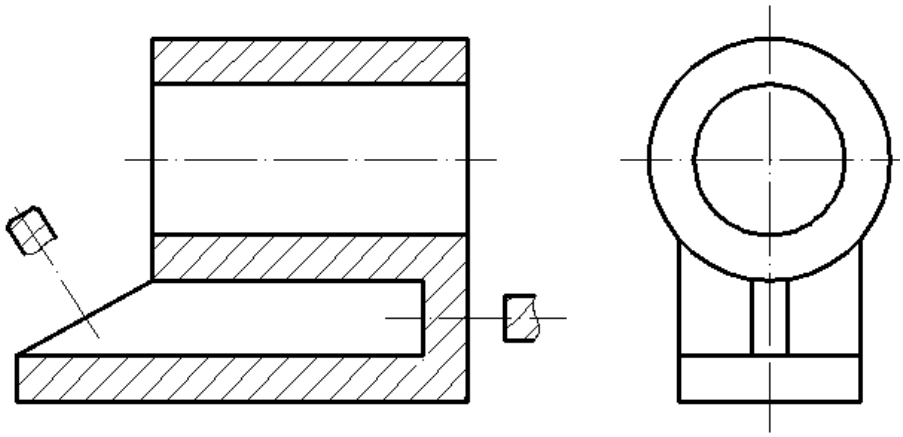


Рис. 23. Сечения

Во всех остальных случаях для линии сечения применяют разомкнутую линию с указанием стрелками направление взгляда и обозначают буквами (рис. 24).

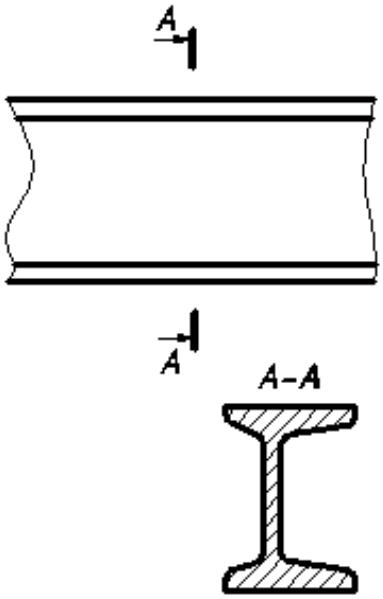


Рис. 24. Обозначение вынесенных сечений

Для наложенных несимметричных сечений линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают, а симметричные сечения не обозначают стрелками и буквами (рис. 25).

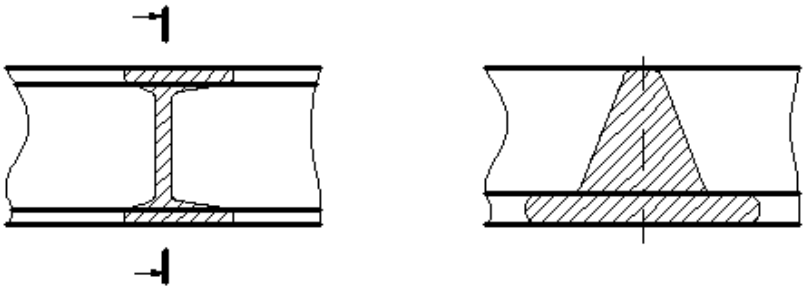


Рис. 25. Наложенные сечения

4.4. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах

Графические обозначения материалов в сечениях зависят от вида материалов и устанавливаются ГОСТ 2.304-68.

На чертежах разрезы и сечения заштриховывают. Металлы и твердые сплавы в разрезах и сечениях обозначают тонкой штриховой линией. Наклонные параллельные линии штриховки должны проводиться под углом 45° к линии контура изображения или к его оси (рис. 26), или к линиям рамки чертежа, с одинаковым шагом и направлением для всех разрезов и сечений данной детали (шаг штриховки – расстояние между параллельными линиями штриховки; направление штриховки студент выбирает сам).

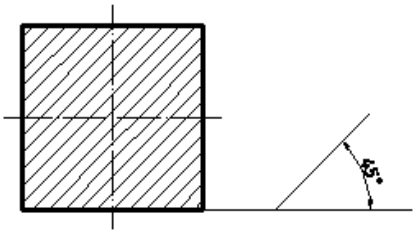


Рис. 26. Нанесение штриховки на сечениях и разрезах для металлов и их сплавов

Если линии штриховки, приведенные к линиям рамки чертежа под углом 45°, совпадают по направлению с линиями контура или осевыми линиями, то вместо угла 45° следует брать угол 30° или 60° (рис. 27).

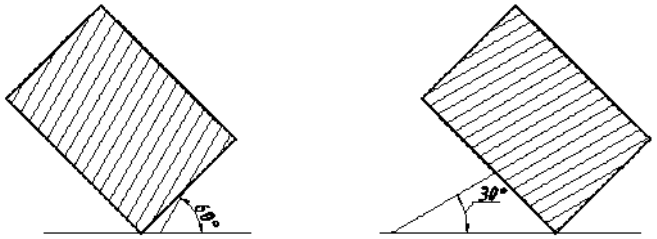


Рис. 27. Нанесение штриховки

5. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Нанесение размеров на чертежах устанавливает ГОСТ 2.307-68. В методическом пособии рассматриваются лишь основные правила нанесения размеров.

Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия. На чертеже проставляются действительные размеры детали, независимо от ее масштаба изображения.

Линейные размеры на чертежах указываются в миллиметрах, без обозначения единицы измерения. Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения.

Размер на чертеже указывают только один раз.

Для размерных чисел применять простые дроби не допускается, за исключением размеров в дюймах.

Размерные числа наносят над размерной линией возможно ближе к ее середине.

Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения.

Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1…5 мм.

Минимальное расстояние между параллельными размерными линиями должны быть 7 мм, а между размерной и линией контура – не менее 10 мм.

Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий.

Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных.

Если вид или разрез симметричного предмета вычерчен только до оси симметрии или с обрывом, то размерная линия должна быть проведена несколько дальше оси или линии обрыва (рис. 28).

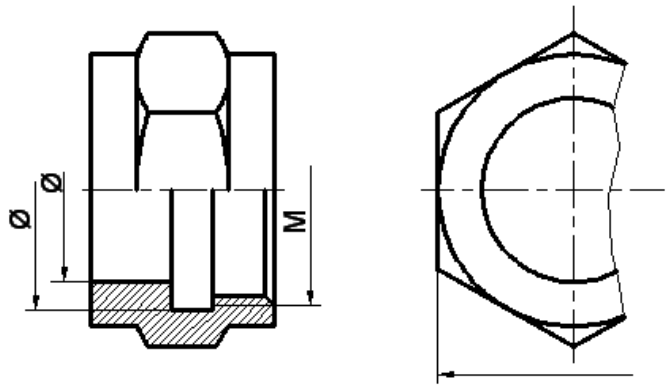


Рис. 28. Нанесение размерных линий с обрывом

Размерные линии допускается проводить с обрывом в следующих случаях:

а) при указании размера диаметра окружности, независимо от того, изображена окружность полностью или частично, при этом обрыв размерной линии делают дальше центра окружности (рис. 29);

б) при нанесении размеров от базы, не изображенной на данном чертеже (рис. 30).

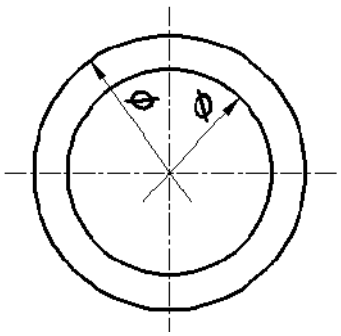


Рис. 29. Нанесение размеров диаметра окружности

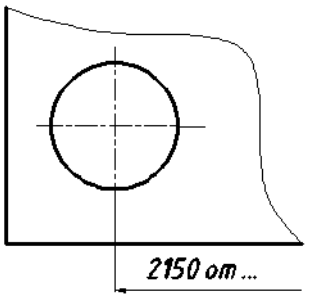


Рис. 30. Нанесение размеров от базы, не указанной на чертеже

При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают (рис. 31).

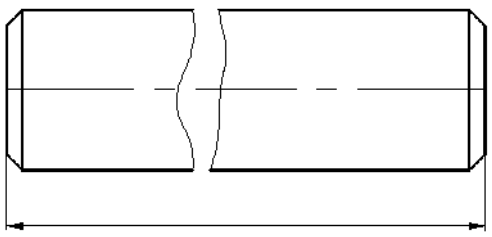


Рис. 31. Простановка размера при изображении изделия с разрывом

Величины элементов стрелок размерных линий выбирают в зависимости от толщины линий видимого контура и вычерчивают их приблизительно одинаковыми на всем чертеже. Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов показаны на рис. 32.

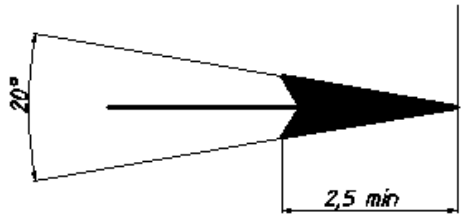


Рис. 32. Форма размерной стрелки

Если длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, то размерную линию продолжают за выносные линии и стрелки наносят, как показано на рис. 33.

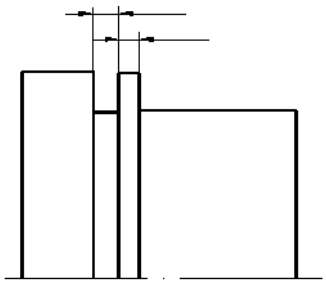


Рис. 33. Изображение положения размерных стрелок на размерной линии при обозначении небольших размеров

При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям, или четко наносимыми точками (рис. 34).

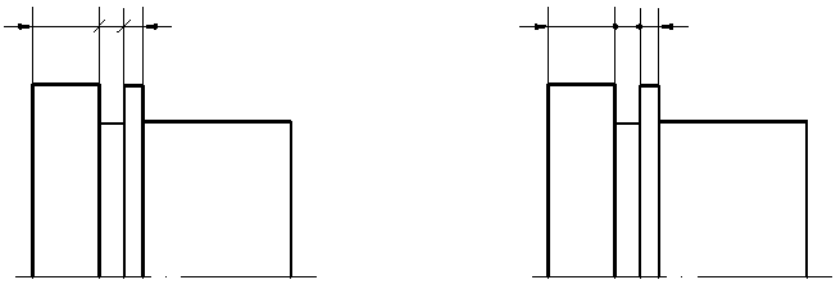


Рис. 34. Примеры замены размерных стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой

При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий рекомендуется размерные числа над ними располагать в шахматном порядке (рис. 35).

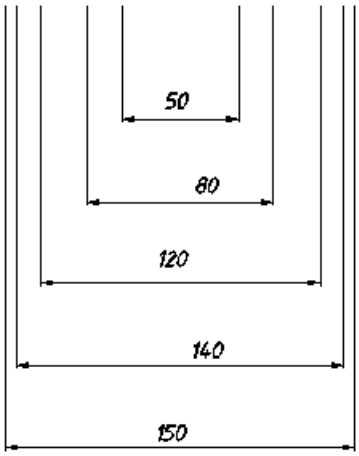


Рис. 35. Нанесение размерных чисел на параллельных размерных линиях

Размерные числа не допускается разделять или пересекать линиями чертежа. Не допускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа и наносить размерные числа в местах пересечения размерных, осевых и центровых линий. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают (рис. 36).

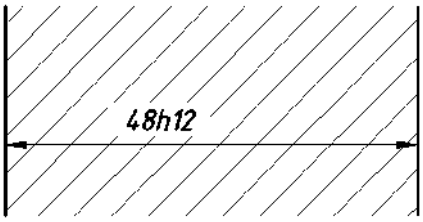


Рис. 36. Обозначение размера в поле штриховки

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (пазу, выступу, отверстию и т. п.) рекомендуется наносить на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно (рис. 37).

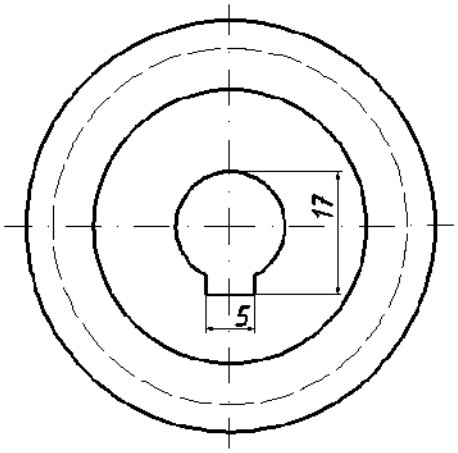


Рис. 37. Группировка размеров, относящихся к одному элементу

При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву *R*.

При указании размера диаметра во всех случаях перед размерным числом наносят знак ∅.

Размеры нескольких одинаковых элементов изделия наносят один раз с указанием количества этих элементов.

Размеры двух симметрично расположенных элементов изделия (кроме отверстий) наносят один раз без указания их количества, группируя, как правило, в одном месте все размеры (рис. 38).

К линиям невидимого контура размеры не наносят.

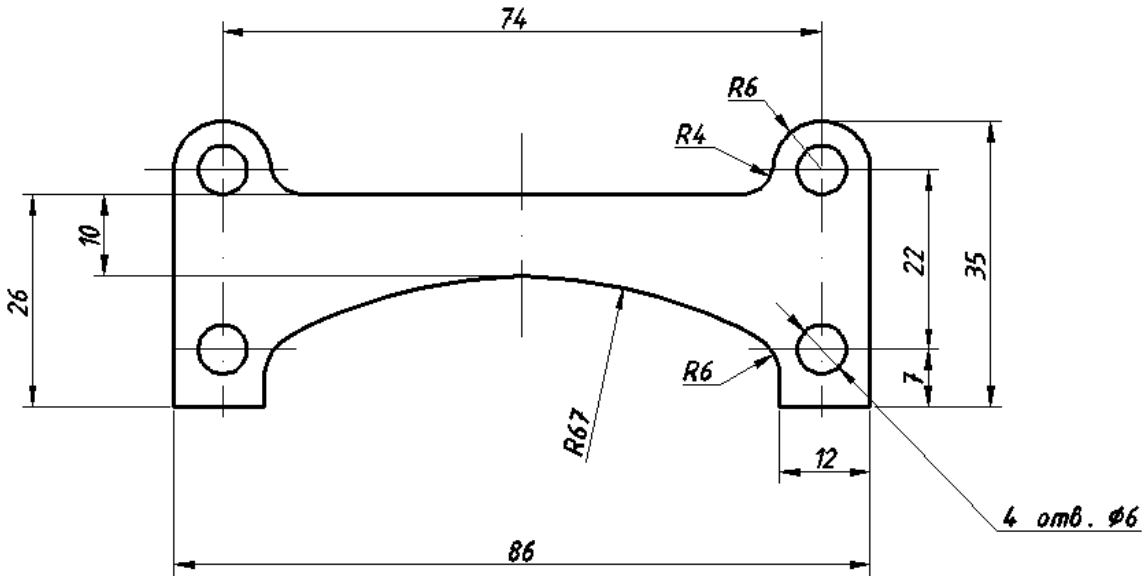


Рис. 38. Группировка размеров двух симметрично расположенных элементов

6. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

Аксонометрические проекции относят к наглядным изображениям, полученным при параллельном проецировании предмета на одну плоскость (картинную плоскость) и связанной с ним системой трех взаимно перпендикулярных осей координат.

ГОСТ 2.317-80 устанавливает аксонометрические проекции. Рассмотрим только прямоугольные аксонометрические проекции.

Аксонометрические проекции характеризуются направлением аксонометрических осей и коэффициентами искажения по этим осям.

Прямоугольные проекции

Изометрическая проекция

Положение аксонометрических осей приведено на рис. 39. Теоретические коэффициенты искажения по осям *x*, *y*, *z* равны 0,82. Изометрическую проекцию для упрощения выполняют без искажения по осям *x*, *y*, *z*, т. е. приняв за практический ко-

эффициент искажения коэффициент равный 1. Изображение детали получится увеличенным в 1,22 раза, что не уменьшает ее наглядности.

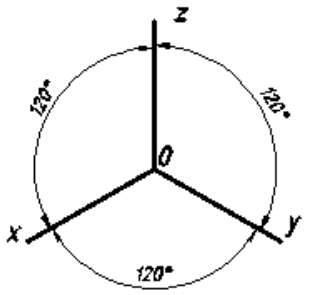


Рис. 39. Положение аксонометрических осей в прямоугольной изометрии

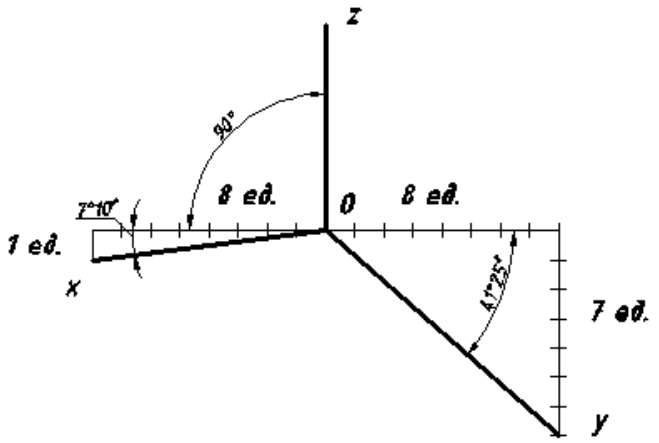


Рис. 40. Положение аксонометрических осей в прямоугольной диметрии

Пример изометрической проекции детали приведен на рис. 41.

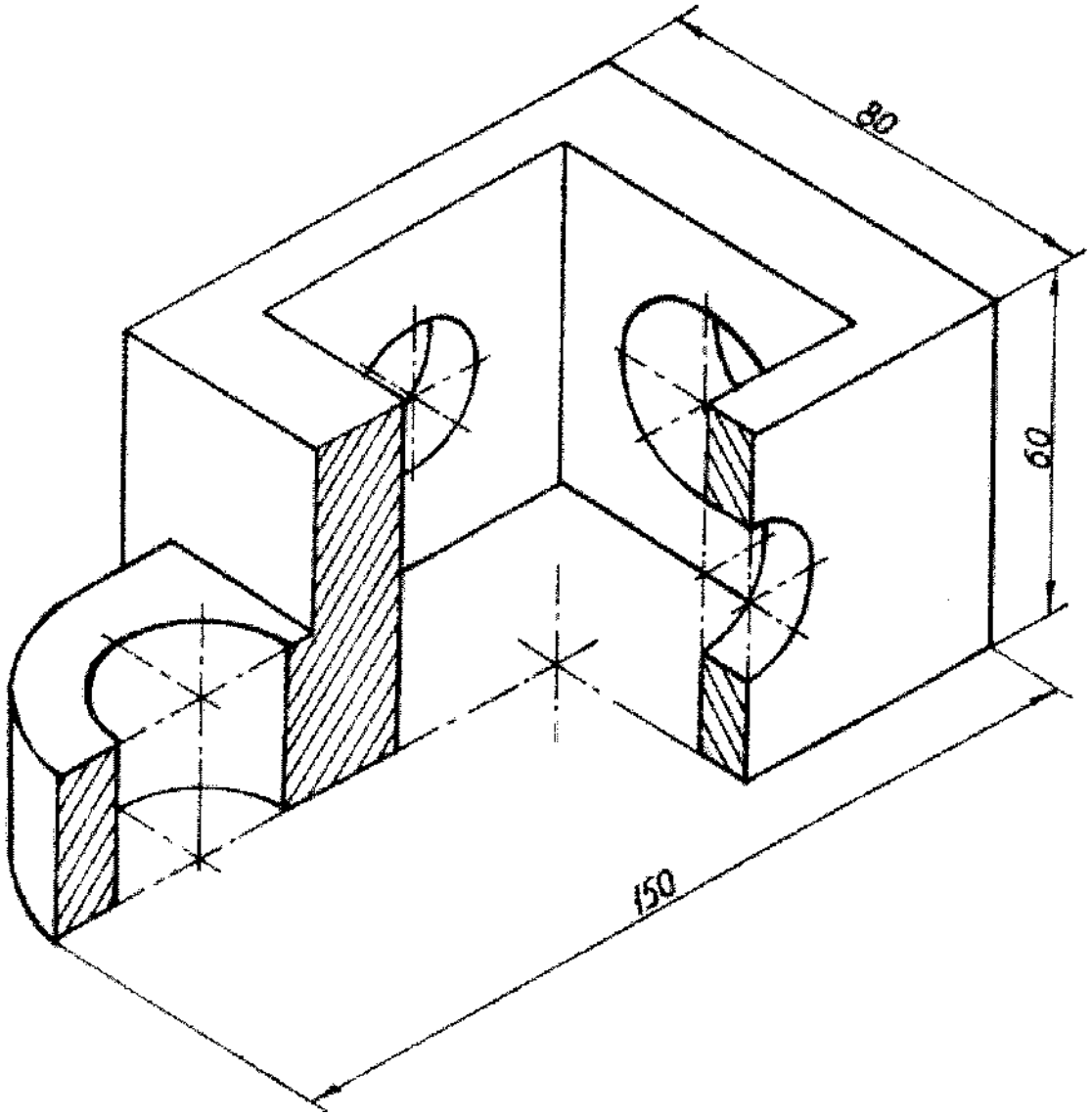


Рис. 41. Изображение детали в прямоугольной изометрии

Диметрическая проекция

Положение аксонометрических осей приведено на рис. 40. Теоретические коэффициенты искажения по осям *x* и *z* равен 0,94, а по оси *y* равен 0,47. Диметрическую проекцию выполняют без искажения по осям *x* и *z*, приняв за практический коэффициент искажения коэффициент равный 1, а по оси *y* - 0,5. Изображение детали получится увеличенным в 1,06 раза.

Пример диметрической проекции детали приведен на рис. 42.

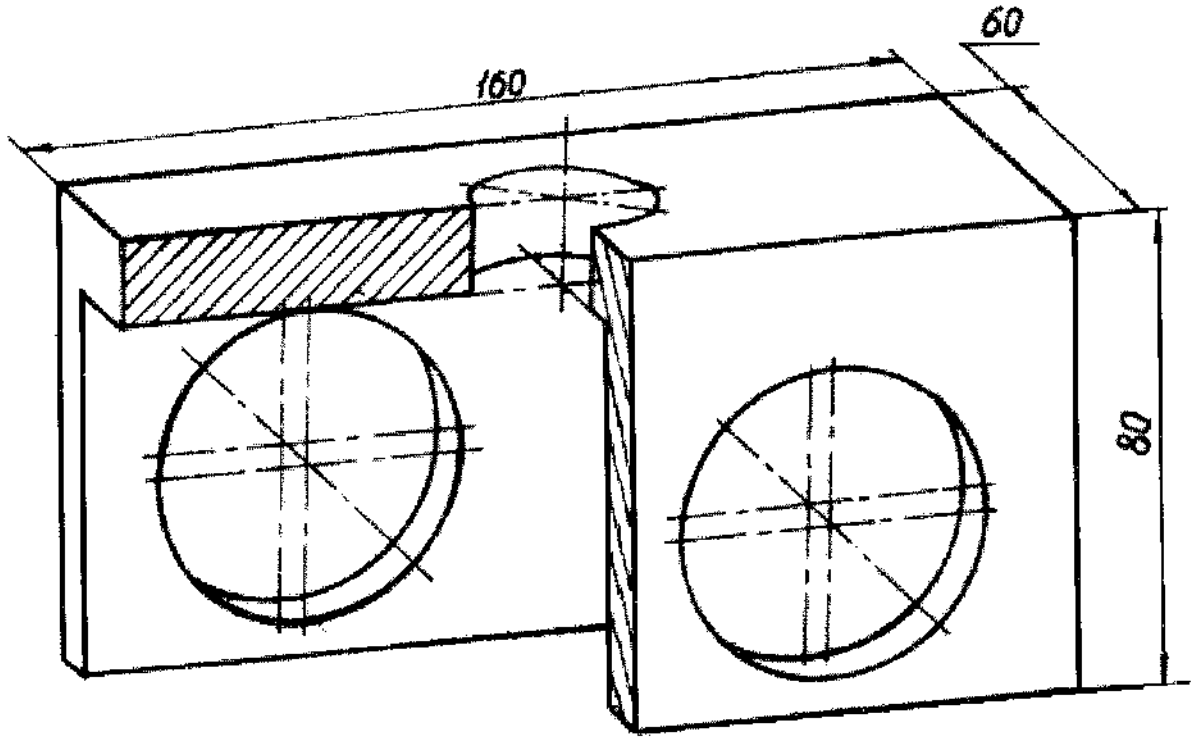


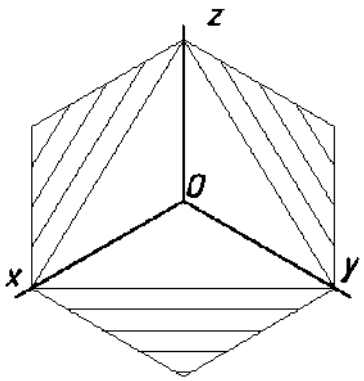
Рис. 42. Изображение детали в прямоугольной диметрической проекции

Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных плоскостям проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость проекций в эллипсы. В машиностроительном черчении построение эллипса заменяют построением четырехцентровых овалов (построение приведено в методических указаниях И. Б. Белоносова «Геометрическое черчение», часть 1).

Разрезы в аксонометрии выполняют секущими плоскостями, параллельными координатным плоскостям. Удаляется та часть детали, которая позволяет видеть фигуры сечения.

Линии штриховки в аксонометрических проекциях наносятся параллельно одной из диагоналей аксонометрических проекций квадрантов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, как показано на рис. 43.

а



б

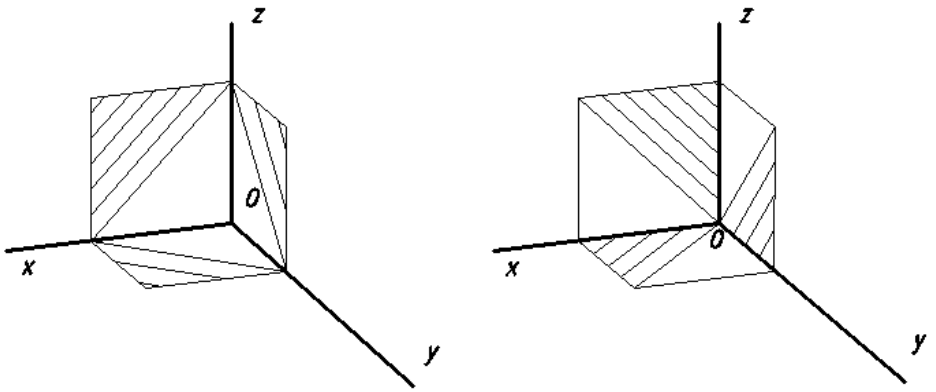


Рис. 43. Нанесение линий штриховки:
а – в прямоугольной изометрии; *б* – в прямоугольной диметрии

При нанесении размеров выносные линии проводят параллельно аксонометрическим осям, размерные линии – параллельно измеряемому отрезку.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

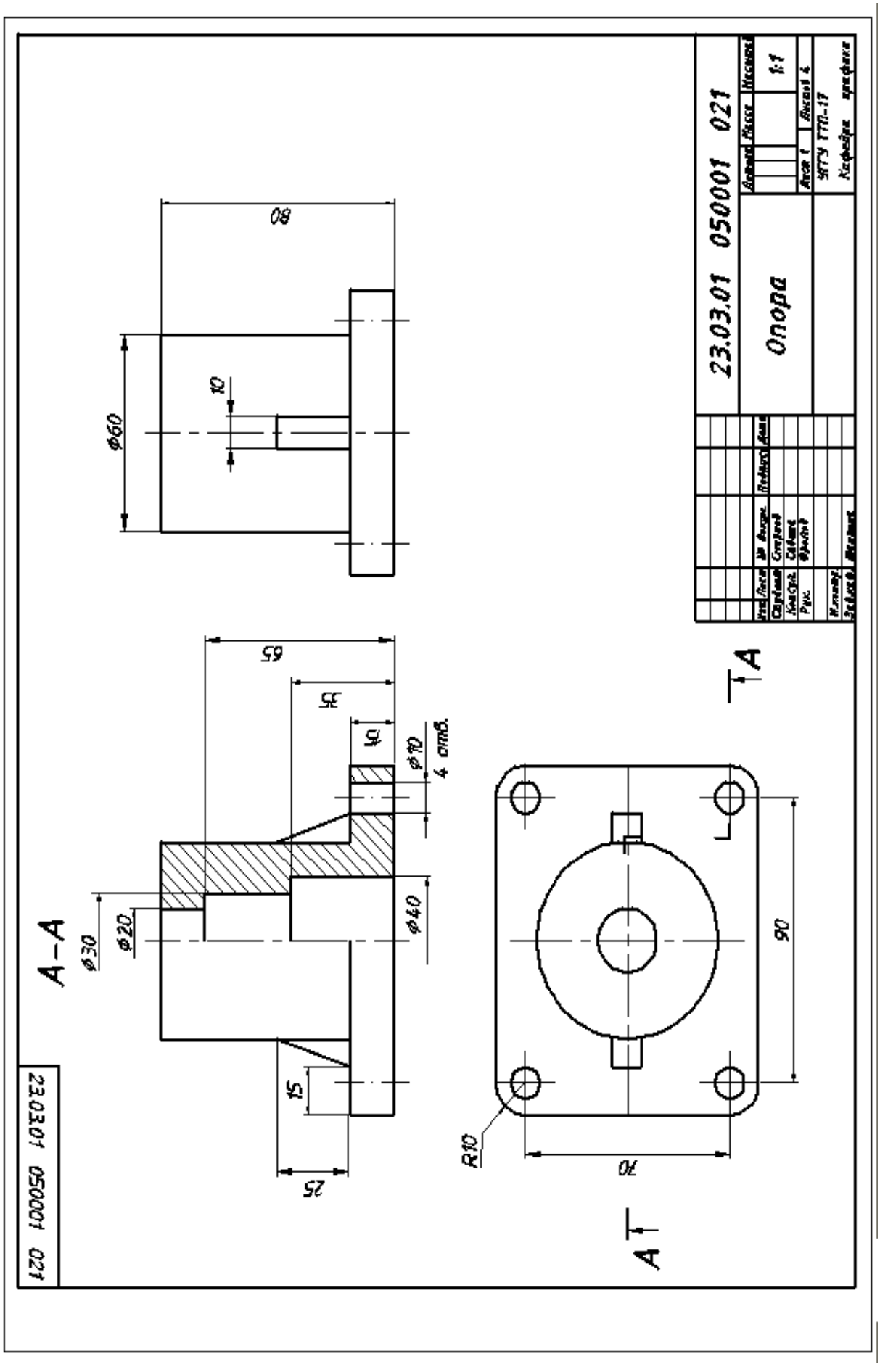
Гордон В. О., Семенцов-Огиевский М. А. Курс начертательной геометрии: учеб. пособие. М.: Высшая школа. 2007. -272 с.

Фазлулин Э. М. Инженерная графика: учебник для студ. высш. учеб. заведений /Э. М. Фазлулин, В. А. Халдинов. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. - 400 с.

Шангина Е. И., Шангин Г. А. Инженерная графика: учебное пособие/ Е. И. Шангина, Г. А. Шангин. – Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2015. - 252 с.

Белоносова И. Б. Геометрическое черчение. Методическое пособие к практическим занятиям по дисциплине «Начертательная геометрия. Инженерная графика» для студентов 1 курса всех специальностей. Часть I. 3-е издание, исправленное и дополненное. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2012. - 29 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1





Министерство образования и науки
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Т. Е. Савина

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ «СОЗДАНИЕ ПРОЕКЦИОННОГО ЧЕРТЕЖА СРЕДСТВАМИ AUTOCAD»

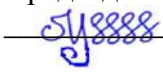
по дисциплинам:

«Инженерная и компьютерная графика»,

«Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика»

Екатеринбург – 2021

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-технологического
факультета
« 08 » октября 20217г.
Председатель комиссии
 Колчина Н.В.

Т. Е. Савина

Методическое пособие по выполнению практической работы «Создание проекционного чертежа средствами AutoCAD» по дисциплинам: «Инженерная и компьютерная графика», «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика»

Издание УГГУ Екатеринбург, 2021

Ш20

Рецензент: *Е. И. Шангина*, д-р пед. н., к.т.н., профессор кафедры ИГр УГГУ.

Пособие рассмотрено на заседании кафедры инженерной графики 07.09.2017 г. (протокол № 1) и рекомендованы для издания в УГГУ

Савина Т. Е.

Ш20 Методическое пособие по выполнению практической работы «СОЗДАНИЕ ПРОЕКЦИЕННОГО ЧЕРТЕЖА СРЕДСТВАМИ AUTOCAD» курсу «Компьютерная графика» для студентов всех специальностей /Т. Е. Савина. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. – 31 с.

В методическом пособии изложена последовательность и порядок построения проекционного чертежа в системе AutoCAD. Варианты индивидуальных заданий приведены в приложении. Дан пример выполнения графической работы.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ……3

1. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ……..4

2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ……6

3. ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ 2D ЧЕРТЕЖА……..8

4. ПРИЛОЖЕНИЕ…… …19

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ…… ……..32

СОЗДАНИЕ ПРОЕКЦИОННОГО ЧЕРТЕЖА СРЕДСТВАМИ AUTOCAD

Цель задания:

-закрепление навыков работы с командами построения и редактирования системы AutoCAD в процессе выполнения чертежа, оформленного в соответствии с требованиями стандартов Единой Системы Конструкторской Документации (ЕСКД).

Задание содержит 12 вариантов, приведённых в приложении.

По двум заданным изображениям детали построить проекционный чертеж в трех проекциях, на месте соответствующих видов выполнить необходимые разрезы (ГОСТ 2.305-68). Выполнить компоновку чертежа на формате А3 (ГОСТ 2.301-68), с основной надписью формы 1 (ГОСТ 2.104-68).

1. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

При выполнении задания необходимо опираться на ГОСТ 2.305-68, 2.307-68, знать интерфейс, основные понятия и принципы работы в системе AutoCAD.

Используя проекционную связь между данными в варианте изображениями, выявить геометрические формы элементов детали, с четким разграничением внутренних и наружных поверхностей. В задании внутренний контур показан штриховыми линиями, для его выявления необходимо использовать разрезы и сечения. Разрезы располагать на месте соответствующих видов. При наличии плоскости симметрии, совмещать половину вида с половиной разреза на одном изображении. После выполнения разрезов штриховые линии на видах не показывают.

Изображения на чертеже располагать равномерно, расстояния между ними выбирать с учетом простановки размеров в соответствии с ГОСТ 2.307-68. При простановке размеров необходимо помнить:

1.Размеры указывают истинные, независимо от масштаба, в котором выполнен чертеж.

2.Линейные размеры проставляют в миллиметрах, без указания размерности, угловые – с единицами измерения (градусы, минуты, секунды).

3.В машиностроительном черчении не допускается замкнутая размерная цепочка.

4.Минимальное расстояние между размерной линией и линией контура – 10 мм, между последующими размерными линиями – 7 мм. Чтобы размерные линии не пересекались сначала (ближе к контуру) ставят меньшие размеры.

5.Если изображения состоят из половины вида и половины разреза, то размерные линии обрывают за осью симметрии, при этом размерное число ставят полным и ближе к середине.

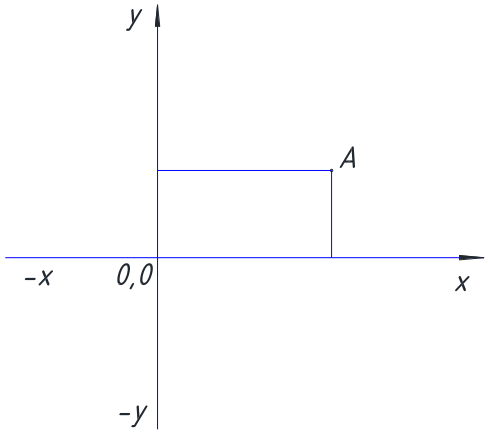
6. Размеры, относящиеся к наружным и внутренним поверхностям, группируют отдельно: наружные – со стороны вида, внутренние – со стороны разреза.

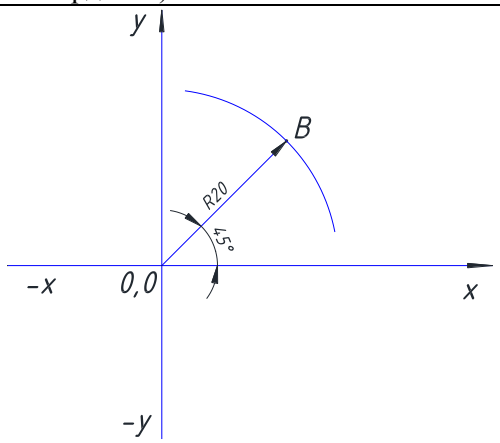
7.Размеры относящиеся к одному и тому же элементу (отверстию, пазу и т.п.), располагают в одном месте того изображения, где наиболее полно читается его форма.

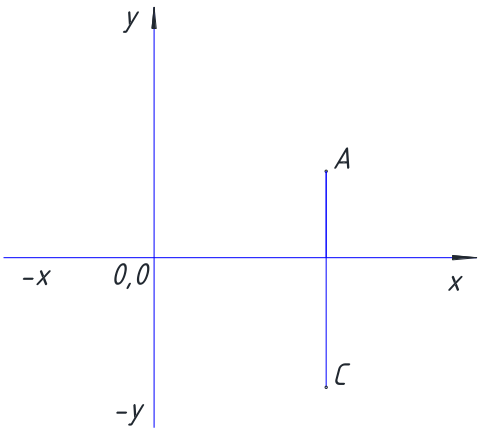
2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

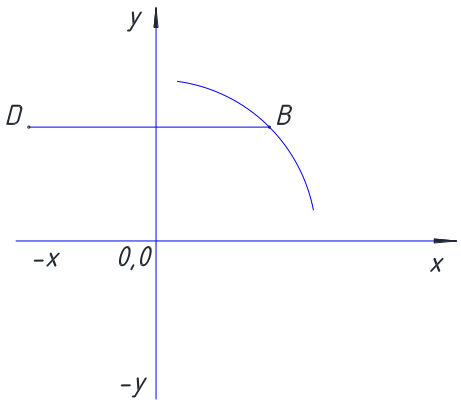
- Все изображения строятся в пространстве модели, в масштабе 1:1.
- Фрагменты чертежа: осевые и центровые линии, вспомогательные построения, чистовая обводка, размерные лини и т.д. принято размещать на разных слоях. Послойная грамотная организация чертежа позволяет сократить время по его разработке.
- Точность геометрических построений обеспечивается способами задания точки:

1. Координатный (ввод с командной строки)

<table>
<tr><th>Прямоугольные координаты</th><th>Полярные координаты</th></tr>
<tr><td colspan="2">Абсолютные
(отсчет от начала системы координат)</td></tr>
<tr><td> 

x, y
т.A: 20,10</td><td> 

R< φ
т.B: 20<45</td></tr>
<tr><td colspan="2">Если в строке состояния включен режим ДИН (динамический ввод), то перед абсолютными координатами необходимо указывать символ #</td></tr>
<tr><td colspan="2">Относительные
(отсчет от последней введенной точки, первую точку задать НЕЛЬЗЯ)</td></tr>
<tr><td> 

@x,y
т.C: @0,-25</td><td> 

@R< φ
т.D: @30<180</td></tr>
</table>

2. Применение режимов рисования таких, как **СЕТКА** и **ШАГ**, **ОРТО** или **ПОЛЯРНОЕ ОТСЛЕЖИВАНИЕ**, **ОБЪЕКТНЫЕ ПРИВЯЗКИ**.

Соответствующие кнопки находятся на строке состояния.

Кнопка  режима **СЕТКА (F7)** позволяет включать или выключать отображаемую на экране сетку из линий с настраиваемым шагом. Эта видимая сетка может не совпадать с невидимой сеткой, используемой в режиме **ШАГ**.

Кнопка  режима **ШАГ (F9)** дает возможность включать или выключать шаговую привязку к точкам невидимой сетки с определенным настраиваемым шагом (перемещение курсора тогда осуществляется не непрерывно, а только по узлам этой сетки) или полярную привязку (в этом случае, при включении **ПОЛЯРНОГО ОТСЛЕЖИ-ВАНИЯ,** движение курсора вблизи заданных углов осуществляется с заданными направлением и шагом).

Кнопка  **ОРТО (F8)** включает и выключает режим ортогональности (курсор перемещается вертикально и горизонтально).

Кнопка  режима **ПОЛЯРНОЕ ОТСЛЕЖИВАНИЕ (F10)** является расширением режима ОРТО на углы с некоторым настраиваемым шагом.

Кнопка  режима **ПРИВЯЗКА (F3)** позволяет включить или выключить постоянное действие объектных привязок (привязок к характерным точкам существующего объекта).

3. Быстрый метод «**Направление + расстояние**». Направление фиксируется с помощью одного из режимов **ОРТО** или **ПОЛЯРНОЕ ОТСЛЕЖИВАНИЕ**, а расстояние задается с клавиатуры без символа @.

Любое изображение создается с помощью базового набора графических примитивов. К наиболее часто используемым примитивам относятся **ОТРЕЗОК (LINE)**, **ОКРУЖНОСТЬ (CIRCLE)**, **ДУГА (ARC)**, **ПОЛИЛИНИЯ (POLYLINE)** и т.д.

При выполнении задания важную роль играют команды редактирования:

- Для четкой разметки элементов изображения целесообразно использовать команду **ПОДОБИЕ (OFFSET)** позволяющую создавать параллельные отрезки и полилинии, концентрические дуги и окружности, подобные существующим и отстоящие от исходных на заданное расстояние.
- При наличии симметрии достаточно построить половину изображения и отобразить с помощью команды **ЗЕРКАЛО (MIRROR)** относительно заданной оси, которая определяется двумя точками.

- Повторяющиеся объекты размножить командами **КОПИРОВАТЬ** (**COPY)** или **МАССИВ (ARRAY).**
- Для построения фасок и сопряжений применить команду **ФАСКА (CHAMFER)** и **СОПРЯЖЕНИЕ (FILLET).**
- Для удаления части объекта использовать команду **ОБРЕЗАТЬ (TRIM),** которая удаляет объект с помощью пересекающих его других объектов (режущих кромок) или команда **РАЗОРВАТЬ (BREAK),** позволяющий удалить части примитива в 2х указанных точках.
- После завершения всех построений необходимо выполнить компоновку изображений внутри выбранного формата. Для этого применяется команда **ПЕРЕНЕСТИ (MOVE)** и при необходимости **МАСШТАБ (SCALE).**

Завершающий этап – простановка размеров и выполнения текстовых надписей. Предварительно необходимо настроить текстовый и размерный стили в соответствии с ЕСКД.

3. ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ 2D ЧЕРТЕЖА

Порядок построения чертежа рассмотрим на примере варианта 13

1. Запустить AutoCAD. Создать новый файл-чертеж на основе шаблона **Acadiso.dwt** (папка *Template*) с именем соответствующим названию детали. Файл сохранить в предварительно созданной папке, названной по фамилии студента в папке *Мои документы*. Например:*Основание.dwg/Иванов_ЭЭТ/Мои документы*
2. Настройки и рабочая среда чертежа
Выбранный шаблон позволит сэкономить время на настройку единиц измерения и лимитов (границ) чертежа. Шаблон **Acadiso.dwt** уже имеет необходимые настройки: метрические единицы и границы 420х297мм.
3. Настроить интервал видимой сетки -10 мм, интервал шаговой привязки - 5мм. Диалоговое окно **Режимы рисования** (рис 1) можно вызвать, щелкнув правой кнопкой мыши на одной из кнопок соответствующих режимов, например, **ШАГ.** После настройки параметров шага и сетки перейти на вкладку **Объектная привязка** и выбрать следующие привязки: кон. точка; точка пересечения ; центр; касательная.

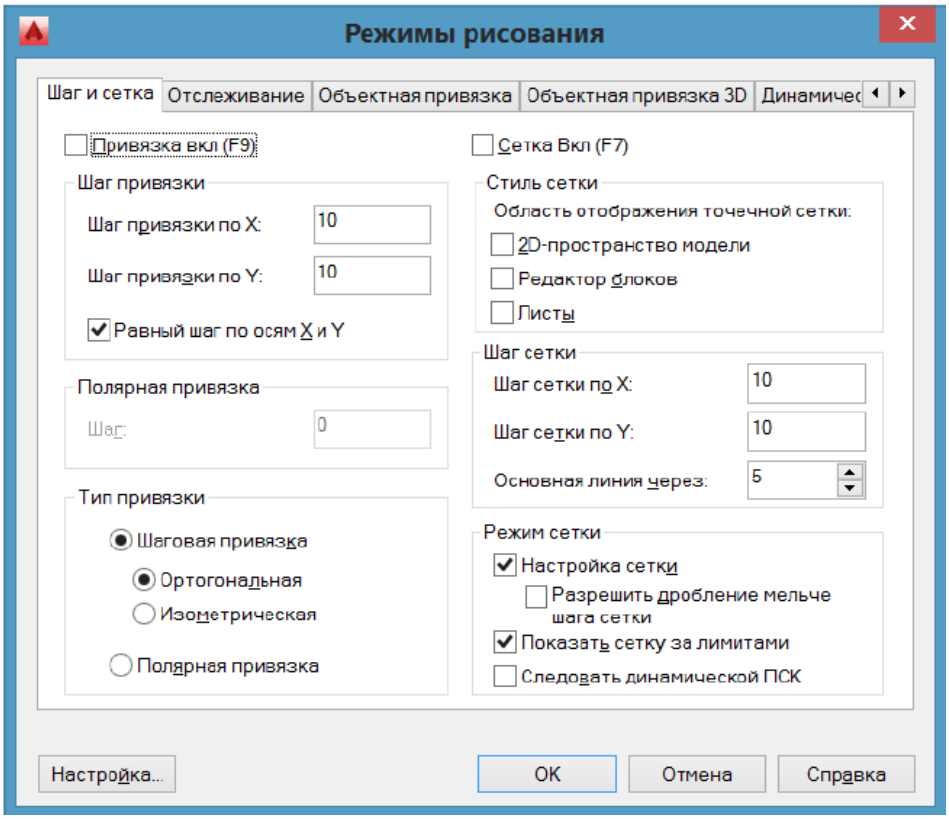


Рис.1

4. Создать слои. Открыть диалоговое окно **Диспетчер свойств слоев,** рис.2 (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Слои** →  **),** выбрать команду **СОЗДАТЬ СЛОЙ** 

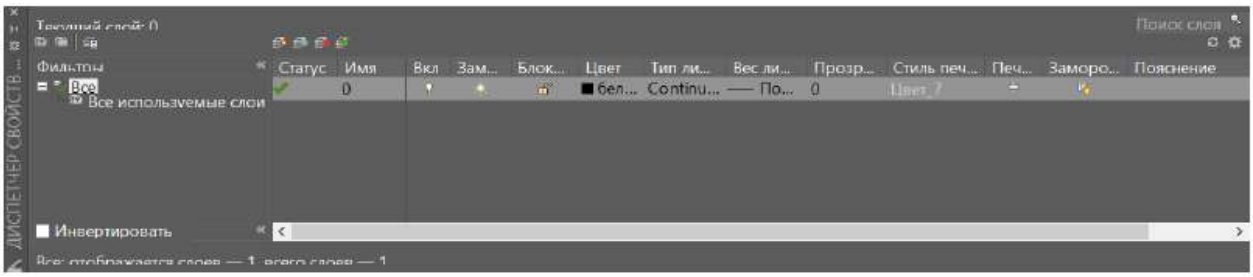


Рис.2

Название	Цвет	Тип линии	Вес (толщина) линии, мм
Слой ***Оси***	красный	штрихпунктирная	0.15
Слой ***Черновик***	зеленый	сплошная	0.15
Слой ***Контур***	белый или черный (контрастный по отношению к фону в окне чертежа)	сплошная	0.5
Слой ***Штриховка***	синий	сплошная	0.15
Слой ***Размеры***	синий	сплошная	0.15
Слой ***Рамка***	белый или черный	сплошная	0.15

*Обратите внимание на свойства объекта (примитива): цвет, тип и толщина линий должны быть настроены «по слою» (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Свойства**). Толщина линий отображается при включенном режиме **отображение/скрытие веса линий** 

5. Сделать текущим слой «Оси».

Проведем осевые и центровые линия вида сверху с которого удобнее начать построение .

Команда **ОТРЕЗОК**  (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Рисование**): построить горизонтальную линию от т.1 (50;100) длиной 220 мм (т.2). Вертикальную линию от т.3 (85,50) длиной 108мм (т.4), рис.3.

Проведем с помощью команды **ПОДОБИЕ**  (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Редактирование**) вторую вертикальную линию на расстояние 110 мм справа от первой, рис.3.

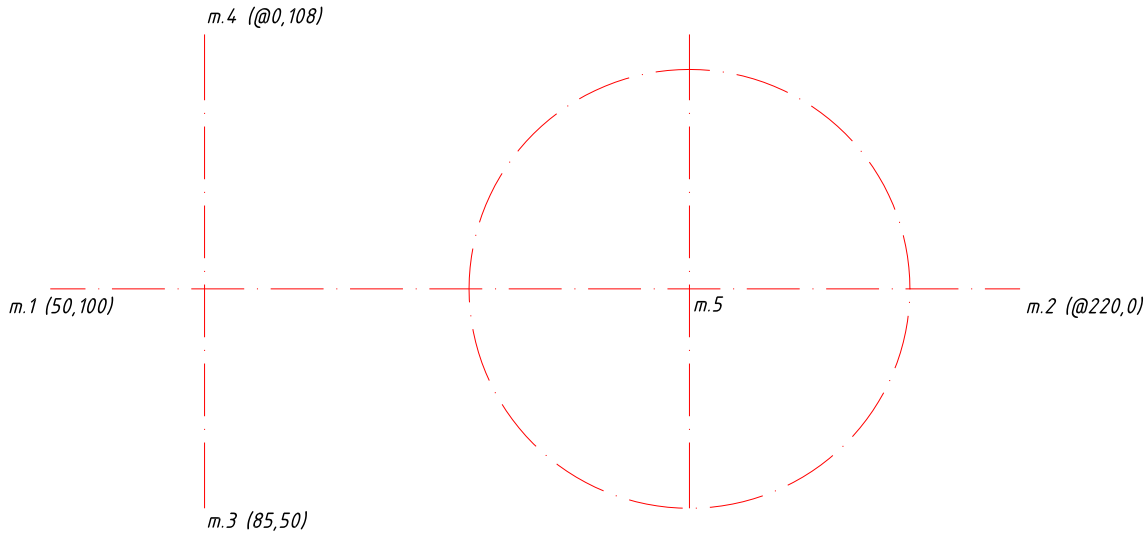


Рис. 3

Построить окружность (команда **ОКРУЖНОСТЬ**  **- Лента:** вкладка **Главная** → панель **Рисование**) с центром в т.5 ,которая выбрана с помощью объектной привязки пересечение, и R 50.

6. Текущий слой «Контур»

Построить 4 окружности, см рис.4:

- окружность O_1, R70
- окружность O_2, R10
- окружность O_3, R16
- окружность O_3, R32

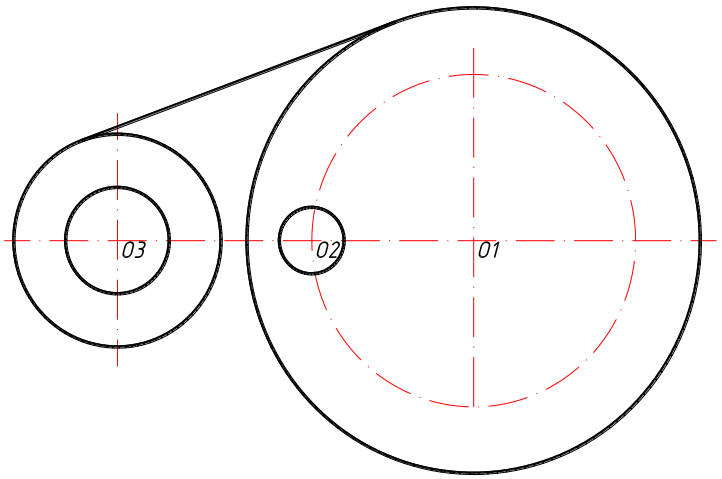


Рис. 4

Провести внешнюю касательную к окружности (O_3, R32) и окружности (O_1, R70):

Команда **ОТРЕЗОК:**

от точки : указать т-ку на окружности задающую первую касательную (объект. привязка «кас» включена)

След. точка: указать точку на другой окружности, задающий вторую касательную рис.4.

Зеркально отобразить построенный отрезок. Команда **ЗЕРКАЛО**  (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Редактирование**):

Выбрать отрезок, подтвердить выбор (клавиша «Enter»).

Указать с помощью объектной привязки пересечение т. O_1 и O_3. Исходный объект не удалять.

Удалить часть окружности (O_3, R32) между касательными. Команда **ОБРЕЗАТЬ**  (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Редактирование**): сначала указать «режущие кромки» - все касательные, подтвердить выбор нажатием клавиши «Enter».В ответ на следующий запрос необходимо выбрать ту часть окружности, которую надо удалить. Результат см. на рис. 5.

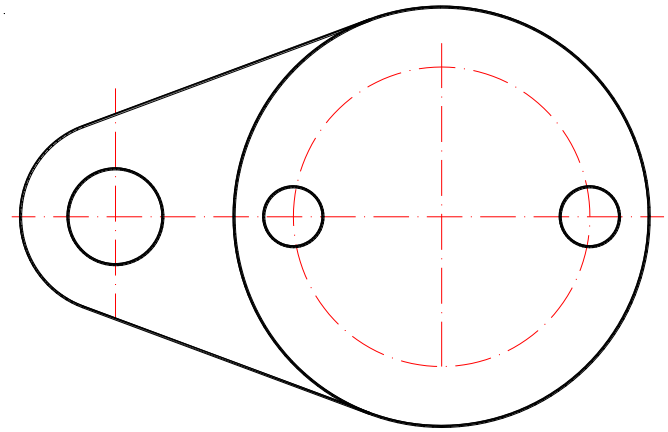


Рис. 5.

Скопировать окружность R=10. Команда **КОПИРОВАТЬ**  (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Редактирование**): позволяет выбрать выбранные объекты параллельно вектору переноса, который задается начальной и конечной точкой.

7. Текущий слой «Черновик», на котором нужно выполнить вспомогательные построения для отверстия со шпоночным пазом и ребра жесткости. Построить окружность с центром O_1 и R=30. Наметить ширину и глубину шпоночного паза.

Команда **ПОДОБИЕ**: величина смещения 8 мм, выбрать вертикальную центровую линию, указать произвольную точку сначала справа, затем слева от этой линии.

Команда **ПОДОБИЕ:** величина смещения 36 мм, выбрать горизонтальную штрих пунктирную линию, указать точку ниже исходной линии, (рис 6).

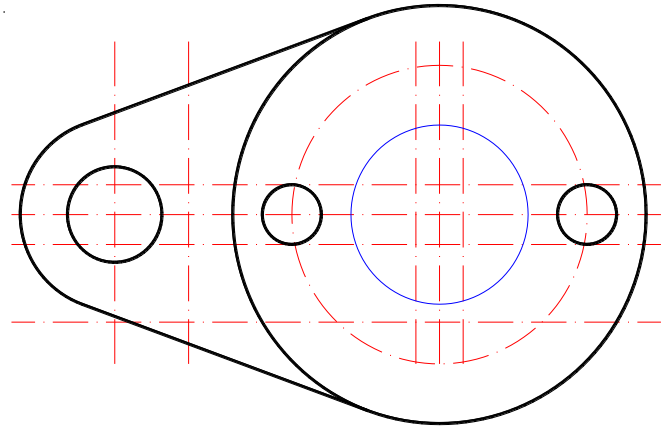


Рис. 6

Толщину и длину ребра жесткости так же наметить с помощью команды **ПОДОБИЕ** в соответствии с размерами элемента, заданными на исходном чертеже (см. задание).

Все полученные, в результате выполнения этой команды, линии находятся на слое «оси», так же как и исходный объект.

Чтобы перенести эти линии на слой «Черновик», необходимо выбрать линии и изменить слой на ленте меню или в окне свойства.

8. Текущий слой «Контур»

Произвести чистовую обводку контуров отверстия со шпоночным пазом. Используя команду **ПОЛИЛИНИЯ**  (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Рисование**): построить линейные и дуговые сегменты, точки задать с помощью объектной привязки **пересечение**. Обводку дуги удобнее выполнить против часовой стрелки. Контур ребра жесткости так же выполнить командой **ПОЛИЛИНИЯ**, рис. 7.

9. На месте главного вида необходимо построить фронтальный разрез.

Текущий слой «черновик».

Наметить длину с помощью линий проекционной связи. Построить вертикальные линии: от точки – указать первую точку с помощью объектной привязки **пересечение** на виде сверху; вторая точка – указать курсором при включенном режиме **Орто**, либо задать через относительные координаты (длина 210 мм), рис. 8.

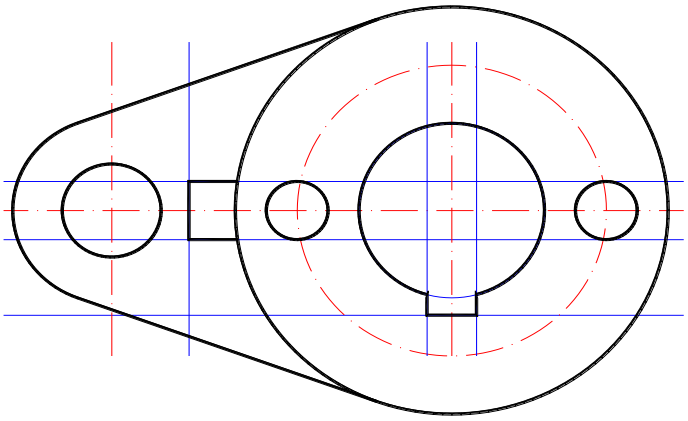


Рис.7

Разметку по высоте удобно выполнить с помощью команды **ПОДОБИЕ**. Выбрать горизонтальную осевую линию и построить подобную ей на расстоянии 130мм к верху от исходной. Построить еще две параллельные линии на расстоянии соответственно 30 и 50 мм к верху от предыдущей. Все три построенные линии перенести на слой «Черновик», рис.8.

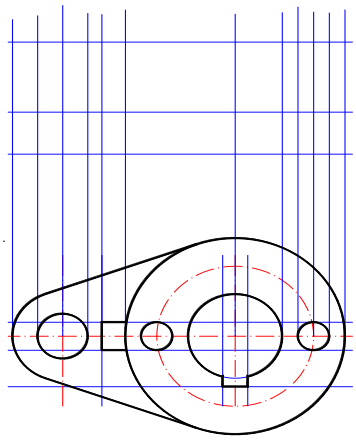


Рис.8

10. Текущий слой «Контур».
Командой **ПОЛИЛИНИЯ** выполнить:

-обводку внешнего контура, указав точки с помощью объектной привязки **пересечение**;

-ребра жесткости;

-обвести очерковые образующие отверстий в основании и цилиндрической части. Для построения отверстий в цилиндрической части рекомендуется использовать команду **ЗЕРКАЛО**, рис.9.

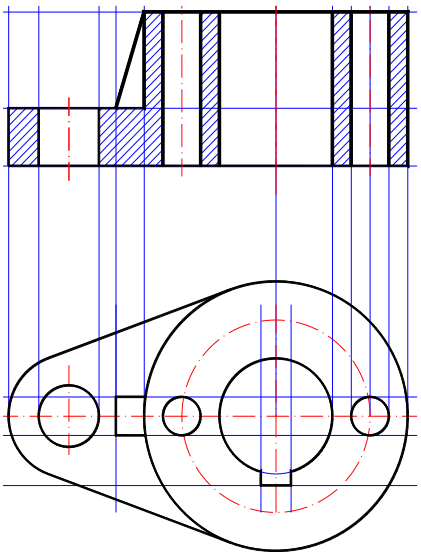


Рис.9

11. Текущий слой «Штриховка».

Команда **ШТРИХОВКА**  (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Рисование**): выбрать образец ANSI и указать по одной точке внутри каждой из замкнутых областей, подлежащих штриховке, рис. 10.

12. Текущий слой «Оси».

Командой **ОТРЕЗОК** провести осевые линии поверх линий проекционной связи, выходя за контур на 3-5 мм, рис. 10.

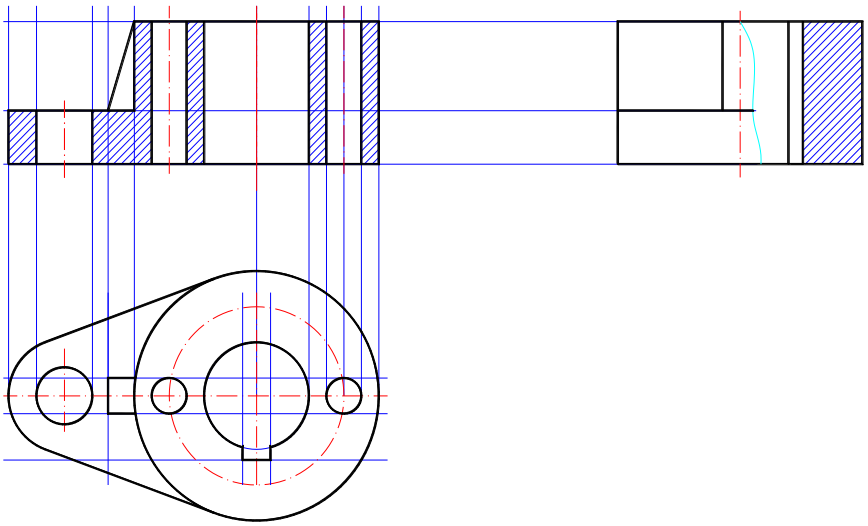


Рис. 10.

13. Строим вид слева, используя местный разрез для выявления шпоночного паза.
Текущий слой «Черновик».

Наметить высоту элементов с помощью линий проекционной связи.

Команда **ОТРЕЗОК**: провести три горизонтальные линии (рис. 10), длиной примерно 250мм.

Для разбивке по ширине применить команду **ПОДОБИЕ.**

Дальнейшие построения выполнить самостоятельно по вышеописанной схеме (см. построение фронтального разреза).

Разграничить вид и разрез сплошной волнистой линией. Так как это линия сплошная тонкая выполнить ее можно на слое «Штриховка» командой **СПЛАЙН**  (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Рисование**).

14. Оформить 2D чертеж возможно как в пространстве листа, так и в пространстве модели. В целях облегчения усвоения материала выберем второй вариант.
Для оформления чертежа необходима рамка формата А3 с основной надписью формы1. Если готовая рамка с основной надписью есть, то вставить ее в текущий файл можно через буфер обмена или как внешний блок.

Чтобы вычертить рамку надо сделать текущим слой «Рамка». Толщина линий на этом слое равна 0.2 мм, толщину основных линий зададим командой **ПОЛИЛИНИЯ.**

С помощью команды **ПРЯМОУГОЛЬНИК**  **(Лента:** вкладка **Главная** → панель **Рисование)** наметим границы формата (первый угол:0, 0; второй угол:420, 297)

Команда **ПОЛИЛИНИЯ.** Задать координаты первой точки рамки: 20,5; затем перейти на опцию **ширина** и задать начальную ширину:0.6; конечную ширину: 0.6. После указания ширины нужно указать координаты 2-й точки: @395,0;

координаты 3-й точки: @0,287;

координаты 4-й точки: @-395,0

и перейти на опцию **замкни.**

Основная надпись содержит линии различной толщины. Сначала вычертить границы рамки тонкими линиями.

Команда **ОТРЕЗОК.** Начертить последовательно вертикальный и горизонтальный отрезки

от точки: 215,50

до точки:@0,55

до точки:@185,0

Размножить построенные линии командой **ПОДОБИЕ,** удалить лишние фрагменты командой **ОБРЕЗАТЬ** и выполнить обводку основных толстых линий командой **ПОЛИЛИНИЯ** (рис. 11)

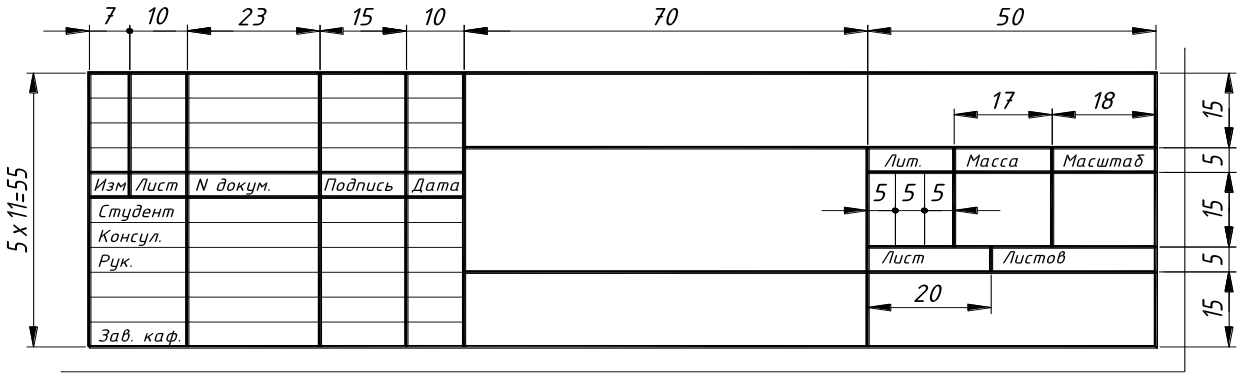


Рис.11.

Перед заполнением основной надписи необходимо настроить стиль текста. Диалоговое окно «Стиль текста» можно открыть через **Ленту:** вкладка **Главная** → панель **Аннотации** →  **.** Это окно позволяет редактировать текущий или создать новый текстовый стиль, который определяется выбором шрифта *isocpeur*, наиболее соответствующего ЕСКД, высотой букв (в окне высоту задать о), углом наклона 15 градусов от вертикали.

Надписи выполнять командой **ТЕКСТ (Лента:** вкладка **Главная**→панель **Аннотации▼**→ ) высотой 2,5; 7; 5мм, высоту удобнее менять непосредственно в команде **ТЕКСТ.**

Компоновка чертежа. Изображения должны отстоять друг от друга, а также от рамки чертежа примерно на одинаковое расстояние по вертикали и горизонтали. Расстояния должны быть достаточными для простановки размеров и обозначений. Передвинуть изображения, при необходимости, позволяет команда **ПЕРЕМЕСТИТЬ,** уменьшить или увеличить команда **МАСШТАБ.** В нашем случае воспользуемся командой **МАСШТАБ**  **(Лента:** вкладка **Главная** → панель **Редактирование)** и уменьшим изображения в 2 раза. После выбора объектов, указать базовую точку (точка, не меняющая своего положения, после масштабирования)

Простановка размеров. Размеры представляют собой сложные примитивы, состоящие из размерных чисел (текстовая составляющая), выносных и размерных линий. По умолчанию AutoCAD создает ассоциативные размеры, то есть зависимые от объектов, к которым они привязаны. Это означает, что при редактировании основного объекта будут автоматически изменяться и связанные с ним размеры.

Перед простановкой размеров рекомендуется настроить размерный стиль соответствующий требованиям ЕСКД через диалоговое окно «Диспетчер размерных стилей» **(Лента:** вкладка **Главная** → панель **Аннотации▼** →  **.** В окне отображается список размерных стилей

текущего чертежа, текущий стиль выделен. Стиль определяет внешний вид размеров. Кнопка **Редактировать,** вызывает диалоговое окно **Изменение размерного стиля,** в котором производится изменение параметров стиля.

Вкладка **Текст** этого окна позволяет выбрать стиль и высоту текста (3,5 мм), ориентацию текста – согласно ИЗО.

Вкладка **Основные единицы** позволяет задать единицы измерения, точность и масштаб размерных чисел. В нашем примере масштаб равен **2!**

После настройки размерного стиля переходим непосредственно к простановке размеров.

Текущий слой «Размеры»

Проставим сначала высоту детали на главном виде. Команда **РЗМЛИНЕЙНЫЙ (Лента:** вкладка **Главная →** панель **Аннотации →**  **):**

Начало первой выносной линии или<выбор объекта>: с помощью объектной привязки указать правую нижнюю точку на главном виде

Начало второй выносной линии: указать верхнюю правую точку

Положение размерной линии или [МТекст/Текст/Угол/Горизонтальный/Вертикальный/Повернутый]:требуется щелчком мыши указать точку на расстоянии не менее 10мм от крайней правой вертикальной контурной линии главного вида

Размерный текст<80>

По указанным на объекте точкам, система сама определяет какой тип размера (вертикальный, горизонтальный) необходимо проставить. Опции **МТекст** (многострочный текст**)** и **Текст** позволяют редактировать размерный текст. Можно полностью изменить текст или сохранить выведенное значение с помощью угловых скобок < > и добавить, когда необходимо, текст до или после скобок. Так для указания знака диаметра перед размерным числом указывают символы %%c, а для простановки угла в градусах - %%d.

Проставить все оставшиеся линейные размеры самостоятельно, рис.11.

Нанести радиальный размер – команда **РЗМРАДИУС (Лента:** вкладка **Главная →** панель **Аннотации →**  **):**

Выберите дугу или круг: указать курсором дугу на виде сверху

Размерный текст <32>

Положение размерной линии или [МТекст/Текст/Угол]: указать точку местоположения размерной линии (она определяет внутри или снаружи будет расположен размер)

Обозначение фронтального разреза выполнить на слое «Размеры», используя команды **ПОЛИЛИНИЯ, ЗЕРКАЛО, ТЕКСТ,** самостоятельно, рис.12.

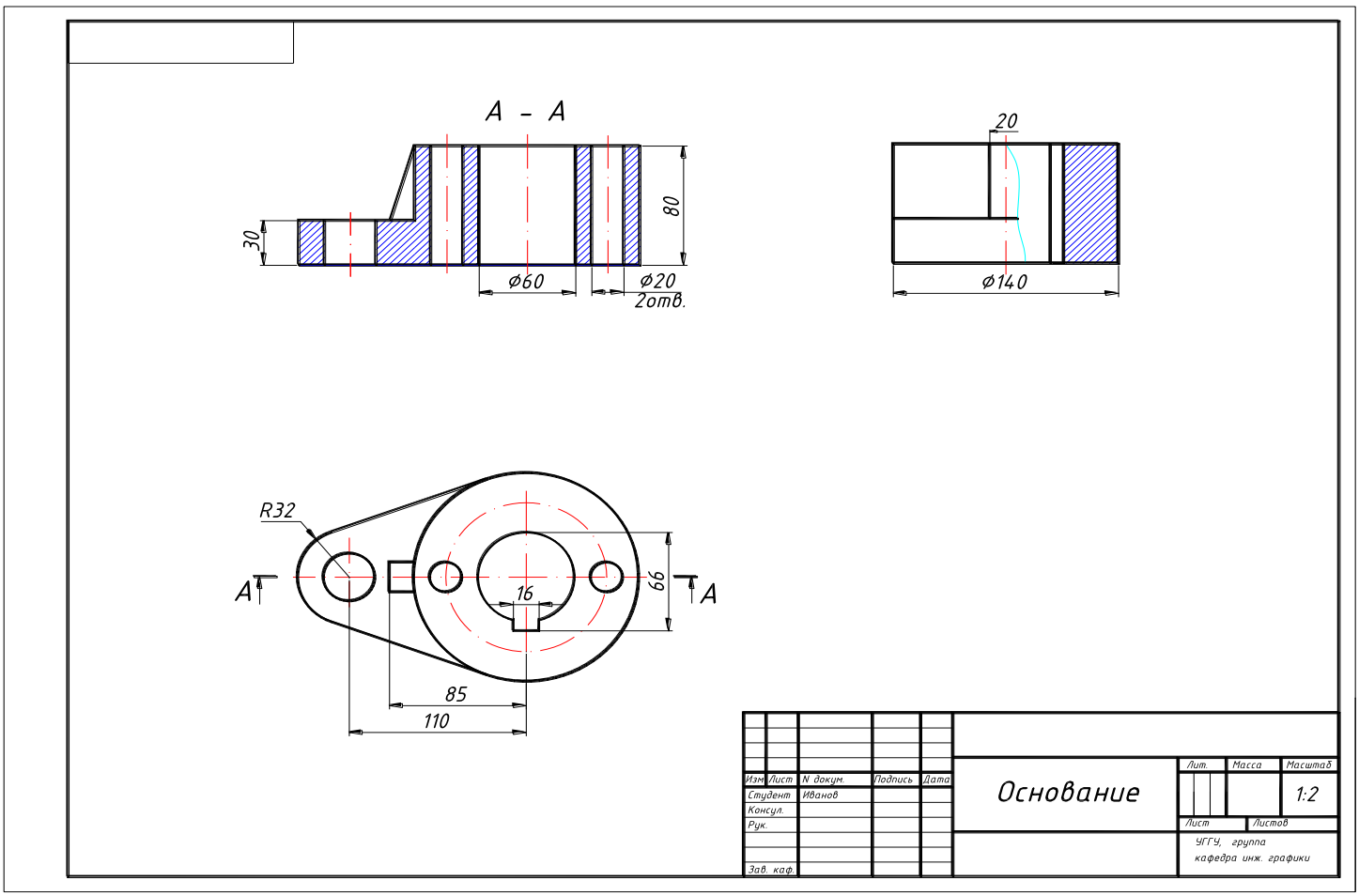
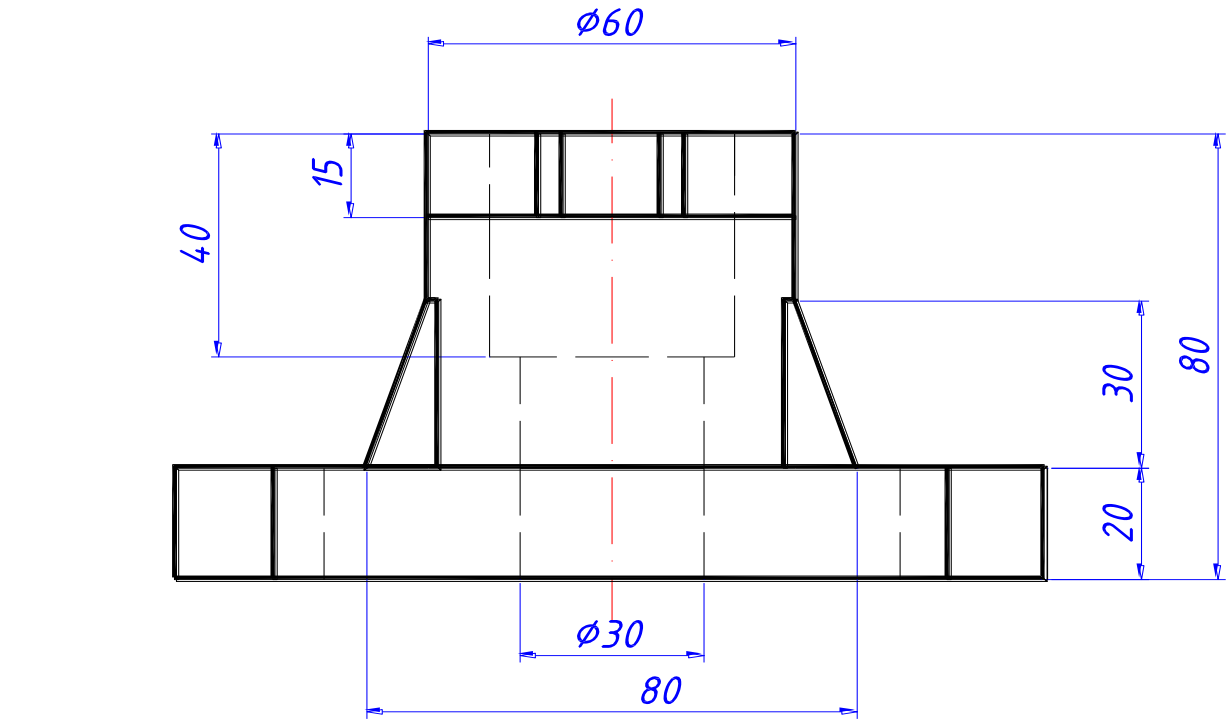
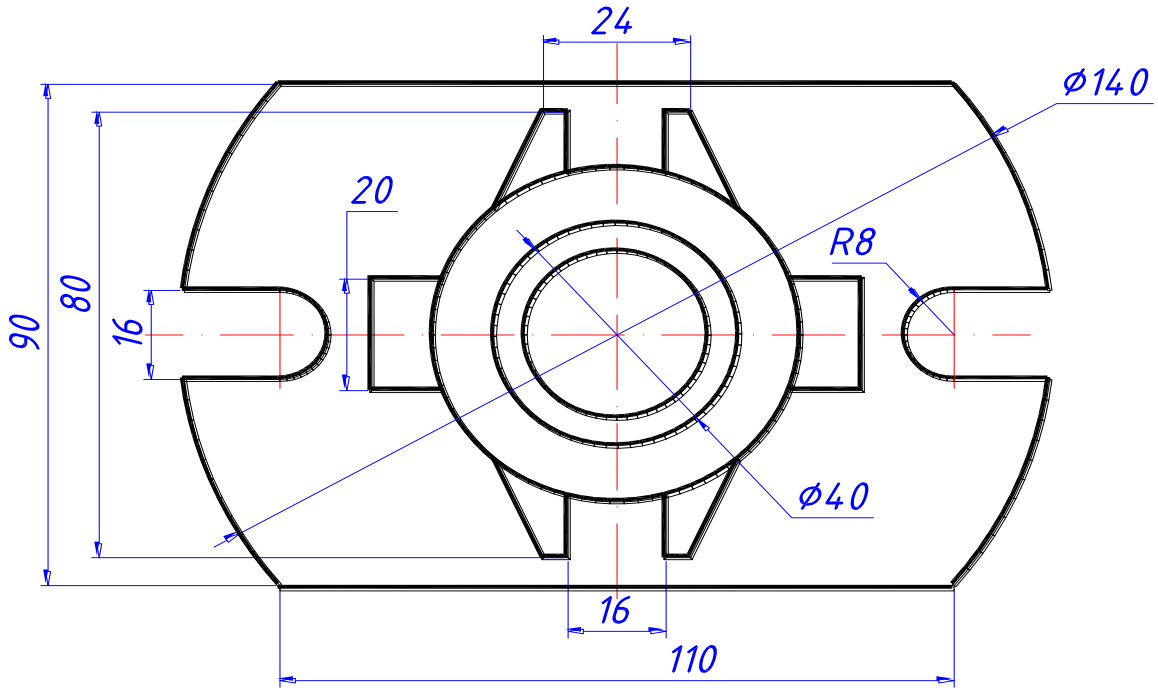

А - А
30
80
ø60
ø20
2отв.
20
ø140
R32
А
А
16
66
85
110
Основание
Изм.
Лист
N докум.
Подпись
Дата
Студент
Иванов
Консул.
Рук.
Зав. каф.
Лит.
Масса
Масштаб
1:2
Лист
Листов
УГГУ, группа
кафедра инж. графики

Рис.12

4. ПРИЛОЖЕНИЕ

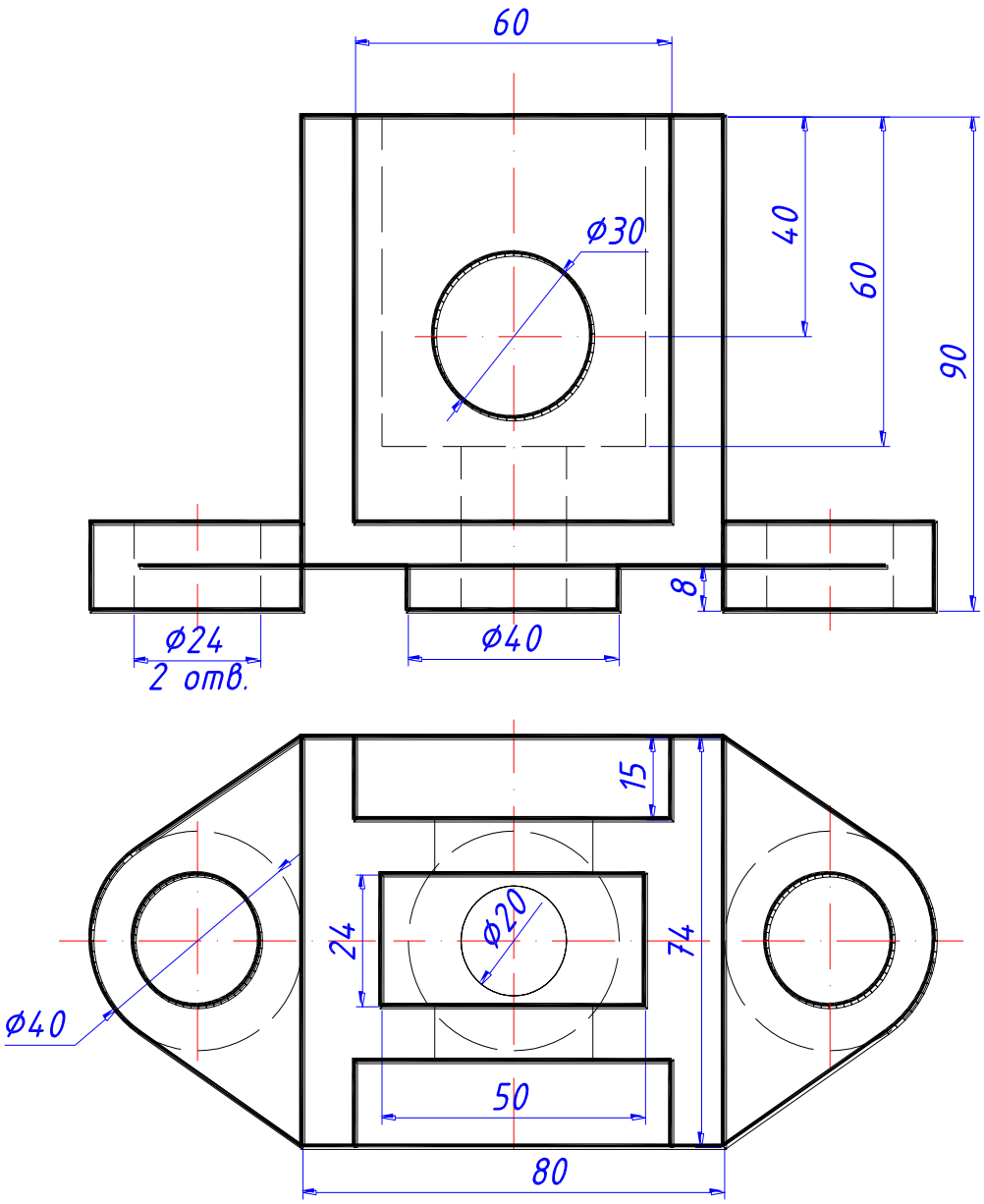
Вариант1





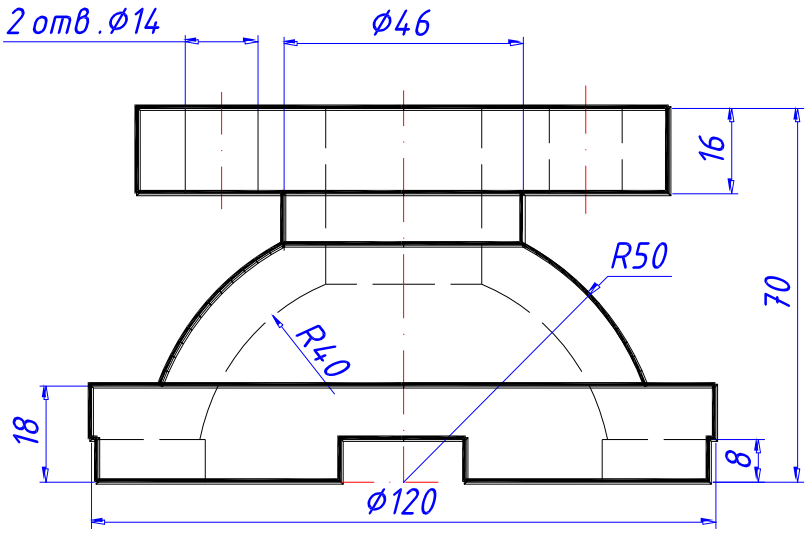
Корпус

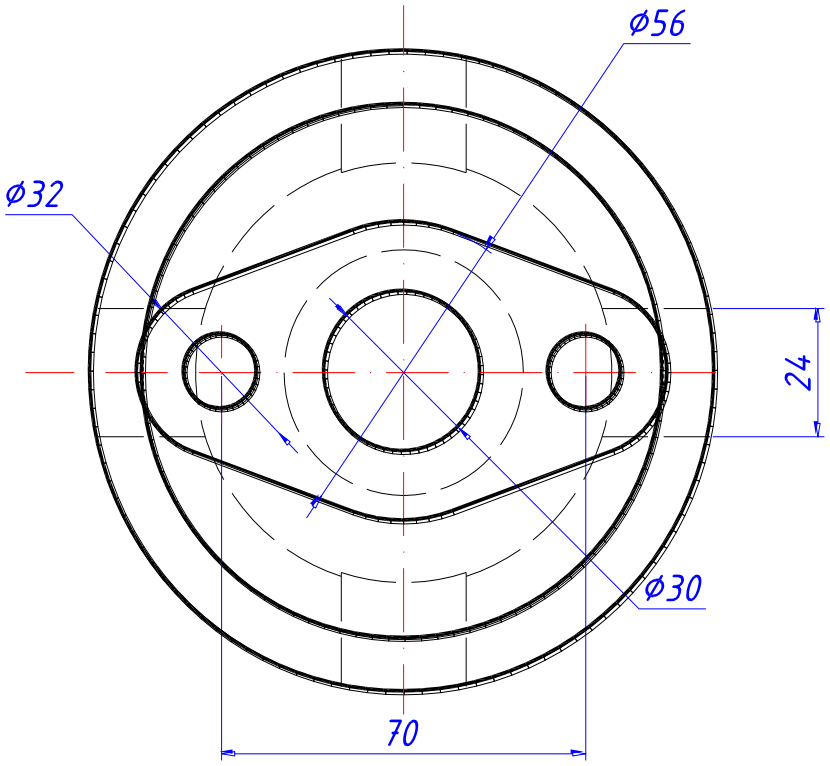
Вариант 2



Основание

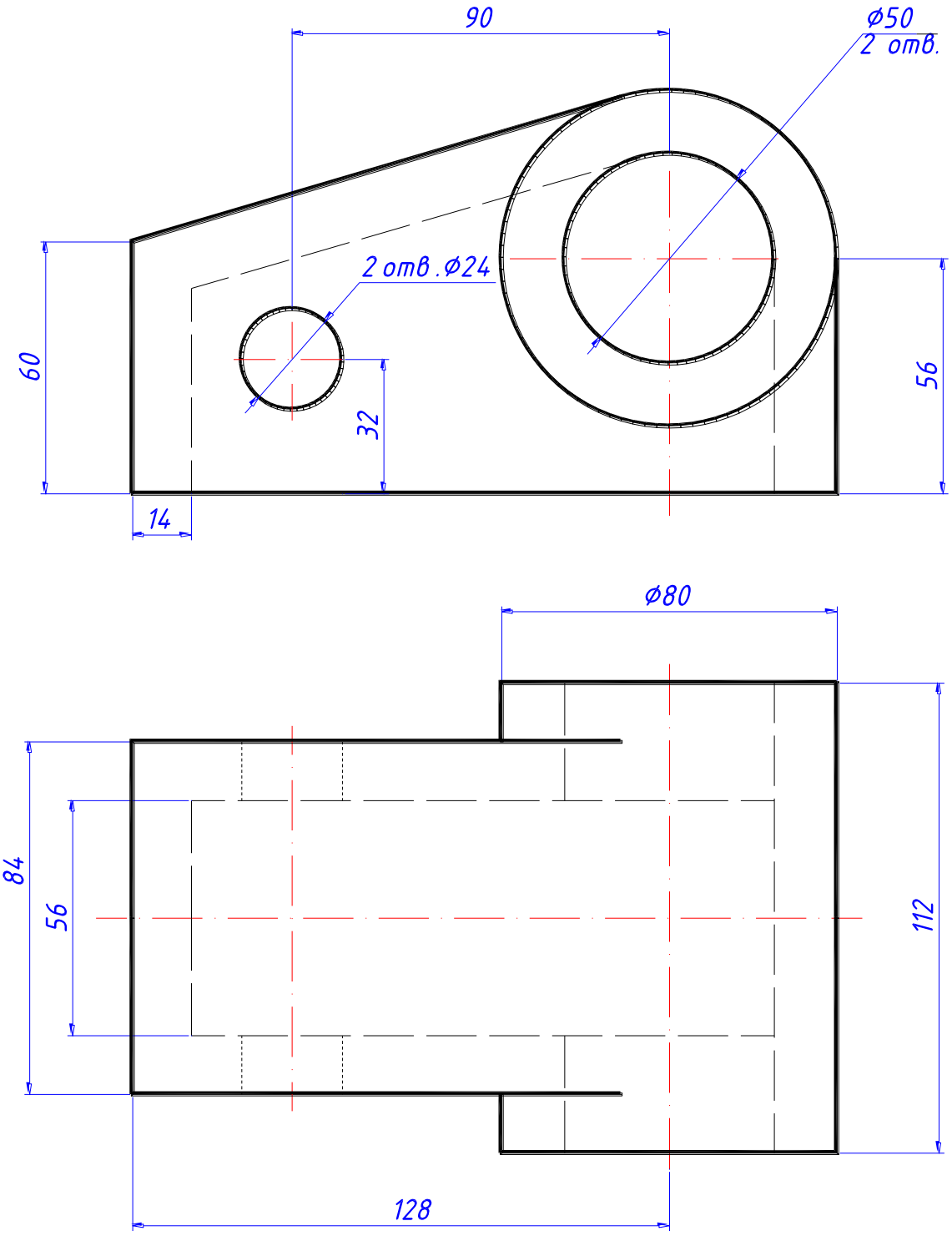
Вариант 3





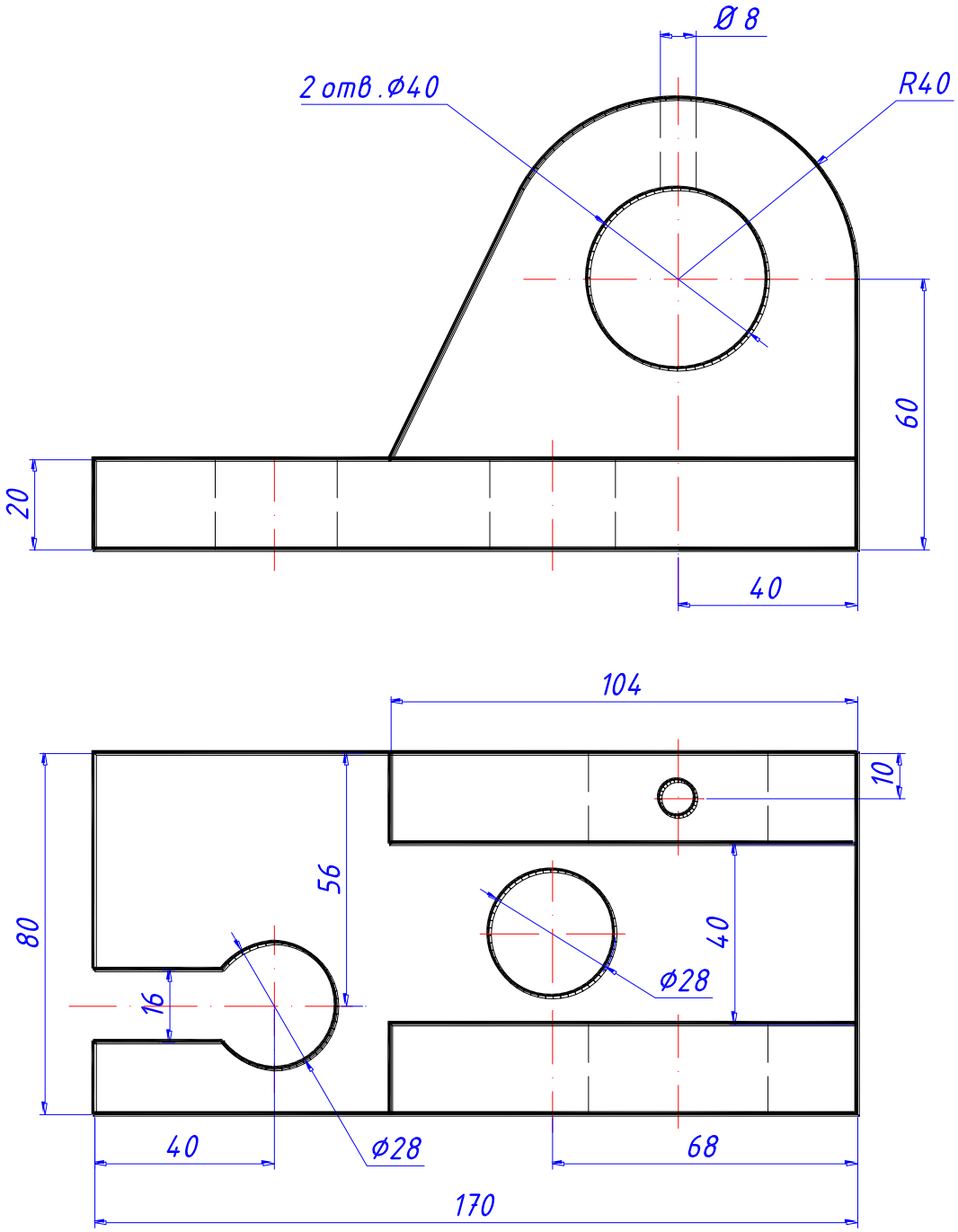
Крышка

Вариант 4



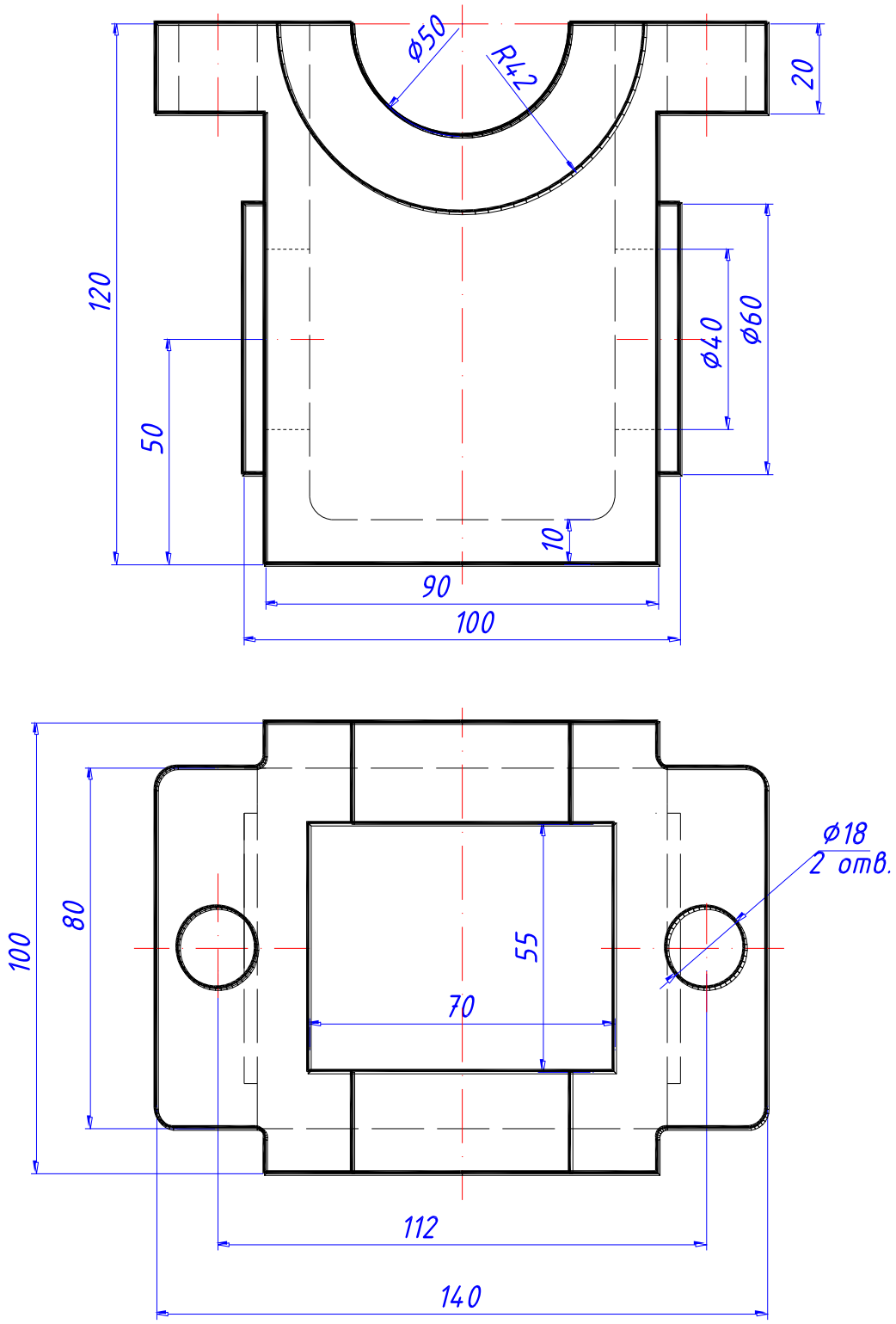
Кожух

Вариант 5



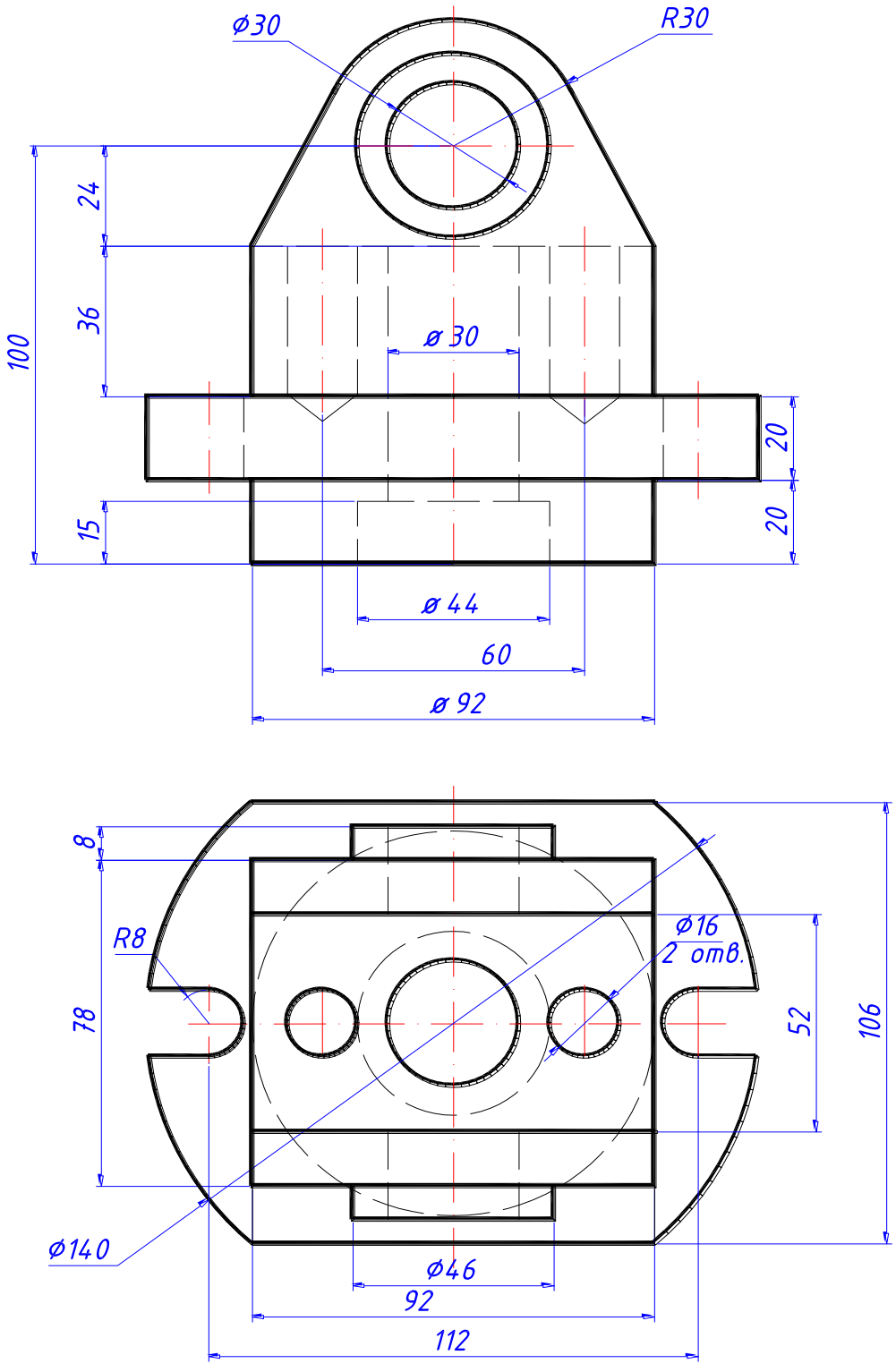
Проушина

Вариант 6



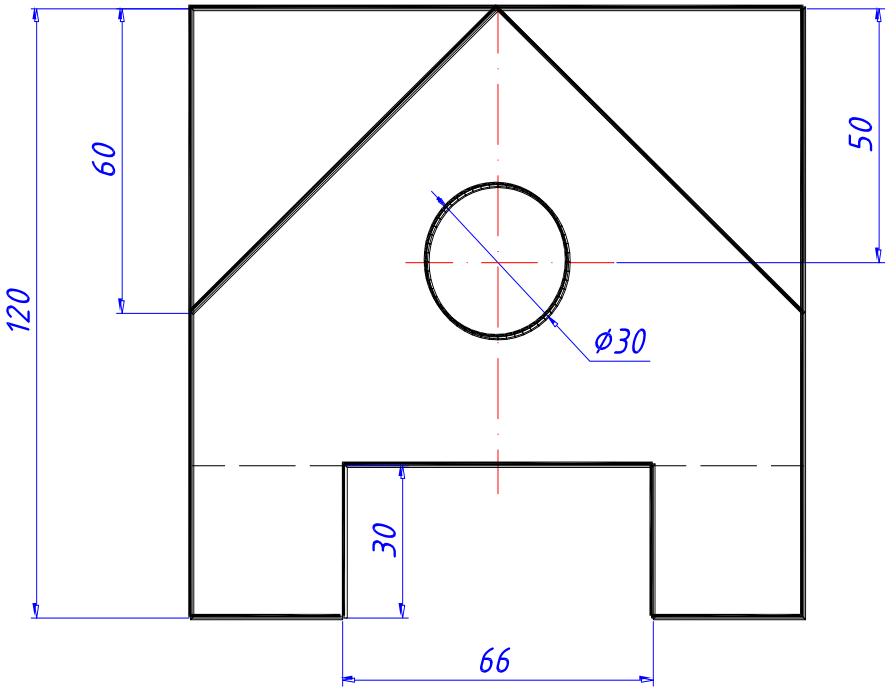
Корпус

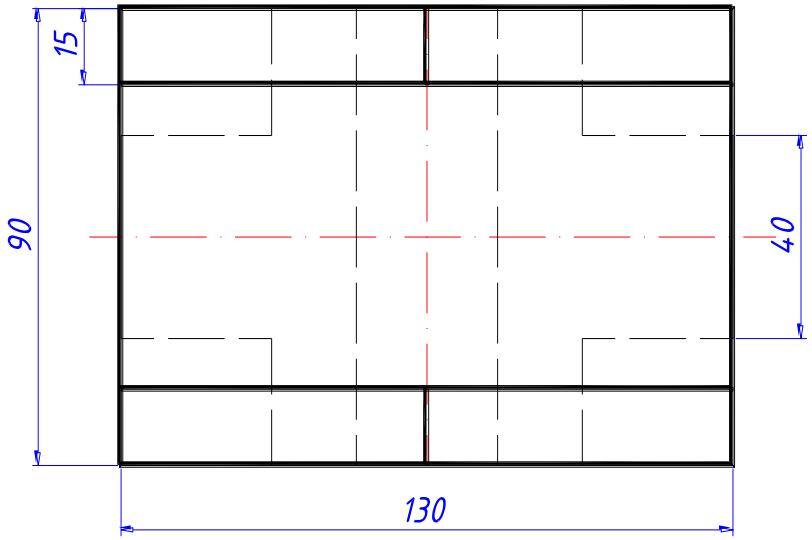
Вариант 7



Проушина

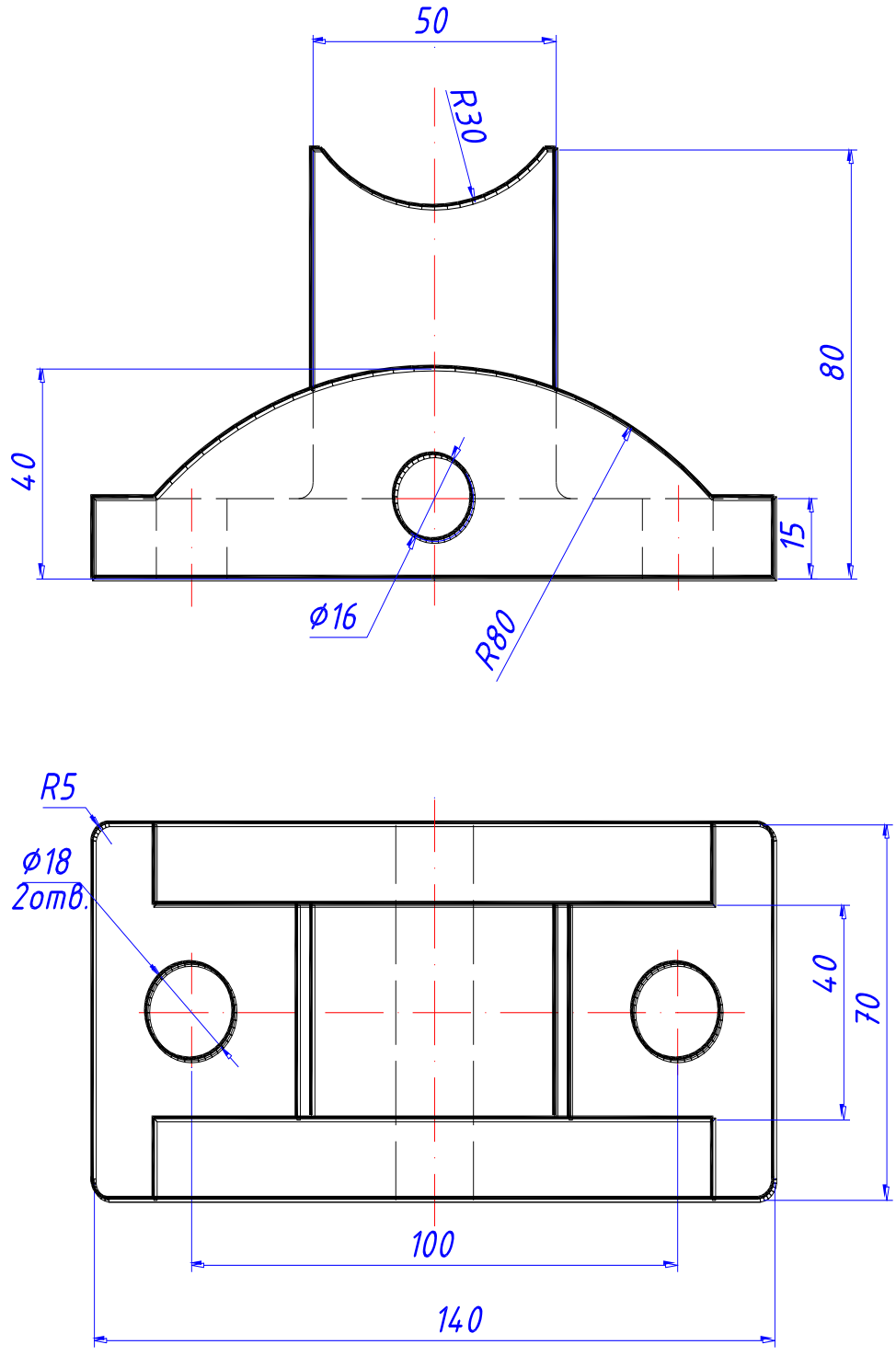
Вариант 8





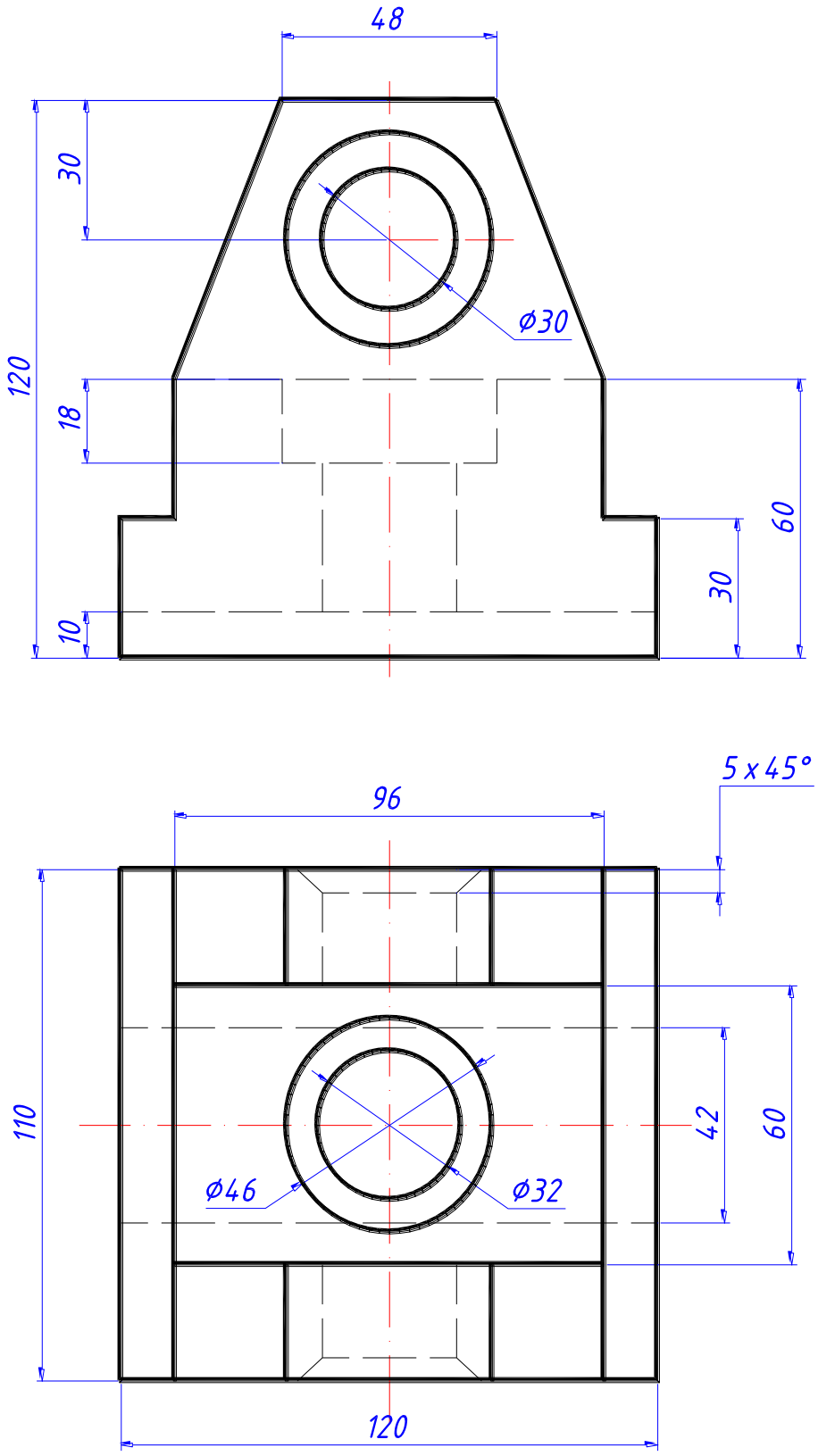
Колодка

Вариант 9



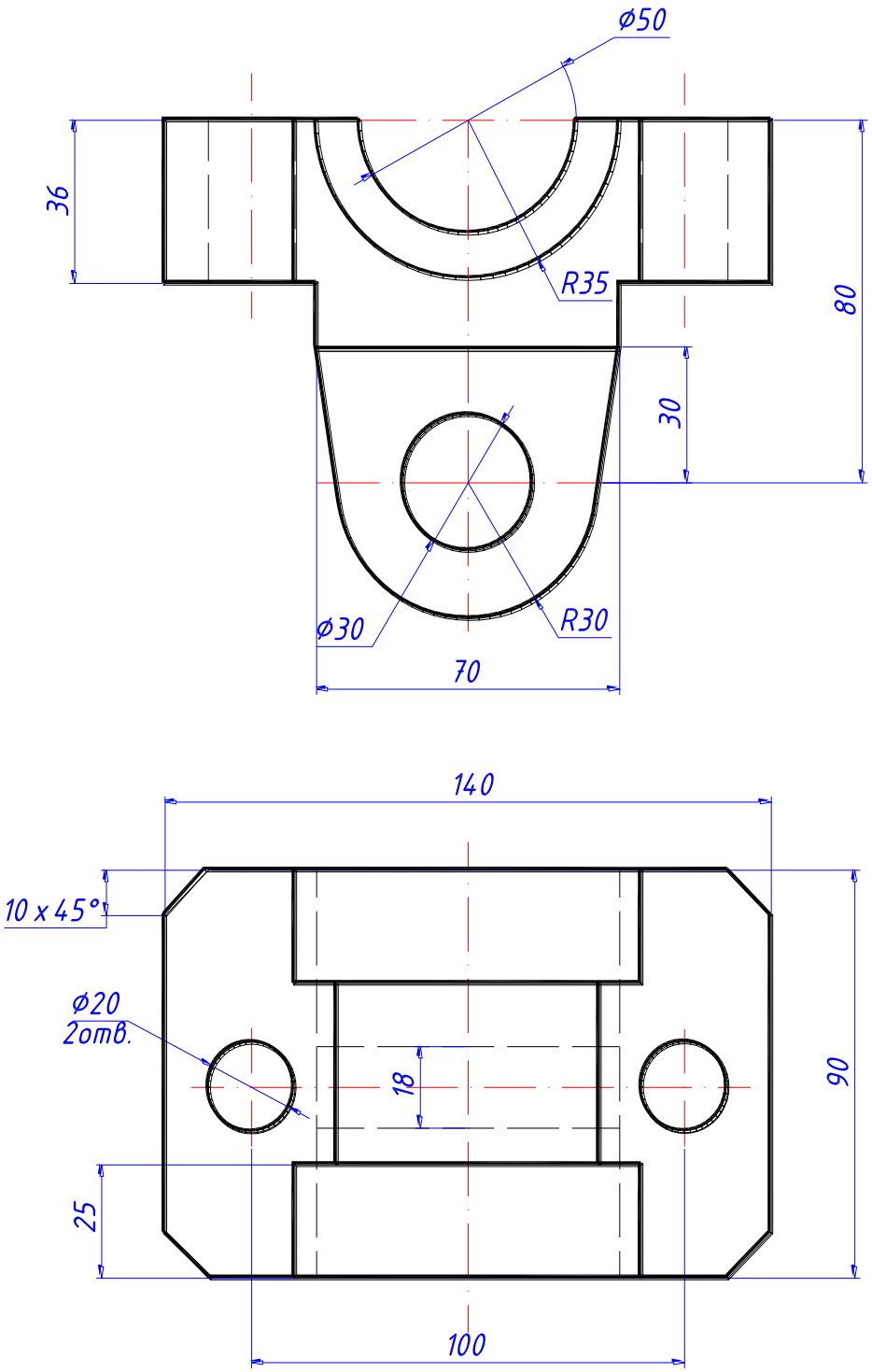
Опора

Вариант 10



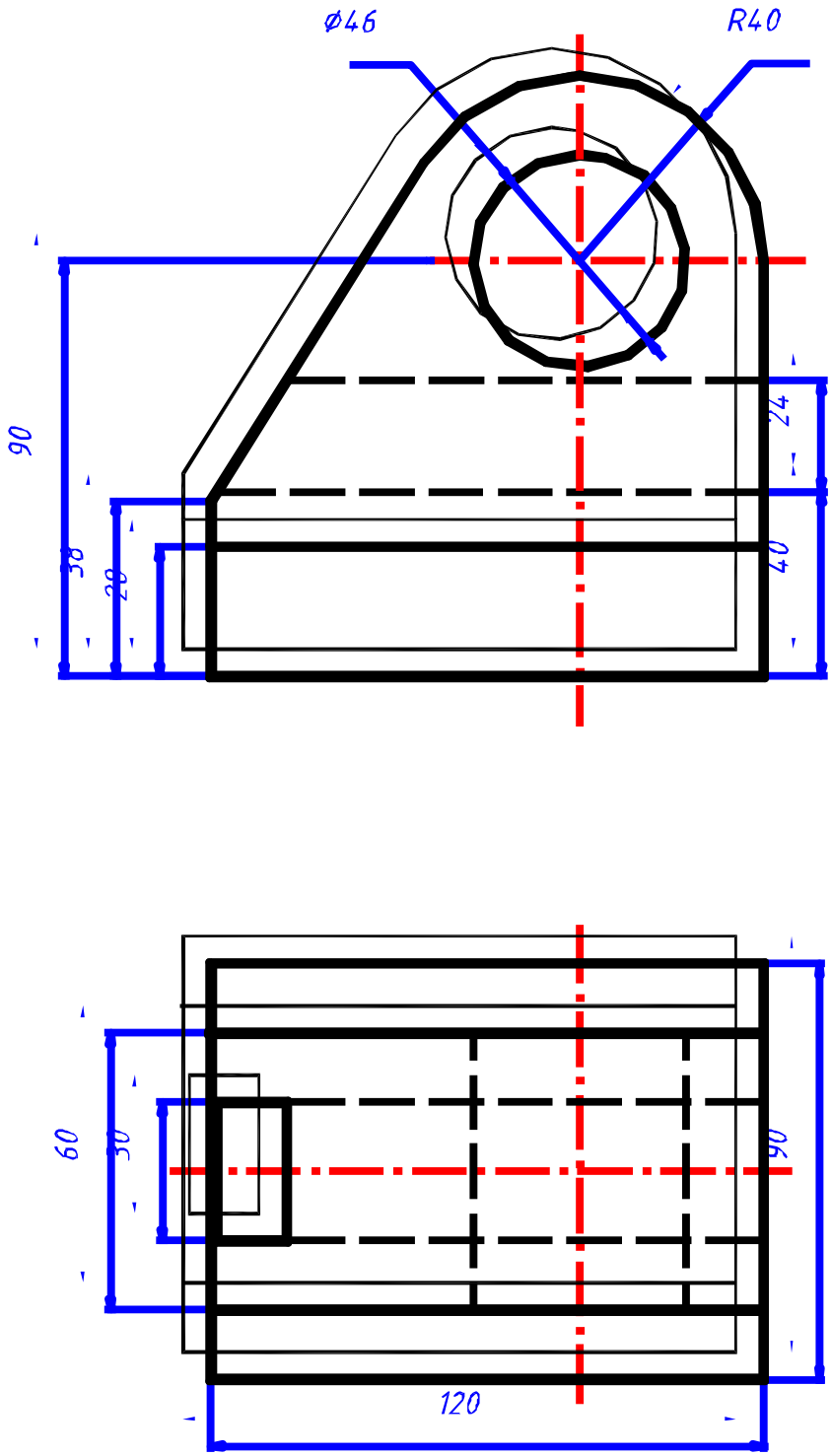
Вилка

Вариант 11



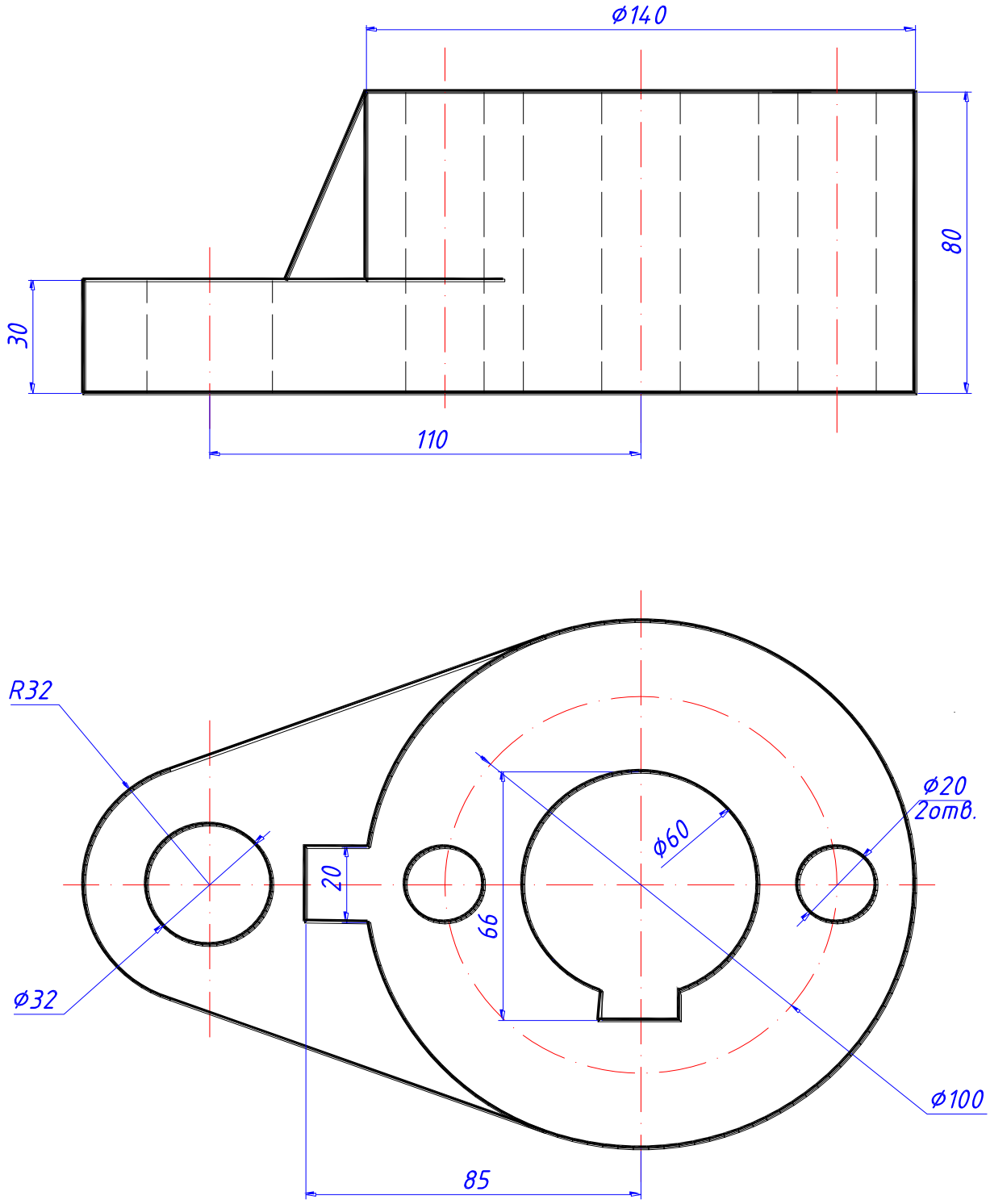
Серьга

Вариант 12



Вилка

Вариант 13



Основание

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полещук Н. Самоучитель AutoCAD 2016. – Санкт-Петербург: Издательство БХВ-Петербург, 2016. – 464с.

2. Шангина Е.И. Компьютерная графика. Учебное пособие. – Екатеринбург: Издательство УГГУ, 2006. – 188с.

3. Хейфец А. Л. Инженерная компьютерная графика. Учебно-справочное пособие.— М.: ДИАЛОГ -МИФИ , 2002, 428 с.

Савина Татьяна Евгеньевна

Методическое пособие
по выполнению практической
работы «Создание проекционного чертежа средствами AutoCAD» по дисциплинам:
«Инженерная и компьютерная графика»,
«Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика».

Редактор

Подписано в печать_____.2017 г.
Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/8. Печать на ризографе.
Гарнитура Times New Roman .Печ. л. ___. Уч.- изд. 0,83. Тираж 150 экз.
Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинала – макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

Министерство образования и науки РФ

ФГБОУ ВПО

«Уральский государственный

горный университет»

А. П. Фролов

ЭПЮР № 3

Учебно-методическое пособие
по выполнению графической работы

для студентов всех специальностей

3 – е издание, переработанное

ЕКАТЕРИНБУРГ

2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ И СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ..... 6
ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ..... 6
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ СПОСОБОМ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПЛОСКОСТЕЙ..... 8
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНИИ ВЗАИМНОГО ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ СПОСОБОМ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СФЕР..... 13
ПЕРЕСЕЧЕНИЕ КРИВОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ПОВЕРХНОСТЬЮ МНОГОГРАННИКА..... 18
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ …..……..20

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемое учебно–методическое пособие предназначено для оказания помощи студентам при выполнении графической работы «Эпюр №3» по курсу «Начертательная геометрия. Инженерная графика», «Геометрическое моделирование»

При выполнении данной работы студент должен научиться методике определения взаимного пересечения кривых поверхностей. Эти знания горному инженеру могут пригодиться при решении конкретных технических задач. Известно, что в условиях горно-обогатительных предприятий одним из наиболее распространенных видов транспорта является трубопроводный транспорт. Большинство конструкций, предназначенных для транспортировки и хранения жидких и пульпообразных продуктов обогащения, выполняется из листового материала путем его изгибания и соединения краев пайкой, сваркой и т. п. Корпуса многих машин и аппаратов, применяемых при обогащении полезных ископаемых, также изготавливаются этими способами. Поверхности трубопроводов для транспортировки жидкостей и пульп, как известно, представляют собой цилиндры. Различные емкости и корпуса обогатительного оборудования ограничены цилиндрическими, коническими, сферическими, а также гранными поверхностями.

При проектировании подземных горных выработок может возникнуть необходимость построения линий перехода поверхностей этих выработок, которые, как известно, представляют собой сочетания поверхностей вращения и гранных поверхностей.

В данной работе рассмотрены основные способы построения линий взаимного пересечения различных поверхностей, в частности, приведена методика применения вспомогательных плоскостей и вспомогательных сфер.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ И СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

Задание «Эпюр №3» предназначено для закрепления знаний студентов по теме «Взаимное пересечение поверхностей» и состоит из двух чертежей.

На первом чертеже необходимо определить линии взаимного пересечения поверхностей. В качестве исходных данных первого чертежа предложена композиция из поверхностей вращения и поверхностей многогранников. Для определения линии взаимного пересечения поверхностей (в первой задаче) рекомендуется применять способ вспомогательных секущих плоскостей. Чертеж необходимо выполнить в трех проекциях. Невидимый контур наносится штриховой линией.

Второй чертеж состоит из двух проекций заданных поверхностей. В качестве исходных данных дана композиция из двух или трех поверхностей вращения. Для решения задачи по определению взаимного пересечения поверхностей рекомендуется способ вспомогательных сфер. Невидимый контур наносится штриховой линией.

Оба чертежа рекомендуется выполнять в масштабе 1:1 на одном формате А 2. Пример выполнения задания приведен на рис. 6.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Для определения линии взаимного пересечения поверхностей обычно применяют метод поверхностей-посредников. В качестве посредников могут быть использованы вспомогательные секущие плоскости и вспомогательные секущие сферы. Вспомогательные секущие плоскости могут быть использованы в том случае, если можно подобрать такое множество плоскостей, каждая из которых пересекает заданные поверхности по простым (с точки зрения построения) линиям. Таких линий, как известно, всего две – прямая и окружность.

Если даны две пересекающиеся поверхности α и β, и необходимо определить на чертеже линию их пересечения, то для этого достаточно построить проекции ряда точек, принадлежащих обеим заданным поверхностям. Соединив одноименные проекции полученных точек определим искомую линию пересечения на чертеже. Таким образом, задача сводится к определению множества точек, общих для заданных поверхностей.

Методику определения таких точек можно свести к следующим действиям:

1) задаем вспомогательную секущую плоскость γ, исходя из условия изложенного выше;
2) определяем линии пересечения a и b вспомогательной плоскости γ и с заданными поверхностями α и β;
3) определяем точку (точки) пересечения K и M полученных линий a и b;

Задав множество подобных плоскостей, определим ряд точек, принадлежащих обеим заданным поверхностям.

Более подробно и конкретно применение данной методики будет показано в следующем разделе.

Способ вспомогательных секущих сфер применяется в том случае, если в пространстве имеется множество сфер, каждая их которых пересекает заданные поверхности по окружностям. В частности, этот способ может быть применен для определения линии пересечения поверхностей вращения с пересекающимися осями вращения. При этом центр вспомогательных сфер должен находиться в точке пересечения осей вращения поверхностей, а сферы - расположены концентрически.

Эксцентрические сферы применяются в том случае, если оси поверхностей вращения не пересекаются, а также для определения линий взаимного пересечения циклических поверхностей. Положение центра для каждой вспомогательной сферы определяется в каждом конкретном случае и индивидуально.

Если даны две поверхности α и β, то общая методика определения точек, принадлежащих линиям пересечения этих поверхностей, состоит из следующих действий:

1. Задаем вспомогательную секущую сферу φ, пересекающую обе поверхности α и β.
2. Определяем окружности m и l, по которым сфера φ пересекает поверхности α и β.
3. Определяем точки пересечения E и F окружностей m и l.

Задав множество подобных вспомогательных сфер, определим ряд точек, принадлежащих обеим заданным поверхностям.

Более подробно данная методика будет рассмотрена в последующих разделах.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ СПОСОБОМ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПЛОСКОСТЕЙ

Методика реализации способа плоскостей была рассмотрена в предыдущем разделе. Основной проблемой при решении конкретной задачи является проблема выбора пространственного положения плоскостей-посредников. Совершенно очевидно, что для поверхностей с параллельными осями вращения следует выбирать вспомогательные плоскости, расположенные перпендикулярно осям вращения.

Характерный пример такого положения показан на рис. 1. В данном случае оси вращения поверхностей расположены вертикально, следовательно, если пересечь обе поверхности горизонтальной плоскостью, то в их сечении получатся окружности. Решение следует начинать с определения характерных точек. Совершенно очевидно, что точки 1, 2 и 3 являются характерными точками с экстремальными координатами *z*. Точки 2 и 3 лежат на окружностях оснований поверхностей и имеют минимальную координату *z*. Точка 1 имеет максимальную координату *z* и ее фронтальная проекция определяется пересечением очерков фронтальных проекций заданных поверхностей. Для определения промежуточных точек линии пересечения зададим вспомогательную плоскость α. Фронтальный след этой плоскости α_v в данном случае параллелен оси *X*. Плоскость α пересекает поверхность сферы по окружности радиуса *R* и поверхность конуса по окружности радиуса *r*. Эти окружности отображаются на горизонтальную плоскость проекций без искажения.

Таким образом, построив горизонтальные проекции этих окружностей, определим горизонтальные проекции точек 6 и 7, принадлежащих обеим заданным поверхностям. Фронтальные проекции этих точек определим с помощью линий связи из условия их принадлежности следу α_v. Задав множество подобных плоскостей, определим ряд точек, принадлежащих обеим заданным плоскостям. Соединив одноименные проекции точек между собой, построим проекции искомой линии пересечения.

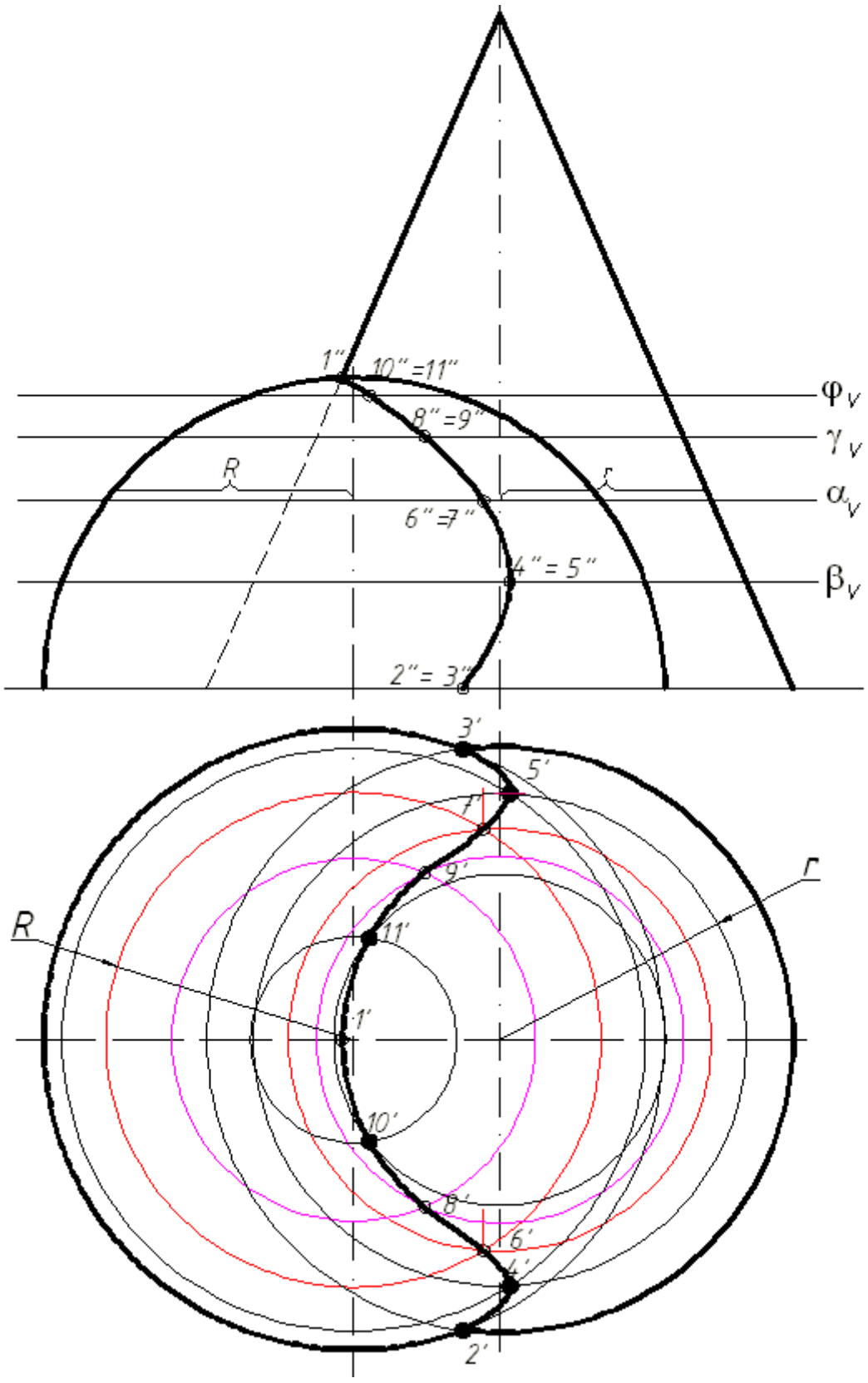


Рис. 1. Определение линии пересечения поверхностей вращения способом вспомогательных плоскостей

Совершенно очевидно, что горизонтальная проекция линии пересечения видима полностью, так как эта линия находится выше экватора сферы, горизонтальная проекция которого совпадает с очерком.

Что касается фронтальной проекции, то можно утверждать, что видимая часть проекции совпадает с невидимой частью, поскольку линия пересечения поверхностей симметрична относительно плоскости симметрии композиции из заданных поверхностей.

На рис. 2 показан еще один пример решения задачи по определению линии пересечения поверхностей вращения. Необходимо определить линии пересечения поверхности сферы и поверхности цилиндра вращения.

Общая методика решения этой задачи аналогична методике решения предыдущей задачи и сводится к заданию множества вспомогательных плоскостей.

В данном случае более рационально воспользоваться фронтальными вспомогательными плоскостями. Следует обратить внимание на то обстоятельство, что цилиндр занимает горизонтально-проецирующее положение и, следовательно, горизонтальная проекция искомой линии пересечения совпадает с очерком горизонтальной проекции цилиндра.

Для построения фронтальной проекции воспользуемся фронтальными вспомогательными плоскостями. Совершенно очевидно, что точки 4 и 10 являются точками с экстремальными координатами *y*, следовательно, вспомогательные секущие плоскости будут располагаться между этими двумя точками. Для определения фронтальных проекций этих точек зададим фронтальные плоскости γ и ρ. Эти плоскости пересекут поверхность сферы по двум окружностям радиусами R_1 и R_2 соответственно. Построив фронтальные проекции этих окружностей, определим фронтальные проекции точек 4 и 10 с помощью соответствующих линий связи. Важным моментом при решении подобных задач является методика определения точек с экстремальными координатами *z*.

В данном случае эти точки 5 и 11 лежат в плоскости симметрии, общей для обеих поверхностей. Совершенно очевидно, что эта плоскость *P* является горизонтально-проецирующей, которая определена осями вращения заданных поверхностей. В плоскости *P* лежат точки 5 и 11, горизонтальные проекции которых лежат в пересечении P_H и очерка горизонтальной проекции цилиндра.

Для определения фронтальной проекции этих точек зададим две фронтальные плоскости λ и ε, которые пересекут поверхность сферы по окружностям радиусов R_3 и R_4 соответственно. На фронтальных проекциях

этих окружностей строим точки 5″ и 11″. С помощью плоскостей λ и ε определим также точки 3 и 9. Их фронтальные проекции 3″ и 9″ лежат соответственно на окружностях радиусов R_3 и R_4. Точки 1 и 7 имеют экстремальные координаты X и определяются с помощью плоскости β. Задав множество фронтальных вспомогательных плоскостей, определим ряд точек, принадлежащих обеим заданным плоскостям. Соединив фронтальные проекции этих точек между собой, построим фронтальную проекцию линии пересечения заданных поверхностей. Для определения видимости фронтальной проекции полученной линии необходимо определить границу видимости. Совершенно очевидно, что эта граница определяется двумя точками, а именно – 1 и 7, поскольку фронтальные проекции этих точек лежат на очерковых линиях фронтальной проекции цилиндра. Таким образом, проекции 1″, 2″, 3″ 4″, 5″, 6″, 7″ невидимы. Что касается видимости горизонтальной проекции линии пересечения, то совершенно очевидно, что она вся видна, так как границей видимости является экватор сферы.

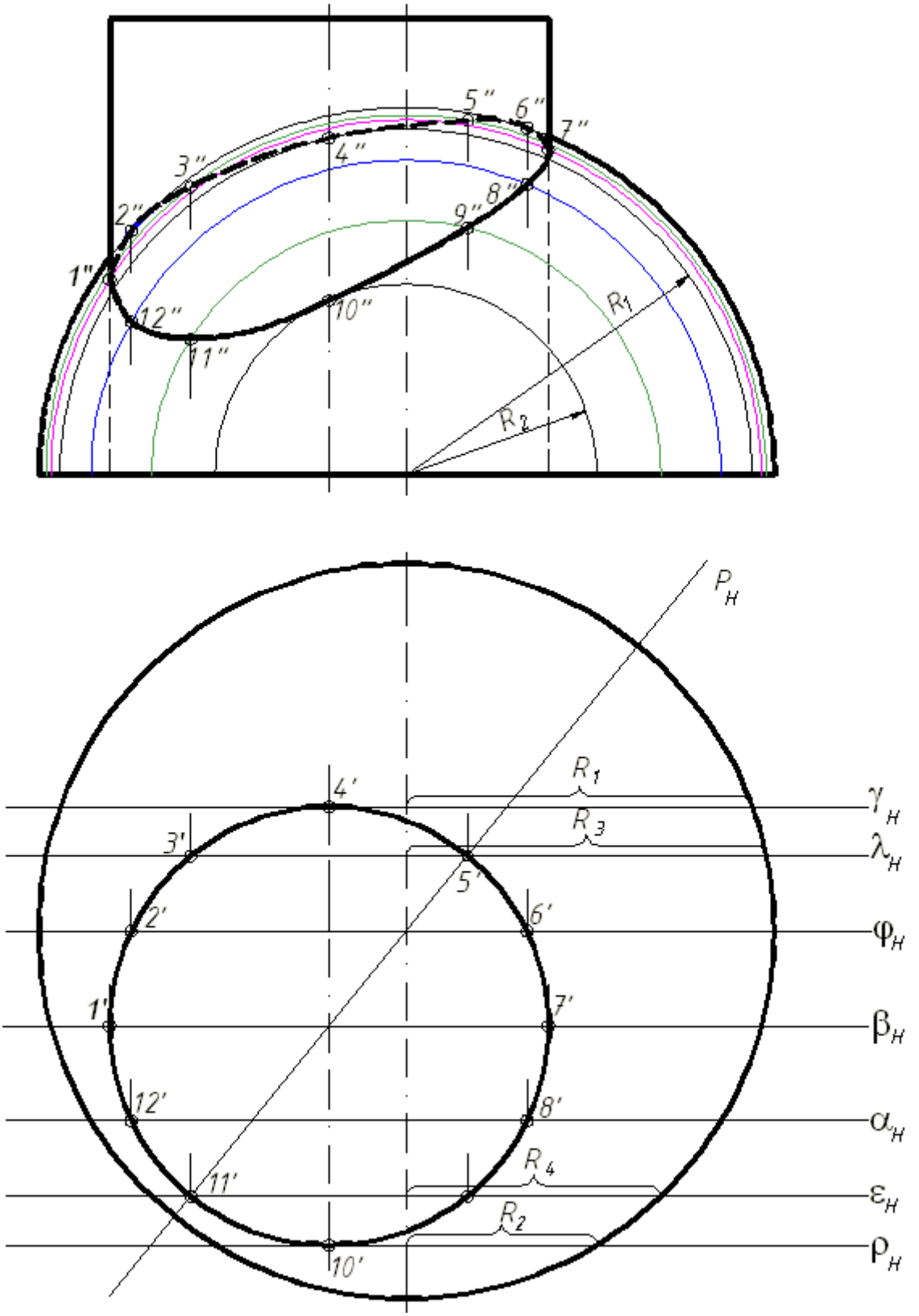


Рис. 2. Определение линии пересечения поверхностей вращения способом вспомогательных плоскостей

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНИИ ВЗАИМНОГО ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ СПОСОБОМ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СФЕР

Общая методика реализации способа вспомогательных сфер была рассмотрена в предыдущем разделе. При решении конкретной задачи этим способом необходимо определить пространственное положение центра каждой сферы. Каждая сфера должна быть расположена таким образом, чтобы она пересекала обе заданные поверхности по окружностям. Существуют две модификации способа вспомогательных сфер. В том случае, если оси вращения заданных поверхностей пересекаются между собой, для решения задачи следует применить концентрические сферы, т. е. сферы с единым центром. При этом центр сфер находится в точке пересечения осей вращения поверхностей. Известно, что если соосные поверхности вращения пересекаются, то линия их пересечения представляет собой окружность. Таким образом, если центр сферы находится в пересечении осей вращения поверхностей, то эта сфера будет соосна с обеими поверхностями и будет пересекать обе поверхности по окружностям. Если эти окружности пересекаются между собой, то точки их пересечения будут принадлежать обеим заданным поверхностям. Основной проблемой в этом случае является подбор таких вспомогательных сфер, которые пересекали бы обе поверхности, кроме того, непременным условием решения задачи является наличие общих точек полученных линий пересечения. На рис. 3. приведен конкретный пример применения концентрических сфер для решения задачи по определению линии пересечения поверхностей вращения с пересекающимися осями. Совершенно очевидно, что центр вспомогательных сфер находится в точке O, которая является точкой пересечения осей вращения поверхностей. Решение задачи следует начинать с определения диапазона изменения радиуса вспомогательных секущих сфер. Сфера максимального радиуса, как правило, проходит через точку пересечения очерковых образующих, в данном случае эта сфера проходит через точку 1 (рис. 3). Очерк фронтальной проекции сферы, таким образом, определяется проекцией $1''$. Сфера минимального радиуса обычно касательна к одной заданной поверхности и пресекает другую. В данном случае сфера минимального радиуса $R_{\min}$ касается поверхности конуса по окружности радиуса r_1 и пересекает поверхность цилиндра по окружности, фронтальная проекция которой представляет собой отрезок $A''B''$. Эта окружность, пересекаясь с окружностью радиуса r_1, дает две точки.

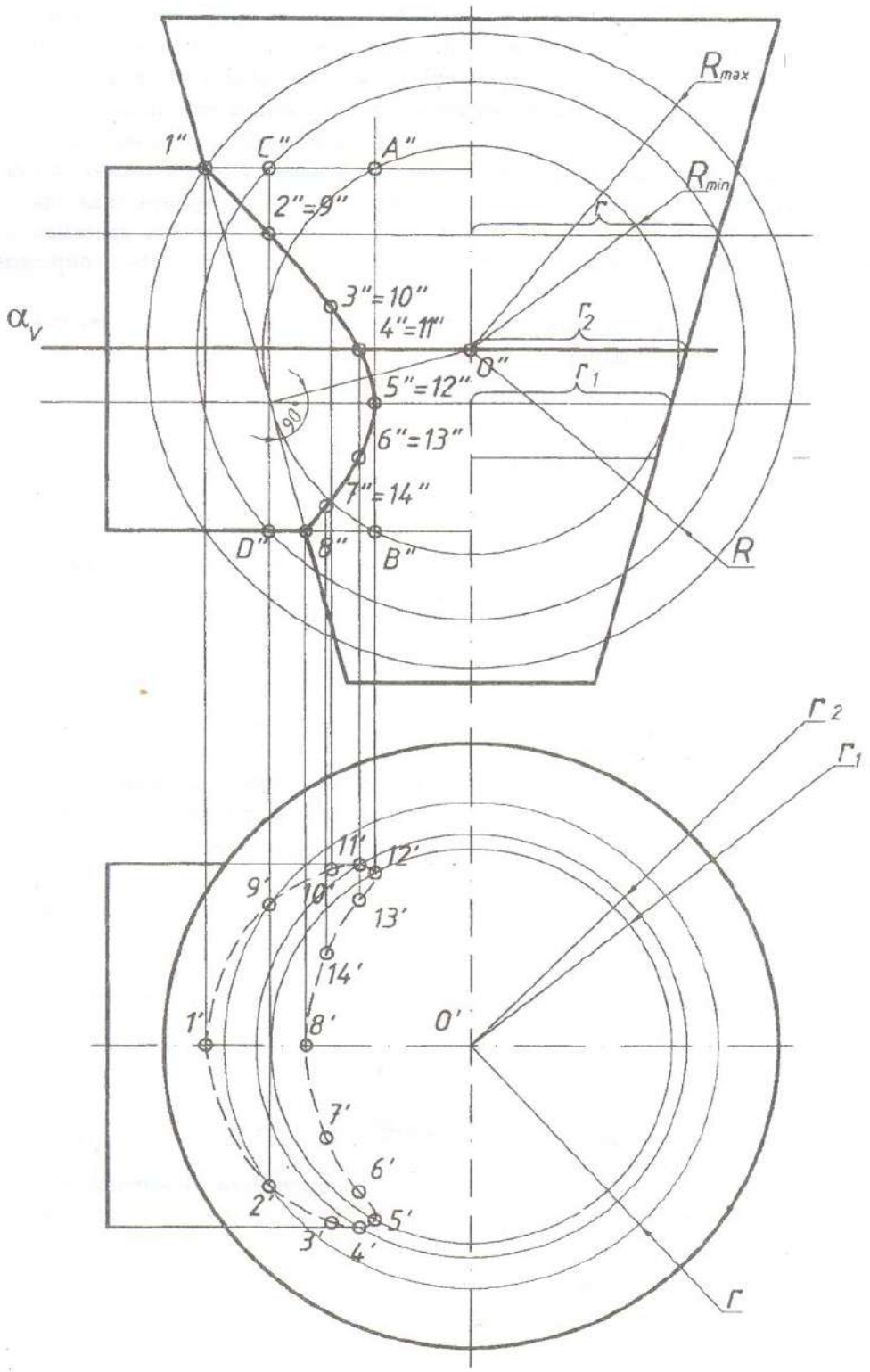


Рис. 3. Определение линии пересечения поверхностей вращения способом вспомогательных плоскостей

Фронтальные проекции этих точек на чертеже обозначены 5″ и 12″. Эти точки являются характерными, так как носят экстремальный характер. В данном случае они имеют минимальную координату *x*. Горизонтальные проекции 5′ и 12′ лежат на окружности радиуса r_1 и определены с помощью линии связи.

Определим остальные характерные точки. Фронтальные проекции точек 1 и 8 определены в пересечении очерков фронтальных проекций заданных поверхностей. Эти точки являются характерными, поскольку имеют экстремальные координаты *z*. Горизонтальные проекции этих точек лежат на оси, симметрии горизонтальной проекции данной композиции. Для определения точек, имеющих экстремальные координаты *y*, удобно воспользоваться горизонтальной плоскостью α, проходящей через ось заданного цилиндра.

Эта плоскость пересекает поверхность конуса по окружности радиуса r_2. Горизонтальная проекция этой окружности, пересекаясь с очерковыми линиями горизонтальной проекции цилиндра, дает горизонтальные проекции точек 4 и 11. Фронтальные проекции этих точек принадлежат α_v и построены с помощью линий связи. Для определения промежуточных точек зададим сферу радиуса *R* из условия $R_{max}>R>R_{min}$. Эта сфера пересечет поверхность конуса по окружности радиуса *r*. Фронтальная проекция окружности пересечения этой сферы с цилиндром обозначена *C″D″*. Фронтальная проекция окружности радиуса *r*, пересекаясь с *C″D″*, определит 2″и 9″. Горизонтальные проекции точек 2 и 9 определены по их принадлежности окружностям радиуса *r*. Точки 6 и 13 определены аналогично.

Определим видимость проекций линии пересечения. Совершенно очевидно, что линия взаимного пересечения заданных поверхностей симметрична относительно плоскости симметрии общей для обеих заданных поверхностей. Следовательно, видимая часть фронтальной проекции линии пересечения совпадает с её невидимой частью. Таким образом, фронтальная проекция линии выполняется сплошной основной. Что касается горизонтальной проекции линии пересечения, то можно утверждать, что вся она будет невидима, так как она находится ниже верхнего основания цилиндра.

На рис. 4 приведен пример определения линии пересечения с помощью эксцентрических сфер. Как и во всех предыдущих примерах, решение задачи следует начинать с определения характерных точек. В данном случае фронтальные проекции 1″, 2″ этих точек могут быть легко определены в пересечении очерков фронтальных проекций заданных поверхностей. Горизонтальные проекции этих точек (1′, 2′) лежат на осевой линии очерков горизонтальных проекций поверхностей.

Основной проблемой реализации способа эксцентрических сфер является методика определения центра сферы. В данном случае поверхность тора может быть представлена как множество окружностей, каждая из которых лежит в плоскости, проходящей через ось вращения поверхности. Совершенно очевидно, что окружности, необходимые для решения данной задачи, лежат в плоскостях, расположенных между плоскостями α и ω, проходящими через характерные точки 1″ и 2″.

Зададим в этом диапазоне вспомогательную секущую плоскость β, которая пересечет поверхность тора по окружности, проходящей через точки точки *A* и *B*. Центр этой окружности - точка *C*.

Представим себе, что через точку *C* проходит ось воображаемого цилиндра вращения, которая параллельна фронтальной плоскости проекций. Эта ось, пересекаясь с осью конуса, даст точку O_1. Из полученной точки O_1 задаем вспомогательную сферу радиуса R_1, которая проходит через окружность с центром *C*. В этом случае очерк фронтальной проекции сферы пройдет через *A″* и *B″*. Заданная сфера пересечет поверхность конуса по окружности радиуса r_1.

Эта окружность, пересекаясь с окружностью, лежащей на поверхности тора и имеющей в качестве центра точку *C*, даст две точки – 3 и 4. Фронтальные проекции этих точек лежат на *A″B″*. Горизонтальные проекции лежат на окружности радиуса r_1 с центром O_1'. Точки 5 и 6 определены с помощью вспомогательной плоскости γ и вспомогательной сферы радиуса R_2 с центром O_2'. Определим видимость проекций линии пересечения. Совершенно очевидно, что горизонтальная проекция этой линии видима, поскольку сама линии пересечения лежит на верхней половине тора. Что касается фронтальной проекции, то её видимая часть совпадает с невидимой частью, поэтому фронтальная проекция линии пересечения выполнена сплошной основной.

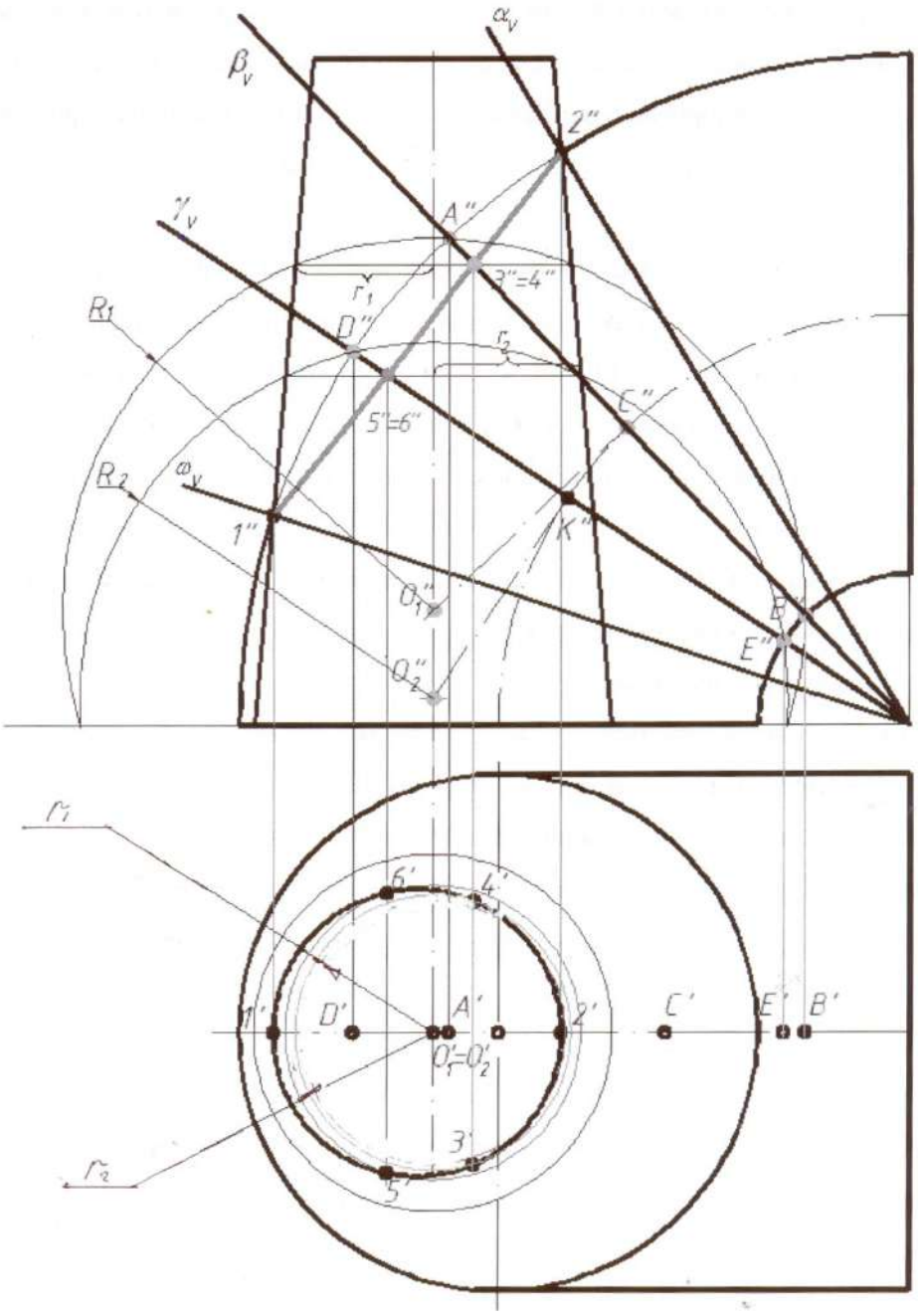


Рис. 4. Определение линии пересечения с помощью способа эксцентрических сфер

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ КРИВОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ПОВЕРХНОСТЬЮ МНОГОГРАННИКА

Решение задачи на определение пересечения кривой поверхности с гранной поверхностью в общем случае сводится к определению точек пересечения прямой с кривой поверхностью и линии пересечения плоскости с кривой поверхностью. Основным методом решения таких задач является метод вспомогательных секущих плоскостей. Методика реализации этого метода приведена в разделе «Основные понятия и определения». На рис. 5 показано построение проекций линии пересечения конуса вращения с поверхностью призмы. В результате сечения поверхности конуса призмой образуется ломаная кривая линия. Призматическая поверхность образована четырьмя фронтально-проецирующими плоскостями, фронтальные следы которых обозначены на чертеже P_V, T_V, S_V и Q_V. Вполне очевидно, что фронтальная проекция линии пересечения заданных плоскостей представляет собой прямоугольник, поскольку плоскости P_V, T_V, S_V и Q_V занимают фронтально-проецирующее положение. Построим горизонтальную проекцию линии пересечения. Для этого зададим вспомогательную секущую плоскость α, которая проходит через ребро призматической поверхности. Заданная плоскость пересечет поверхность конуса по окружности радиуса R_1. На этой окружности лежат точки 1, 11, 5 и 15. Для построения горизонтальных проекций этих точек, построим окружность радиуса R_1 с центром S'. Для определения $1'$, $11'$, $5'$ и $15'$ проведем вертикальные линии проекционной связи до пересечения с соответствующей окружностью радиуса R_1. Для построения проекций остальных точек зададим множество горизонтальных плоскостей, параллельных плоскости α. Последовательно соединив одноименные проекции определенных точек, получим проекции искомой линии пересечения.

Обратим внимание на то обстоятельство, что данная задача может быть решена также с помощью секущих плоскостей, проходящих через вершину конуса. В этом случае коническая поверхность будет пересекаться по прямым, проходящим через вершину конуса.

Общий алгоритм решения подобных задач такой же, как при решении задачи на построение линии пересечения поверхностей вращения.

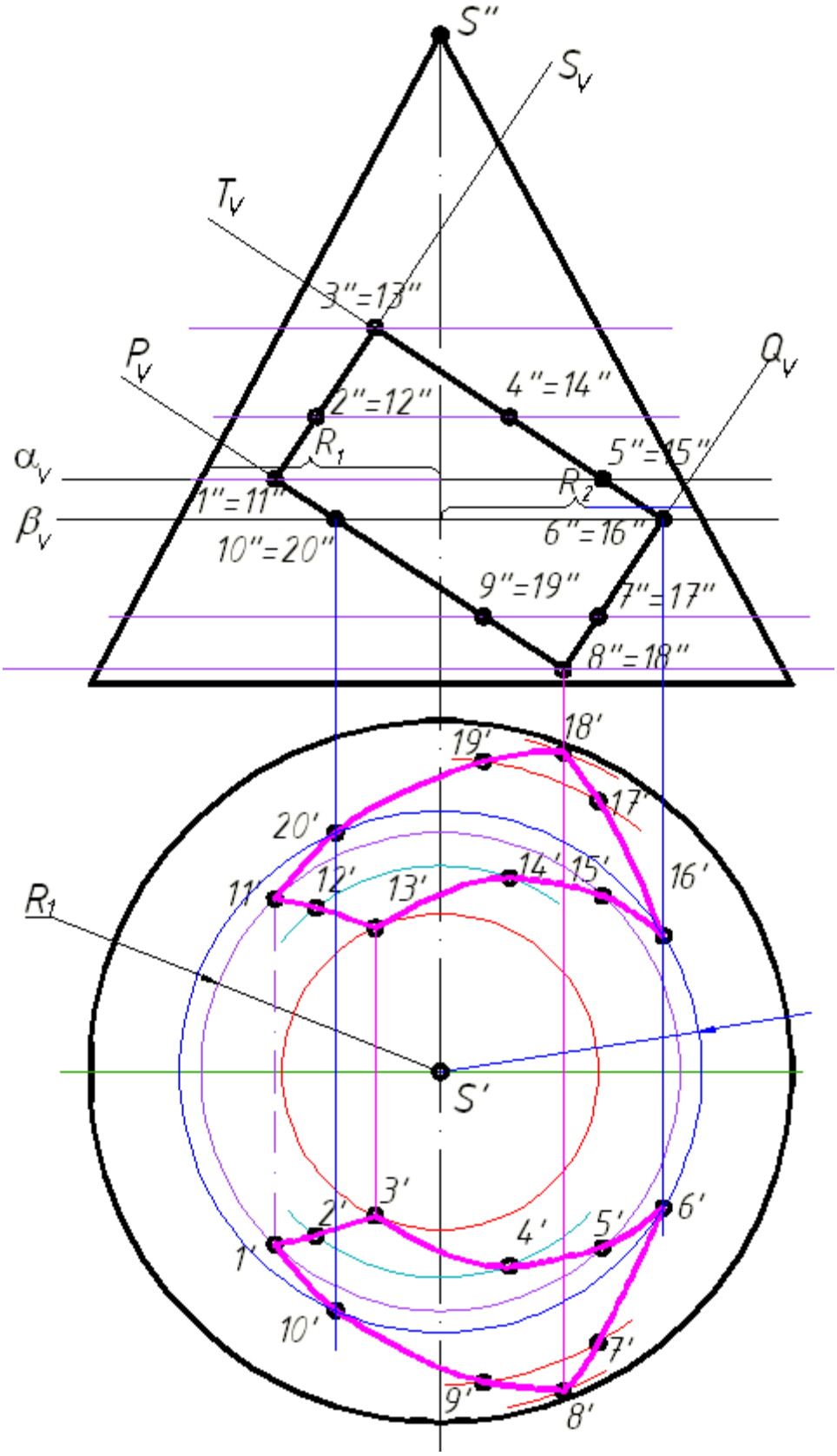


Рис. 5. Построение линии пересечения кривой и гранной поверхности

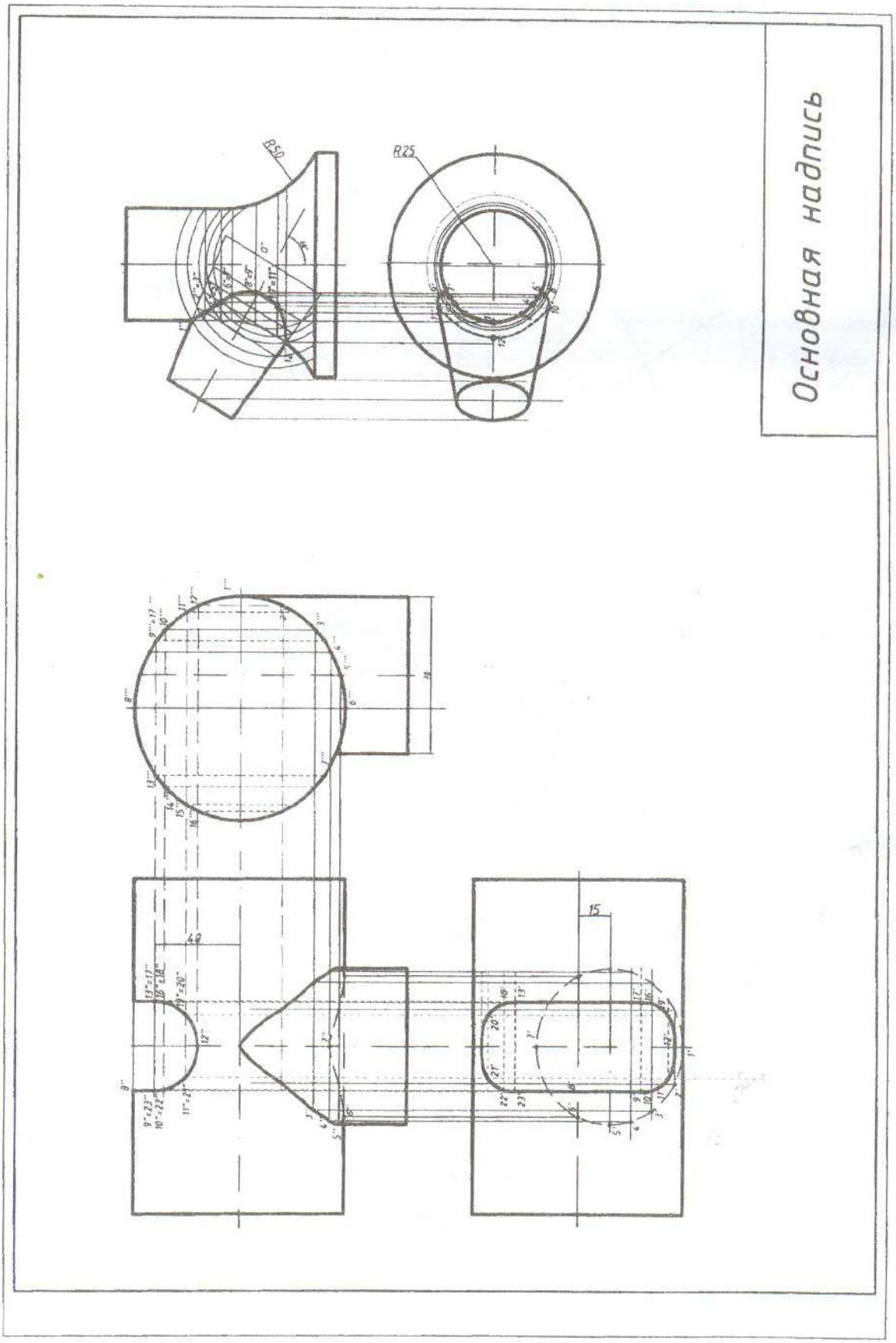


Рис. 6. Пример выполнения задания

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Гордон В. О., Семенцов-Огиевский М. А. Курс начертательной геометрии: учебное пособие для втузов – М.: Наука, 2007. –271 с.

Фролов С. А. Начертательная геометрия: учебник. – 3 изд. перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2008. -281 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

В. Н. Бабич, А. П. Фролов, Н. Б. Сиразутдинова

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

ЭПЮР № 2

Методические указания
по выполнению индивидуальной графической работы
«Эпюр № 2» по дисциплине «Начертательная геометрия,
инженерная и компьютерная графика»
для студентов всех направлений

ЕКАТЕРИНБУРГ
2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ 6

2. СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ 6

3. ПОСТРОЕНИЕ ИСХОДНОГО ЧЕРТЕЖА 6

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭПЮРА №2 8

4. ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКЦИЙ СЕЧЕНИЯ ПИРАМИДЫ ПЛОСКОСТЬЮ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТУРАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ СЕЧЕНИЯ 12

5. ПОСТРОЕНИЕ РАЗВЕРТКИ ПОВЕРХНОСТИ ПИРАМИДЫ 14

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 16

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания предназначены для оказания помощи студентам при выполнении самостоятельной графической работы «Эпюр № 2» по дисциплине «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика».

Работа содержит 50 вариантов индивидуальных заданий, а также методические указания по решению эпюра.

При выполнении данного эпюра студент закрепляет знания, полученные на лекциях и практических занятиях по теме «Преобразование проекций». В частности, основной задачей эпюра является определение сечения поверхности многогранника плоскостью общего положения. Эта задача решается с помощью способа замены плоскостей проекций.

Кроме того, при решении эпюра применяется способ плоскопараллельного перемещения. Этим способом определяется натуральная величина сечения. Важным элементом эпюра является задача на построение развертки поверхности многогранника. В данной разработке рекомендовано решать эту задачу путем определения натуральных величин ребер многогранника методом прямоугольного треугольника, однако, в зависимости от конкретных исходных данных возможно применение других методов.

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Работа выполняется в масштабе 1:1 на формате *A2* в карандаше. В случае необходимости, развертку поверхности многогранника допускается выполнять в масштабе 1:2, сопровождая ее соответствующей надписью. Проекции сечения поверхности многогранника плоскостью на всех проекциях заштриховать (направление штриховки и шаг штриховки одинаковый).

Оформление работы выполняется в соответствии с требованиями ЕСКД; основная надпись по форме 1.

2. СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

Дана пирамида *SABCD*. Основание пирамиды *ABCD* представляет собой ромб, сторона которого равна *a*; диагональ ромба параллельная плоскость *V* равна *d*; диагонали ромба пересекаются в точке *O*. Основание пирамиды принадлежит фронтально-проецирующей плоскости, которая наклонена к плоскости *H* под углом φ; P_x – точка схода следов плоскости *P* определяется координатой X_p. Исходные данные по заданию приведены в таблице.

Необходимо построить три проекции сечения поверхности пирамиды плоскостью α; определить натуральную величину сечения; построить развертку поверхности пирамиды с нанесением линии сечения.

Секущая плоскость α задается точками O, M, N. Координаты точки O даны в таблице с исходными данными, координаты точки M (170, 100, 100) и точки N (190, 50, 50).

3. ПОСТРОЕНИЕ ИСХОДНОГО ЧЕРТЕЖА

Для построения исходного чертежа (рис. 3.1) необходимо выбрать начало координат. Для того чтобы изображения располагались равномерно, рекомендуется выбрать начало координат *O* в центре листа. Зная координату X_p и угол

φ, строим следы плоскости *P*. Поскольку точка *O* принадлежит плоскости *P*, ее фронтальная проекция должна лежать на P_V, на удалении, равном Z_o от оси *X*. Горизонтальную проекцию точки *O* построим, проводя вертикальную линию связи и отложив по ней Y_o.

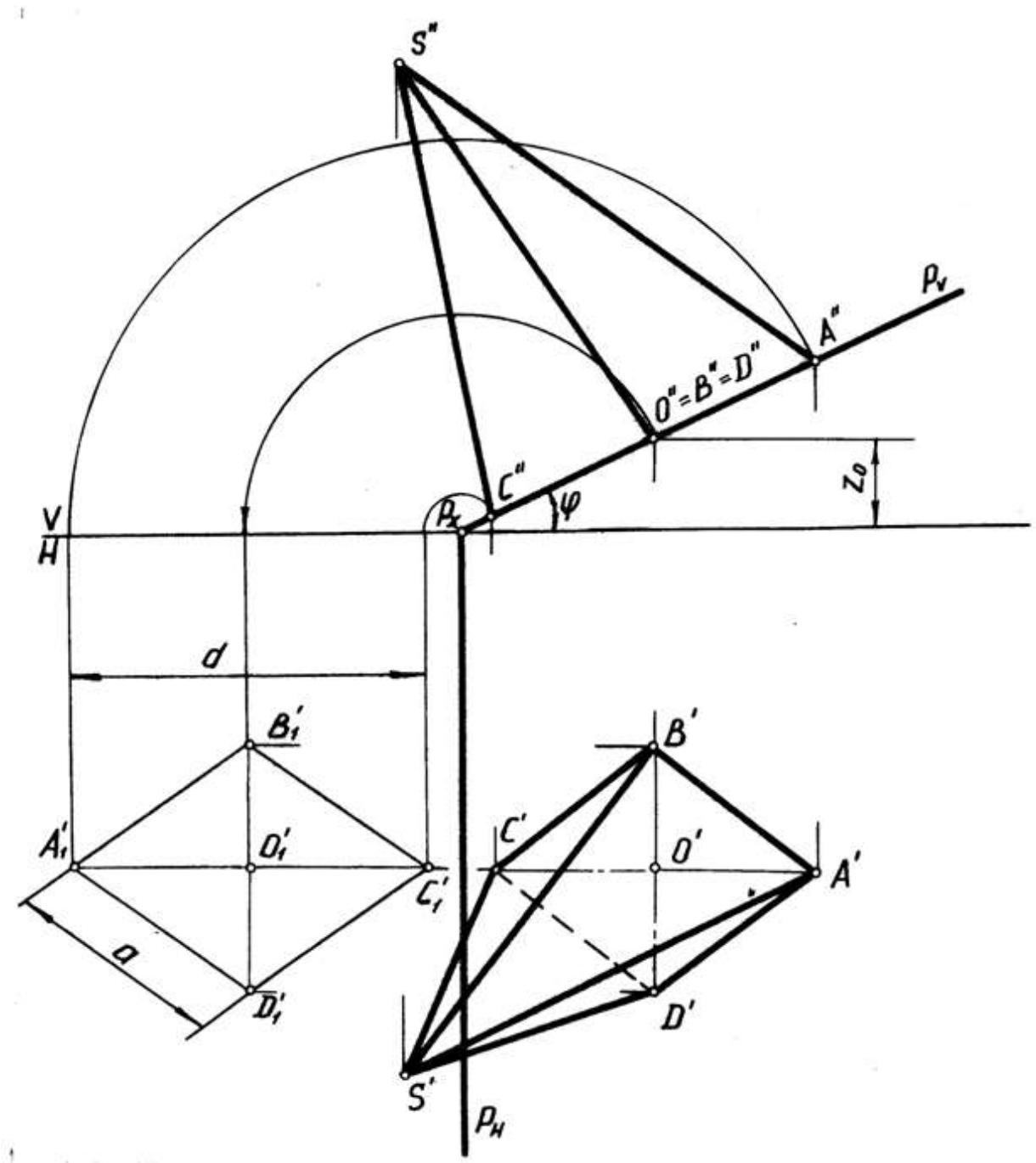


Рис. 3.1. Исходный чертеж

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭПЮРА №2

Таблица

Номер вар.	x_p	φ°	y_0	z_0	a	d	x_S	y_S	z_S
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	150	30	40	25	50	80	155	150	120
2	150	30	45	25	50	80	155	150	120
3	150	30	50	25	50	80	155	150	120
4	150	30	55	25	50	80	155	130	120
5	150	30	60	25	50	80	155	150	120
6	150	30	65	25	50	80	155	150	120
7	150	30	70	25	50	80	155	150	120
8	150	30	75	25	50	80	155	140	120
9	150	30	80	25	50	80	155	150	120
10	150	30	85	25	50	80	155	150	120
11	150	30	90	25	50	80	155	150	120
12	150	30	95	25	50	80	155	150	120
13	150	30	100	25	50	80	155	150	120
14	160	30	100	25	50	80	155	150	120
15	160	30	95	25	50	80	155	150	120
16	160	30	90	25	50	80	155	150	120
17	160	30	85	25	50	80	155	150	120
18	160	30	80	25	50	80	155	150	120
19	160	30	75	25	50	80	155	150	120
20	160	30	70	25	50	80	155	150	120
21	160	30	65	25	50	80	155	150	120
22	160	30	60	25	50	80	155	150	120
23	160	30	55	25	50	80	155	150	120

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
24	160	30	50	25	50	80	155	150	120
25	160	30	45	25	50	80	155	150	120
26	160	30	40	30	50	80	155	150	120
27	150	30	40	30	50	90	145	150	120
28	150	30	45	30	50	90	145	150	120
29	150	30	50	30	50	90	145	150	120
30	150	30	55	30	50	90	145	150	120
31	150	30	60	30	50	90	145	150	120
32	150	30	65	30	50	90	145	150	120
33	150	30	70	30	50	90	145	150	120
34	150	30	75	30	50	90	145	150	120
35	150	30	80	30	50	90	145	150	120
36	150	30	85	30	50	90	145	150	120
37	150	30	90	30	50	90	145	150	120
38	150	30	95	30	50	90	145	150	120
39	150	30	100	30	50	90	145	150	120
40	160	30	100	30	50	90	145	150	120
41	160	30	95	30	50	90	145	150	120
42	160	30	90	30	50	90	145	150	120
43	160	30	85	30	50	90	145	150	120
44	160	30	80	30	50	90	145	150	120
45	160	30	75	30	50	90	145	150	120
46	160	30	70	30	50	90	145	150	120
47	160	30	65	30	50	90	145	150	120
48	160	30	60	30	50	90	145	150	120
49	160	30	55	30	50	90	145	150	120
50	160	30	50	30	50	90	145	150	120

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
51	150	30	40	25	50	50	80	150	120
52	150	30	45	25	50	50	80	150	120
53	150	30	50	25	50	50	80	150	120
54	150	30	55	25	50	50	80	130	120
55	150	30	60	25	50	50	80	150	120
56	150	30	65	25	50	50	80	150	120
57	150	30	70	25	50	50	80	150	120
58	150	30	75	25	50	50	80	140	120
59	150	30	80	25	50	50	80	150	120
60	150	30	85	25	50	50	80	150	120
61	150	30	90	25	50	50	80	150	120
62	150	30	95	25	50	50	80	150	120
63	150	30	100	25	50	50	80	150	120
64	160	30	100	25	50	50	80	150	120
65	160	30	95	25	50	50	80	150	120
66	160	30	90	25	50	50	80	150	120
67	160	30	85	25	50	50	80	150	120
68	160	30	80	25	50	50	80	150	120
69	160	30	75	25	50	50	80	150	120
70	160	30	70	25	50	50	80	150	120
71	160	30	65	25	50	50	80	150	120
72	160	30	60	25	50	50	80	150	120
73	160	30	55	25	50	50	80	150	120

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
74	160	30	50	25	50	80	155	150	120
75	160	30	45	25	50	80	155	150	120
76	160	30	40	30	50	80	155	150	120
77	150	30	40	30	50	90	145	150	120
78	150	30	45	30	50	90	145	150	120
79	150	30	50	30	50	90	145	150	120
80	150	30	55	30	50	90	145	150	120
81	150	30	60	30	50	90	145	150	120
82	150	30	65	30	50	90	145	150	120
83	150	30	70	30	50	90	145	150	120
84	150	30	75	30	50	90	145	150	120
85	150	30	80	30	50	90	145	150	120
86	150	30	85	30	50	90	145	150	120
87	150	30	90	30	50	90	145	150	120
88	150	30	95	30	50	90	145	150	120
89	150	30	100	30	50	90	145	150	120
90	160	30	100	30	50	90	145	150	120
91	160	30	95	30	50	90	145	150	120
92	160	30	90	30	50	90	145	150	120
93	160	30	85	30	50	90	145	150	120
94	160	30	80	30	50	90	145	150	120
995	160	30	75	30	50	90	145	150	120
96	160	30	70	30	50	90	145	150	120
97	160	30	65	30	50	90	145	150	120
98	160	30	60	30	50	90	145	150	120
99	160	30	55	30	50	90	145	150	120
100	160	30	50	30	50	90	145	150	120

Для построения проекций основания пирамиды воспользуемся способом совмещения (см. рис. 3.1). Поскольку плоскость P занимает фронтально-проецирующее положение, то при ее совмещении с плоскостью H фронтальный след P_V совместится с осью X , и поэтому O_1'' (новая фронтальная проекция точки O) будет лежать на оси X. O_1' - новая горизонтальная проекция точки O построена в пересечении вертикальной линии связи траектории перемещения O', которая перпендикулярна P_H. Таким образом, плоскость P совмещена с плоскостью H, и, следовательно, новая горизонтальная проекция основания пирамиды будет равна его натуральной величине. Зная величину стороны a и одной диагонали основания d, строим его новую горизонтальную проекцию $A_1'B_1'C_1'D_1'$. Выполнив обратные преобразования, т. е. повернув плоскость P в исходное положение, построим фронтальную и горизонтальную проекции основания $ABCD$. Проекции вершины пирамиды S строим по известным координатам (таблица). Таким образом, построен исходный чертеж задания.

4. ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКЦИЙ СЕЧЕНИЯ ПИРАМИДЫ ПЛОСКОСТЬЮ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТУРАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ СЕЧЕНИЯ

Секущая плоскость α на рис. 4.1 задана прямой ℓ и точкой К.

Для определения сечения, в данном случае, удобно воспользоваться заменой плоскостей проекций. Замена должна производиться таким образом, чтобы плоскость α стала проецирующей по отношению к новой плоскости проекций V_1. Для этого необходимо задать горизонталь плоскости α. В данном случае горизонталь представляет собой отрезок КМ. Фронтальная проекция К″М″ горизонтали параллельна оси Х. Горизонтальная проекция К′М′ строится с помощью линий связи.

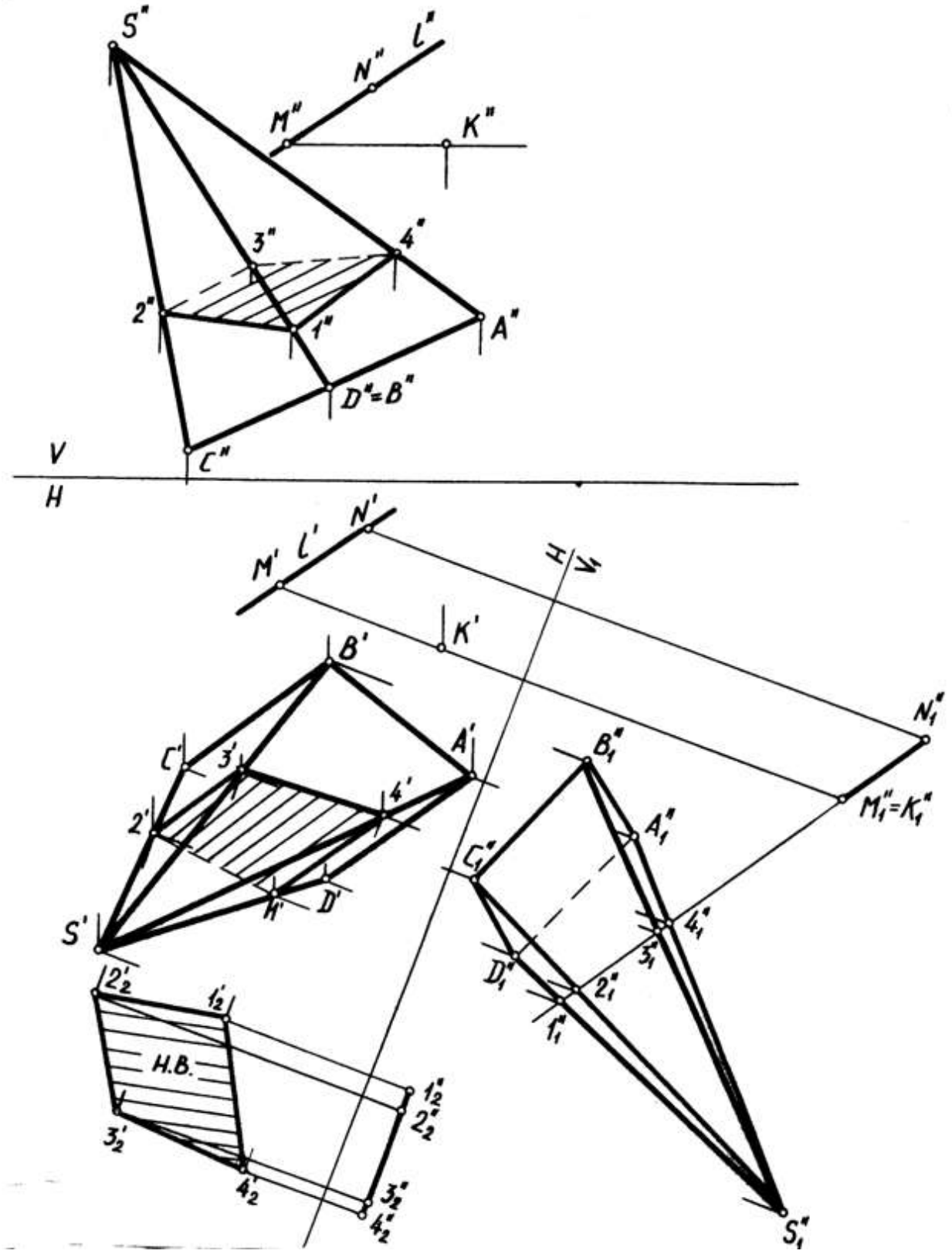


Рис. 4.1. Построение проекций сечения пирамиды плоскостью

Новую ось выбираем перпендикулярно К′М′. Проведя линии связи и отложив на них координаты Z точек К и М, получим новую проекцию горизонтали на плоскость V_1, которая представляет собой точку $M_1''=K_1''$. Для построения новой проекции плоскости α зададим произвольно точку N, принадлежащую плоскости α. Отложив координату Z на соответствующей линии связи, получим N_1''. Соединив N_1'' и $M_1''=K_1''$, получим новую проекцию плоскости α, которая является также новым следом плоскости и обозначается α_{v1}.

Для построения проекции пирамиды на плоскость V_1 проведем линии связи из горизонтальных проекций ее вершин перпендикулярно оси α_1 и отложим координаты Z вершин пирамиды, на них определяем A_1'', B_1'', C_1'', D_1'' и S_1''. Новая проекция α_{v1}, пересекая проекции ребер пирамиды, даст проекции точек сечения $1_1''$,$2_1''$,$3_1''$ и $4_1''$. Горизонтальные и фронтальные проекции этих точек построим с помощью линий связи.

Для определения натуральной величины сечения пирамиды плоскостью α выполним еще одно преобразование чертежа. В данном случае применим метод плоскопараллельного перемещения: проекцию сечения $1_1''2_1''3_1''4_1''$ перемещаем таким образом, чтобы она стала параллельной оси X_1; получена новая проекция $1_2''2_2''3_2''4_2''$; проведя линии связи из точек этой проекции и траектории перемещения горизонтальных проекций точек сечения, получим проекцию $1_2'2_2'3_2'4_2'$, которая равна натуральной величине сечения пирамиды плоскостью α.

5. ПОСТРОЕНИЕ РАЗВЕРТКИ ПОВЕРХНОСТИ ПИРАМИДЫ

Для построения развертки поверхности пирамиды необходимо определить натуральные величины всех ребер пирамиды. Натуральные величины ребер основания пирамиды известны и равны величине *a* (см. рис. 3.1). Для определения натуральных величин остальных ребер применим способ прямоугольного треугольника (см. рис. 5.1). Определим натуральную величину ребра *SA*. Для этого построим прямоугольный треугольник, одним катетом которого яв-

ляется $S''A''$, а вторым катетом - разность координат Y точек A и S (ΔY). Гипотенуза полученного треугольника равна н. в. ребра AS. Определив н. в. ребра BS аналогично и зная, что $|AD|=a$, строим натуральную величину грани развертки пирамиды $S_0A_0D_0$. Натуральные величины остальных боковых ребер определим также с помощью способа прямоугольного треугольника. К первой грани развертки $S_0A_0D_0$ последовательно пристраиваем остальные боковые грани и основание. Для построения линии сечения на развертке необходимо определить натуральные величины отрезков боковых ребер $A4$, $B3$, $C2$, $D1$. Эти величины удобно в данном случае определить, основываясь на теореме о пропорциональном делении отрезка. Действительно,

$$\frac{S''A''}{4''A''} = \frac{S''A_1''}{4_1''A_1''}, \qquad 4_1''A'' = |A4|.$$

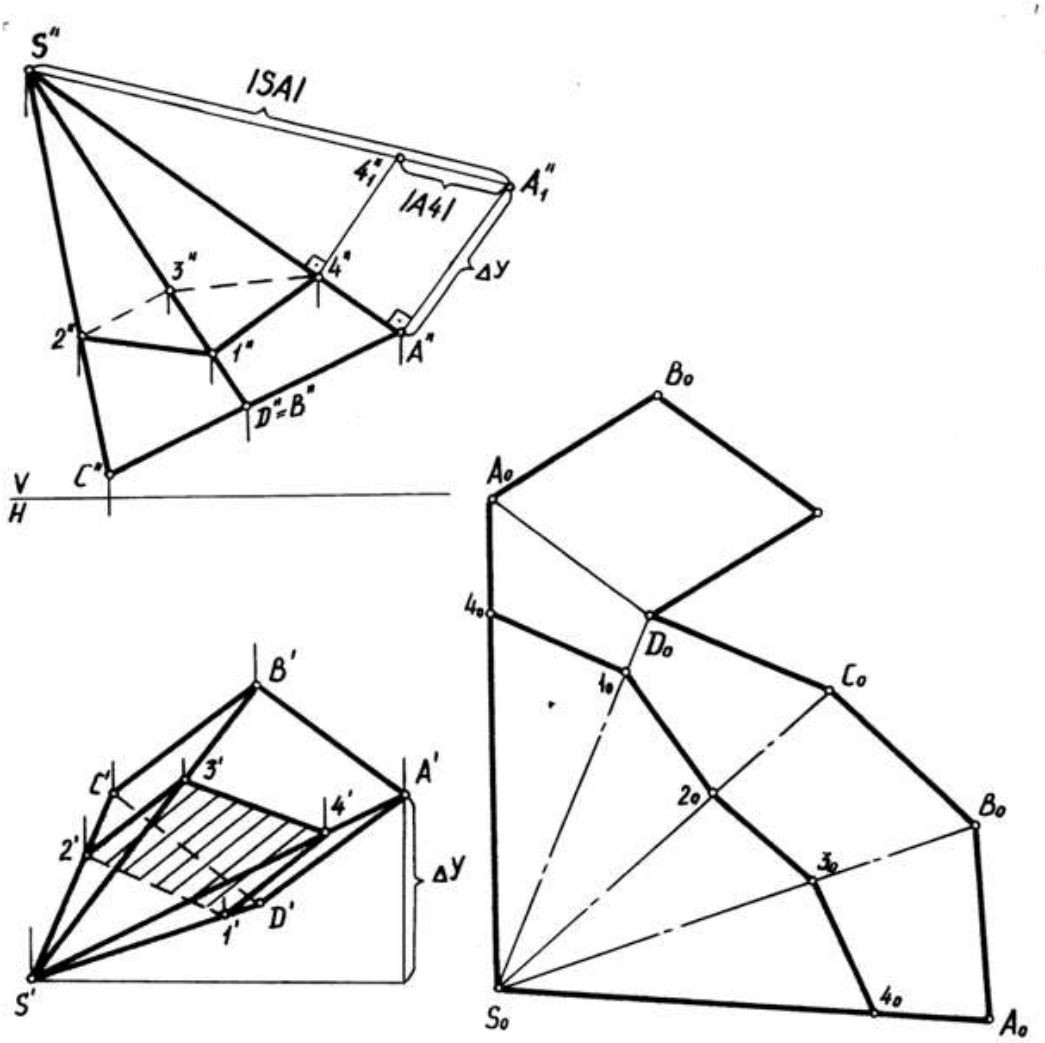


Рис. 5.1. Построение развертки поверхности пирамиды

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Гордон В. О., Семенцов-Огиевский М. А. Курс начертательной геометрии: учебное пособие для втузов – М.: Наука, 2007. 271 с.

Фролов С. А. Начертательная геометрия: учебник. С. А. Фролов. – 3 изд., перераб. и доп. М.: ИНФРА – М, 2008. 281с.

Дополнительная литература:

Дровосеков А. И. Методические указания по выполнению домашней графической работы «Эпюр № 2» для студентов горных и горно-механических специальностей. – Свердловск: Издание СГИ, 1985. 39 с.

С.К. БОГОЛЮБОВ

ЧТЕНИЕ И ДЕТАЛИРОВАНИЕ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Альбом

Издательство «Машиностроение»

С. К. БОГОЛЮБОВ
Засл. учитель школы РСФСР

ЧТЕНИЕ И ДЕТАЛИРОВАНИЕ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Альбом

ВТОРОЕ ИЗДАНИЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

Допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР в качестве учебного пособия для учащихся машиностроительных техникумов

Долгопрудненский авиационный техникум
Электронная библиотека
Козловский Александр Юрьевич
141700 Россия Московская обл.
г. Долгопрудный, ул. Собина, 1
Phone: 8(495)4084593 8(495)4083199
Email: dat_lib@mail.ru
Site: gosdat.ru

МОСКВА «МАШИНОСТРОЕНИЕ» 1986

100560

ББК 30.11я72
Б74
УДК 741/744.4 (075) (084)

Рецензент: преподаватель Б. И. БОРЩЕВСКИЙ

Боголюбов С. К.

Б74 Чтение и деталирование сборочных чертежей. Альбом. Учебн. пособие для учащихся машиностроительных техникумов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1986. — 84 с., ил.

(В обл.): 2 р. 20 к.

Второе издание (1-е изд. 1978 г.) содержит индивидуальные задания, сгруппированные по сложности для 1-го и 2-го деталирования. Даны методические указания, примеры выполнения чертежей и краткое описание назначения и устройства изделий.

Б $\frac{2104000000\text{-}156}{038\ (01)\text{-}86}$ 156-86 ББК 30.11я72
607

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Сергей Константинович БОГОЛЮБОВ

ЧТЕНИЕ И ДЕТАЛИРОВАНИЕ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Альбом

Редакторы *В. А. Артюхин* и *А. Г. Лапкин*
Художественный редактор *С. С. Водчиц*
Обложка художника *С. Н. Орлова*
Технические редакторы: *Т. И. Андреева, Н. В. Тимофеенко*
Корректор *И. М. Борейша*

ИБ № 4530

Сдано в набор 28.06.85. Подписано в печать 03.07.86. Формат 60×90¹/₈. Бумага офсетная № 2. Гарнитура литературная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 21,0. Усл. кр.-отт. 21,5. Уч.-изд. л. 24,8. Тираж 30 000 экз. Заказ № 18. Цена 2 р. 20 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Машиностроение», 107076, Москва, Стромынский пер., 4.

Ленинградская типография № 6 ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 193144, г. Ленинград, ул. Моисеенко, 10.

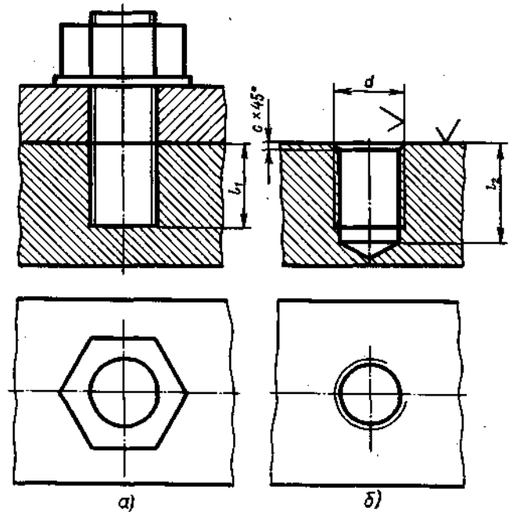
© Издательство «Машиностроение», 1978г.
© Издательство «Машиностроение», 1986 г., с изменениями

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В процессе изучения курса «Черчение» учащиеся техникумов выполняют деталирование сборочного чертежа.

Сборочные чертежи, предназначенные для учебных целей, в соответствии с приказом Министерства высшего и среднего специального образования СССР № 634 от 17 сентября 1970 г., согласованного с Государственным комитетом СССР по стандартам, имеют некоторые особенности и отступления от требований Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

При выполнении чертежей деталей учащиеся должны уметь применять те знания, которые получили на уроках черчения. Например, при чтении сборочного чертежа должны хорошо знать ГОСТ 2.109—73 на упрощения и условности. Сборочный чертеж выполняется, как правило, с упрощениями. На сборочных чертежах допускается не показывать фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, галтели, зазоры между стержнем и отверстием. По ГОСТ 2.315—68 соединения болтом, винтом и шпилькой изображаются упрощенно. В этом случае резьба показывается по всей длине стержня, а на виде, перпендикулярном торцу стержня болта, резьба и шайба не изображаются (рис. 1, *а*).



При выполнении по сборочным чертежам чертежей деталей эти упрощения не применяются, т. е. необходимо изображать все фаски, галтели и скругления; отверстие под шпильку изображать с коническим углублением. Размер глубины резьбового отверстия под шпильку l_3 (см. рис. 1, *а* и *б*) можно примерно определить по формуле $l_3 = l_1 + 0{,}5d$.

Необходимо использовать ГОСТы, относящиеся к выполнению чертежей деталей, в частности ГОСТ 2.305—68.

Для выполнения деталирования сборочного чертежа (см. пример на с. 84) необходимо:

1. Внимательно разобраться в сборочном чертеже. При этом чтение чертежа следует начинать с основной надписи и спецификации, т. е. сначала надо ознакомиться с названием, количеством и материалом деталей, затем по позициям найти на всех изображениях сборочного чертежа каждую деталь, стараясь представить в общих чертах ее форму.

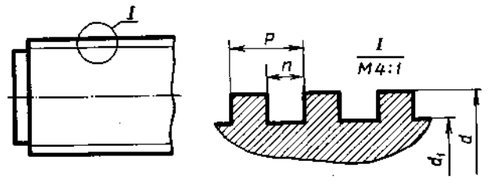


Рис. 2

2. Ознакомиться с устройством и взаимодействием частей сборочной единицы.

3. Обратить внимание на способы соединения отдельных деталей между собой.

4. Выявить необходимое (наименьшее) количество видов для изображения каждой детали, чтобы по этим видам можно было определить форму и размеры деталей.

Например, для втулки поз. *5* (см. с. 83 черт. МЧ00.81.00.00. СБ) достаточно одного изображения (см. с. 84 черт. МЧ00.81.00.05), для правого полувкладыша поз. *4* необходимо два изображения (см. черт. МЧ00.81.00.04), для левого полувкладыша поз. *3* — два изображения (см. черт. МЧ00.81.00.03), для стержня поз. *1* и крышки поз. *2* — по четыре изображения (см. черт. МЧ00.81.00.01 и МЧ00.81.00.02).

Если деталь на сборочном чертеже (см. черт. МЧ00.81.00.00.СБ) находится в положении как, например, деталь поз. *2*, то для более удачного использования поля чертежа и для облегчения чтения чертежа нужно виды этой детали расположить, как показано на черт. МЧ00.81.00.02.

Отверстия под винты в деталях поз. *1*, *5* и под штифт в деталях поз. *1*, *4* на чертежах деталей (см. черт. МЧ00.81.00.01, МЧ00.81.00.04 и МЧ00.81.00.05) не изображаются, так как эти отверстия выполняются при сборке изделия.

5. Выбрать для каждого чертежа детали масштаб по ГОСТ 2.302—68.

6. Размеры деталей при учебном деталировании следует определять по сборочному чертежу измерителем и линейкой с учетом масштаба, указанного в основной надписи сборочного чертежа.

На выполненных чертежах деталей нанести обозначения шероховатости поверхностей и все размеры.

При нанесении размеров необходимо знать, в каких случаях указывают размеры радиусов и в каких размеры диаметров (см. черт. МЧ00.81.00.02 — крышка).

При учебном деталировании размеры резьбы детали определяют по наружному диаметру резьбы, взятому со сборочного чертежа, и округляют до ближайшего стандартного размера по ГОСТу. Резьба в основном везде метрическая с мелким или крупным шагом (шаг резьбы определяет учащийся ориентировочно с помощью преподавателя).

На учебных чертежах метрическая резьба обозначается упрощенно, т. е. без указания отклонений.

Размеры нестандартной прямоугольной резьбы можно подобрать ориентировочно по табл. 1 (рис. 2), предназначенной лишь для учебных целей.

Таблица 1

Размеры, мм

d	d_1	*P*	*n*	*d*	d_1	*P*	*n*
18	14	4	2	32	26	6	3
20	16	4	2	36	28	8	4
22	16	6	3	40	32	8	4
24	18	6	3	44	36	8	4
26	18	8	4	48	40	8	4
28	20	8	4	50	40	10	5
30	22	8	4				

01. КЛАПАН ПЕРЕПУСКНОЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.01.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.01.00.01	Корпус	1	
А4		*2*	МЧ00.01.00.02	Крышка	1	
А3		*3*	МЧ00.01.00.03	Колпак	1	
А3		*4*	МЧ00.01.00.04	Клапан	1	
А3		*5*	МЧ00.01.00.05	Тарелка	1	
А3		*6*	МЧ00.01.00.06	Пружина	1	
А3		*7*	МЧ00.01.00.07	Винт М16	1	
		8		**Стандартные изделия**	4	
				Болт М10×40.58		
		9		ГОСТ 7798—70	4	
				Гайка М10.5		
		10		ГОСТ 5915—70	1	
				Гайка М16.5		
				ГОСТ 5915—70		

Клапан перепускной устанавливается на трубопроводах и служит для перепуска избытка жидкого топлива в запасной бак. Если давление в связи с избытком топлива повышается, то клапан поз. *4* поднимается и излишек топлива отводится через отверстие детали поз. *1* в сливной бак.

Работу клапана регулируют винтом поз. *7*, изменяя степень сжатия пружины поз. *6*. Для предохранения регулирующей системы от возможных повреждений сверху устанавливается колпак поз. *3*.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *6*.

Материал деталей поз. *1*, *2*, *3* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *4*, *5* — Бр05Ц5С5 ГОСТ 613—79, детали поз. *6* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74, детали поз. *7* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Сколько отверстий под болты и сколько под шпильки имеет деталь поз. *1*?
2. Покажите контур детали поз. *1* на виде слева.
3. Имеется ли на чертеже изображение сечения?

МЧ00.01.00.00.СБ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	МЧ00.01.00.00.СБ			
Проект.					Клапан перепускной	Лит.	Масса	Масштаб
Консульт.					Сборочный чертеж	У		1:2
Чертил						Лист	Листов 1	
Принял								

02. ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ПОДАЧИ ТОПЛИВА

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.02.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.02.00.01	Корпус	1	
А3		*2*	МЧ00.02.00.02	Штуцер	1	
А3		*3*	МЧ00.02.00.03	Седло	1	
А3		*4*	МЧ00.02.00.04	Игла	1	
А4		*5*	МЧ00.02.00.05	Клапан	1	
А4		*6*	МЧ00.02.00.06	Втулка	1	
А4		*7*	МЧ00.02.00.07	Крышка	1	
А4		*8*	МЧ00.02.00.08	Шайба	1	
А4		*9*	МЧ00.02.00.09	Шайба	1	
А4		*10*	МЧ00.02.00.10	Шайба	1	
А4		*11*	МЧ00.02.00.11	Шайба уплотнительная	1	
А4		*12*	МЧ00.02.00.12	Пружина	1	
А4		*13*	МЧ00.02.00.13	Маховичок	1	
А4		*14*	МЧ00.02.00.14	Кольцо	1	
				Стандартные изделия		
		15		Гайка М8.5 ГОСТ 5915—70	1	

Выключатель служит для проверки подачи топлива в цилиндры дизеля. Это приспособление устанавливают между секцией топливного насоса и форсункой.

Для включения подачи топлива вращают маховичок поз. *13*. Игла поз. *4*, действуя на клапан поз. *5*, сжимает пружину поз. *12*, при этом топливо проходит через отверстия деталей поз. *6*, *3*, *2* и через нижнее резьбовое отверстие корпуса поз. *1* выходит наружу и собирается в мерный стакан (на чертеже не показан). Расход топлива, подаваемого поочередно в цилиндры дизеля, измеряют с помощью специальных устройств (на чертеже не показаны).

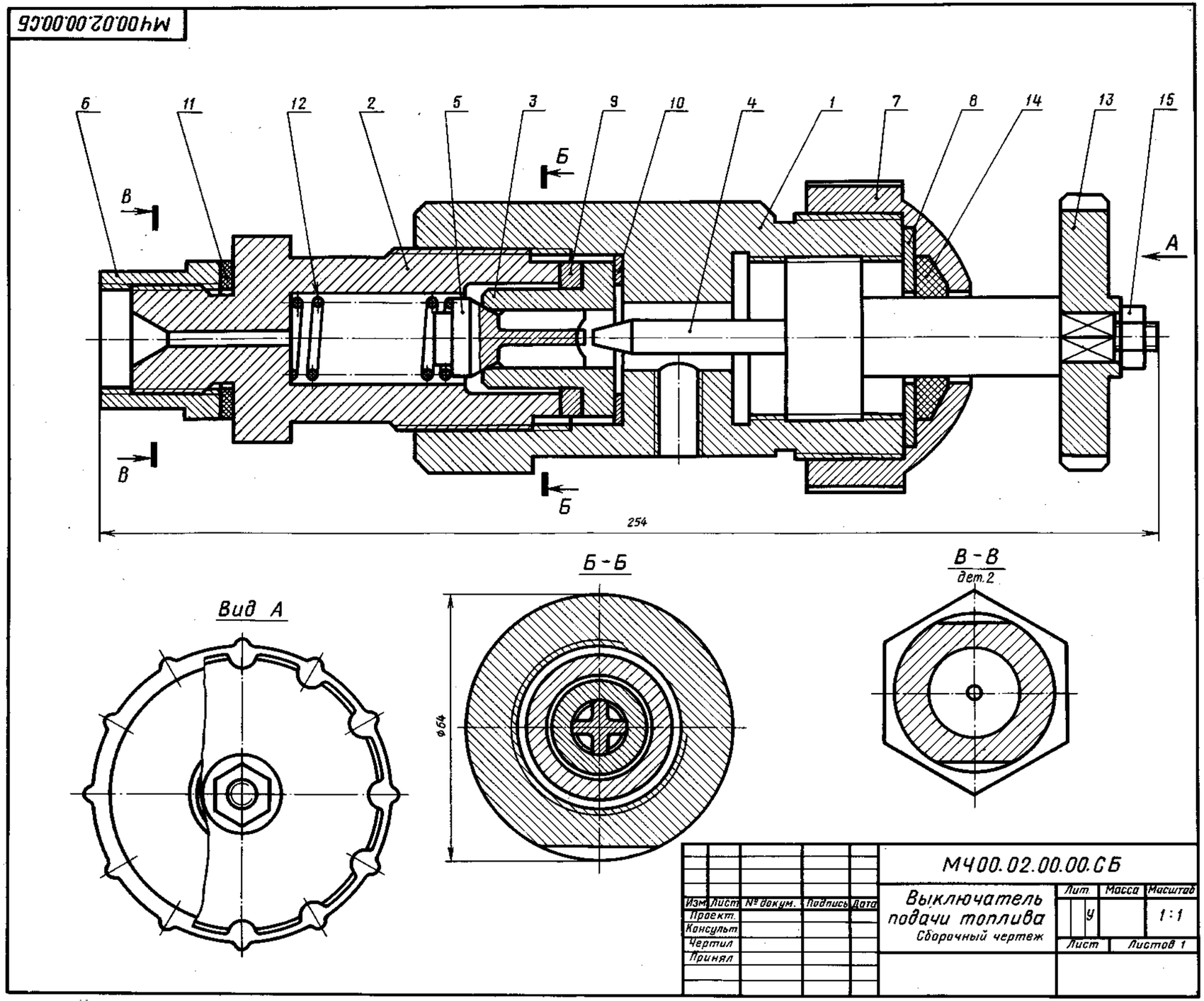
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *5*, *7*, *12*, *13*. Деталь поз. *1* или поз. *2* изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. *1* ... *4*, *6*, *8* ... *10* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, деталей поз. *5*, *7* и *13* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, детали поз. *12* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74, детали поз. *11* — кожа.

Ответьте на вопросы:

1. Назовите все детали, изображенные на разрезе *Б—Б*.
2. Покажите контур детали поз. *2*.
3. Можно ли назвать изображение *Б—Б* сечением?



03. КРАН СЛИВНОЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.03.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.03.00.01	Корпус	1	
А3		*2*	МЧ00.03.00.02	Пробка	1	
А3		*3*	МЧ00.03.00.03	Крышка	1	
А3		*4*	МЧ00.03.00.04	Рукоятка	1	
А4		*5*	МЧ00.03.00.05	Втулка	1	
А4		*6*	МЧ00.03.00.06	Колено	1	
				Материалы		
		7		Картон А1 ГОСТ 9374—74	1	

Сливной кран монтируется на конце трубопровода и служит для слива жидкости. При сливе рукоятку поз. *4* устанавливают вдоль трубопровода, для прекращения слива — поперек. Чтобы обеспечить герметичность, конус пробки поз. *2* притирается к внутренней стенке корпуса поз. *1*.

Крышка поз. *3* и втулка поз. *5* обеспечивают необходимую плотность прилегания пробки поз. *2* к внутренней поверхности корпуса поз. *1*.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *6*.

Материал деталей поз. *1*, *2*, *5*, *6* — БрА9Мц2Л ГОСТ 493—79, деталей поз. *3*, *4* — Ст 5 ГОСТ 380—71.

Ответьте на вопросы:

1. Покажите на виде слева форму отверстия детали поз. *2*.
2. Имеется ли на чертеже изображение сечения?
3. Покажите контур детали поз. *4*.

Долгопрудненский авиационный техникум
Электронная библиотека
Козловский Александр Юрьевич
141702 Россия Московская обл.
г. Долгопрудный, пл. Собина, 1
Phone: 8(495)4084583 8(495)4083109
Email: dat_te@mail.ru
Site: gosdat.ru

2-е деталирование

04. ЗАЖИМ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.04.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.04.00.01	Зажим	1	
А3		*2*	МЧ00.04.00.02	Винт	1	
А3		*3*	МЧ00.04.00.03	Плита	1	
А3		*4*	МЧ00.04.00.04	Корпус	1	
А4		*5*	МЧ00.04.00.05	Гайка	1	
А3		*6*	МЧ00.04.00.06	Цилиндр	1	
А4		*7*	МЧ00.04.00.07	Крышка	1	
А3		*8*	МЧ00.04.00.08	Крышка	1	
А4		*9*	МЧ00.04.00.09	Пластина	1	
А4		*10*	МЧ00.04.00.10	Втулка	1	
А3		*11*	МЧ00.04.00.11	Поршень	1	
А4		*12*	МЧ00.04.00.12	Болт М16	4	
А4		*13*	МЧ00.04.00.13	Пробка	1	
А4		*14*	МЧ00.04.00.14	Пружина	1	
				Стандартные изделия		
		15		Винт А.М16×30.58 ГОСТ 1491—80	2	
		16		Гайка М16.5 ГОСТ 5915—70	4	
		17		Кольцо 028-033-30 ГОСТ 9833—73	1	
		18		Кольцо 055-060-30 ГОСТ 9833—73	2	
		19		Кольцо СГ 28-17-3 ГОСТ 6418—81	1	
		20		Штифт 4л8×25 ГОСТ 3128—70	1	
		21		Шайба 16.01.019 ГОСТ 11371—78	4	

Гидравлический зажим одностороннего действия предназначен для закрепления обрабатываемой детали.

Зажим устанавливают в поперечный паз стола станка при помощи нижнего выступа плиты поз. *3* и закрепляют четырьмя болтами поз. *12*. Зажим устанавливают в одно из трех фиксируемых положений (верхний выступ в плите поз. *3* соответственно входит в одну из трех канавок в корпусе поз. *4*) перпендикулярно станочным пазам, что обеспечивает его неподвижность при большом зажимном усилии.

В корпусе поз. *4* расположен зажим поз. *1*, соединенный с винтом поз. *2* и поршнем поз. *11* гидроцилиндра. К резьбовому отверстию крышки поз. *7* присоединяют гибкий шланг системы. Под давлением масла поршень перемещается влево, действуя на зажим поз. *1*, который закрепляет обрабатываемую деталь. В исходное положение зажим возвращает пружина поз. *14*. Уплотнительные кольца поз. *17*, *18*, *19* обеспечивают герметичность гидроцилиндра.

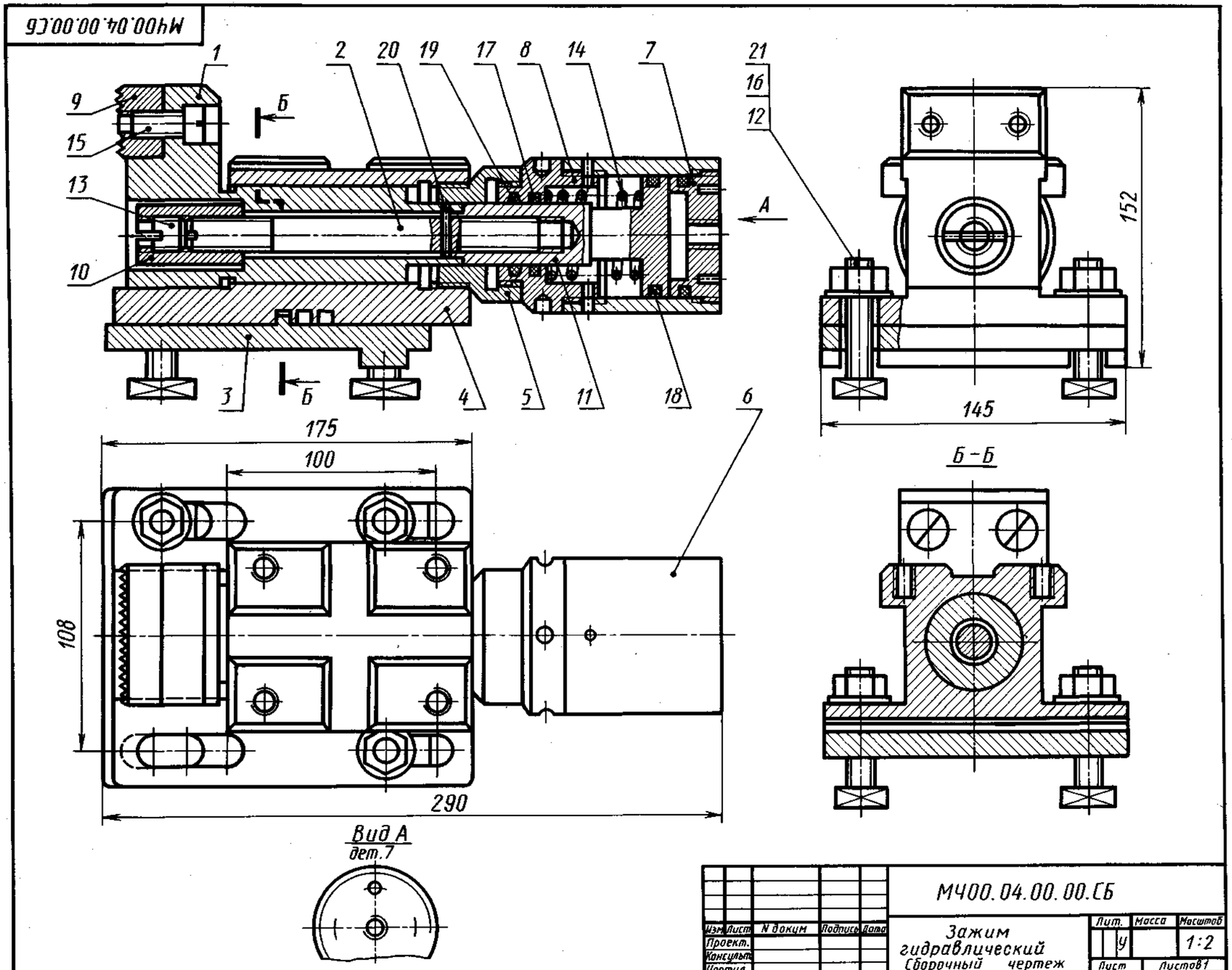
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *8*, *11*. Деталь поз. *1* или поз. *4* изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. *1*, *3* ... *9*, *11* — отливка 15Л-1 ГОСТ 977—75, деталей поз. *2*, *10*, *12*, *13* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, детали поз. *14* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Покажите контур детали поз. *4*.
2. Сколько отверстий в деталях поз. 7 и поз. 8?
3. Какие детали видно на виде сверху?



05. КЛАПАН ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A2			МЧ00.05.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		*1*	МЧ00.05.00.01	Корпус	1	
A3		*2*	МЧ00.05.00.02	Седло	1	
A4		*3*	МЧ00.05.00.03	Гайка	1	
A4		*4*	МЧ00.05.00.04	Винт	1	
A4		*5*	МЧ00.05.00.05	Опора	1	
A4		*6*	МЧ00.05.00.06	Клапан	1	
A4		*7*	МЧ00.05.00.07	Пружина	1	
				Стандартные изделия		
		8		Гайка М24.5 ГОСТ 5915—70	1	

Предохранительный клапан устанавливают в трубопроводах, системах управления и регулирования для сбрасывания избыточного давления жидкостей или пара. Клапан регулируют на определенное давление винтом поз. *4*, который фиксируется гайкой поз. *8*.

При увеличении давления выше нормы жидкость или пар давят на клапан поз. *6*, который, сжимая пружину поз. *7*, перемещается вправо. При этом жидкость или пар выходят через отверстия клапана и корпуса поз. *1*.

При падении давления жидкости или пара пружина перемещает клапан в исходное положение. Для обеспечения хорошей герметичности поверхность клапана притирается к седлу поз. *2*.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *7*.

Материал деталей поз. *2*, *3* — Отливка 15Л-1 ГОСТ 977—75, деталей поз. *7* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74, детали поз. *1* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *4* ... *6* — Ст5 ГОСТ 380—71.

Ответьте на вопросы:

1. **На каких изображениях видна деталь поз. *7*?**
2. **Какое назначение детали поз. *4*?**
3. **Сколько отверстий в детали поз. *6*?**

06. ПРИЖИМ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.06.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.06.00.01	Корпус	1	
А3		*2*	МЧ00.06.00.02	Цилиндр	1	
А3		*3*	МЧ00.06.00.03	Стакан	1	
А4		*4*	МЧ00.06.00.04	Поршень	1	
А4		*5*	МЧ00.06.00.05	Крышка	1	
А4		*6*	МЧ00.06.00.06	Полукольцо	1	
А3		*7*	МЧ00.06.00.07	Кулачок	1	
		8	МЧ00.06.00.08	Прокладка	1	
				Стандартные изделия		
		9		Винт А.М8×20.58 ГОСТ 1491—80	6	
		10		Винт 2М8×25.58 ГОСТ 1491—80	6	
		11		Винт 2М16×70.58 ГОСТ 1491—80	1	
		12		Кольцо 032-037-30 ГОСТ 9833—73	1	
		13		Кольцо 055-060-30 ГОСТ 9833—73	2	
		14		Шайба 20 65Г 02 9 ГОСТ 6402—70	1	

Гидравлический прижим предназначен для закрепления обрабатываемых деталей на станках.

Прижим работает от гидроцилиндра, который крепится к корпусу прихвата поз. *1* двумя полукольцами поз. *6*, входящими в наружные канавки детали поз. *3*, полукольца крепятся винтами поз. *9*. Прихват фиксируется двумя шпонками, входящими в нижний паз корпуса поз. *1* и паз станка, и крепится четырьмя пазовыми болтами.

Гидроцилиндр прижима — двустороннего действия. Поршень под давлением жидкости, поступающей через резьбовое отверстие детали поз. *5*, перемещается совместно с кулачком поз. *7* вправо, вытесняя через нижнее отверстие детали поз. *3* жидкость из правой полости гидроцилиндра. При этом обеспечивается зажим детали. Под давлением жидкости, поступающей через верхнее отверстие детали поз. *3*, поршень перемещается влево, вытесняя жидкость из левой полости цилиндра через верхнее отверстие детали поз. *2*. Кулачок поз. *7* перемещается, и обрабатываемая деталь освобождается.

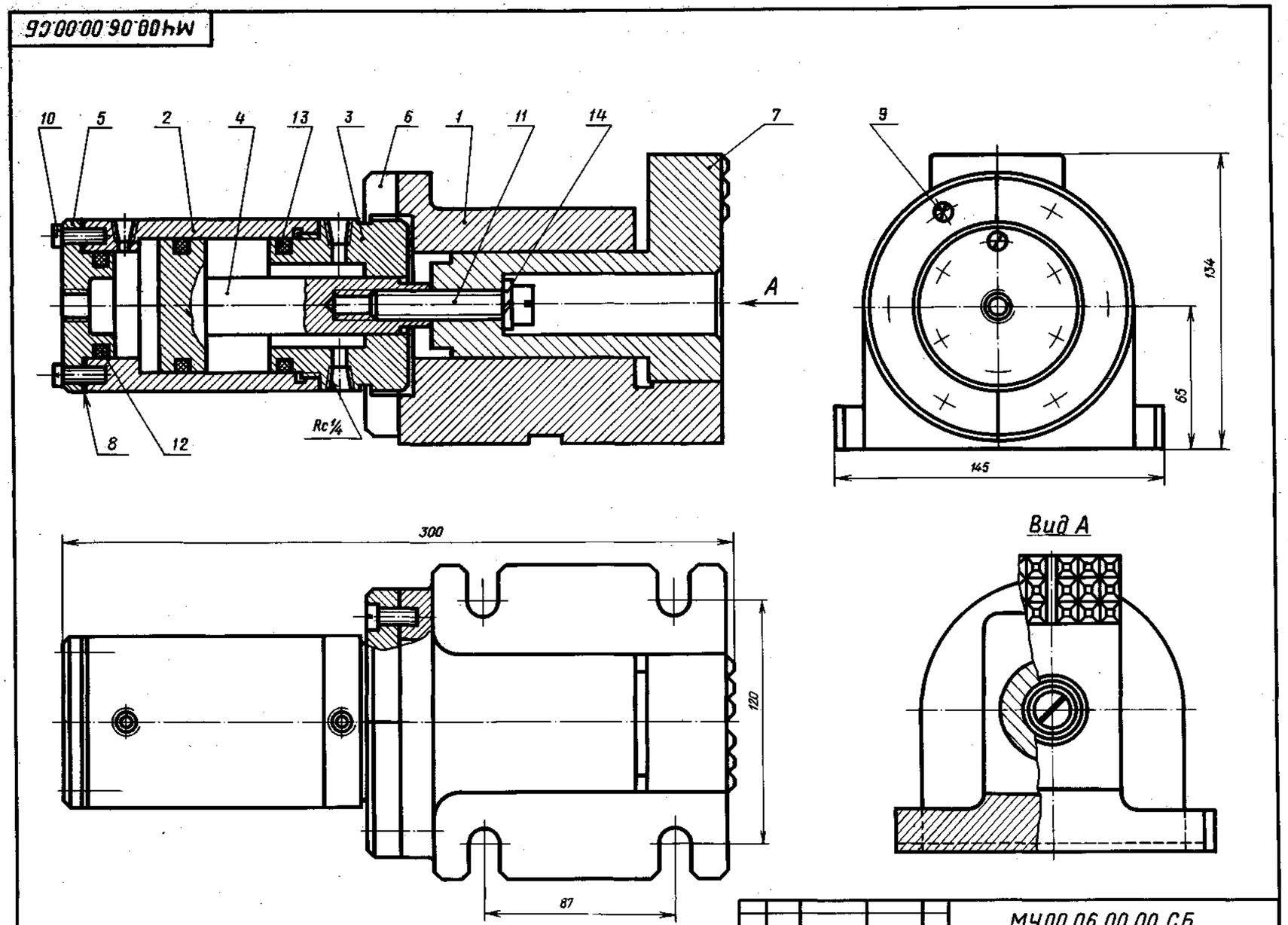
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *7*. Деталь поз. *1* или *7* изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. *1*, *5*, *7* — Отливка 20Л-1 ГОСТ 977—75, деталей поз. *2* ... *4* — Сталь 45 ГОСТ 1050—74, детали поз. *8* — картон А 2 ГОСТ 9347—74.

Ответьте на вопросы:

1. **Покажите контур детали поз. *1*.**
2. **Видна ли деталь поз. *3* на видах слева и сверху?**
3. **Как называется разрез, изображенный на виде сверху?**



07. ПРИЗМА РАЗДВИЖНАЯ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.07.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.07.00.01	Корпус	1	
А3		*2*	МЧ00.07.00.02	Призма	1	
А3		*3*	МЧ00.07.00.03	Призма	1	
А4		*4*	МЧ00.07.00.04	Винт	1	
А4		*5*	МЧ00.07.00.05	Кронштейн	2	
А4		*6*	МЧ00.07.00.06	Рукоятка	1	
А4		*7*	МЧ00.07.00.07	Шайба	2	
А4		*8*	МЧ00.07.00.08	Планка	2	
				Стандартные изделия		
		9		Винт А.М8×25.58 ГОСТ 1491—80	6	
		10		Винт А.М12×30.58 ГОСТ 1491—80	10	

Раздвижная призма служит в качестве фиксированной опоры при обработке деталей диаметром 40 ... 200 мм на сверлильных, расточных, фрезерных и строгальных станках. Она состоит из корпуса поз. *1*, который фиксируется относительно инструмента шпонками (шпонка на чертеже не показана) и крепится станочными болтами. Призматические губки поз. *2* и поз. *3* по направляющим корпуса передвигают вращением винта поз. *4* (с правой и левой резьбой).

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *6*.

Материал деталей поз. *1* ... *3*, *6* — Отливка 15Л-1 ГОСТ 977—75, деталей поз. *4*, *5*, *7*, *8* — Ст 5 ГОСТ 380—71.

Ответьте на вопросы:

1. Какая разница в форме деталей поз. *2* и поз. *3*?
2. С помощью каких деталей крепят детали поз. *2* и поз. *3*?
3. Сколько отверстий с резьбой имеет деталь поз. *1*?

08. ФОРСУНКА

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.08.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.08.00.01	Корпус	1	
А3		*2*	МЧ00.08.00.02	Сопло	1	
А3		*3*	МЧ00.08.00.03	Тройник	1	
А4		*4*	МЧ00.08.00.04	Конус	1	
А4		*5*	МЧ00.08.00.05	Ниппель	1	
А4		*6*	МЧ00.08.00.06	Ниппель	1	
А4		*7*	МЧ00.08.00.07	Гайка накидная	2	
А4		*8*	МЧ00.08.00.08	Маховик	1	
А4		*9*	МЧ00.08.00.09	Гайка	1	
А4		*10*	МЧ00.08.00.10	Гайка	1	
				Стандартные изделия		
		11		Гайка М12.5 ГОСТ 5915—70	1	

Форсунка предназначена для распыления жидкого топлива при сжигании его в топках паровых котлов. Подача топлива в форсунку происходит через ниппель поз. *5*. Одновременно через ниппель поз. *6* подается пар из котла или сжатый воздух из компрессора. По каналу сопла поз. *2* пар устремляется к выходу, где он подхватывает жидкое топливо и распыляет его. Количество подаваемого в топку котла топлива можно изменять вращением маховика поз. *8*, регулируя тем самым величину зазора между коническими поверхностями сопла поз. *2* и корпуса поз. *1*.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *8*. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. *1*.

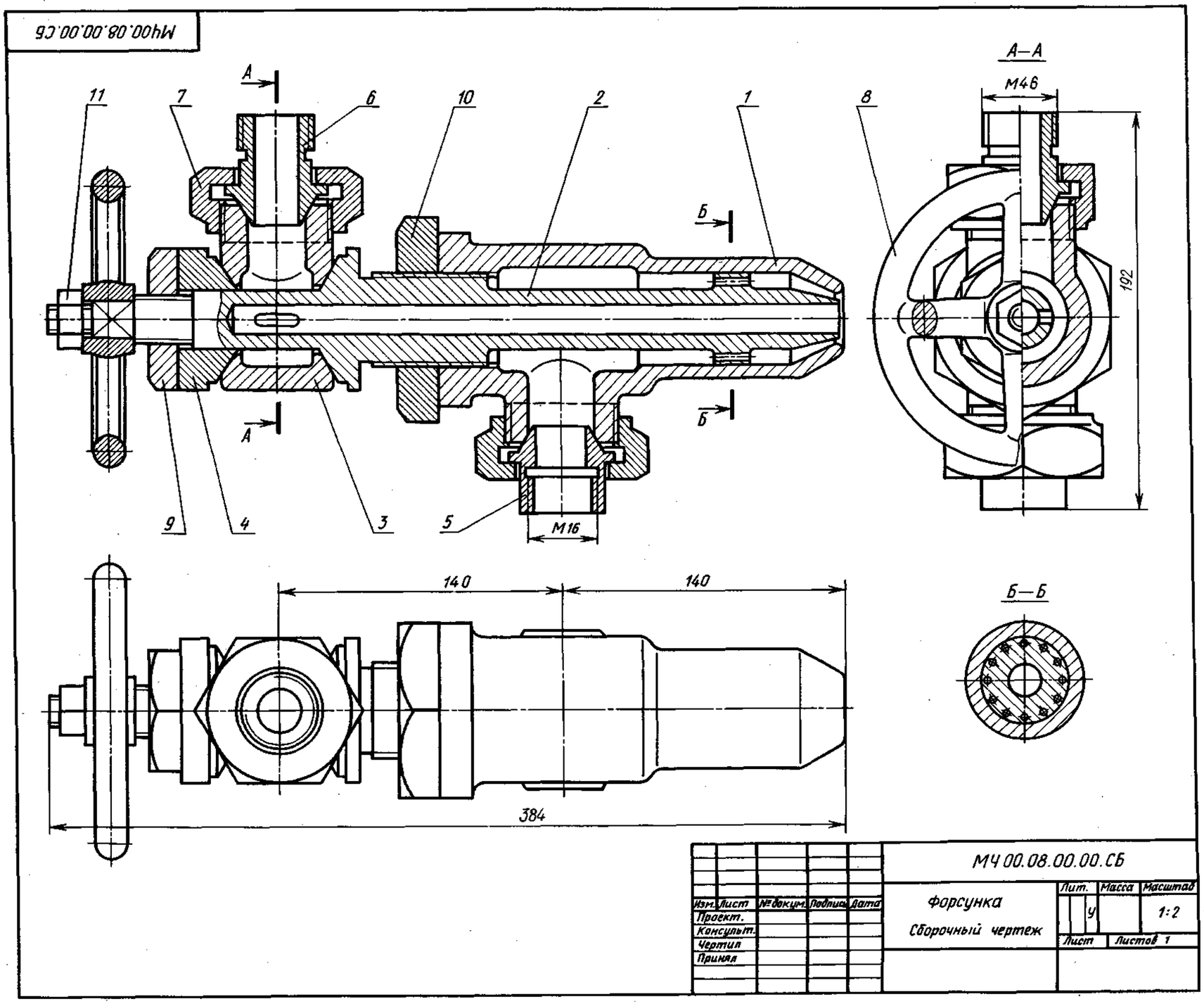
Материал деталей поз. *1* ... *7* — БрОЦ5С5 ГОСТ 613—79, детали поз. *8* — Ст 3 ГОСТ 380—71.

Ответьте на вопросы:

1. Назовите детали в сечении *Б—Б*.

2. Видны ли детали поз. *2* и *5* на разрезе *А—А* и виде сверху?

3. Сколько сечений имеется на данном чертеже?



09. ТИСКИ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A2			МЧ00.09.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		*1*	МЧ00.09.00.01	Корпус	1	
A3		*2*	МЧ00.09.00.02	Губка подвижная	1	
A3		*3*	МЧ00.09.00.03	Винт	1	
A4		*4*	МЧ00.09.00.04	Пластина	2	
A4		*5*	МЧ00.09.00.05	Крышка	1	
A4		*6*	МЧ00.09.00.06	Планка	1	
				Стандартные изделия		
		7		Болт М10×24.58 ГОСТ 7805—70	4	
		8		Винт А.М8×25.58 ГОСТ 1491—80	4	
		9		Гайка М8.5 ГОСТ 5915—70	4	
		10		Шпилька М8×20.58 ГОСТ 22034—76	4	

Тиски служат для закрепления обрабатываемых деталей на фрезерных и строгальных станках.

Корпус поз. *1* прикрепляют к столу станка четырьмя болтами, которые входят в прорези основания корпуса (на чертеже болты не показаны). Обрабатываемую деталь закладывают между двумя смежными пластинами поз. *4*, одна из которых прикреплена винтами поз. *8* к корпусу, другая — к подвижной губке поз. *2*. Ходовой винт поз. *3*, имеющий прямоугольную резьбу правого направления, фиксируется от осевого перемещения буртиками, упирающимися в торцы отверстия корпуса поз. *1* и крышки поз. *5*. При перемещении подвижной губки влево обрабатываемая деталь зажимается между пластинками. Чтобы губка не приподнималась, к ней снизу болтами поз. *7* прикреплены две направляющие планки поз. *6*.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *6*.

Материал деталей поз. *1* ... *3*, *5* — Сталь 35 ГОСТ 1050—74, поз. *4* — Ст 6 ГОСТ 380—71, поз. *6* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Каким количеством шпилек прикрепляется крышка поз. *5* к корпусу поз. *1*?
2. Что обозначают проведенные диагонали на конце детали поз. *3*?
3. Покажите на изображениях контуры детали поз. *2*.

10. ЗАЖИМ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПОВОРОТНЫЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.10.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		1	МЧ00.10.00.01	Корпус	1	
А3		2	МЧ00.10.00.02	Цилиндр	1	
А3		3	МЧ00.10.00.03	Поршень	1	
А3		4	МЧ00.10.00.04	Крышка	1	
А4		5	МЧ00.10.00.05	Палец	1	
А4		6	МЧ00.10.00.06	Штырь	1	
А4		7	МЧ00.10.00.07	Пружина	1	
А4		8	МЧ00.10.00.08	Крышка	1	
				Стандартные изделия		
		9		Гайка М24.5 ГОСТ 5915—70	1	
		10		Кольцо 020-025-30 ГОСТ 9833—73	1	
		11		Кольцо СГ 28-17-3,5 ГОСТ 6418—81	1	
		12		Кольцо 035-040-30 ГОСТ 9833—73	3	
		13		Шайба 24.01.019 ГОСТ 11371—78	1	

Гидравлический поворотный зажим предназначен для перемещения обрабатываемой на металлорежущих станках детали до упорной базы.

Зажим устанавливают на столе станка или переходной плите и закрепляют в пазу с помощью квадратной головки пальца поз. *5* и гайки поз. *9*. Корпус поз. *1* соединен с гидроцилиндром поз. *2*.

Гидроцилиндр может быть одностороннего и двустороннего действия. Под действием давления жидкости, поступающей поочередно через резьбовые отверстия крышек поз. *4* и поз. *8*, поршень перемещается соответственно вправо или влево. При одностороннем действии верхнее резьбовое отверстие крышки поз. *4* закрывается пробкой. В этом случае под действием давления жидкости, поступающей через отверстие крышки поз. *8*, поршень через упорный штырь поз. *6* перемещает обрабатываемую деталь до упорной базы. Обратно поршень возвращается пружиной поз. *7*, при этом жидкость, находящаяся в правой полости гидроцилиндра, перетекает через резьбовое отверстие крышки поз. *8* в гидросистему.

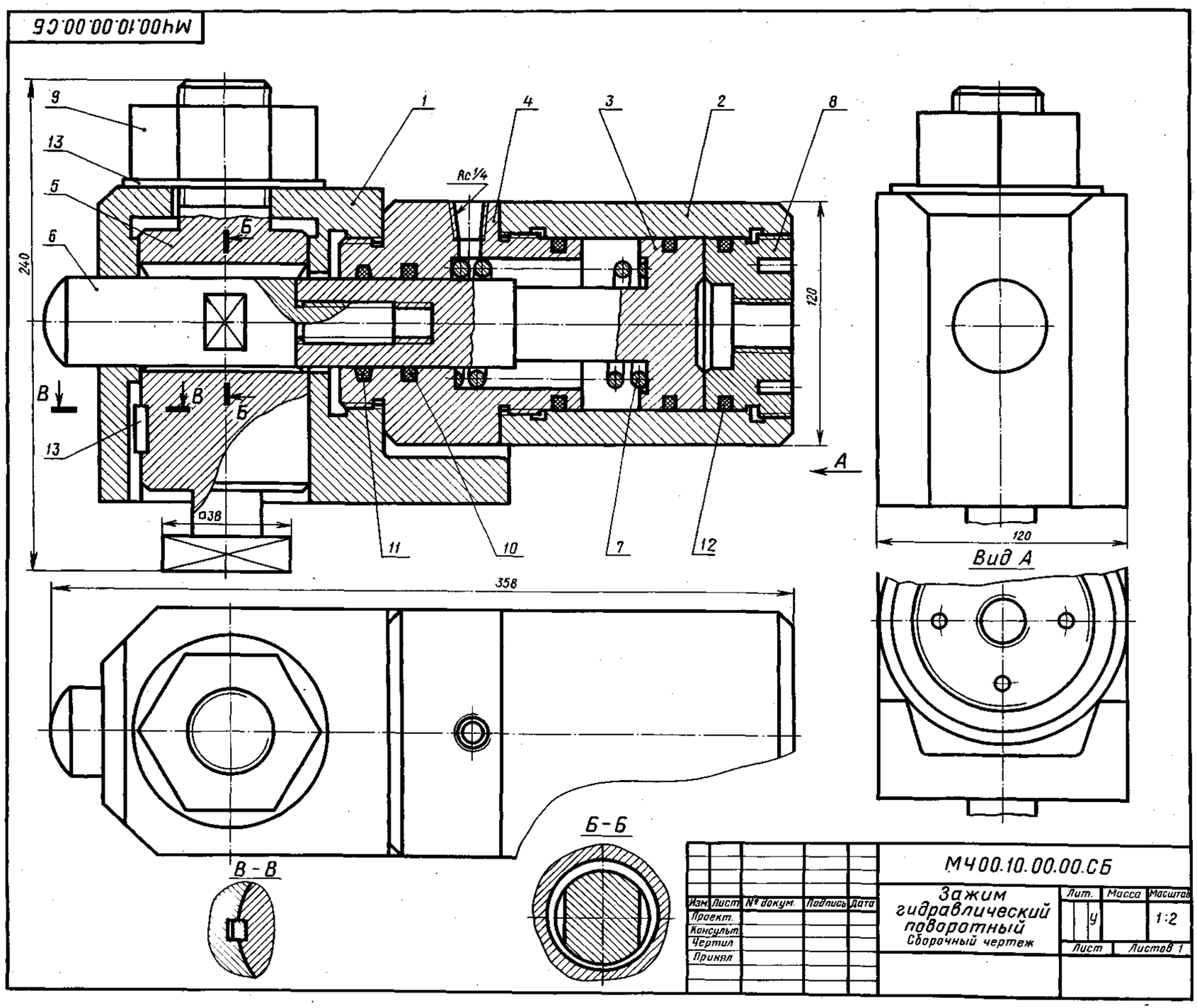
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *8*. Деталь поз. *1* или *4* изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. *1*, *5* — Сталь 15 ГОСТ 1050—74, деталей поз. *2* ... *4*, *6*, *8* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, детали поз. *7* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74, детали поз. *9* — Ст 5 ГОСТ 380—71.

Ответьте на вопросы:

1. **Сколько отверстий без резьбы имеет деталь поз. *8*?**
2. **Какое назначение лысок в упорном штыре поз. *6*?**
3. **Какие детали имеют резьбу?**



11. РОЛИК ПОДДЕРЖИВАЮЩИЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A2			МЧ00.11.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	МЧ00.11.00.01	Корпус	1	
A3		2	МЧ00.11.00.02	Ролик	1	
A3		3	МЧ00.11.00.03	Крышка	2	
A4		4	МЧ00.11.00.04	Крышка	1	
A4		5	МЧ00.11.00.05	Крышка	1	
A4		6	МЧ00.11.00.06	Диск	2	
A3		7	МЧ00.11.00.07	Вал	1	
A3		8	МЧ00.11.00.08	Втулка	1	
A3		9	МЧ00.11.00.09	Прокладка	2	
				Стандартные изделия		
		10		Болт М10×35.58 ГОСТ 7798—70	12	
		11		Болт М12×90.58 ГОСТ 7798—70	4	
		12		Гайка М12.5 ГОСТ 5915—70	4	
		13		Кольцо СГ 28-17-3,5 ГОСТ 6418—81	2	
		14		Шарикоподшипник 211 ГОСТ 8338—75	2	
		15		Шпонка 14×9×25 ГОСТ 23360—78	1	

Ролики устанавливают на листопрокатном стане по обе его стороны для поддержки прокатных листов при подаче и приеме их с валков.

Ролик приводится в движение от электродвигателя. Опорами вала поз. *7* являются подшипники качения поз. *14*. Подшипники смазываются густой смазкой, поступающей из масленок, запрессованных в отверстия крышек поз. *3*. Корпуса поз. *1* роликов крепятся болтами к раме прокатного стана.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *4*, *6*, *7*.

Материал деталей поз. *1* ... *5* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *6* ... *8* — Сталь 45 ГОСТ 1050—74, детали поз. *9* — кожа.

Ответьте на вопросы:

1. Сколько отверстий в детали поз. *5*?
2. Покажите контур детали поз. *3*.
3. Имеются ли на чертеже местные разрезы и сечения?

12. ОТВОДКА С ВИНТОВЫМ ПРИВОДОМ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.12.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		1	МЧ00.12.00.01	Корпус	1	
А3		2	МЧ00.12.00.02	Стойка	1	
А4		3	МЧ00.12.00.03	Полукольцо верхнее	1	
А4		4	МЧ00.12.00.04	Полукольцо нижнее	1	
А3		5	МЧ00.12.00.05	Рычаг	2	
А4		6	МЧ00.12.00.06	Траверса	1	
А4		7	МЧ00.12.00.07	Ось	1	
А4		8	МЧ00.12.00.08	Винт	1	
А4		9	МЧ00.12.00.09	Втулка	1	
А4		10	МЧ00.12.00.10	Втулка	3	
А4		11	МЧ00.12.00.11	Маховик	1	
А4		12	МЧ00.12.00.12	Ручка	1	
А4		13	МЧ00.12.00.13	Кольцо	1	
				Стандартные изделия		
		14		Болт М10×45.58 ГОСТ 7798—70	2	
		15		Болт М12×90.58 ГОСТ 7798—70	3	
		16		Винт М10×25.48 ГОСТ 1482—84	1	
		17		Гайка М10.5 ГОСТ 5915—70	2	
		18		Гайка М12.5 ГОСТ 5915—70	4	
		19		Шайба 10 65Г 029 ГОСТ 6402—70	2	
		20		Шайба 12 65Г 029 ГОСТ 6402—70	3	
		21		Шайба 12.01.05 ГОСТ 11371—78	1	
		22		Шайба 24.01.05 ГОСТ 11371—78	1	
		23		Штифт 4h8×12 ГОСТ 3128—70	1	
		24		Шплинт 4×32-001 ГОСТ 397—79		

Отводки применяют для включения и выключения сцепных муфт без остановки ведущего вала.

На полу или стене устанавливают стойку поз. *2*. Конец винта поз. *16* входит в продольный паз оси поз. *7* и таким образом обеспечивается возможность регулирования кольца отводки по высоте. В продольные пазы полос рычага поз. *5* входят пальцы полуколец поз. *3*, *4* разъемного кольца отводки, надеваемого на подвижную муфту (на чертеже не показана). Левый конец рычага образует вилку, в прорези которой входят пальцы траверсы поз. *6*. При вращении маховика поз. *11*, закрепленного на винте поз. *8*, рычаг поз. *5*, поворачиваясь вокруг оси поз. *7*, перемещает кольцо отводки, а вместе с ним и подвижную муфту.

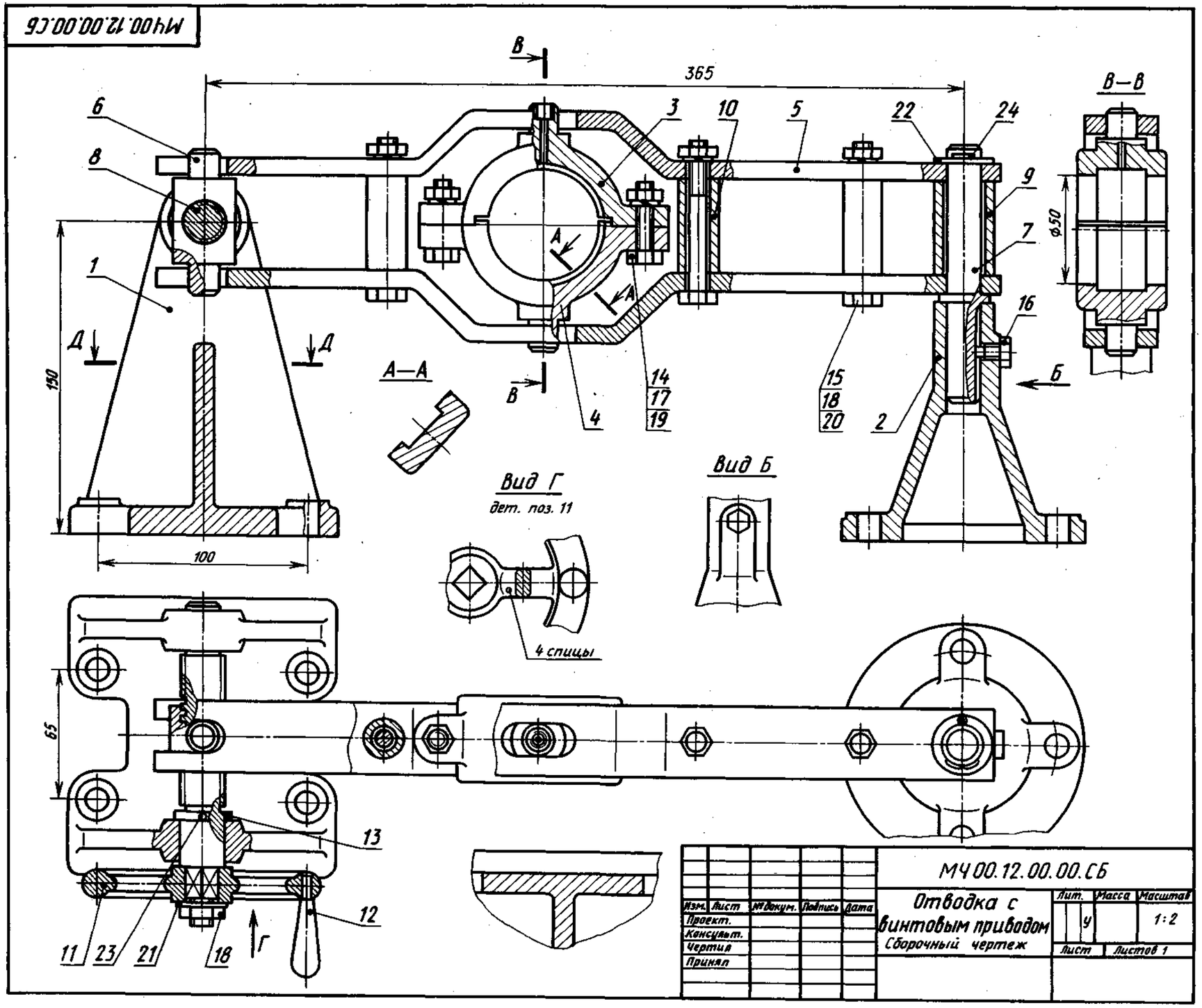
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *8*. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. *1* или поз. *2*.

Материал деталей поз. *1*, *2* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, поз. *3*, *4*, *6*, *7* — Сталь Ст 6 ГОСТ 380—71, поз. *5*, *8* — Сталь 30 ГОСТ 1050—74.

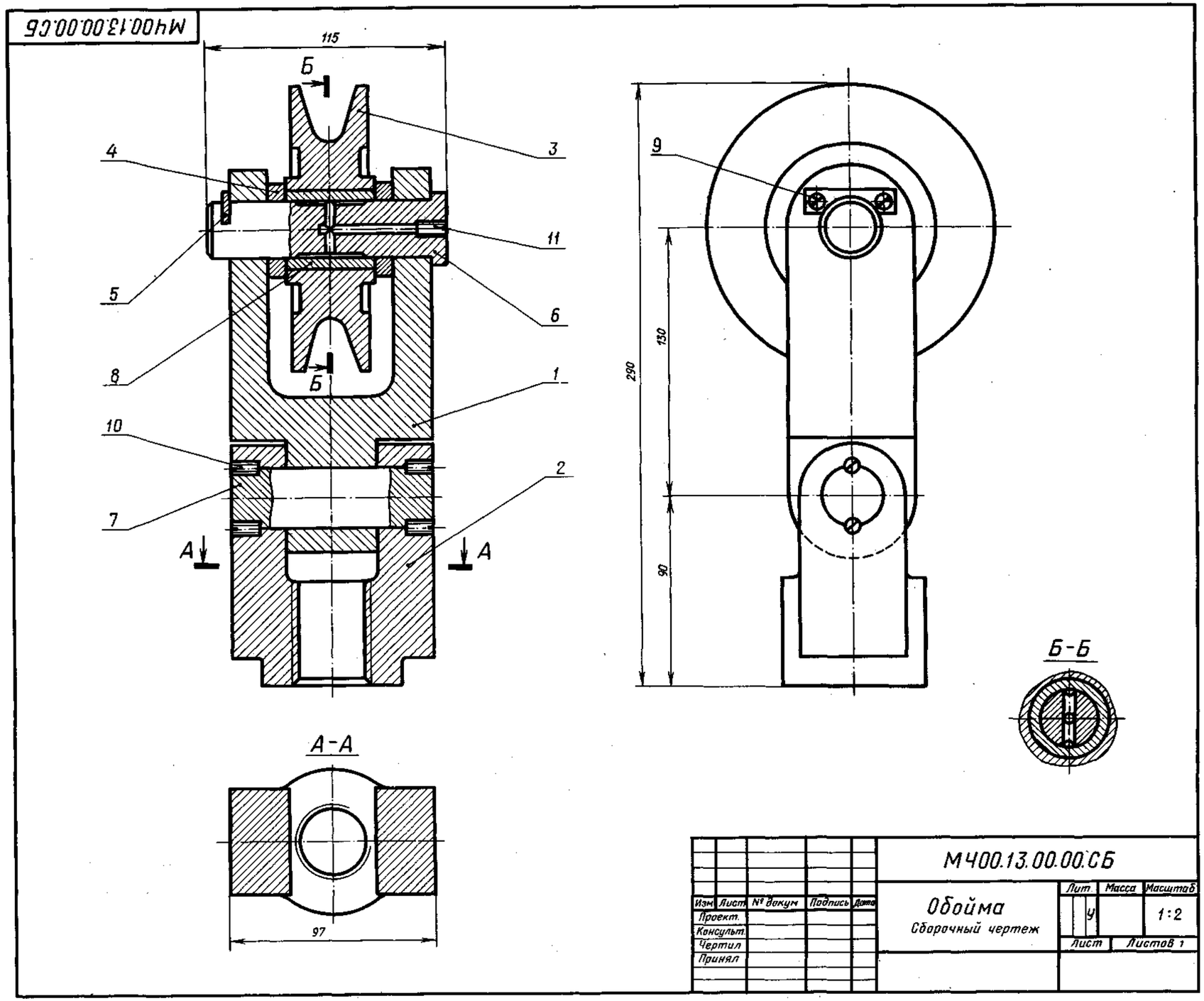
Ответьте на вопросы:

1. Имеется ли на чертеже изображение сечения?
2. Назовите детали, которые видны на разрезе *В—В*.
3. Что нужно сделать, чтобы из корпуса поз. *1* вынуть деталь поз. *8*?



Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата	МЧ00.12.00.00.СБ			
Проект.					Отводка с винтовым приводом	Лит.	Масса	Масштаб
Консульт.						У		1:2
Чертил					Сборочный чертеж	Лист	Листов 1	
Принял								

13. ОБОЙМА



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Проект.				
Консульт.				
Чертил				
Принял				

МЧ00.13.00.00.СБ

Обойма

Сборочный чертеж

Лит.	Масса	Масштаб
У		1:2
Лист	Листов 1	

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.13.00.00.СБ	Обойма		
				Детали		
А3		1	МЧ00.13.00.01	Вилка	1	
А3		2	МЧ00.13.00.02	Подвеска	1	
А4		3	МЧ00.13.00.03	Блок	1	
А4		4	МЧ00.13.00.04	Кольцо	2	
А4		5	МЧ00.13.00.05	Планка	1	
А4		6	МЧ00.13.00.06	Ось	1	
А4		7	МЧ00.13.00.07	Ось	1	
А4		8	МЧ00.13.00.08	Втулка	1	
				Стандартные изделия		
		9		Винт А.М4×16.58 ГОСТ 1491—80	2	
		10		Винт М10×16.58 ГОСТ 1477—84	4	
		11		Винт М12×14.58 ГОСТ 1477—84	1	

Обойма применяется в грузоподъемных механизмах. Трос (на чертеже не показан) грузоподъемного механизма охватывает блок поз. *3*, в которой запрессована сменная втулка поз. *8*. Блок поз. *3* вращается на оси поз. *6*. Внутри оси имеются каналы, которые через отверстие, закрытое винтом поз. *11*, заполняются густой смазкой. Опорой оси поз. *6* является вилка поз. *1*, соединенная осью поз. *7* с подвеской поз. *2* и вращающаяся вокруг этой оси. В резьбовое отверстие подвески поз. *2* ввинчивают грузоподъемный крюк (на чертеже не показан).

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *3*, *6*, *7*.

Материал деталей поз. *1* ... *3* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *4* ... *7* — Сталь 45 ГОСТ 1050—74, детали поз. *8* — БрА9Ж3Л ГОСТ 493—79.

Ответьте на вопросы:

1. **Покажите контур детали поз. *2*.**
2. **Сколько деталей изображено на разрезе *А—А*?**
3. **Какое назначение детали поз. *5*?**

14. ОТВОДКА РУЧНАЯ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A2			МЧ00.14.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		*1*	МЧ00.14.00.01	Вилка	1	
A3		*2*	МЧ00.14.00.02	Стойка	1	
A4		*3*	МЧ00.14.00.03	Полукольцо верхнее	1	
A4		*4*	МЧ00.14.00.04	Полукольцо нижнее	1	
A4		*5*	МЧ00.14.00.05	Ось	1	
A4		*6*	МЧ00.14.00.06	Шарик	1	
A4		*7*	МЧ00.14.00.07	Рычаг	1	
A4		*8*	МЧ00.14.00.08	Рукоятка	2	
A4		*9*	МЧ00.14.00.09	Палец	1	
A4		*10*	МЧ00.14.00.10	Пружина	1	
A4		*11*	МЧ00.14.00.11	Штифт специальный	2	
A4		*12*	МЧ00.14.00.12	Болт М12	1	
				Стандартные изделия		
		13		Болт М6×32.58 ГОСТ 7798—70	4	
		14		Болт М8×32.58 ГОСТ 7798—70	1	
		15		Винт М5×14.58 ГОСТ 1478—84	1	
		16		Гайка М6.5 ГОСТ 5915—70	4	
		17		Гайка М8.5 ГОСТ 5915—70	1	
		18		Шайба 6 65Г 02 9 ГОСТ 6402—70	4	

Ручная отводка служит для включения и выключения муфты (на чертеже не показана) без остановки ведущего вала. Вилка поз. *1* с полукольцами поз. *3*, *4* поворачивается вокруг оси поз. *5*, закрепленной на стойке поз. *2*. Стойку четырьмя болтами крепят к станине или стене.

При повороте рычага поз. *7* вилка перемещает кольцо отводки и подвижную часть муфты вдоль оси вала. Шарик поз. *6* может фиксировать отводку в трех положениях. Поворот вилки ограничен двумя штифтами поз. *11*.

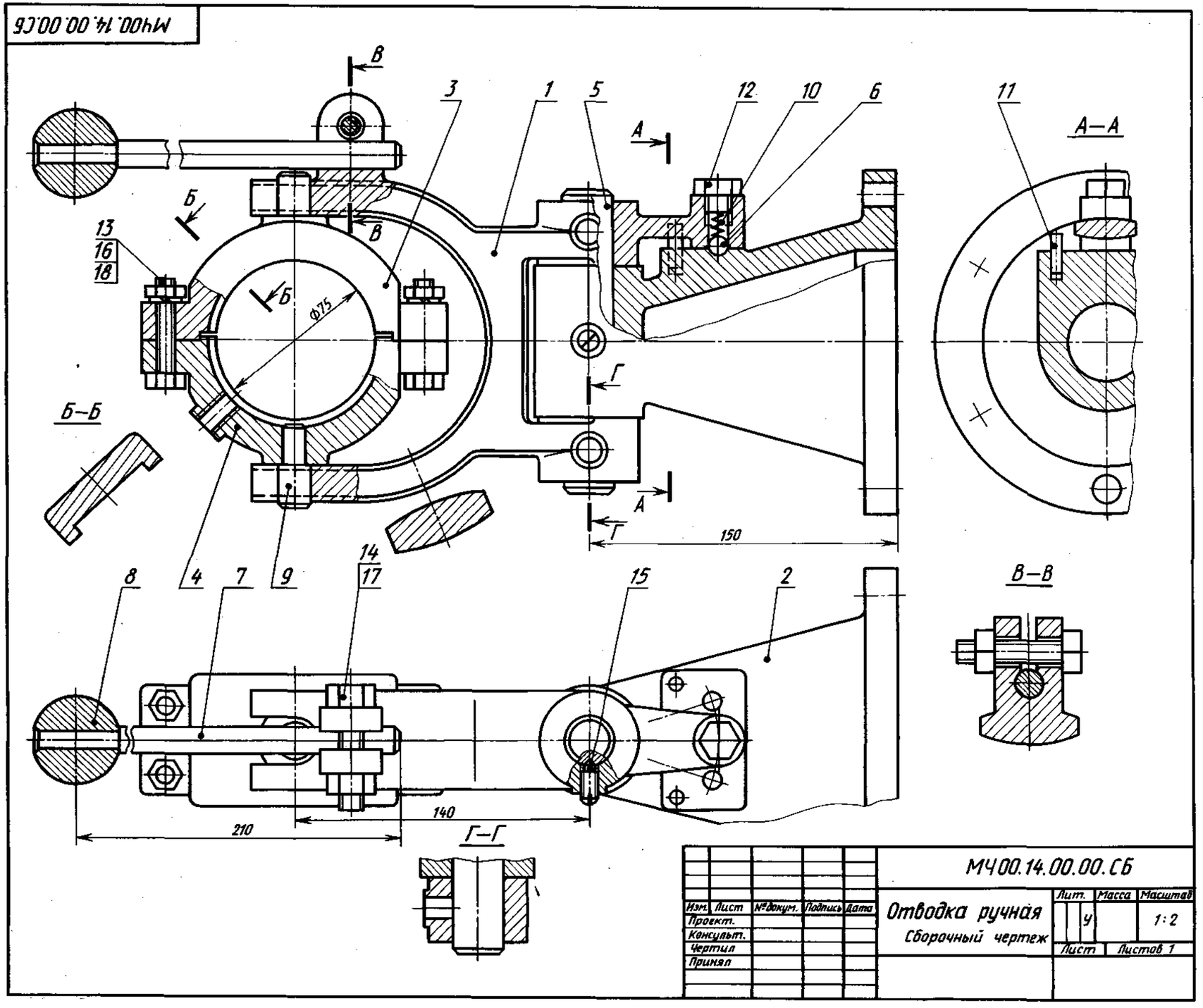
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *5*, *7*. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. *2*.

Материал деталей поз. *1*, *2* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, поз. *3*, *4*, *7*, *8* — Ст 6 ГОСТ 380—71, поз. *5*, *6*, *9* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Сколько сечений имеется на чертеже?
2. Назовите детали, которые видны на разрезе *А—А*.
3. Покажите контур детали поз. *1*.



						МЧ00.14.00.00.СБ		
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата				
Проект.					Отводка ручная	Лит.	Масса	Масштаб
Консульт.						У		1:2
Чертил					Сборочный чертеж	Лист	Листов 1	
Принял								

15. ПОДШИПНИК

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.15.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Деталь		
А3		*1*	МЧ00.15.00.01	Кронштейн	1	
А3		*2*	МЧ00.15.00.02	Корпус	1	
А4		*3*	МЧ00.15.00.03	Крышка	1	
А4		*4*	МЧ00.15.00.04	Вкладыш верхний	1	
А4		*5*	МЧ00.15.00.05	Вкладыш нижний	1	
				Стандартные изделия		
		6		Болт М8×28.58 ГОСТ 7798—70	4	
		7		Шпилька М8×30.58 ГОСТ 22032—76	2	
		8		Гайка М8.5 ГОСТ 5915—70	6	
		9		Шайба 8.01.05 ГОСТ 11371—78	6	

Подшипник служит опорой для вращающегося вала и устанавливается на консоли в том случае, когда вал близко подходит к стене производственного помещения.

Консольная подшипниковая опора состоит из корпуса и подшипника скольжения со сменными бронзовыми вкладышами поз. *4*, *5*. Верхний вкладыш поз. *4* фиксируется цилиндрическим трубчатым выступом. Смазка к трущимся поверхностям вала и вкладыша подводится из масленки (на чертеже не показана), ввинчиваемой в резьбовое отверстие, расположенное в приливе верхнего вкладыша поз. *4*.

Крышку поз. *3* крепят к корпусу поз. *2* двумя шпильками поз. *7*, а корпус крепят к кронштейну поз. *1* четырьмя болтами поз. *6*. Кронштейн прикрепляется к стене пятью болтами (на чертеже не показаны).

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *5*.

Материал детали поз. *1* — Ст 5 ГОСТ 380—71, поз. *2*, *3* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, поз. *4*, *5* — БрА9Мц2Л ГОСТ 493—79.

Ответьте на вопросы:

1. Видна ли деталь поз. *5* на виде сверху?
2. Сколько местных разрезов имеет данный чертеж?
3. Покажите контур детали поз. *3*.

2-е деталирование

16. РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.16.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.16.00.01	Корпус	1	
А3		*2*	МЧ00.16.00.02	Штуцер	1	
А4		*3*	МЧ00.16.00.03	Стакан	1	
А4		*4*	МЧ00.16.00.04	Цилиндр	1	
А4		*5*	МЧ00.16.00.05	Седло	1	
А4		*6*	МЧ00.16.00.06	Седло	1	
А4		*7*	МЧ00.16.00.07	Клапан	1	
А4		*8*	МЧ00.16.00.08	Пружина	1	
А4		*9*	МЧ00.16.00.09	Шток	1	
А4		*10*	МЧ00.16.00.10	Втулка	1	
А4		*11*	МЧ00.16.00.11	Игла	1	
				Стандартные изделия		
		12		Винт М6×10.48 ГОСТ 1477—84	1	
		13		Гайка М8.5 ГОСТ 5915—70	1	
				Материалы		
		14		Картон А 1 ГОСТ 9347—74	1	

Регулятор давления устанавливается на трубопроводах для предотвращения аварии в случае избыточного давления газа или воздуха.

При нормальном давлении газ или воздух, поступающий через штуцер поз. *2*, давит на клапан поз. *7*, но под действием пружины поз. *8* клапан не открывает отверстие левого седла поз. *6*. Давление выше нормального перемещает клапан вправо, отверстие левого седла открывается и газ или воздух по каналам корпуса поз. *1* выходит в атмосферу. Иглой поз. *11* регулируют количество газа или воздуха, выпускаемого в атмосферу. При дальнейшем возрастании давления клапан перекрывает отверстие правого седла поз. *5*.

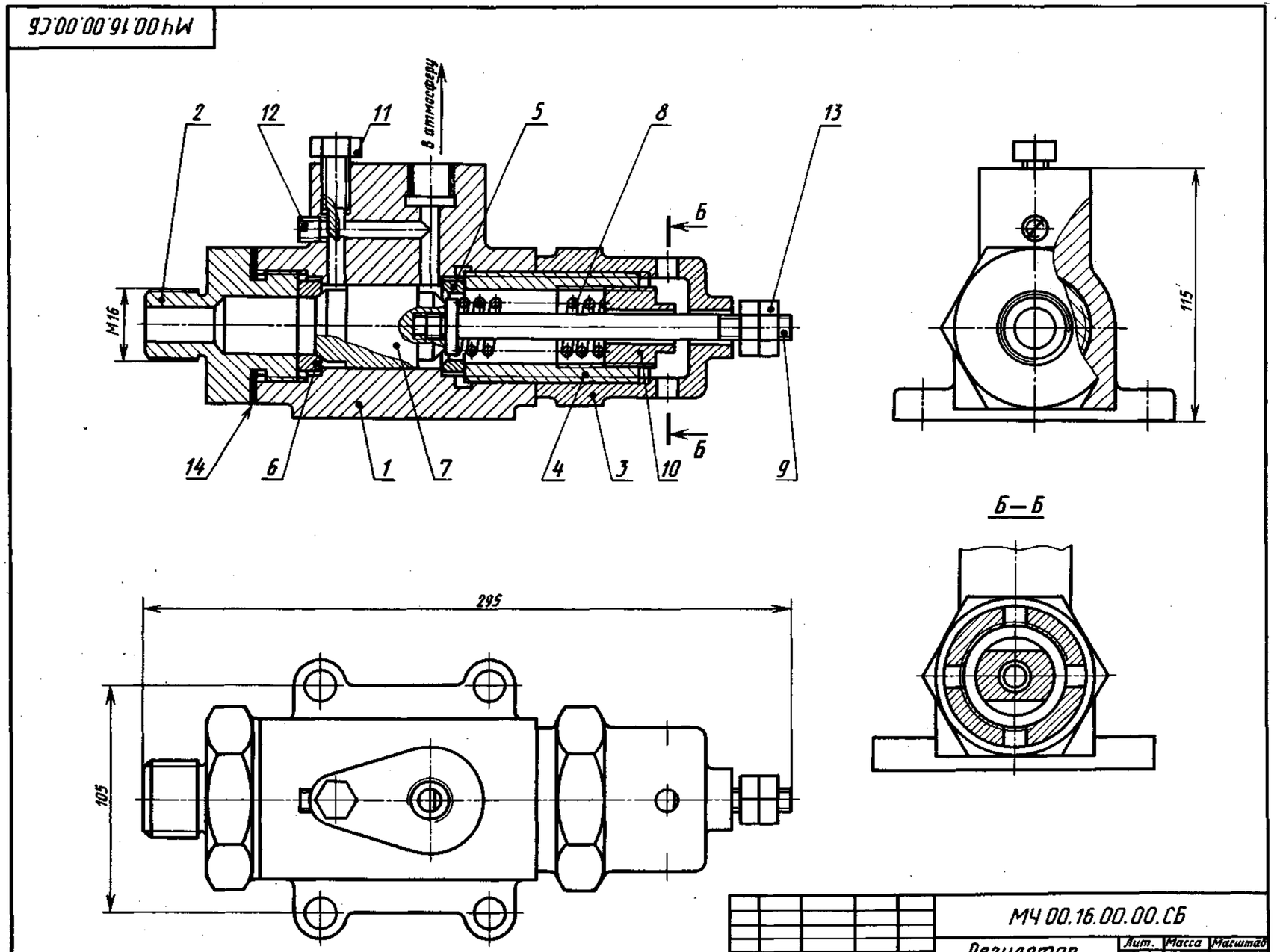
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *4*, и *7* *10*. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. *1*.

Материал деталей поз. *1* ... *3*, *7* — БрА9Ж3Л ГОСТ 493—79; поз. *4* ... *6* — Ст 3 ГОСТ 380—71; поз. *8* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74, поз. *9* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. **Покажите резьбы на детали поз. *1*.**
2. **Сколько отверстий имеет деталь поз. *3*?**
3. **Назовите деталь, соединяющую детали поз. *1* и поз. *3*.**



17. КЛАПАН ПУСКОВОЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.17.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		1	МЧ00.17.00.01	Корпус	1	
А4		2	МЧ00.17.00.02	Ниппель	1	
А3		3	МЧ00.17.00.03	Клапан	1	
А3		4	МЧ00.17.00.04	Колпак	1	
А4		5	МЧ00.17.00.05	Пружина	1	
А4		6	МЧ00.17.00.07	Гайка	1	
				Материалы		
		7		Кожа 3 ГОСТ 20836—75	4	

Пусковой автоматический клапан дизеля открывается под давлением сжатого воздуха. Клапан поз. *3* пружиной поз. *5* плотно прижат к торцу корпуса поз. *1*. Ниппель пов. *2* зажат между корпусом и колпаком поз. *4* и уплотнен прокладками поз. *7*.

При пуске дизеля сжатый воздух от воздухораспределителя поступает через резьбовое отверстие ниппеля в полость корпуса и проходит через продольные канавки на стержне клапана. Под давлением сжатого воздуха клапан преодолевает силу сопротивления пружины и открывается. Как только подача воздуха прекратится, пружина поз. *5* прижмет клапан поз. *3* к торцу корпуса поз. *1*.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *4*, *6*.

Материал деталей поз. *1* ... *4*, *6* — Сталь 15 ГОСТ 1050—74, детали поз. *5* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Сколько продольных канавок на стержне клапана поз. *3*?
2. Покажите контур детали поз. *2*.
3. Как попадает сжатый воздух из ниппеля поз. *2* в полость корпуса поз. *1*?

18. ТИСКИ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A2			МЧ00.18.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		*1*	МЧ00.18.00.01	Корпус	1	
A3		*2*	МЧ00.18.00.02	Губка подвижная	1	
A3		*3*	МЧ00.18.00.03	Подшипник	1	
A4		*4*	МЧ00.18.00.04	Втулка	1	
A3		*5*	МЧ00.18.00.05	Винт	1	
A4		*6*	МЧ00.18.00.06	Пластина	2	
A4		*7*	МЧ00.18.00.07	Кольцо	1	
				Стандартные изделия		
		8		Винт М8×12.58 ГОСТ 1476—84	1	
		9		Винт А.М8×20.58 ГОСТ 1491—80	4	
		10		Гайка М8.5 ГОСТ 5915—70	4	
		11		Шпилька М8×30.58 ГОСТ 22034—76	4	
		12		Штифт 4h8×40 ГОСТ 3128—70	1	

Тиски данной конструкции служат для закрепления обрабатываемых деталей на металлорежущих станках.

Тиски устанавливаются на столе строгального или фрезерного станка и закрепляются шестью болтами (на чертеже не показаны). Обрабатываемую деталь закладывают между двумя пластинами поз. *6*. Винт поз. *5*, имеющий прямоугольную резьбу, удерживается от осевого перемещения кольцом поз. *7* и штифтом поз. *12*. Чтобы втулка поз. *4* не вращалась вокруг своей оси, установлен винт поз. *8*. При вращении винта поз. *5* подвижная губка поз. *2* будет перемещаться по направляющему пазу корпуса поз. *1*, зажимая пластинками обрабатываемую деталь.

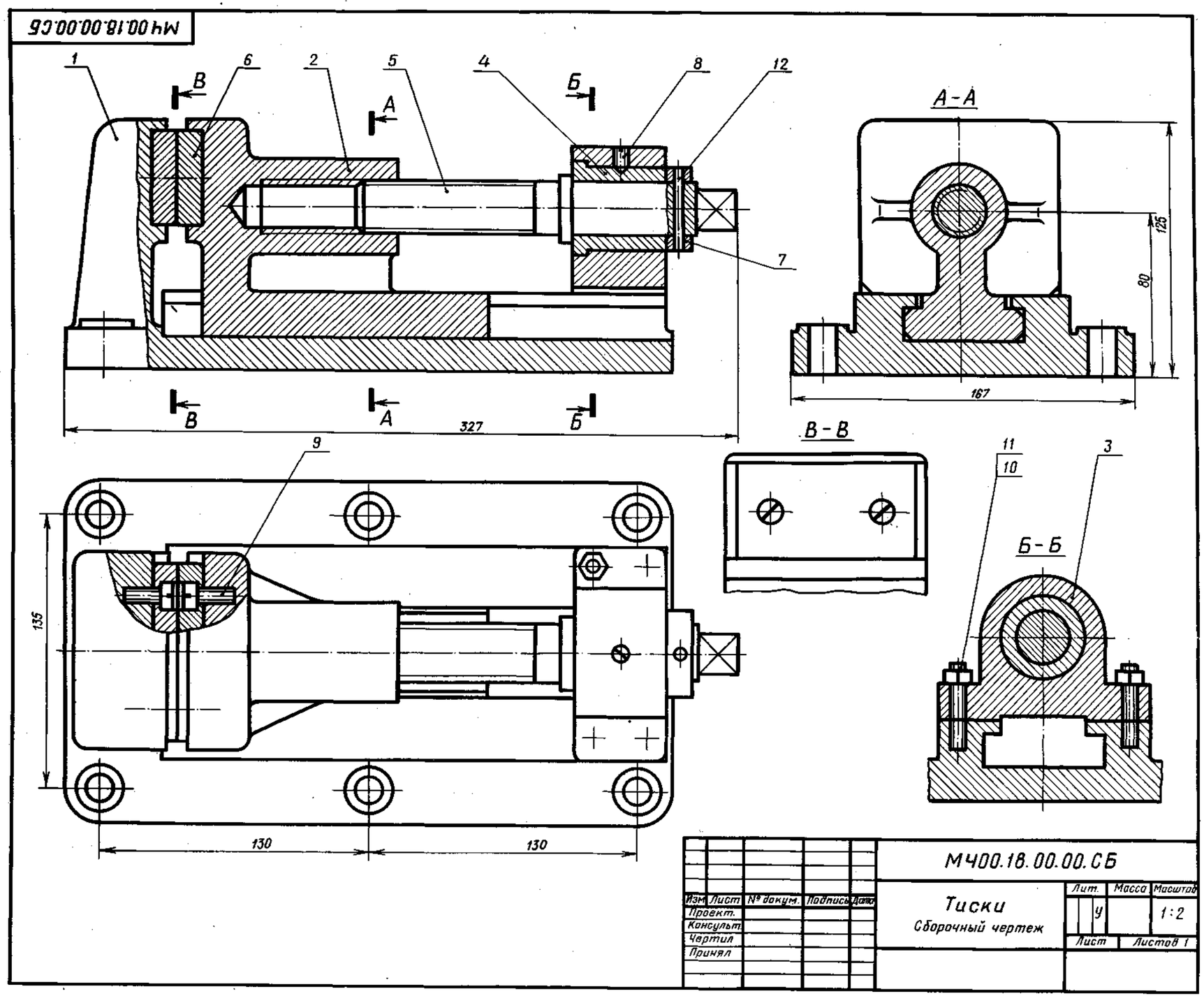
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *7*. Деталь поз. *1* или поз. *2* изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. *1* ... *3* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *4* ... *7* — Ст 5 ГОСТ 380—71.

Ответьте на вопросы:

1. Сколько отверстий в детали поз. *6*?
2. Покажите контур направляющего паза корпуса поз. *1*.
3. Назовите все детали, изображенные на разрезах *А—А* и *Б—Б*.



1-е детализирование

19. КЛАПАН СЕТЕВОЙ ОБРАТНЫЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.19.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.19.00.01	Корпус	1	
А4		*2*	МЧ00.19.00.02	Крышка	1	
А4		*3*	МЧ00.19.00.03	Ниппель	1	
А4		*4*	МЧ00.19.00.04	Гайка	1	
А4		*5*	МЧ00.19.00.05	Штуцер	1	
А4		*6*	МЧ00.19.00.06	Шарик	1	
А4		*7*	МЧ00.19.00.07	Направляющая	1	
А4		*8*	МЧ00.19.00.08	Пружина	1	
				Материалы		
		9		Кожа 2 ГОСТ 20836—75	1	
		10		Кожа 2 ГОСТ 20836—75	1	

Обратный осевой клапан предназначен для предохранения газопроводной сети с горючим газом от случайного попадания в нее воздуха. При падении давления клапан перекрывает газопровод, исключая возможность обратного тока газа (от потребителя) и предотвращая образование в газопроводе взрывоопасной газокислородной смеси.

Клапан закрепляют в газопроводной сети при помощи накидной гайки поз. *4* и штуцера поз. *5*. При работе горючий газ поступает под давлением в обратный сетевой клапан со стороны ниппеля поз. *3*. Газ давит на шарик поз. *6* и, преодолевая усилие пружины поз. *8*, отжимает его от конического отверстия корпуса поз. *1*. В образовавшееся отверстие газ проходит в газопроводную сеть через штуцер.

В случае взрыва газокислородной смеси в сети газопровода за клапаном образуется повышенное давление, которое, действуя в обратном направлении, через штуцер поз. *5* на шарик поз. *6* прижимает его к коническому отверстию корпуса, исключая возможность проникновения взрывоопасной смеси к баллону с горючим газом.

Задание

Выполнить чертежи детали поз. *1* ... *5*.

Материал деталей поз. *1* ... *7* — Отливка 20Л-1 ГОСТ 977—75, детали поз. *8* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. **Какое назначение детали поз. *4*?**
2. **Покажите контур детали поз. *1*.**
3. **Назовите все детали, которые будут видны при взгляде на клапан справа.**

6 Боголюбов С. К.

20. НАСОС ШЕСТЕРЕННЫЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A2			МЧ00.20.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		*1*	МЧ00.20.00.01	Корпус	1	
A3		*2*	МЧ00.20.00.02	Крышка	1	
A3		*3*	МЧ00.20.00.03	Крышка	1	
A3		*4*	МЧ00.20.00.04	Ведомое зубчатое колесо $z = 13$, $m = 5$	1	
A2		*5*	МЧ00.20.00.05	Вал-шестерня $z = 13$, $m = 5$	1	
A4		*6*	МЧ00.20.00.06	Гайка круглая	1	
A4		*7*	МЧ00.20.00.07	Втулка	1	
A4		*8*	МЧ00.20.00.08	Втулка	1	
				Стандартные изделия		
		9		Шпилька М10×35.58 ГОСТ 22034—76	6	
		10		Гайка М10.5 ГОСТ 5915—70	6	
		11		Шайба 10.01.05 ГОСТ 11371—78	6	
		12		Штифт 8n8×36 ГОСТ 3128—70	2	
		13		Кольцо СГ 52-39-5 ГОСТ 6418—81	3	

Шестеренный насос предназначен для перекачивания жидкости. Основными рабочими органами насоса являются два входящих в зацепление зубчатых колеса.

Верхний вал-шестерня поз. *5* при помощи муфты (на чертеже не показана) соединен с валом электродвигателя. Крышки поз. *2* и поз. *3* соединяются с корпусом поз. *1* двенадцатью шпильками поз. *9* и гайками поз. *10*. В месте выхода из корпуса вала-шестерни поз. *5* имеется уплотнительное устройство поз. *13*, препятствующее просачиванию жидкости через зазор между валом и втулкой поз. *8*. Уплотнение состоит из трех войлочных пропитанных маслом колец. Кольца прижимаются к поверхности вала при помощи втулки поз. *7* и гайки поз. *6*.

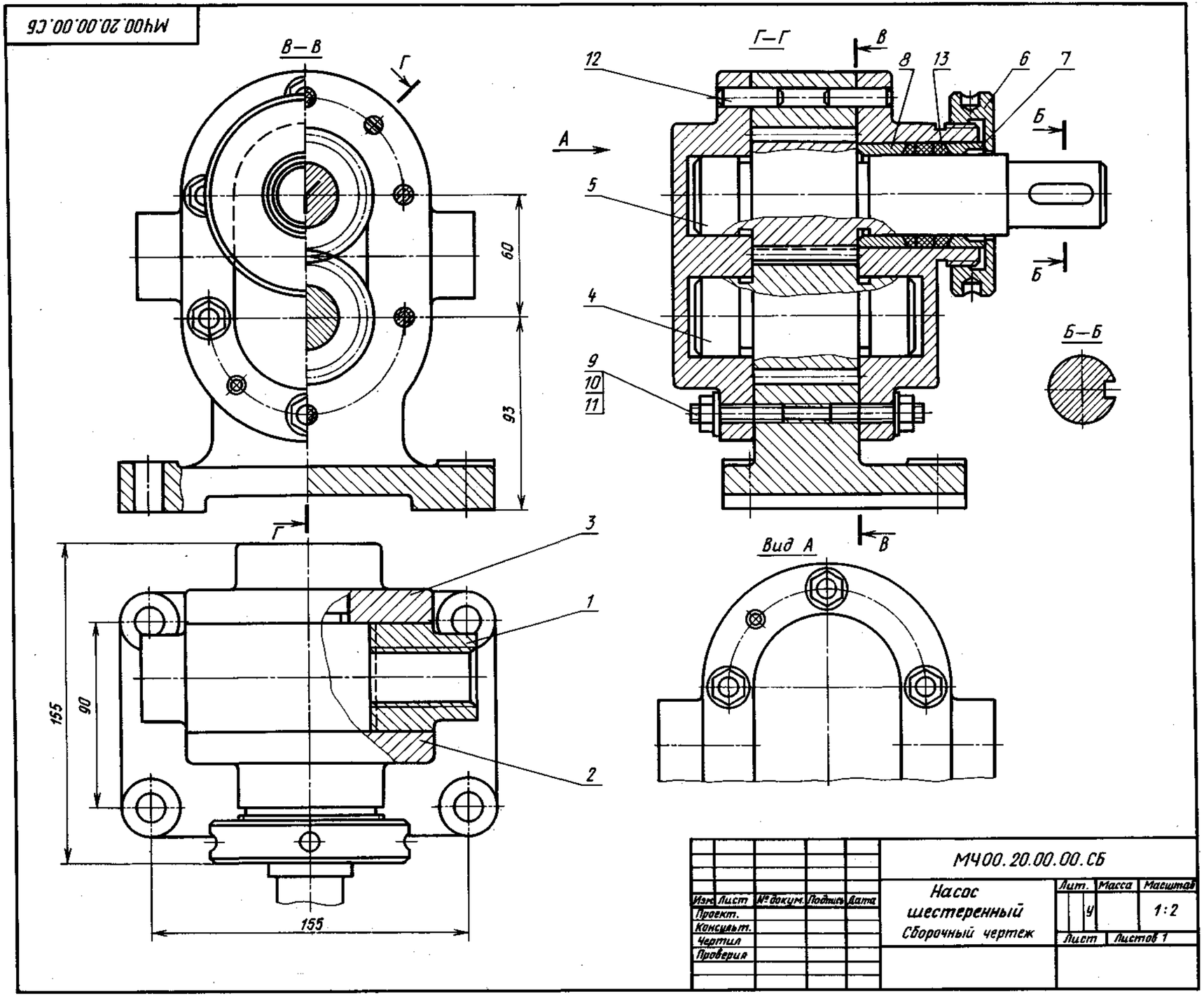
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *8*. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. *1*.

Материал деталей поз. *1* ... *3* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *4* ... *6* — Сталь 45 ГОСТ 1050—74, деталей поз. *7*, *8* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. **Как называется разрез *Г—Г*?**
2. **Как называется изображение *Б—Б*?**
3. **На каких изображениях видна деталь поз. *3*?**



21. ЦИЛИНДР ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.21.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.21.00.01	Корпус	1	
А3		*2*	МЧ00.21.00.02	Цилиндр	1	
А4		*3*	МЧ00.21.00.03	Поршень	1	
А3		*4*	МЧ00.21.00.04	Вилка	1	
А3		*5*	МЧ00.21.00.05	Вилка	1	
А4		*6*	МЧ00.21.00.06	Штуцер	1	
А4		*7*	МЧ00.21.00.07	Пружина	1	
А4		*8*	МЧ00.21.00.08	Гайка	1	
А4		*9*	МЧ00.21.00.09	Винт	1	
				Стандартные изделия		
		10		Гайка М18.5 ГОСТ 5915—70	1	
		11		Кольцо 090-095-30 ГОСТ 9833—73	2	
		12		Кольцо 035-040-30 ГОСТ 9833—73	1	

Пневматический цилиндр состоит из корпуса поз. *1*, в который ввинчен цилиндр поз. *2*. Для предотвращения самоотвинчивания предусмотрена гайка поз. *8*.

Воздух под давлением подается через штуцер поз. *6* и используется для перемещения поршня поз. *3* только в одном направлении — влево. Вправо поршень возвращает пружина. Использованный воздух выходит в атмосферу через тот же штуцер поз. *6*.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *7*.

Материал деталей поз. *1* ... *5* — Сталь 35Х ГОСТ 4543—71, поз. *6* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, поз. *7* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Объясните назначение пружины поз. *7*.
2. На каких изображениях виден поршень поз. *3*?
3. Для чего применяются кольца поз. *11* и поз. *12*?

22. ПРИХВАТ ПЕРЕДВИЖНОЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A2			МЧ00.22.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		*1*	МЧ00.22.00.01	Корпус	1	
A3		*2*	МЧ00.22.00.02	Поршень	1	
A3		*3*	МЧ00.22.00.03	Крышка	1	
A3		*4*	МЧ00.22.00.04	Болт	1	
A4		*5*	МЧ00.22.00.05	Болт	1	
A4		*6*	МЧ00.22.00.06	Винт	1	
A4		*7*	МЧ00.22.00.07	Прихват	1	
A4		*8*	МЧ00.22.00.08	Шайба	1	
A4		*9*	МЧ00.22.00.09	Тарелка	1	
A4		*10*	МЧ00.22.00.10	Шайба	1	
A4		*11*	МЧ00.22.00.11	Пружина	1	
A4		*12*	МЧ00.22.00.12	Пружина	1	
A4		*13*	МЧ00.22.00.13	Шайба	1	
A4		*14*	МЧ00.22.00.14	Гайка	1	
				Стандартные изделия		
		15		Винт А.М6×14.58 ГОСТ 1491—80	1	
		16		Гайка М12.5 ГОСТ 5915—70	1	
		17		Гайка М16.5 ГОСТ 5915—70	1	
		18		Кольцо СГ 24-17-5 ГОСТ 6418—81	1	
		19		Кольцо 040-045-30 ГОСТ 9833—73	1	

Передвижной гидравлический прихват предназначен для зажима обрабатываемых деталей на станках. Его устанавливают на столе станка или базовой плите.

Прихват состоит из корпуса поз. *1*, закрепляемого в станочном пазу специальным болтом поз. *5* и гайкой поз. *14*. Болт поз. *5* соединен резьбой с регулируемым болтом поз. *4*, имеющим сферическую головку, в которую упирается шайба поз. *13*, прижимающая прихват поз. *7*. Прихват опирается на шайбу поз. *10* и пружину поз. *11*. В полости корпуса расположен поршень поз. *2*. Масло в полость поступает под давлением через коническое резьбовое отверстие корпуса. В поршне на резьбе закрепляется регулируемый винт поз. *6*, передающий усилие прихвату, зажимающему обрабатываемую деталь. Прихват при необходимости можно поворачивать вокруг его продольной оси. В исходное положение поршень возвращается пружиной поз. *12*, которая упирается в крышку поз. *3*.

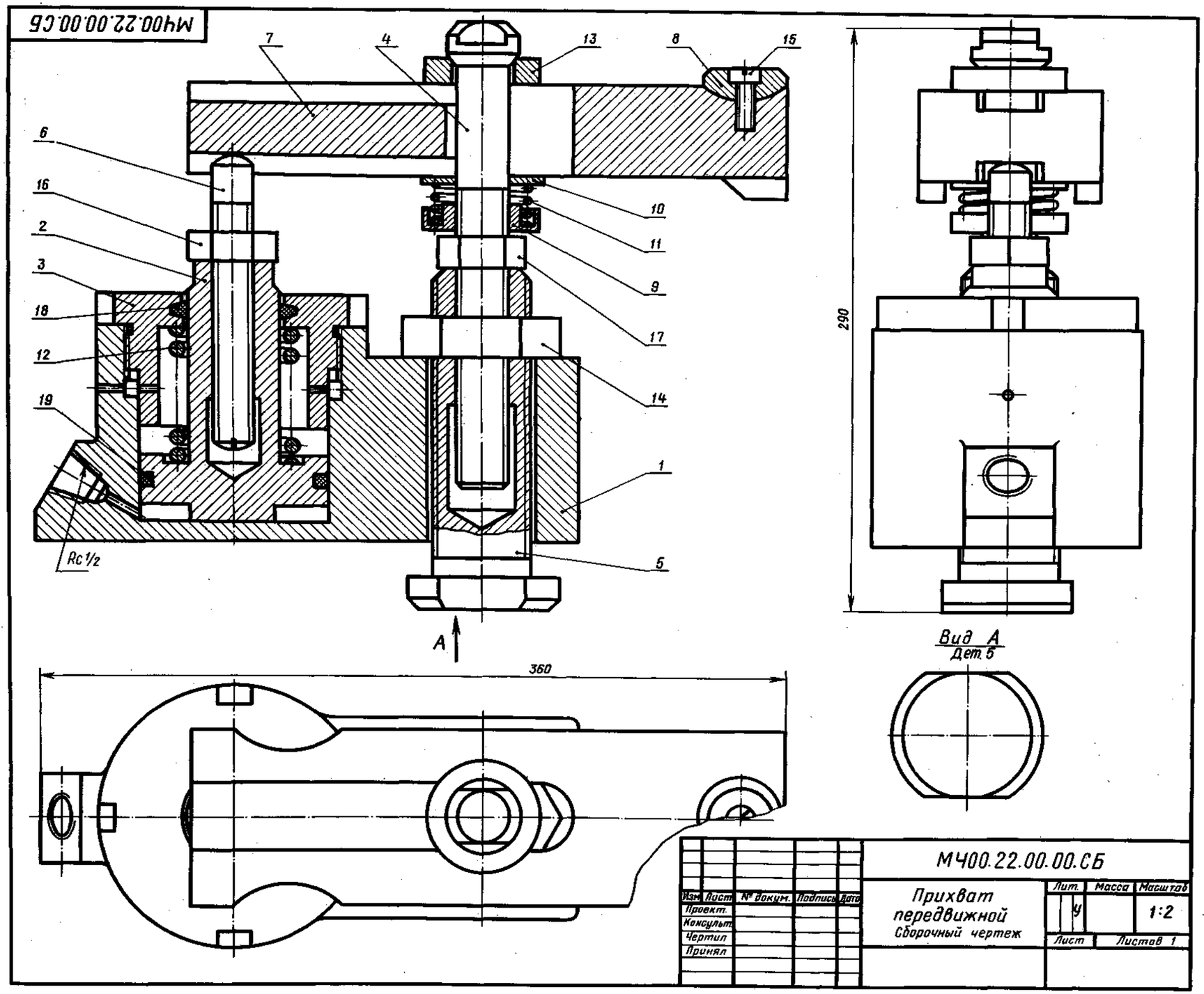
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *5*, *7*, *9*, *12*. Деталь поз. *1* изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. *1*, *7* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *11*, *12* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74, детали поз. *2* — Сталь 45 ГОСТ 1050—74, деталей поз. *3* ... *6*, *8* ... *10*, *13*, *14* — Ст 5 ГОСТ 380—71.

Ответьте на вопросы:

1. Какое назначение имеют четыре паза в детали поз. *3*?
2. Покажите контур детали поз. *5*.
3. Назовите все детали, изображенные на виде сверху.



23. КЛАПАН МЕХАНИЧЕСКИЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документация		
А2			МЧ00.23.00.00.СБ	Клапан механический		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.23.00.01	Корпус	1	
А4		*2*	МЧ00.23.00.02	Крышка	1	
А4		*3*	МЧ00.23.00.03	Шток	1	
А4		*4*	МЧ00.23.00.04	Седло	1	
А4		*5*	МЧ00.23.00.05	Клапан	1	
А4		*6*	МЧ00.23.00.06	Толкатель	1	
А4		*7*	МЧ00.23.00.07	Втулка	1	
А4		*8*	МЧ00.23.00.08	Крышка	1	
А4		*9*	МЧ00.23.00.09	Пружина	1	
А4		*10*	МЧ00.23.00.10	Шайба	1	
				Стандартные изделия		
		11		Кольцо 025-030-30 ГОСТ 9833—73	2	
				Материалы		
		12		Кожа 3 ГОСТ 20836—75	1	

Механический клапан предназначен для автоматических установок, распыляющих смазочно-охлаждающие жидкости.

Клапан состоит из корпуса поз. *1*, разделенного на две полости, в одну из которых поступает сжатый воздух.

При перемещении толкателя поз. *6* вправо он давит на шток поз. *3*, отодвигая клапан поз. *5*. Сжатый воздух проходит через клапан по продольным пазам штока к распыляющему устройству.

При снятии нагрузки с толкателя клапан, шток и толкатель возвращаются в первоначальное положение под действием пружины поз. *9*. В результате этого клапан прижимается к седлу поз. *4*, закрывая проход воздуха.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *5*, *7*.

Материал деталей поз. *1*, *6*, *7* — Ст 5 ГОСТ 380—71, дателей поз. *3* ... *5* — Бр04Ц7С5 ГОСТ 613—79, деталей поз. *2*, *8* — Сталь 35 ГОСТ 4543—71, детали поз. *9* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Сколько продольных пазов в детали поз. *3*?
2. На каких изображениях видна деталь поз. *4*?
3. Через какое отверстие сжатый воздух поступает в канавки штока поз. *3*?

24. КРАН ДВУХХОДОВОЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.24.00.00.СБ	Кран двухходовой		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.24.00.01	Корпус	1	
А4		*2*	МЧ00.24.00.02	Пробка	1	
А4		*3*	МЧ00.24.00.03	Ключ	1	
А4		*4*	МЧ00.24.00.04	Крышка	1	
А4		*5*	МЧ00.24.00.05	Гайка	1	
А4		*6*	МЧ00.24.00.06	Ручка	1	
А4		*7*	МЧ00.24.00.07	Пружина	1	
А4		*8*	МЧ00.24.00.08	Шайба	1	
А4		*9*	МЧ00.24.00.09	Прокладка	1	
А4		*10*	МЧ00.24.00.10	Прокладка	1	
				Стандартные детали		
		11		Гайка М12.5 ГОСТ 5915—70	1	

Двухходовой кран устанавливают на трубопроводах. Газ или жидкость, поступающие через нижнее отверстие в кран, расходятся по двум трубопроводам.

Чтобы изменить площадь сечения для прохода газа или жидкости, нужно ручкой поз. *6* повернуть на некоторый угол коническую пробку поз. *2*. Для обеспечения герметичности коническая поверхность пробки крана притирается к внутренней стенке корпуса поз. *1*. Между деталями поз. *1* и поз. *4* ставится прокладка поз. *10*.

Ключ поз. *3* своими выступами входит в пазы пробки. Пружина поз. *7* ставится для надежного прилегания пробки к внутренней поверхности корпуса.

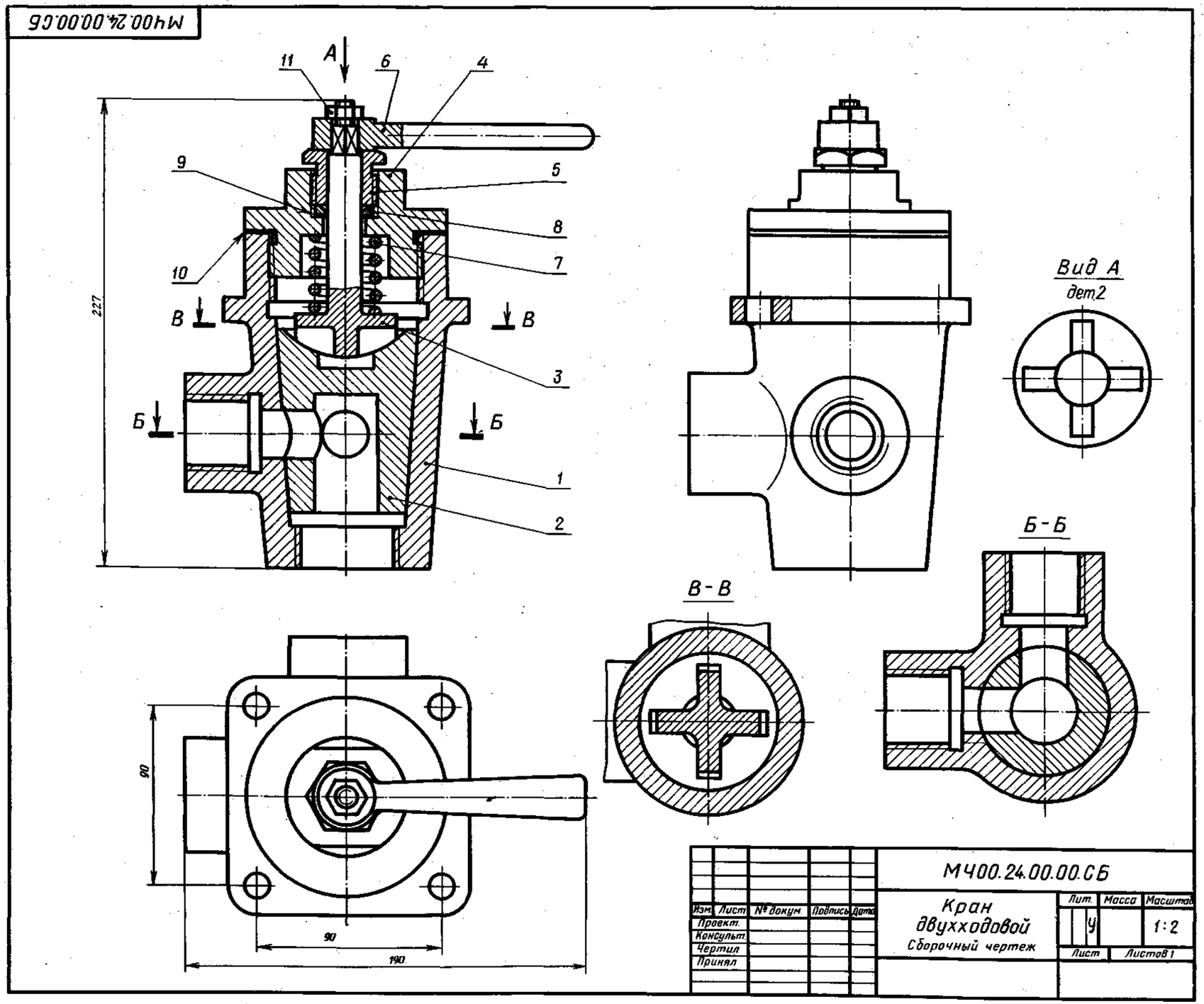
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *7*. Деталь поз. *1* изобразить в аксонометрической проекции.

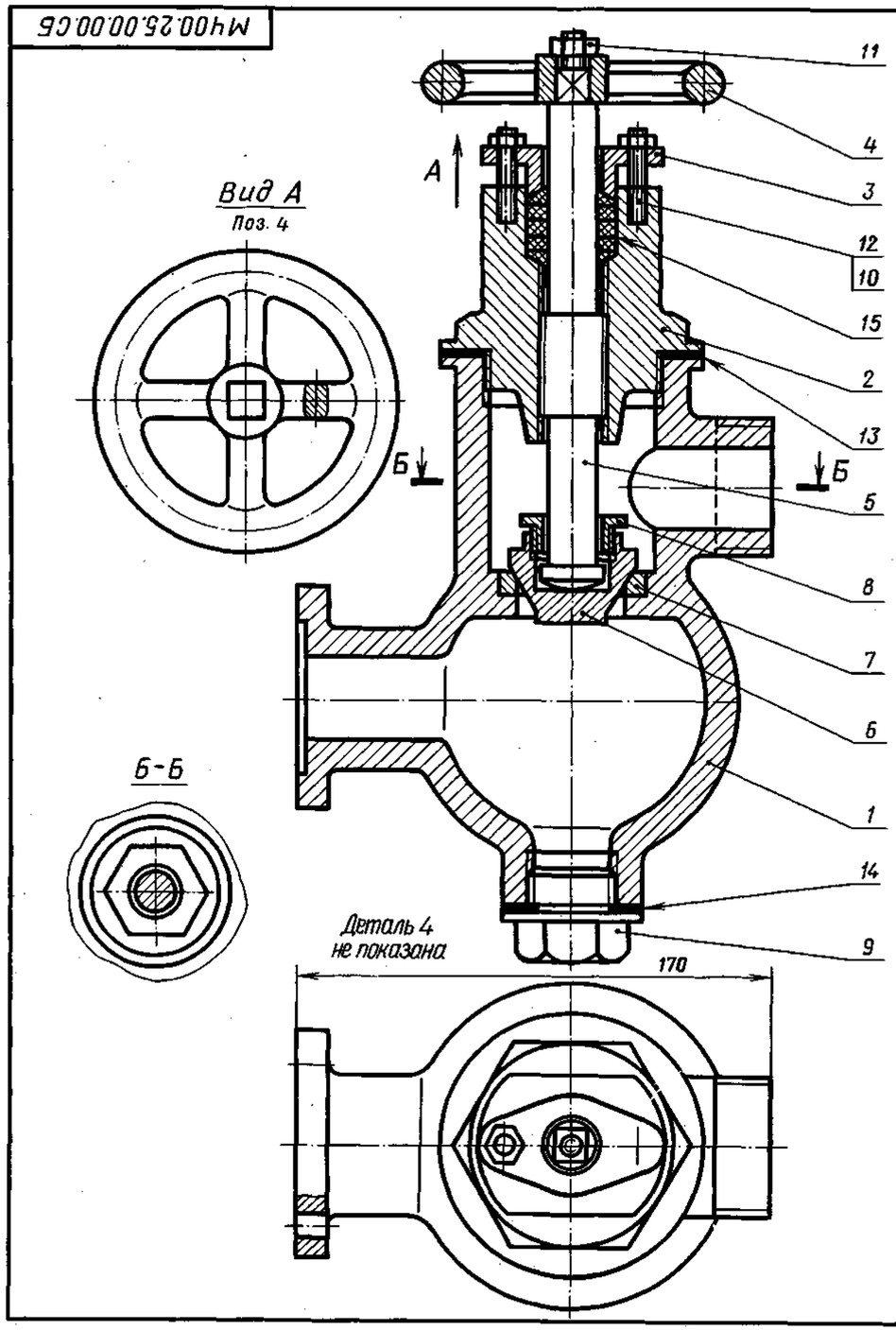
Материал деталей поз. *1*, *2*, *8* — Бр04Ц7С5 ГОСТ 613—79, деталей поз. *3* ... *7* — Сталь 35Х ГОСТ 4543—71, детали поз. *7* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74, детали поз. *9* — Сталь 40 ГОСТ 1050—74.

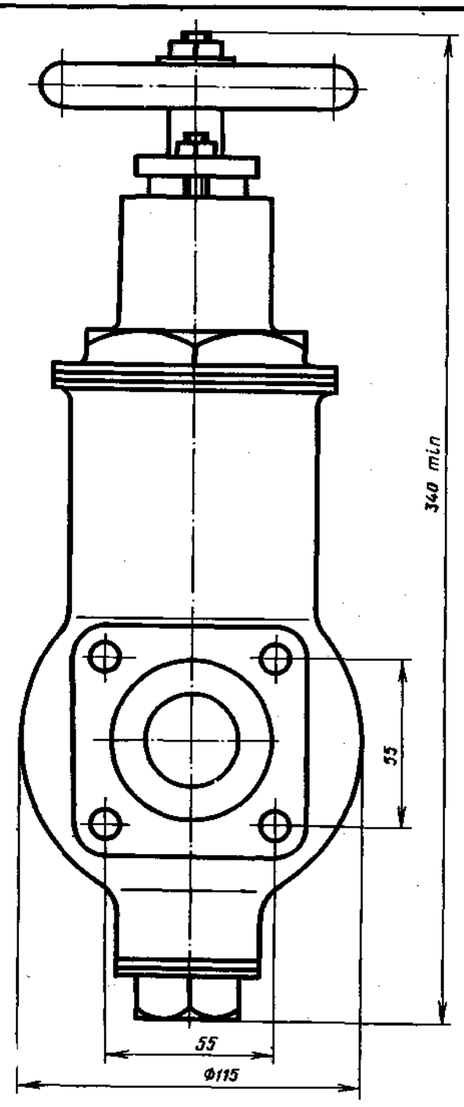
Ответьте на вопросы:

1. Назовите и покажите все детали, изображенные на разрезе *В—В*.
2. Покажите детали поз. *3*, *4* и *6* на виде слева.
3. Покажите контур детали поз. *2*.



25. КЛАПАН





Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	МЧ00.25.00.00.СБ			
Проект.					Клапан Сборочный чертеж	Лит.	Масса	Масштаб
Консульт.						У		1:2
Чертил						Лист	Листов 1	
Принял								

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.25.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		1	МЧ00.25.00.01	Корпус	1	
А3		2	МЧ00.25.00.02	Крышка	1	
А4		3	МЧ00.25.00.03	Фланец	1	
А4		4	МЧ00.25.00.04	Маховичок	1	
А3		5	МЧ00.25.00.05	Шпиндель	1	
А4		6	МЧ00.25.00.06	Клапан	1	
А4		7	МЧ00.25.00.07	Седло	1	
А4		8	МЧ00.25.00.08	Гайка	1	
А4		9	МЧ00.25.00.09	Пробка	1	
				Стандартные изделия		
		10		Гайка М8.5 ГОСТ 5915—70	2	
		11		Гайка М10.5 ГОСТ 5915—70	1	
		12		Шпилька М8×25.58 ГОСТ 22034—76	2	
				Материалы		
		13		Картон А 1 ГОСТ 9347—74	1	
		14		Картон А 1 ГОСТ 9347—74	1	
		15		Войлок ПС 10 ГОСТ 6308—71	1	

Клапан предназначен для изменения величины потока воды, проходящей по трубопроводу, а также для периодических отключений одной части трубопровода от другой.

Клапан состоит из корпуса поз. *1* и крышки поз. *2*. Детали поз. *5*, *6*, *8* являются запорным устройством. Изменение проходного отверстия между клапаном поз. *6* и седлом поз. *7* регулируется вращением маховичка поз. *4*. В качестве уплотнения между шпинделем поз. *5*, крышкой поз. *2* и фланцем поз. *3* применяют войлочные кольца поз. *15*, пропитанные смазочными веществами. По мере износа войлочные кольца поджимаются фланцем, для чего завинчивают гайки поз. *10*. Стык крышки и корпуса уплотнен прокладкой поз. *14*. Пробка поз. *9* предназначена для слива отстоя и очистки корпуса.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *5*.

Материал деталей поз. *1* ... *4* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *5* ... *9* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Покажите контур детали поз. *2*.
2. Покажите на чертеже местный разрез и сечение.
3. Покажите на виде слева прокладки поз. *10* и поз. *11*.

2-е деталирование

26. ЦИЛИНДР ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.26.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.26.00.01	Корпус	1	
А3		*2*	МЧ00.26.00.02	Стакан	1	
А4		*3*	МЧ00.26.00.03	Фланец	1	
А3		*4*	МЧ00.26.00.04	Поршень	1	
А4		*5*	МЧ00.26.00.05	Крышка	1	
А4		*6*	МЧ00.26.00.06	Вилка	1	
А4		*7*	МЧ00.26.00.07	Прокладка	1	
				Стандартные изделия		
		8		Болт М6×28.58 ГОСТ 7798—70	12	
		9		Болт М12×45.58 ГОСТ 7798—70	2	
		10		Гайка М12.5 ГОСТ 5915—70	2	
		11		Кольцо 025-030-30 ГОСТ 9833—73	1	
		12		Кольцо 055-060-30 ГОСТ 9833—73	3	
				Материалы		
		13		Войлок ПС 10 ГОСТ 6308—71	5	

Гидравлический цилиндр является основным звеном гидроприводов.

Гидравлический цилиндр состоит из корпуса поз. *1* и поршня поз. *4*. Поршень движется в цилиндре под давлением масла, которое подается в цилиндр через резьбовые отверстия деталей поз. *1* и поз. *5*. Последовательное переключение подачи масла производится при помощи золотника (на чертеже не показан).

Шток поршня поз. *4* соединен с вилкой поз. *6*. Вилка присоединяется к звену механизма, которому поршень сообщает требуемое возвратно-поступательное движение. Уплотнение поршня, штока поршня, а также корпуса обеспечивается уплотнительными кольцами поз. *11*, *12*, *13* и прокладкой поз. *7*.

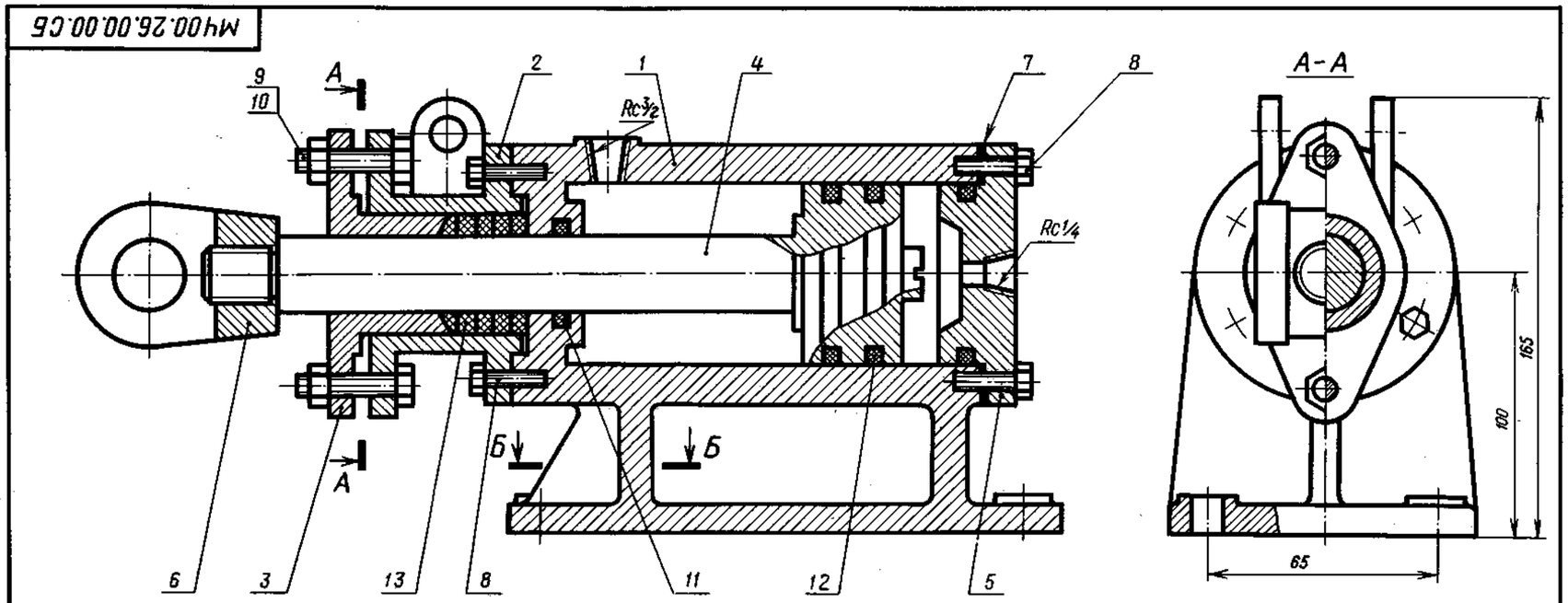
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *6*. Деталь поз. *1* или *2* изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. *1* ... *3*, *5* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *4*, *6* — Сталь 45 ГОСТ 1050—74.

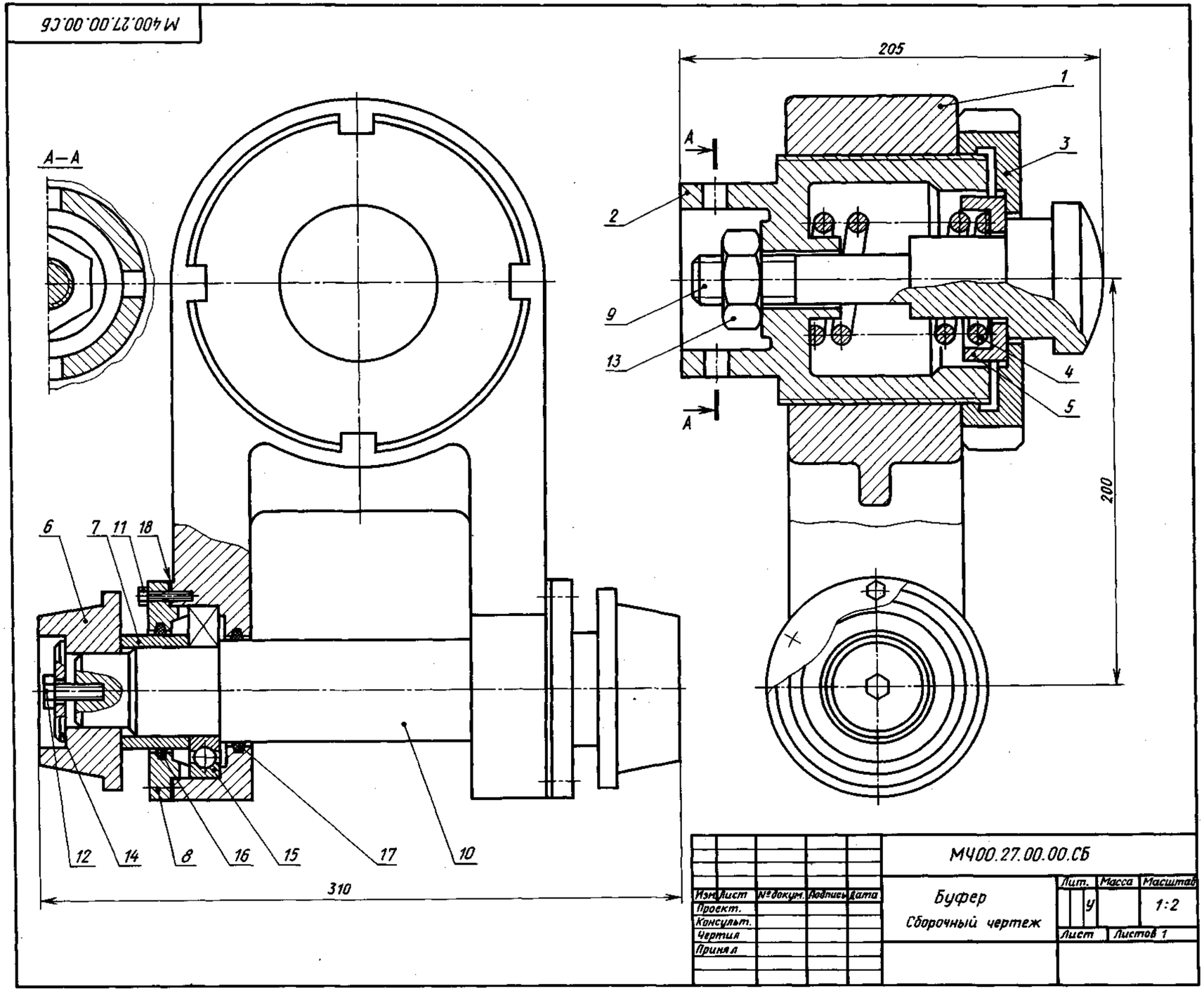
Ответьте на вопросы:

1. Покажите контур детали поз. *3*.
2. Имеется ли на чертеже сечение?
3. Как называются разрезы на виде сверху?



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	МЧ00.26.00.00.СБ			
Проект.					Цилиндр гидравлический Сборочный чертеж	Лит.	Масса	Масштаб
Консульт.						У		1:2
Чертил						Лист	Листов 1	
Принял								

27. БУФЕР



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A2			МЧ00.27.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	МЧ00.27.00.01	Корпус	1	
A4		2	МЧ00.27.00.02	Стакан	1	
A4		3	МЧ00.27.00.03	Гайка упорная	1	
A4		4	МЧ00.27.00.04	Пружина	1	
A4		5	МЧ00.27.00.05	Тарелка	1	
A4		6	МЧ00.27.00.06	Бегунок	2	
A4		7	МЧ00.27.00.07	Втулка	2	
A4		8	МЧ00.27.00.08	Крышка	2	
A4		9	МЧ00.27.00.09	Буфер	2	
A4		10	МЧ00.27.00.10	Ось	1	
				Стандартные изделия		
		11		Болт М6×28.58 ГОСТ 7798—70	12	
		12		Болт М12×32.58 ГОСТ 7798—70	2	
		13		Гайка М30.5 ГОСТ 5915—70	1	
		14		Шайба 12.01.05 ГОСТ 11371—78	2	
		15		Шарикоподшипник 212 ГОСТ 8338—75	2	
		16		Кольцо СГ 76-59-5 ГОСТ 6418—81	2	
		17		Кольцо СГ 71-54-5 ГОСТ 6418—81	2	
				Материалы		
		18		Картон А 1 ГОСТ 6659—83	2	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	МЧ00.27.00.00.СБ			
Проект.					Буфер	Лит.	Масса	Масштаб
Консульт.						У		1:2
Чертил					Сборочный чертеж	Лист	Листов 1	
Принял								

Буфер используется в автоматических линиях с целью предотвращения поломок деталей при их обработке на металлорежущих станках.

Деталь, поданная на конвейер, устанавливается в осевом направлении под давлением толкателя, который подводит деталь до буфера поз. *9*. При ударе буфер упирается в пружину поз. *4*, которая, сжимаясь, поглощает удар. С помощью бегунков поз. *6* деталь передается на следующую операцию автоматической линии.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *3*, *6*, *8*, *9*.

Материал деталей поз. *1* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, поз. *2*, *5*, *7*, *8* — Ст 5 ГОСТ 380—71, поз. *3*, *6*, *9*, *10* — Сталь 30 ГОСТ 1050—74, поз. *4* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Назовите детали, которые видны на разрезе *А—А*.
2. Видна ли деталь поз. *2* на главном виде?
3. Сколько отверстий под болты у детали поз. *8*?

2-е деталирование

28. ЦИЛИНДР ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.28.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.28.00.01	Цилиндр	1	
А3		*2*	МЧ00.20.00.02	Поршень	1	
А3		*3*	МЧ00.28.00.03	Крышка	1	
А3		*4*	МЧ00.28.00.04	Крышка	1	
А4		*5*	МЧ00.28.00.05	Фланец	1	
А3		*6*	МЧ00.28.00.06	Шток	1	
				Стандартные изделия		
		7		Болт М10×38.58 ГОСТ 7798—70	4	
		8		Гайка М12.5 ГОСТ 5915—70	8	
		9		Кольцо 025-030-30 ГОСТ 9833—73	2	
		10		Кольцо 055-060-30 ГОСТ 9833—73	2	
		11		Шайба 12.01.05 ГОСТ 11371—78	8	
		12		Шпилька М12×45.58 ГОСТ 22043—76	8	
				Материалы		
		13		Картон А I ГОСТ 9347—74	2	

Пневматические цилиндры применяются в приспособлениях, предназначенных для быстрой установки и надежного закрепления обрабатываемых деталей на металлообрабатывающих станках. Изображенный на чертеже пневматический цилиндр — качающийся, крепится к станку специальными шарнирными устройствами. Основными элементами пневматического цилиндра являются цилиндр поз. *1* и поршень поз. *2*.

В цилиндр через отверстия крышек поз. *3* и поз. *4* то с одной, то с другой стороны поршня попеременно подводят сжатый воздух, под действием которого поршень совершает возвратно-поступательное движение. К правому концу штока поз. *6* присоединяется звено механизма, которому шток сообщает это движение. Поршень и шток имеют уплотнительные кольца поз. *9* и поз. *10*.

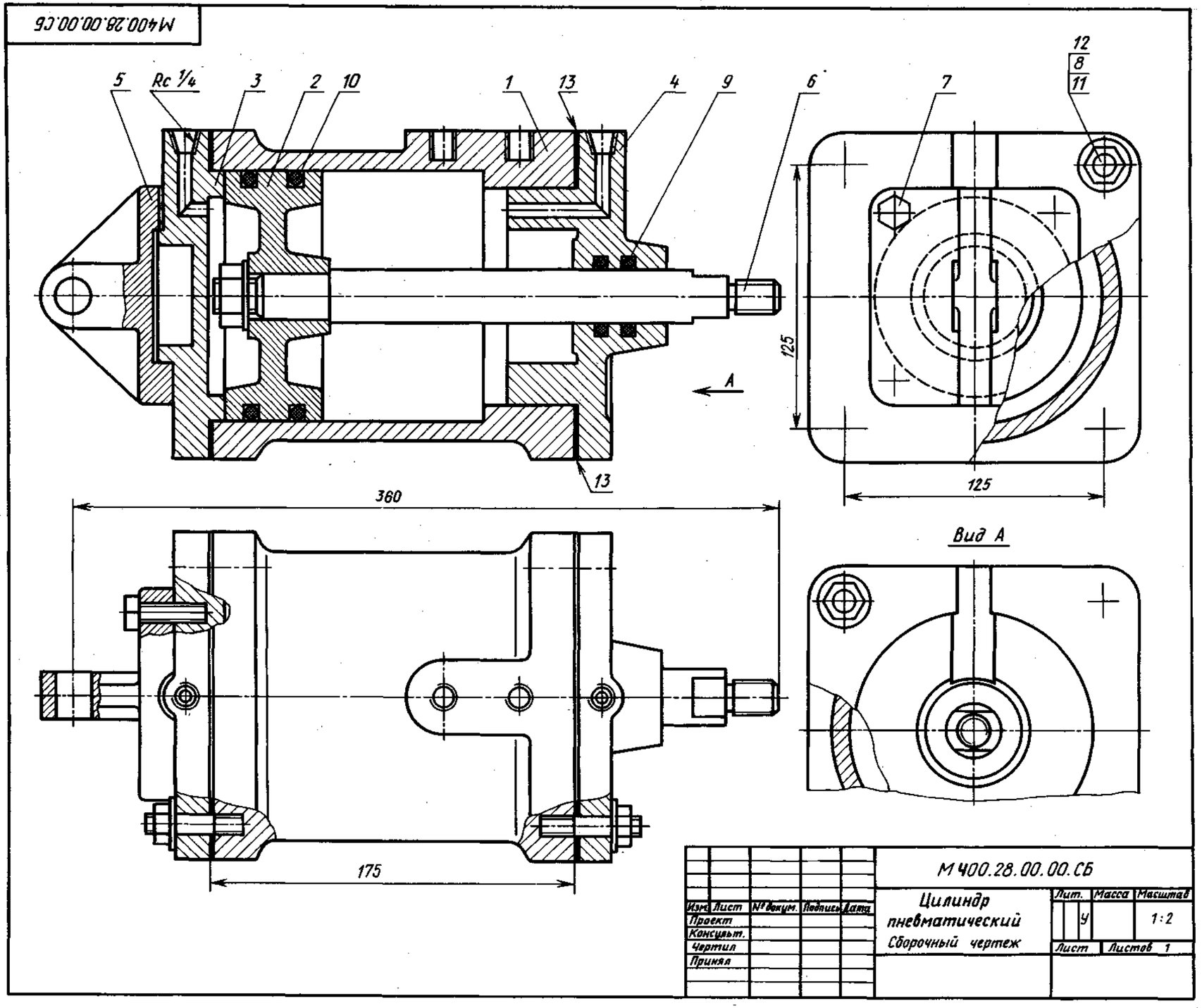
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *6*. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. *1* или детали поз. *5*.

Материал деталей поз. *1* ... *5* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, поз. *2*, *6* — Сталь 35 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Для чего предназначены отверстия с конической резьбой?
2. Каким количеством болтов крепится к корпусу поз. *1* крышка поз. *4*?
3. Покажите контур детали поз. *4*.



							М400.28.00.00.СБ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Проект					Цилиндр пневматический		Лит.	Масса	Масштаб
Консульт.									1:2
Чертил					Сборочный чертеж		У		
Принял							Лист	Листов 1	

29. ТЯГА

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.29.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.29.00.01	Корпус	1	
А4		*2*	МЧ00.29.00.02	Серьга	1	
А4		*3*	МЧ00.29.00.03	Вилка	1	
А4		*4*	МЧ00.29.00.04	Вкладыш	1	
А4		*5*	МЧ00.29.00.05	Ось	1	
А4		*6*	МЧ00.29.00.06	Кольцо	1	
А4		*7*	МЧ00.29.00.07	Планка	1	
				Стандартные изделия		
		8		Винт М4×8.58 ГОСТ 1477—84	2	
		9		Винт А.М4×10.58 ГОСТ 1491—80	2	
		10		Винт М4×10.58 ГОСТ 1477—84	1	

Тяга, являясь промежуточным звеном механизмов, серьгой поз. *2* и вилкой поз. *3* соединяется с разными частями одной машины.

В корпусе поз. *1* имеется бронзовый вкладыш поз. *4*, отватывающий всей внутренней цилиндрической поверхностью ось соседнего звена механизма. Вкладыш закреплен в корпусе винтом поз. *10*. Отверстие под винт сверлят при сборке тяги.

Для уменьшения износа к трущимся поверхностям вкладыша и оси подводится густая смазка, поступающая из масленок, которые ввинчиваются в резьбовые отверстия деталей поз. *5* и поз. *1*. Чтобы предотвратить проворачивание оси поз. *5*, она закреплена на корпусе планкой поз. *7* и винтами поз. *9*.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *7*.

Материал деталей поз. *1* ... *3* — СЧ 20 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *5*, *6* — Сталь 45 ГОСТ 1050—74, детали поз. *4* — Бр03Ц12С5 ГОСТ 613—79.

Ответьте на вопросы:

1. Имеется ли на данном чертеже изображение сечения?
2. На каких изображениях видна деталь поз. *3*?
3. Покажите контур детали поз. *5*.

2-е деталирование

30. ВЕНТИЛЬ ЗАПОРНЫЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A1			МЧ00.30.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		*1*	МЧ00.30.00.01	Корпус	1	
A4		*2*	МЧ00.30.00.02	Крышка	1	
A4		*3*	МЧ00.30.00.03	Фланец	1	
A4		*4*	МЧ00.30.00.04	Шпиндель	1	
A4		*5*	МЧ00.30.00.05	Клапан	1	
A4		*6*	МЧ00.30.00.06	Гайка	1	
A4		*7*	МЧ00.30.00.07	Втулка	1	
A4		*8*	МЧ00.30.00.08	Ключ	1	
				Стандартные изделия		
		9		Болт М12×45.58 ГОСТ 7798—70	4	
		10		Гайка М12.5 ГОСТ 5915—70	4	
		11		Гайка М10.5 ГОСТ 5915—70	2	
		12		Шпилька М10×25.58 ГОСТ 22032—76	2	
				Материалы		
		13		Картон А 1 ГОСТ 9347—74	1	
		14		Войлок ПС 10 ГОСТ 6308—71	1	

Запорный вентиль монтируют на трубопроводах, предназначенных для подачи жидкости.

С помощью вентиля можно периодически отключать одну часть трубопровода от другой, для этого нужно опустить запорный клапан поз. *5* вниз до соприкосновения с торцом втулки поз. *7*. Перемещение клапана в вертикальном направлении производят вращением ключа поз. *8*, насаженного на квадратный конец шпинделя поз. *4*. Уплотнение поз. *14*, прижимаемое сверху фланцем поз. *3*, плотно прилегает к шпинделю.

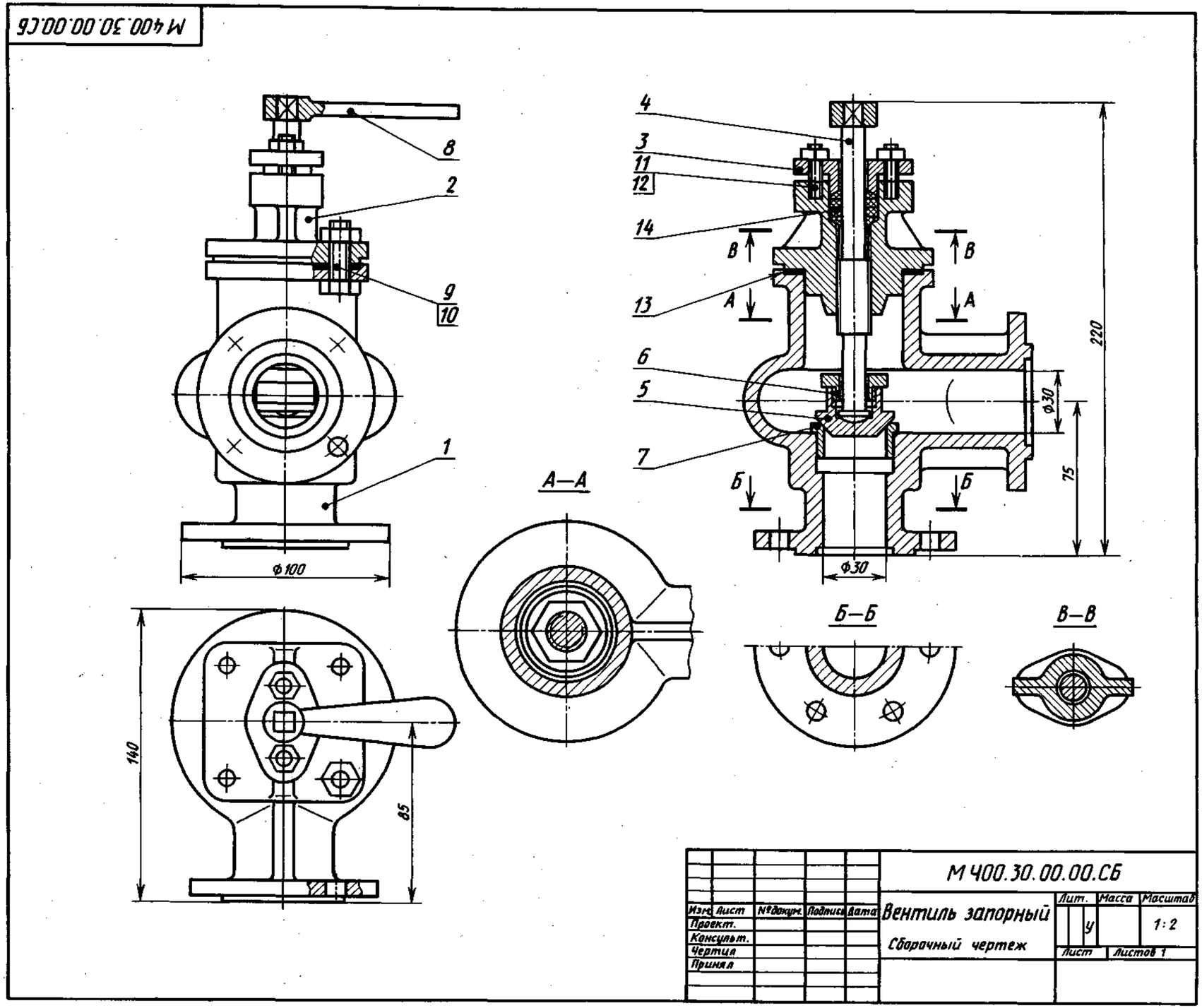
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *8*. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. *2* или *3*.

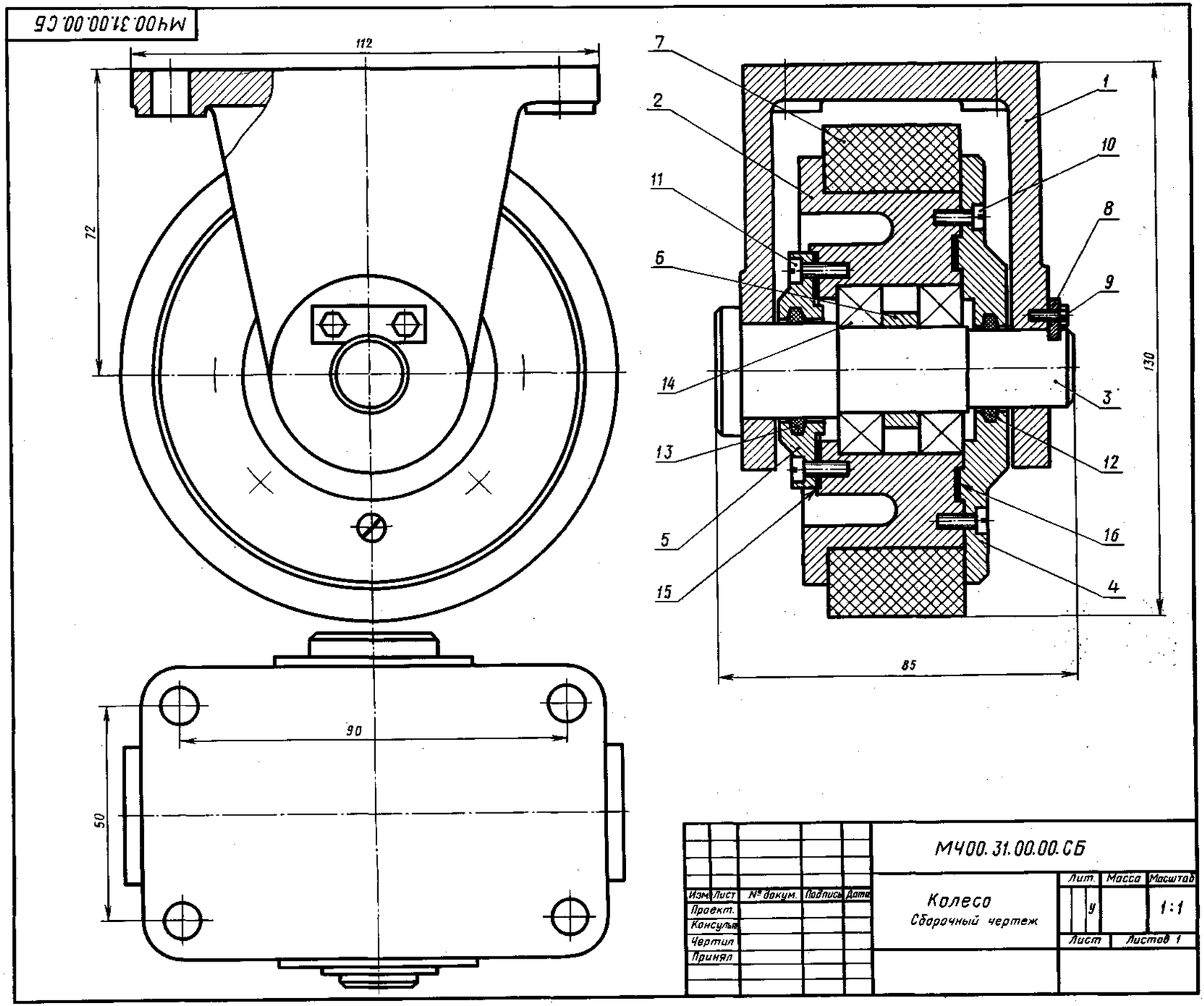
Материал деталей поз. *1* ... *3*, *5*, *7*, *10* — Сталь 30 ГОСТ 1050—74, поз. *4*, *8* — Ст 6 ГОСТ 380—71, поз. *6*, *9*, *11* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, поз. *12* — Бр03Ц12С5 ГОСТ 613—79.

Ответьте на вопросы:

1. Имеется ли на чертеже изображение сечения?
2. Назовите детали, показанные на разрезе *А—А*.
3. Покажите контур детали поз. *2*.



31. КОЛЕСО



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	МЧ00.31.00.00.СБ		
Проект.					Колесо Сборочный чертеж	Лит.	Масса	Масштаб
Консульт.						у		1:1
Чертил						Лист	Листов 1	
Принял								

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечания
				Документация		
А2			МЧ00.31.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		1	МЧ00.31.00.01	Кронштейн	1	
А3		2	МЧ00.31.00.02	Корпус	1	
А4		3	МЧ00.31.00.03	Ось	1	
А4		4	МЧ00.31.00.04	Крышка	1	
А4		5	МЧ00.31.00.05	Крышка	1	
А4		6	МЧ00.31.00.06	Втулка	1	
А4		7	МЧ00.31.00.07	Бандаж	1	
А4		8	МЧ00.31.00.08	Планка	1	
				Стандартные изделия		
		9		Болт М4×12.58 ГОСТ 7798—70	2	
		10		Винт А.М5×12.58 ГОСТ 1491—80	8	
		11		Винт А.М5×16.58 ГОСТ 1491—80	6	
		12		Кольцо СГ 28-17-5 ГОСТ 6418—81	1	
		13		Кольцо СГ 32-21-5 ГОСТ 6418—81	1	
		14		Шарикоподшипник 205 ГОСТ 8338—75	2	
				Материалы		
		15		Картон А 1 ГОСТ 6659—83	1	
		16		Картон А 1 ГОСТ 6659—83	1	

Колесо используется в тележке, предназначенной для транспортировки заготовок и готовых изделий в механическом цехе.

В двух отверстиях кронштейна крепится ось поз. *3*. В корпусе поз. *2* запрессованы два шарикоподшипника поз. *14*, которые зажимаются крышкой поз. *4* и распорной втулкой поз. *6*. В крышках поз. *4*, *5* имеются выточки под уплотнительные кольца поз. *12*, *13*, которые препятствуют попаданию пыли в подшипники. На цилиндрическую поверхность корпуса натянут бандаж поз. *7*, который прижимается крышкой поз. *4*. Колесо крепится к основанию тележки четырьмя болтами.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *6*, *8*.

Материал деталей поз. *1*, *2*, *6*, *8* — Ст 5 ГОСТ 380—71, деталей поз. *4*, *5* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, детали поз. *3* — Сталь 45 ГОСТ 1050—74, детали поз. *7* — резина.

Ответьте на вопросы:

1. **Сколько отверстий под винты имеет деталь поз. *2*?**
2. **На каких изображениях видна деталь поз. *2*?**
3. **Какое назначение имеет деталь поз. *8*?**

32. ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ НАРЕЗКИ СЕГМЕНТНЫХ ШПОНОК

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.32.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		1	МЧ00.32.00.01	Корпус	1	
А3		2	МЧ00.32.00.02	Прихват	1	
А4		3	МЧ00.32.00.03	Колодка	1	
А4		4	МЧ00.32.00.04	Крышка	1	
А4		5	МЧ00.32.00.05	Поршень	1	
А4		6	МЧ00.32.00.06	Шайба	1	
А4		7	МЧ00.32.00.07	Пружина	1	
А4		8	МЧ00.32.00.08	Шпилька М12	1	
А4		9	МЧ00.32.00.09	Призма	1	
				Стандартные изделия		
		10		Болт М6×18.58 ГОСТ 7798—70	5	
		11		Винт А.М8×20.58 ГОСТ 1491—89	1	
		12		Винт М8×30.58 ГОСТ 11738—84	4	
		13		Винт М10×35.58 ГОСТ 11738—84	2	
		14		Гайка М12.5 ГОСТ 5915—70	2	
		15		Кольцо СГ 23-14-3 ГОСТ 6418—81	2	
		16		Кольцо СГ 48-34-5 ГОСТ 6418—81	1	

Приспособление предназначено для производства сегментных шпонок из заготовок (готовых шайб) на горизонтально-фрезерном станке.

В корпус поз. *1* вставлен прихват поз. *2*, соединенный шпилькой поз. *8* с поршнем поз. *5* цилиндра обратного действия. Зажим нескольких заготовок, установленных на призме поз. *9* (на чертеже показаны тонкой линией, см. разрез *А—А*), осуществляется прихватом под воздействием гидравлического давления на поршень (жидкость поступает в отверстие по стрелке). Пружина поз. *7* возвращает прихват в исходное положение после того, как в цилиндре снято давление. Дисковая фреза центрируется по оси призмы поз. *9* и прорези установочной колодки поз. *3* с помощью щупа.

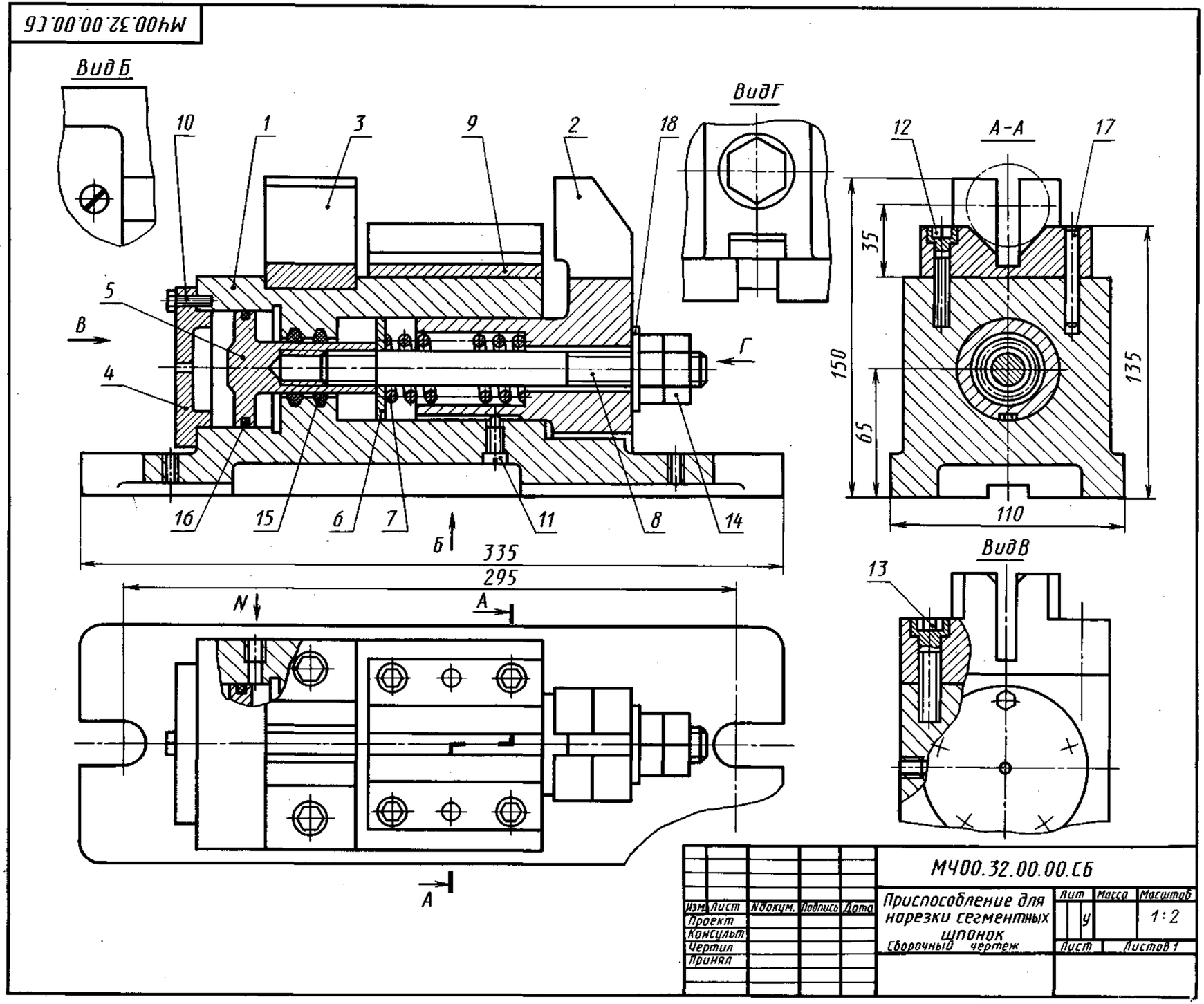
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *3*, *5*, *8*, *9*. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. *1*.

Материал деталей поз. *1*, *4* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *2*, *3*, *5*, *6*, *8*, *9* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, детали поз. *7* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Как называется разрез *А—А*?
2. Сколько отверстий с резьбой в детали поз. *9*?
3. Покажите контур детали поз. *2* на разрезе *А—А* и виде сверху.



33. ГИДРОЗАМОК

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.33.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		1	МЧ00.33.00.01	Корпус	1	
А4		2	МЧ00.32.00.02	Седло	2	
А3		3	МЧ00.33.00.03	Штуцер	2	
А4		4	МЧ00.33.00.04	Цилиндр	1	
А4		5	МЧ00.33.00.05	Золотник	1	
А4		6	МЧ00.33.00.06	Штуцер	1	
А4		7	МЧ00.33.00.07	Клапан	2	
А4		8	МЧ00.33.00.08	Пружина	2	
А4		9	МЧ00.33.00.09	Штуцер	1	
				Материалы		
		10		Кожа 3 ГОСТ 20836—75	3	

Гидрозамок представляет собой гидравлический управляемый обратный клапан, применяемый для запирания рабочих полостей гидроцилиндров.

Принцип работы гидрозамка следующий. Предположим, что правая магистраль гидрозамка связана с рабочей (поршневой) полостью гидроцилиндра, а левая — со штоковой полостью гидроцилиндра. Тогда масло под давлением, идущее в поршневую полость через канал штуцера поз. *9*, сместит в корпусе поз. *1* золотник поз. *5* влево и откроет левый обратный клапан поз. *7*, через который масло из штоковой полости гидроцилиндра будет выходить через штуцер поз. *6* на слив. Одновременно открывается правый обратный клапан поз. *7*, и масло через него поступает в поршневую полость гидроцилиндра. При прекращении доступа жидкости в гидрозамок золотник возвратится в нейтральное положение и оба обратных клапана под действием пружин поз. *8* и давления масла со стороны поршневой и штоковой полостей гидроцилиндра закроются, фиксируя поршень гидроцилиндра в заданном положении.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *6*.

Материал деталей поз. *1*, *3*, *7* — Сталь 35 ГОСТ 1050—74, деталей поз. *2*, *4*, *5*, *9* — Бр03Ц12С5 ГОСТ 613—79, детали поз. *8* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Назовите все детали, изображенные на виде *А*.
2. Покажите контур детали поз. *2* на разрезе *В—В*.
3. Видна ли на виде *Б* деталь поз. *5*?

МЧ00.33.00.00.СБ

Гидрозамок

Сборочный чертеж

Лит. У | Масса | Масштаб 1:1

Лист | Листов 1

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

Проект.

Консульт.

Чертил

Принял

34. АМОРТИЗАТОР РОЛИКОВЫЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.34.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		1	МЧ00.34.00.01	Корпус	1	
А3		2	МЧ00.34.00.02	Цилиндр	1	
А3		3	МЧ00.34.00.03	Стакан	1	
А3		4	МЧ00.34.00.04	Шток	1	
А4		5	МЧ00.34.00.05	Втулка	1	
А4		6	МЧ00.34.00.06	Ролик	1	
А4		7	МЧ00.34.00.07	Пружина	1	
А4		8	МЧ00.34.00.08	Ось	1	
А4		9	МЧ00.34.00.09	Втулка	1	
А4		10	МЧ00.34.00.10	Вилка	1	
А4		11	МЧ00.34.00.11	Пластинка	1	
				Стандартные изделия		
		12		Болт М14×16.58 ГОСТ 7796—70	2	
		13		Болт М8×25.58 ГОСТ 7796—70	6	
		14		Винт М10×16.58 ГОСТ 8878—84	1	
		15		Гайка М10.5 ГОСТ 5915—70	6	
		16		Гайка М24.5 ГОСТ 2526—70	2	
		17		Шпилька М10×25.58 ГОСТ 22032—76	6	
		18		Шпонка 10×8×30 ГОСТ 23360—78	1	

Роликовый амортизатор служит для направления перемещаемых при прокате заготовок и поглощения ударных нагрузок.

Удар при подаче заготовки передается от ролика поз. *6* на пружину поз. *7* амортизатора через шток поз. *4*. Вилка поз. *10* установлена на конце штока, который может перемещаться только в осевом направлении, для чего имеется направляющая шпонка поз. *18*. Регулирование первоначальной силы нажатия пружины на ролик производится с помощью гайки поз. *16*. К трущимся поверхностям деталей ролика через каналы оси поз. *8* подводится смазка.

Цилиндр поз. *2* крепится к корпусу поз. *1* шестью шпильками поз. *17* и гайками поз. *15*. Шесть нижних отверстий корпуса предназначены для крепления роликового амортизатора к раме или станине агрегата.

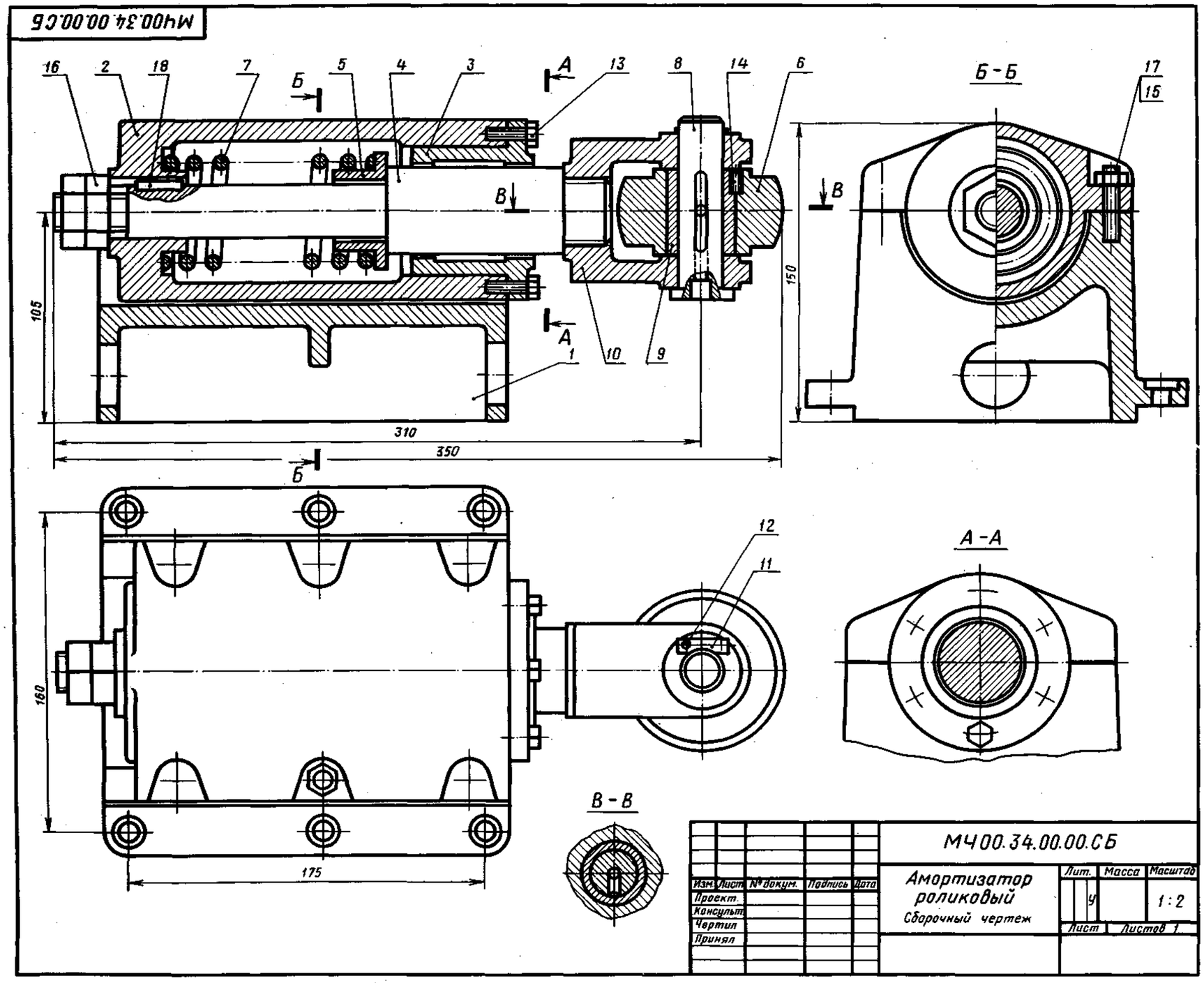
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *4*, *6* ... *8*, *10*. Деталь поз. *1* или поз. *2* изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. *1* ... *3*, *6*, *10* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *4*, *5*, *8*, *9*, *11* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, детали поз. *7* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Покажите контур детали поз. 2.
2. На каких изображениях видна деталь поз. 4?
3. Сколько отверстий под болты имеется в детали поз. 5?



35. КЛАПАН ОБРАТНЫЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A2			МЧ00.35.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		*1*	МЧ00.35.00.01	Корпус	1	
A3		*2*	МЧ00.35.00.02	Цилиндр	1	
A3		*3*	МЧ00.35.00.03	Крышка	1	
A4		*4*	МЧ00.35.00.04	Седло	1	
A4		*5*	МЧ00.35.00.05	Конус	1	
A4		*6*	МЧ00.35.00.06	Клапан	1	
A4		*7*	МЧ00.35.00.07	Гайка	1	
A4		*8*	МЧ00.35.00.08	Тарелка	1	
A4		*9*	МЧ00.35.00.09	Пружина	1	
				Материалы		
		10		Картон А I ГОСТ 9347—74	1	
		11		Картон А I ГОСТ 9347—74	1	

В гидравлических системах, где необходимо свободно пропускать жидкость только в одном направлении, применяют обратные клапаны.

Клапан имеет запорный элемент, состоящий из деталей поз. *6*, *8*, *9*. Под действием избыточного давления жидкости, поступающей через отверстия в деталях поз. *4*, *5*, клапан поз. *6* отходит и пропускает жидкость в полость корпуса поз. *1* и далее в магистраль. При прекращении подачи жидкость обратно из полости корпуса поз. *1* пройти не может, так как пружина поз. *9* возвратит клапан поз. *6* в исходное положение.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *8*.

Материал деталей поз. *1* ... *3*, *7* — Сталь 35 ГОСТ 1050—74, деталей поз. *4* ... *6*, *8* — Ст 5 ГОСТ 380—71, детали поз. *9* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Назовите детали, которые видны в круглом отверстии на виде сверху.
2. Имеются ли на данном чертеже местные разрезы?
3. Покажите контур детали поз. *2* на разрезе *А—А*.

36. РОЛИК РЕГУЛИРУЕМЫЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.36.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.36.00.01	Корпус	1	
А3		*2*	МЧ00.36.00.02	Стойка	1	
А3		*3*	МЧ00.36.00.03	Ролик	1	
А4		*4*	МЧ00.36.00.04	Клин	1	
А4		*5*	МЧ00.36.00.05	Ось	1	
А4		*6*	МЧ00.36.00.06	Крышка	1	
А4		*7*	МЧ00.36.00.07	Винт М20	1	
А4		*8*	МЧ00.36.00.08	Болт М16	2	
				Стандартные изделия		
		9		Винт М6×16.58 ГОСТ 1477—84	2	
		10		Гайка М12.5 ГОСТ 5915—70	2	
		11		Гайка М16.5 ГОСТ 5915—70	2	
		12		Шпилька М12×25.58 ГОСТ 22034—76	2	

Роликовое устройство применяется при транспортировке листового материала, который перекатывается по роликам.

Корпус поз. *1* прикрепляется к раме машины четырьмя болтами (рама и болты на чертеже не показаны).

При вращении винта поз. *7* клин поз. *4* будет скользить по наклонной плоскости корпуса, в результате чего стойка поз. *2* с роликом поз. *3* будет подниматься или опускаться. После установки ролика на нужном уровне стойку закрепляют болтами поз. *8* и гайками поз. *11*. Ролик вращается на оси поз. *5*, которая фиксируется на стойке винтами поз. *9*.

К трущимся поверхностям ролика и оси по отверстиям и специальным канавкам в оси поступает густая смазка из масленки. Масленка запрессовывается в отверстие оси поз. *5* (на чертеже не показана).

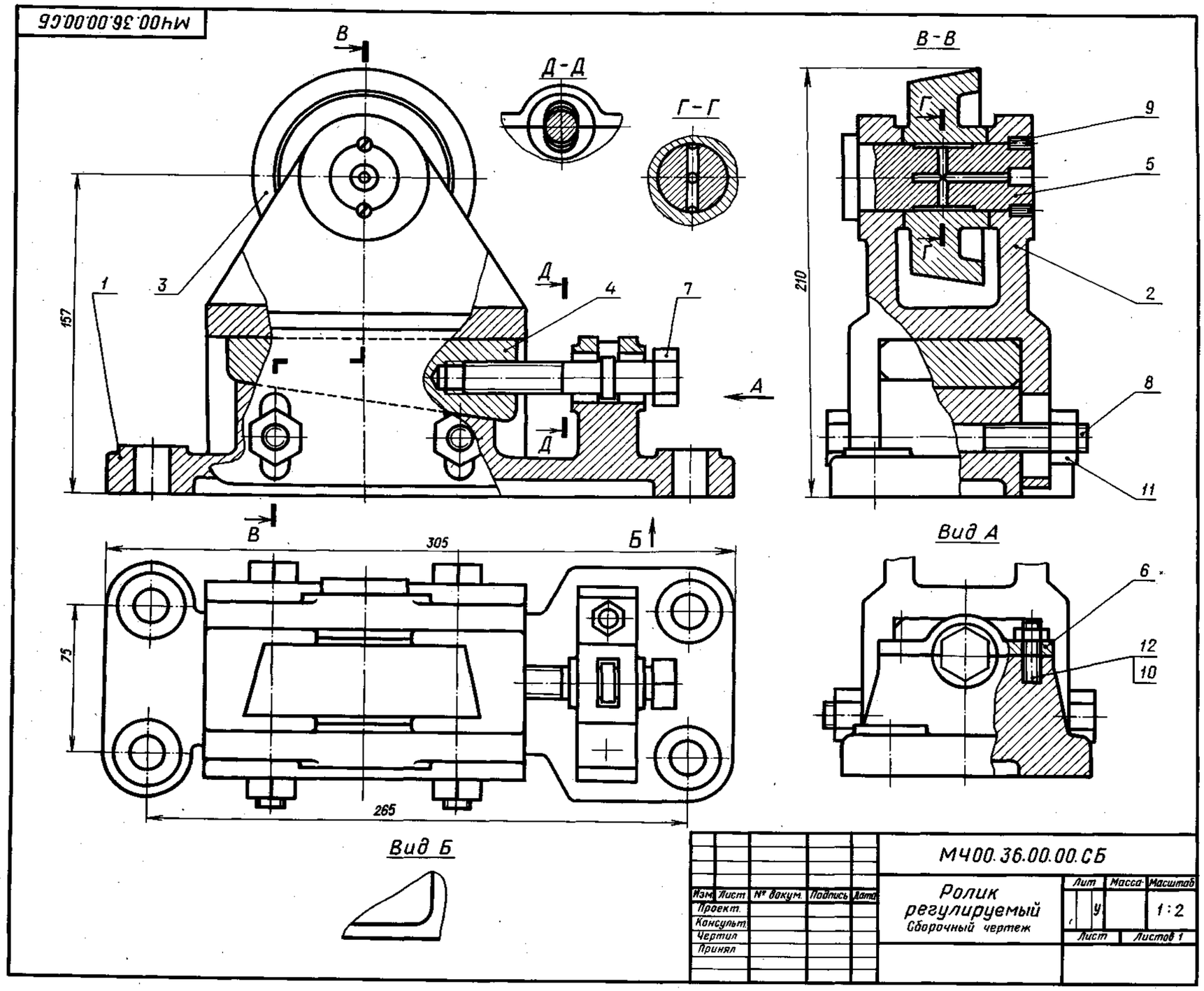
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *7*. Деталь поз. *2* изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. *1* ... *4*, *6* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *5*, *7*, *8* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74.

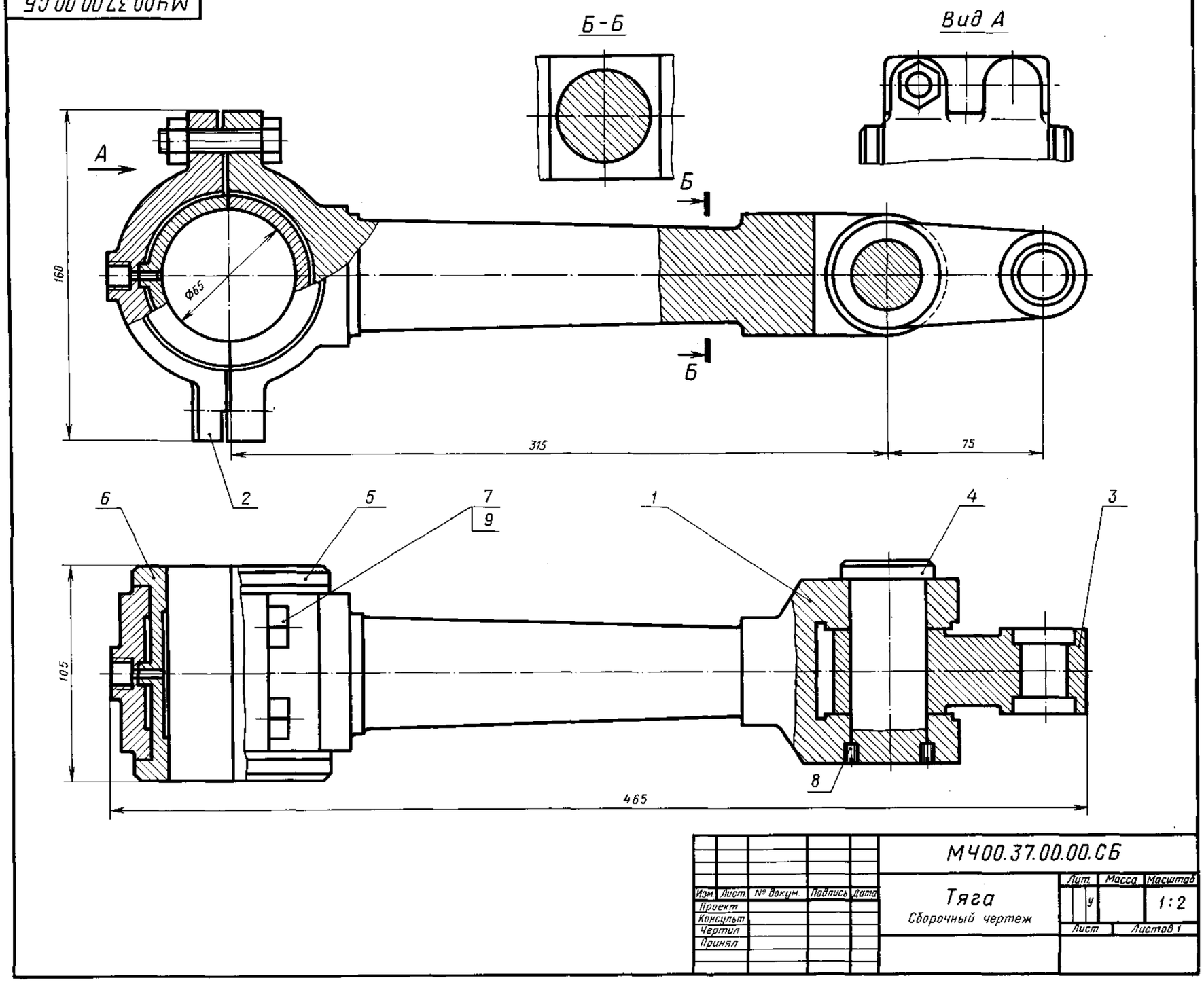
Ответьте на вопросы:

1. Назовите все детали, которые изображены на виде *А*.
2. Покажите на разрезе *В—В* контур детали поз. *4*.
3. Покажите место установки масленки.



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	МЧ00.36.00.00.СБ		
Проект.					Ролик регулируемый Сборочный чертеж	Лит.	Масса	Масштаб
Консульт.								1:2
Чертил						Лист	Листов 1	
Принял								

37. ТЯГА



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	МЧ00.37.00.00.СБ		
Проект					Тяга Сборочный чертеж	Лит.	Масса	Масштаб
Консульт						у		1:2
Чертил						Лист	Листов 1	
Принял								

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.37.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.37.00.01	Корпус	1	
А3		*2*	МЧ00.37.00.02	Крышка	1	
А4		*3*	МЧ00.37.00.03	Серьги	1	
А4		*4*	МЧ00.37.00.04	Ось	1	
А4		*5*	МЧ00.37.00.05	Вкладыш	1	
А4		*6*	МЧ00.37.00.06	Вкладыш	1	
				Стандартные изделия		
		7		Болт М14×60.58 ГОСТ 7798—70	4	
		8		Винт М6×8.58 ГОСТ 1477—84	2	
		9		Гайка М14.5 ГОСТ 5915—70	4	

Тяга является промежуточным звеном механизмов различных машин.

Тяга состоит из корпуса поз. *1* и крышки поз. *2*. Для уменьшения износа поверхностей вкладышей поз. *5*, *6*, подвергающихся в процессе работы трению, через отверстия в крышке и вкладыше подводится густая смазка.

Серьга поз. *3* может вращаться вокруг оси поз. *4*, закрепленной в корпусе винтами поз. *8*. Серьгой поз. *3* тяга соединяется с другими механизмами.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *6*.

Материал деталей поз. *1* ... *3* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, детали поз. *4* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, деталей поз. *5*, *6* — Бр03Ц12С5 ГОСТ 613—79.

Ответьте на вопросы:

1. Какую форму имеет средняя часть корпуса поз. *1*?
2. На каких изображениях видна деталь поз. *2*?
3. Для какой цели предназначена канавка вкладыша поз. *6*?

Долгопрудненский авиационный техникум
Электронная библиотека
Козловский Александр Юрьевич
141702 Россия Московская обл.
г. Долгопрудный, пл. Собина, 1
Phone: 8(495)4084593 8(495)4083109
Email: dat_te@mail.ru
Site: gosdat.ru

38. ПРИБОР КОНТРОЛЬНЫЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A1			МЧ00.38.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		*1*	МЧ00.38.00.01	Корпус	1	
A3		*2*	МЧ00.38.00.02	Рычаг	1	
A3		*3*	МЧ00.38.00.03	Оправка	1	
A4		*4*	МЧ00.38.00.04	Шток	1	
A4		*5*	МЧ00.38.00.05	Кронштейн	1	
A4		*6*	МЧ00.38.00.06	Стойка	1	
A4		*7*	МЧ00.38.00.07	Втулка	1	
A4		*8*	МЧ00.38.00.08	Диск	1	
A4		*9*	МЧ00.38.00.09	Ось	1	
A4		*10*	МЧ00.38.00.10	Ось	1	
A4		*11*	МЧ00.38.00.11	Шайба	1	
A4		*12*	МЧ00.38.00.12	Плита	1	
A4		*13*	МЧ00.38.00.13	Пружина	1	
A4		*14*	МЧ00.38.00.14	Шарик	1	
				Стандартные изделия		
		15		Болт М8×35.58 ГОСТ 7796—70	4	
		16		Винт М10×12.58 ГОСТ 1476—84	1	
		17		Винт М10×25.58 ГОСТ 1482—84	1	
		18		Винт А.М10×20.58 ГОСТ 1491—80	1	
		19		Винт М6×12.58 ГОСТ 1483—84	1	
		20		Гайка М8.5 ГОСТ 5915—70	4	
		21		Гайка М10.5 ГОСТ 5915—70	4	
		22		Шплинт 4×25-001 ГОСТ 397—79	2	
		23		Шпилька М10×30.58 ГОСТ 22032—76	4	

Контрольный прибор предназначен для контроля остаточных деформаций упругого стопорного кольца (на чертеже кольцо изображено тонкой линией).

Диск с кольцом вставляют в плиту поз. *12*. При опускании рычага поз. *2* нижний конический конец оправки поз. *3* входит в проверяемое кольцо и разводит его до диаметра оправки. При подъеме рычага кольцо упирается в кронштейн поз. *5* и соскальзывает с оправки. В верхнем положении шток поз. *4* фиксируется шариком поз. *14*, который поджимается в углубление штока пружиной поз. *13*.

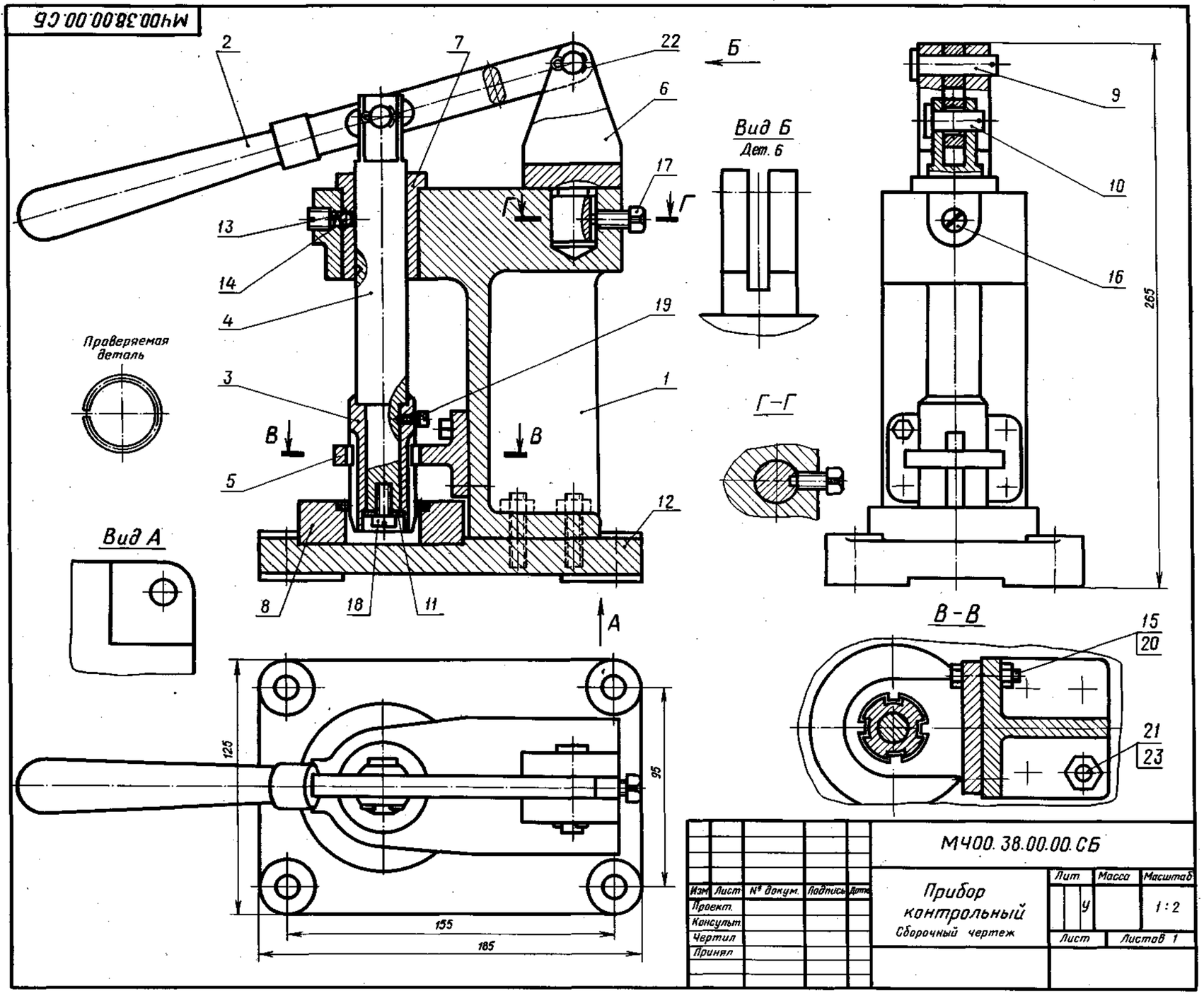
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *8*, *12*. Деталь поз. *1* изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. *1*, *3*, *5*, *6* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, деталей поз. *4*, *7* ... *12* — Сталь 45 ГОСТ 1050—74, детали поз. *13* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Может ли деталь поз. *6* вращаться вокруг своей оси?
2. Покажите контур детали поз. *5*.
3. Назовите все детали, которые видны на виде сверху.



39. КЛАПАН ПИТАТЕЛЬНЫЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.39.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.39.00.01	Корпус	1	
А4		*2*	МЧ00.39.00.02	Вилка	1	
А4		*3*	МЧ00.39.00.03	Гайка	1	
А3		*4*	МЧ00.39.00.04	Пробка	1	
А4		*5*	МЧ00.39.00.05	Клапан	1	
А4		*6*	МЧ00.39.00.06	Втулка	1	
А4		*7*	МЧ00.39.00.07	Рычаг	1	
А4		*8*	МЧ00.39.00.08	Ось	1	
А4		*9*	МЧ00.39.00.09	Пружина	1	
				Стандартные изделия		
		10		Болт М8×60.58 ГОСТ 7798—70	2	
		11		Винт М6×14.58 ГОСТ 1476—84	1	
		12		Гайка М8.5 ГОСТ 5915—70	2	
		13		Кольцо СГ 23-14-5 ГОСТ 6418—81	4	
				Материалы		
		14		Картон Б 3 ГОСТ 6659—83	1	

Клапан предназначен для свободного периодического пропуска воды в одном направлении. Для этого нажимают рычаг поз. *7*, который поворачивается вокруг оси поз. *8*. Вследствие этого коническая поверхность клапана поз. *5*, плотно притертая к коническому гнезду корпуса поз. *1*, отойдет от гнезда вниз и откроет проход для воды. Пружина поз. *9* при этом будет сжиматься. После снятия усилия с рычага пружина разожмется и клапан закроет отверстие. В месте выхода клапана из корпуса предусмотрено сальниковое уплотнение из колец поз. *13*. Кольца поджимаются втулкой поз. *6* и гайкой поз. *3*.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *5*, *7*, *9*.
Материалы деталей поз. *1* ... *4* — Сталь 15 ГОСТ 1050—74, деталей поз. *5* ... *8* — Ст 5 ГОСТ 380—71, детали поз. *9* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. **Видны ли детали поз. *5* и поз. *7* на виде слева?**
2. **Покажите на данном чертеже местные разрезы.**
3. **Покажите контур детали поз. *2* на виде слева.**

МЧ00.39.00.00.СБ

11 Боголюбов С. К

2-е детализирование

40. РОЛИК НАТЯЖНОЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.40.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.40.00.01	Рама	1	
А4		*2*	МЧ00.40.00.02	Ролик	1	
А3		*3*	МЧ00.40.00.03	Ползун	1	
А4		*4*	МЧ00.40.00.04	Крышка	1	
А4		*5*	МЧ00.40.00.05	Крышка	1	
А4		*6*	МЧ00.40.00.06	Втулка	1	
А4		*7*	МЧ00.40.00.07	Гайка	1	
А4		*8*	МЧ00.40.00.08	Крышка	1	
А4		*9*	МЧ00.40.00.09	Винт	1	
А4		*10*	МЧ00.40.00.10	Пружина	1	
				Стандартные изделия		
		11		Болт М14×40.58 ГОСТ 7798—70	6	
		12		Болт М16×45.58 ГОСТ 7798—70	12	
		13		Кольцо СГ 88-69-7 ГОСТ 6418—81	1	
		14		Шарикоподшипник 208 ГОСТ 8338—75	2	

Натяжной ролик предназначен для натяжения ремней в клиноременных передачах.

Основанием ролика служит рама поз. *1*, закрепленная 12 болтами на месте установки. На цилиндрическую часть ползуна поз. *3* устанавливают два шарикоподшипника поз. *14*, на которых свободно вращается ролик поз. *2*. Перемещение ползуна в направляющих пазах рамы осуществляется при помощи винта поз. *9*. При вращении винта гайка поз. *7* перемещается и через пружину поз. *10* воздействует на ползун.

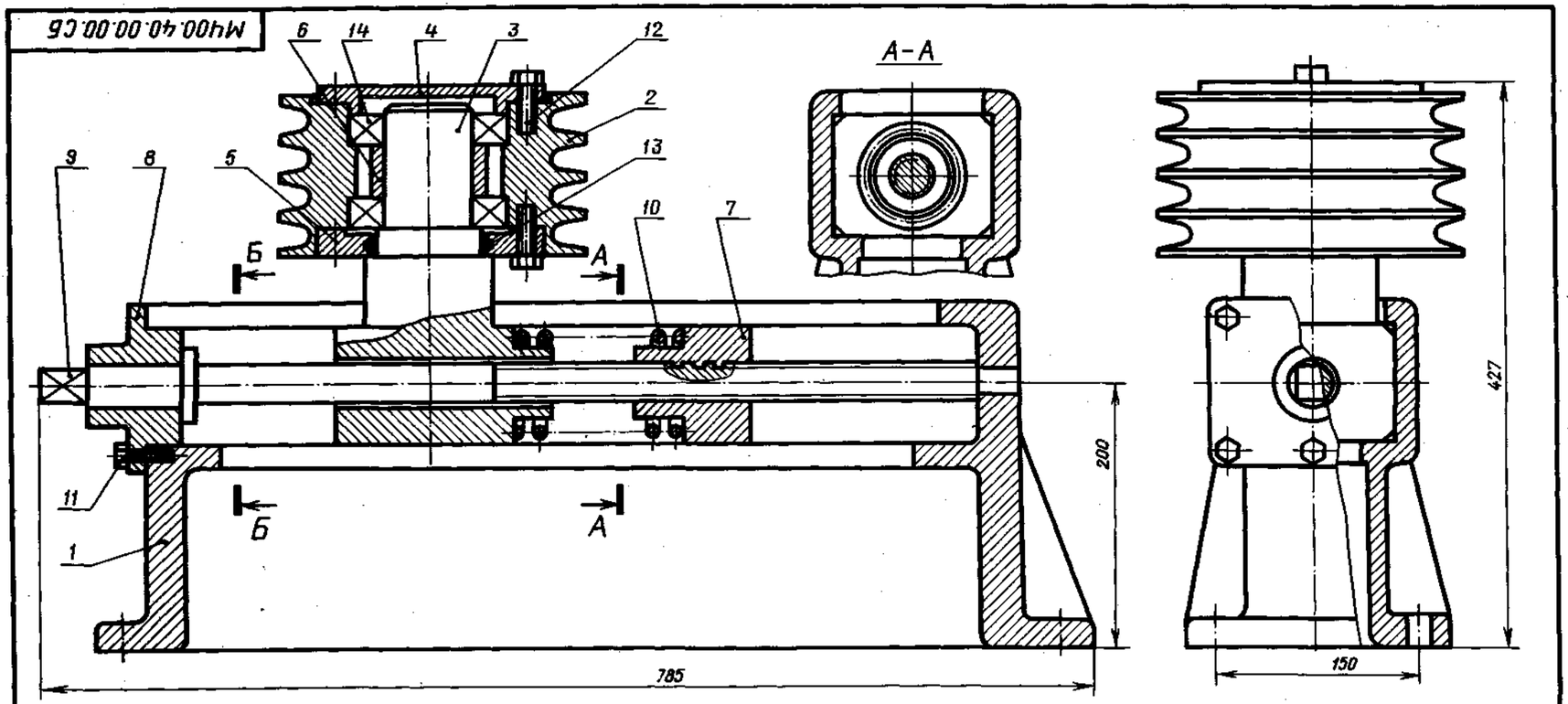
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *3*, *5*, *7* ... *10*. Деталь поз. *1* или поз. *3* изобразить в аксонометрической проекции.

Материал детали поз. *1* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *2* ... *5*, *7*, *8* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, деталей поз. *6*, *9* — Ст 5 ГОСТ 380—71, детали поз. *10* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

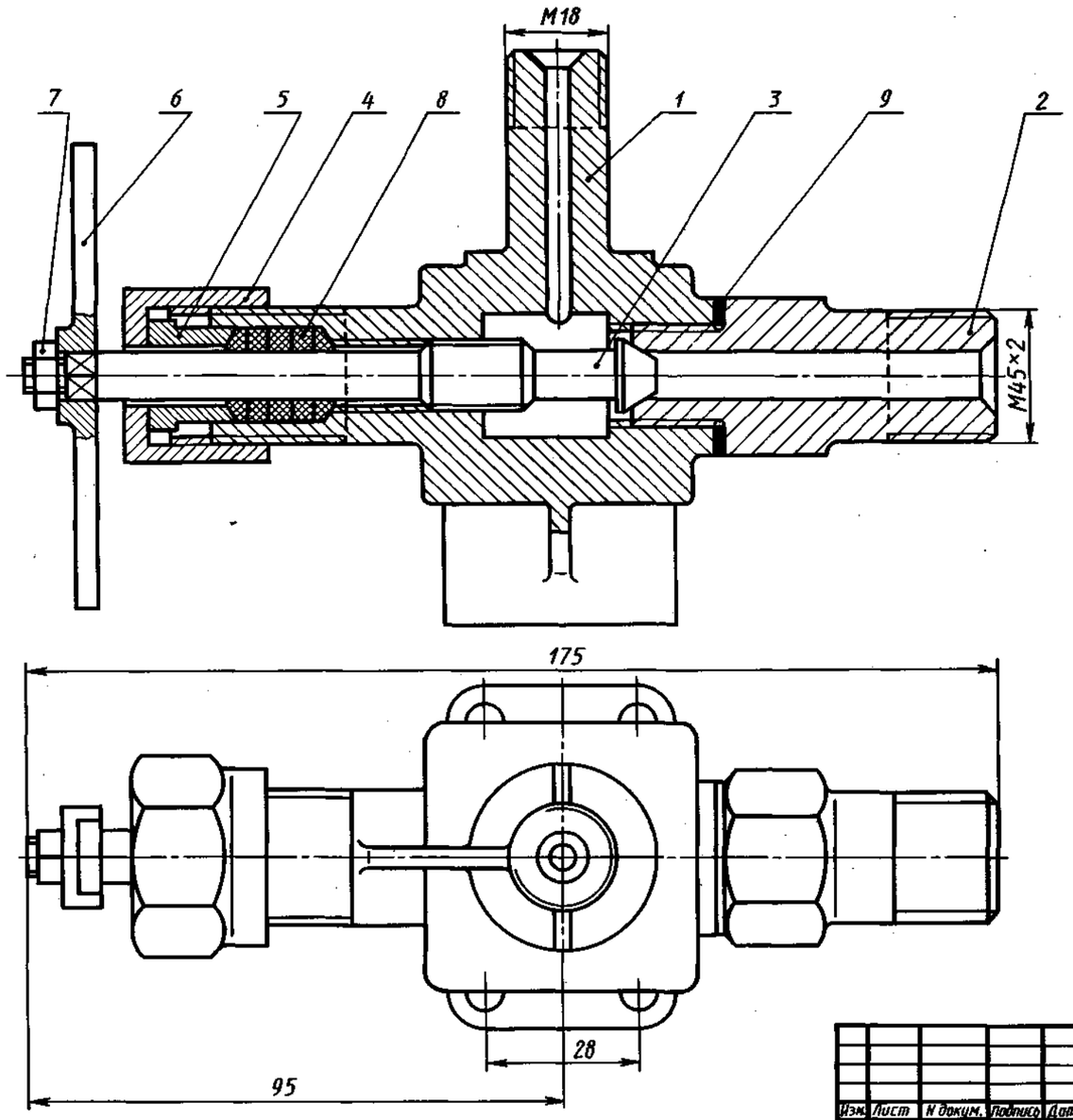
Ответьте на вопросы:

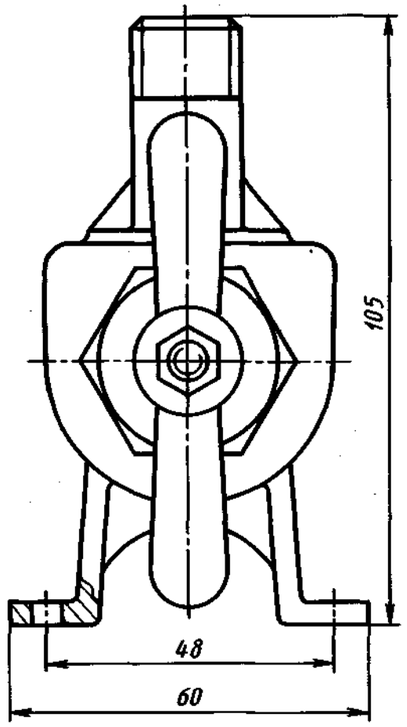
1. Назовите все детали, которые видны на разрезах *А—А* и *Б—Б*.
2. Покажите контур детали поз. *3*.
3. Сколько отверстий в детали поз. *8*?



				МЧ00.40.00.00.СБ.			
Изм. Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Ролик натяжной Сборочный чертеж	Лит.	Масса	Масштаб
Проект.					У		1:4
Консульт.					Лист	Листов 1	
Чертил							
Принял							

МЧ00.41.00.00.СБ





Изм.	Лист	N докум.	Подпись	Дата
Проект.				
Консульт.				
Чертил				
Принял				

МЧ00.41.00.00.СБ

Кран угловой
Сборочный чертеж

Лит.	Масса	Масштаб
У		1:1
Лист	Листов 1	

1-е детализирование

41. КРАН УГЛОВОЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.41.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.41.00.01	Корпус	1	
А3		*2*	МЧ00.41.00.02	Штуцер	1	
А4		*3*	МЧ00.41.00.03	Шпиндель	1	
А4		*4*	МЧ00.41.00.04	Гайка накидная	1	
А4		*5*	МЧ00.41.00.05	Втулка	1	
А4		*6*	МЧ00.41.00.06	Рукоятка	1	
				Стандартные изделия		
		7		Гайка М8.5 ГОСТ 5915—70	1	
		8		Кольцо СГ 8-10-3 ГОСТ 6418—81	4	
				Материалы		
		9		Картон А I ГОСТ 9347—74	1	

Угловой кран предназначен для перекрытия пара, поступающего из парового котла через штуцер поз. *2* к рабочему органу. Чтобы не было утечки пара предусмотрено сальниковое уплотнение из колец поз. *8*, которые при затяжке накидной гайкой поз. *4* плотно прилегают к шпинделю поз. *3*. Для этой же цели служит прокладка поз. *9* между корпусом поз. *1* и штуцером.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *6*.
Материал деталей поз. *1* ... *5* — Сталь 35 ГОСТ 1050—74, детали поз. *6* — Ст6 ГОСТ 380—71.

Ответьте на вопросы:

1. **Видны ли детали поз. *2* и поз. *3* на виде слева?**
2. **Какие детали на чертеже имеют резьбу?**
3. **Покажите контуры детали поз. *1*.**

42. УСТРОЙСТВО НАТЯЖНОЕ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.42.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.42.00.01	Корпус	1	
А3		*2*	МЧ00.42.00.02	Крышка	1	
А4		*3*	МЧ00.42.00.03	Вкладыш	1	
А3		*4*	МЧ00.42.00.04	Ползун	1	
А4		*5*	МЧ00.42.00.05	Втулка	1	
А3		*6*	МЧ00.42.00.06	Винт	1	
А4		*7*	МЧ00.42.00.07	Фланец	1	
				Стандартные изделия		
		8		Болт М8×35.58 ГОСТ 7798—70	4	
		9		Винт М6×16.58 ГОСТ 1477—84	2	
		10		Шпилька М10×50.58 ГОСТ 22034—76	4	
		11		Гайка М10.5 ГОСТ 5915—70	4	

Натяжное устройство предупреждает провисание под нагрузкой ленты или цепи конвейера. Натяжение ленты осуществляется горизонтальным перемещением ползуна поз. *4* по направляющим корпуса поз. *1*. Крышка поз. *2* крепится к корпусу четырьмя шпильками поз. *10*. Корпус закрепляется на раме конвейера четырьмя болтами. Через резьбовое отверстие ползуна подается смазка, которая по канавкам распределяется по всей трущейся поверхности вкладыша поз. *3*. Винты поз. *9* предохраняют вкладыши от проворачивания.

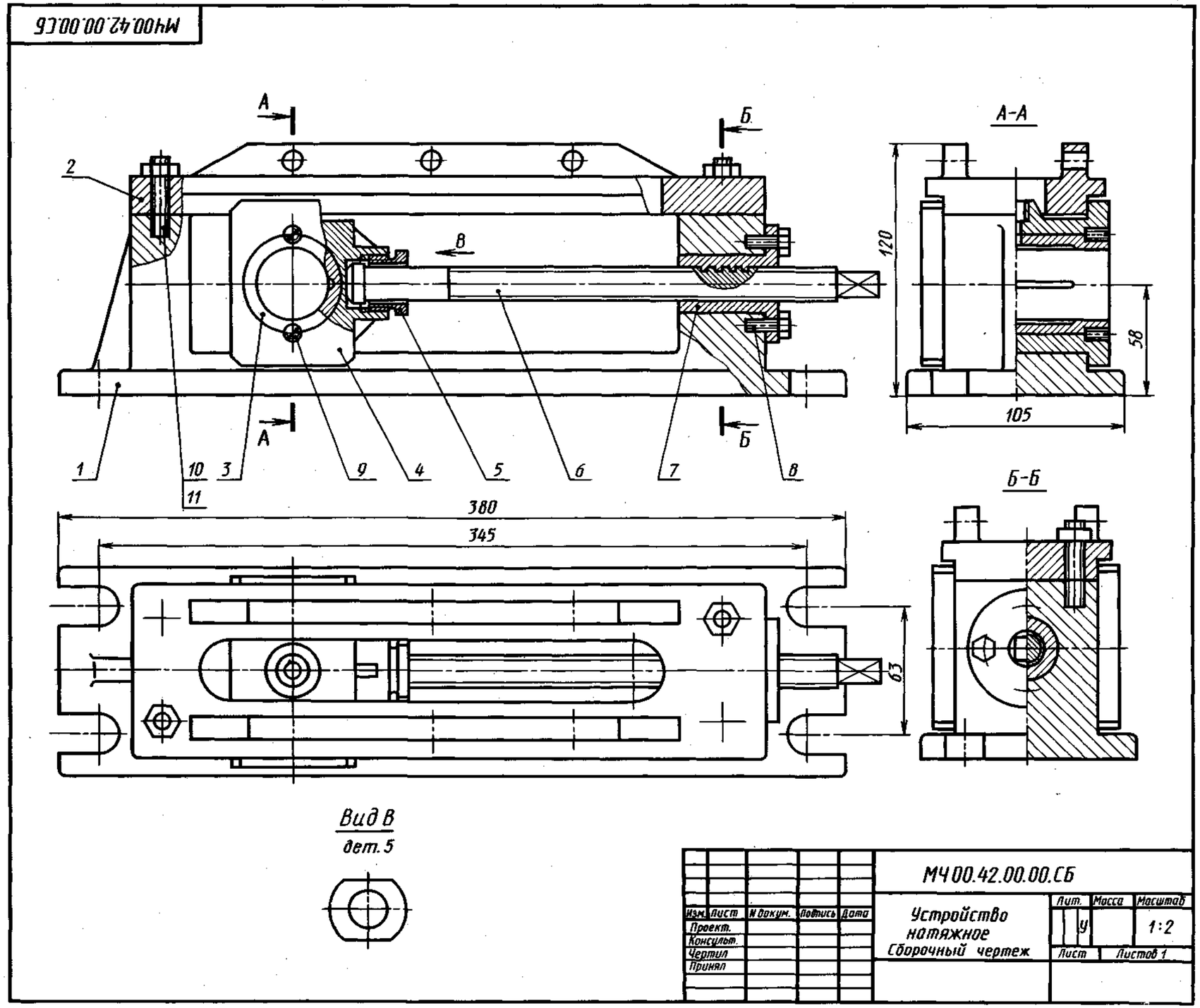
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *7*. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. *1*.

Материал деталей поз. *1*, *2*, *4* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, поз. *3*, *5* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, поз. *6*, *7* — Сталь 45 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Как вынуть деталь поз. *4* из натяжного устройства?
2. Сколько отверстий в детали поз. *7*?
3. Покажите контур детали поз. *4*.



43. ОПОРА ПОДШИПНИКОВАЯ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.43.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.43.00.01	Корпус	1	
А3		*2*	МЧ00.43.00.02	Крышка	1	
А4		*3*	МЧ00.43.00.03	Вкладыш	1	
А3		*4*	МЧ00.43.00.04	Крышка	1	
А3		*5*	МЧ00.43.00.05	Вкладыш	1	
А4		*6*	МЧ00.54.00.06	Вкладыш нижний	1	
				Стандартные изделия		
		7		Винт М6×14.58 ГОСТ 1477—84	2	
		8		Гайка М10.5 ГОСТ 5915—70	4	
		9		Гайка М12.5 ГОСТ 5915—70	2	
		10		Шпилька М10×25.58 ГОСТ 22034—76	4	
		11		Шпилька М12×30.58 ГОСТ 22034—76	2	
		12		Штифт 10h8×12 ГОСТ 3128—70	1	

Подшипниковая опора служит для установки в нее вращающихся валов машин и механизмов. Она состоит из двух подшипников скольжения, установленных в одном корпусе поз. *1*. Концы валов (цапфы) располагаются в подшипниках и при вращении скользят по внутренней поверхности бронзовых вкладышей поз. *3*, *5*, *6*, закрепленных в корпусе крышками поз. *2*, *4*. Для уменьшения трения и изнашивания трущиеся поверхности смазываются маслом, которое подается из масленок, ввинчиваемых в резьбовые отверстия крышек. Масло через отверстия во вкладышах поз. *3* и поз. *5* растекается по канавкам вкладышей. Для предотвращения осевого сдвига вкладыши поз. *5* и поз. *6* имеют буртики, а вкладыш поз. *3* закрепляется винтами поз. *7*. Отверстия для винтов сверлятся при сборке.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *6*.

Материал деталей поз. *1*, *2*, *4* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *3*, *5*, *6* — БрА10Мц2Л ГОСТ 493—79.

Ответьте на вопросы:

1. Какое назначение канавок во вкладышах?
2. На виде сверху обведите контур детали поз. *5*.
3. Назовите детали, которые не видны на виде сверху.

МЧ00.43.00.00.СБ

Опора подшипниковая
Сборочный чертеж

Лит. У | Масса | Масштаб 1:2

Лист | Листов 1

Изм. Лист № докум. Подпись Дата
Проект.
Консульт.
Чертил
Принял

44. ЗАЖИМ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.44.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		1	МЧ00.44.00.01	Корпус	1	
А3		2	МЧ00.44.00.02	Плита	1	
А3		3	МЧ00.44.00.03	Зажим	1	
А3		4	МЧ00.44.00.04	Поршень	1	
А3		5	МЧ00.44.00.05	Крышка	1	
А3		6	МЧ00.44.00.06	Цилиндр	1	
А4		7	МЧ00.44.00.07	Пружина	1	
А4		8	МЧ00.44.00.08	Гайка	1	
А4		9	МЧ99.44.00.09	Пружина	1	
А4		10	МЧ00.44.00.10	Шток	1	
А4		11	МЧ00.44.00.11	Пластина	1	
А4		12	МЧ00.44.00.12	Болт М18	4	
А4		13	МЧ00.44.00.13	Крышка	1	
				Стандартные изделия		
		14		Винт А.М10×30.58 ГОСТ 1491—80	2	
		15		Гайка М18.5 ГОСТ 5915—70	4	
		16		Гайка М22.5 ГОСТ 5915—70	1	
		17		Кольцо СГ 42-39-5 ГОСТ 6418—81	1	
		18		Кольцо 045-050-30 ГОСТ 9833—73	1	
		19		Кольцо 050-055-30 ГОСТ 9833—73	3	
		20		Шайба 18.01.016 ГОСТ 6958—78	4	
		21		Шайба 22.01.016 ГОСТ 6958—78	1	

Гидравлический зажим одностороннего действия применяется для закрепления деталей на станках.

Канавки в корпусе поз. *1* и выступ на плите поз. *2* позволяют устанавливать зажим в одно из трех положений. В корпусе расположен зажим поз. *3*, соединенный со штоком поз. *10* поршня поз. *4*. Под давлением жидкости, поступающей от гидропривода через верхнее резьбовое отверстие крышки поз. *5*, зажим совместно с цилиндром поз. *6*, крышкой и гайкой поз. *8* перемещается влево и фиксирует обрабатываемую деталь. При отключении гидропривода пружина поз. *7* возвращает зажим в исходное положение.

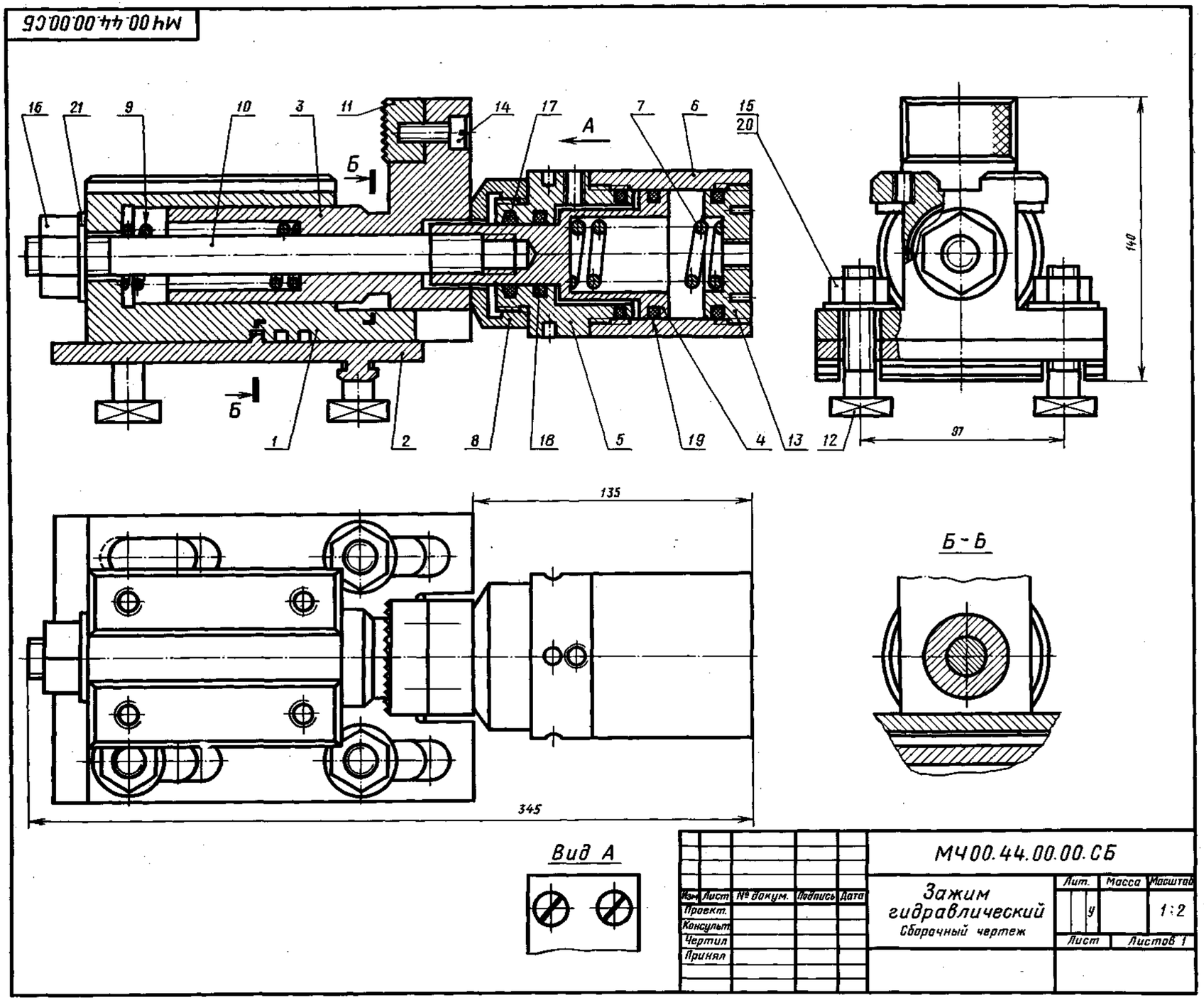
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *7*, *11*. Деталь поз. *1* или поз. *3* изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. *1* ... *6*, *8*, *13* — Сталь 15 ГОСТ 1050—74, деталей поз. *7*, *9* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74, деталей поз. *10* ... *12* — Ст 5 ГОСТ 380—71.

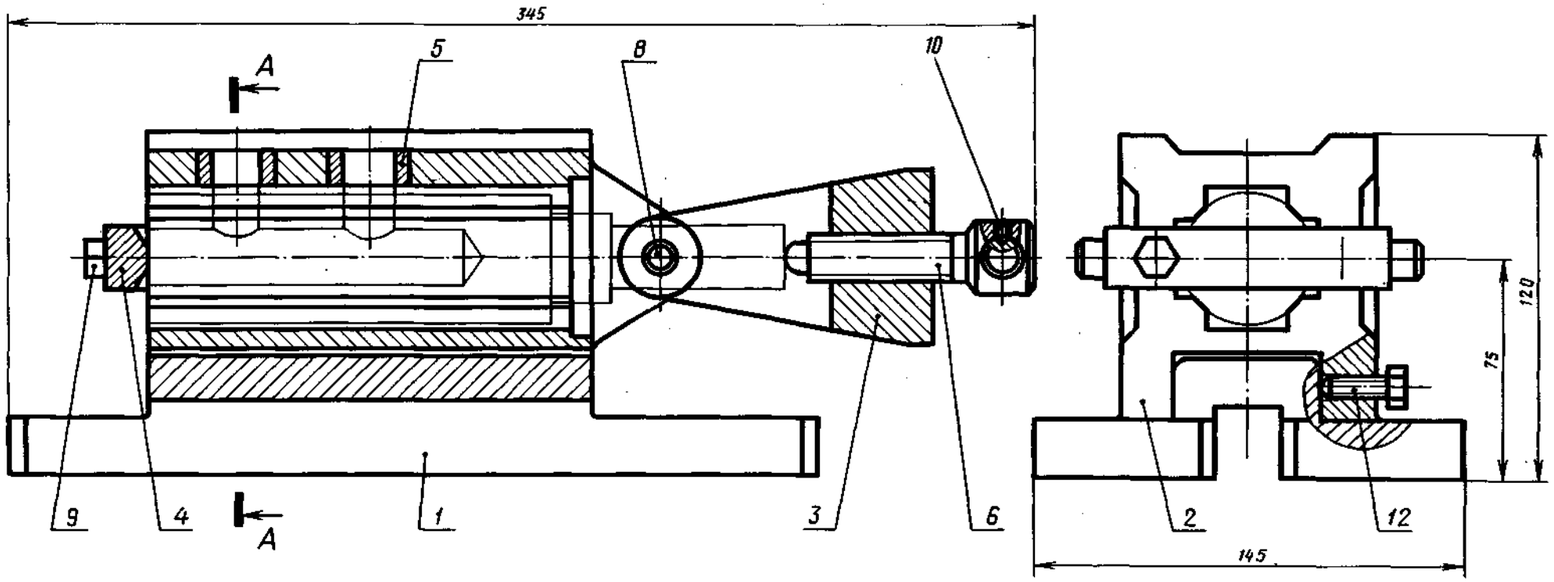
Ответьте на вопросы:

1. Назовите все детали на разрезе *Б—Б*.
2. Какую форму имеют головки болтов поз. *12*?
3. Какое назначение четырех несквозных отверстий в детали поз. *5*?



						МЧ00.44.00.00.СБ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Провект.					Зажим гидравлический		Лит.	Масса	Масштаб
Консульт.									1:2
Чертил					Сборочный чертеж		У		
Принял							Лист	Листов 1	

45. КОНДУКТОР



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A2			МЧ00.45.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		*1*	МЧ00.45.00.01	Корпус	1	
A3		*2*	МЧ00.45.00.02	Призма	1	
A3		*3*	МЧ00.45.00.03	Вилка	1	
A4		*4*	МЧ00.45.00.04	Упор	1	
A4		*5*	МЧ00.45.00.05	Втулка	2	
A4		*6*	МЧ00.45.00.06	Винт	1	
A4		*7*	МЧ00.45.00.07	Рукоятка	1	
A4		*8*	МЧ00.45.00.08	Ось	2	
				Стандартные изделия		
		9		Болт М8×40.58 ГОСТ 7798—70	2	
		10		Винт М5×12.58 ГОСТ 1476—84	1	
		11		Винт М5×14.58 ГОСТ 1476—84	2	
		12		Винт М10×25.58 ГОСТ 1481—84	1	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	МЧ00 45.00.00.СБ			
Проект.					Кондуктор Сборочный чертеж	Лит.	Масса	Масштаб
Консульт.								1:2
Чертил						Лист	Листов 1	
Принял								

Кондуктор данной конструкции предназначен для сверления двух отверстий в детали цилиндрической формы (на чертеже деталь показана тонкой сплошной линией).

Обрабатываемая деталь устанавливается в крестообразном отверстии призмы поз. *2*. Зажим детали в кондукторе осуществляется с помощью шарнирной вилки поз. *3* и винта поз. *6*.

Для направления режущего инструмента (сверла) вдоль осей отверстий устанавливаются кондукторные втулки поз. *5*. Направляющий корпус поз. *1* крепится к станку четырьмя болтами. Продольным перемещением призма устанавливается относительно инструмента и закрепляется винтом поз. *12*.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *7*.

Материал деталей поз. *1* ... *4* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *5*, *6*, *8* — Сталь 45 ГОСТ 1050—74, детали поз. *7* — Ст 3 ГОСТ 380—71.

Ответьте на вопросы:

1. Назовите все детали, изображенные на разрезе *А—А*.
2. Покажите контур детали поз. *1*.
3. Сколько местных разрезов на данном чертеже?

46. РОЛИК УПОРНЫЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.46.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.46.00.01	Корпус	1	
А3		2	МЧ00.46.00.02	Вилка	1	
А4		*3*	МЧ00.46.00.03	Ось	1	
А4		*4*	МЧ00.46.00.04	Втулка	1	
А4		*5*	МЧ00.46.00.05	Пружина	1	
А3		*6*	МЧ00.46.00.06	Крышка	1	
А4		*7*	МЧ00.46.00.07	Ролик	1	
А3		*8*	МЧ00.46.00.08	Стержень	1	
А4		*9*	МЧ00.46.00.09	Планка	1	
А4		*10*	МЧ00.46.00.10	Шайба	1	
				Стандартные изделия		
		11		Болт М10×35.58 ГОСТ 7798—70	2	
		12		Болт М16×80.58 ГОСТ 7798—70	6	
		13		Винт М12×25.58 ГОСТ 1477—84	1	
		14		Винт М20×35.58 ГОСТ 1482—84	1	
		15		Гайка М56.02 ГОСТ 10605—72	1	
		16		Шпонка 28×16×80 ГОСТ 23360—78	1	

Упорные ролики служат для направления заготовок, перемещаемых при прокате.

Каждый ролик поз. *7* свободно вращается на короткой оси поз. *3*, закрепленной планкой поз. *9* и болтами поз. *11*. Вилка поз. *2* плотно насажена на конец стержня поз. *8*, который может перемещаться в осевом направлении. Регулирование первоначальной силы нажатия пружины поз. *5* на ролик производится гайкой поз. *15*. Для предупреждения поворота стержня имеется направляющая шпонка поз. *16*, прикрепленная к стержню двумя винтами (на чертеже не показаны).

Задание

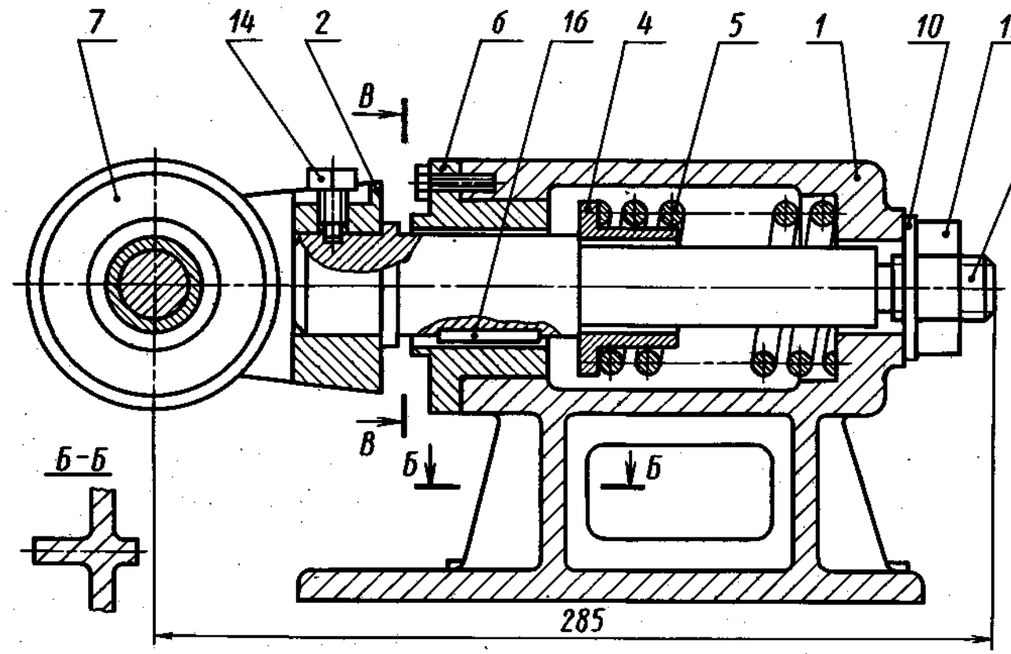
Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *8*. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. *1*.

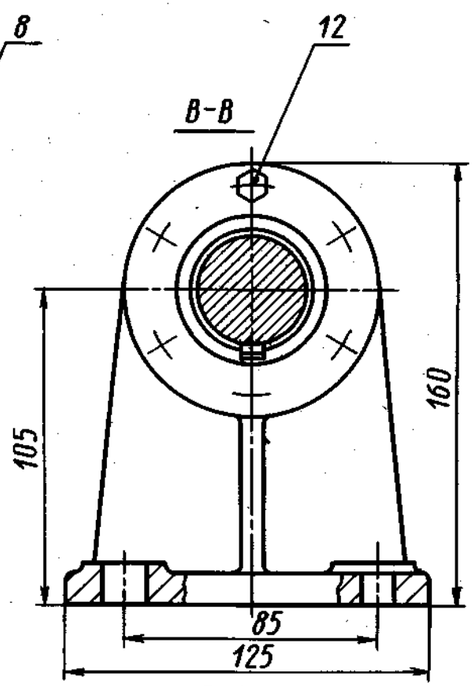
Материал деталей поз. *1*, *2*, *6* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *3*, *4*, *7*, *8* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, детали поз. *5* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74, детали поз. *9* — Сталь Ст 3 ГОСТ 380—71.

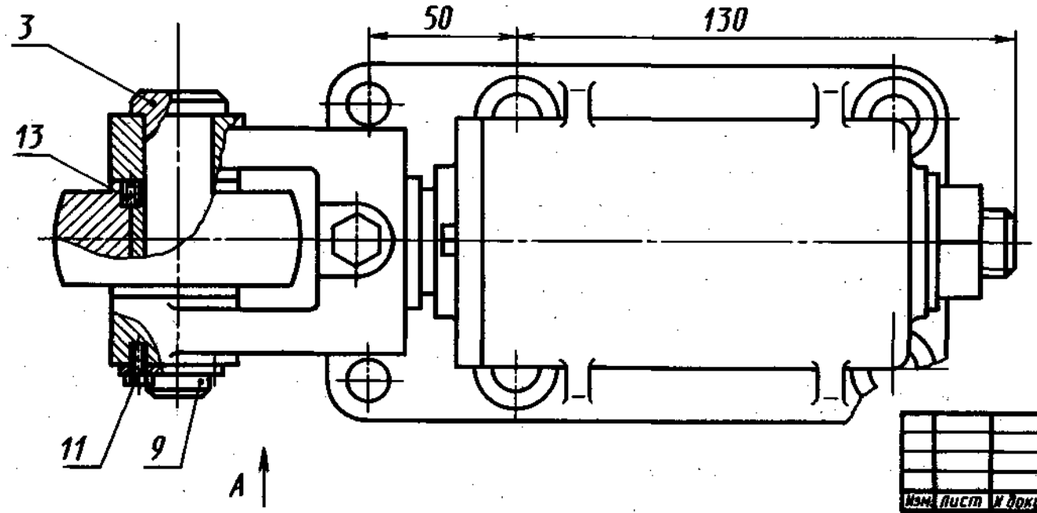
Ответьте на вопросы:

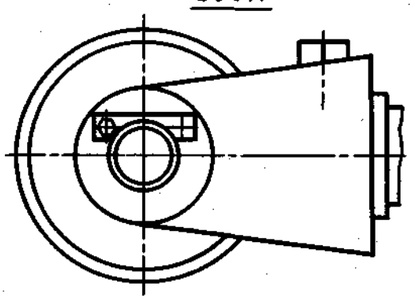
1. **Сколько отверстий под болты в детали поз. *6*?**
2. **Какое назначение детали поз. *14*?**
3. **Имеются ли на данном чертеже местные разрезы и изображение сечения?**

МЧ00.46.00.00.СБ









Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	МЧ00.4600.00.СБ			
Проект					Ролик упорный	Лит	Масса	Масштаб
Консульт.								1:2
Чертил					Сборочный чертеж	Лист	Листов 1	
Принял								

47. ПРИВОД ПОРШНЕВОЙ ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.47.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.47.00.01	Цилиндр	1	
А3		*2*	МЧ00.47.00.02	Крышка	1	
А4		*3*	МЧ00.47.00.03	Вилка	1	
А4		*4*	МЧ00.47.00.04	Крышка	1	
А4		*5*	МЧ00.47.00.05	Поршень	1	
А3		*6*	МЧ00.47.00.06	Пружина	1	
А3		*7*	МЧ00.47.00.07	Шток	1	
А4		*8*	МЧ00.47.00.08	Прокладка	1	
				Стандартные изделия		
		9		Гайка М8.5 ГОСТ 5915—70	8	
		10		Гайка М12.5 ГОСТ 5915—70	1	
		11		Кольцо 030-035-30 ГОСТ 9833—73	2	
		12		Шпилька М8×25.58 ГОСТ 22034—76	8	
		13		Шайба 12.01.016 ГОСТ 6958—78	1	
		14		Штифт 5А8×60 ГОСТ 3128—70	1	

Пневматический поршневой привод является исполнительным механизмом одностороннего действия и предназначен для управления заслонкой газовой отсечки нагревательных колодцев.

При включении привода сжатый воздух, поступающий через отверстие крышки поз. *4*, перемещает вправо поршень поз. *5*, и шток поз. *7* с вилкой поз. *3* действует на приводной орган, с которым он соединен. При прекращении подачи сжатого воздуха в цилиндр поз. *1* пружина поз. *6* возвращает поршень привода в исходное положение. В цилиндре имеется отверстие, соединяющее правую его полость с атмосферой.

Задание

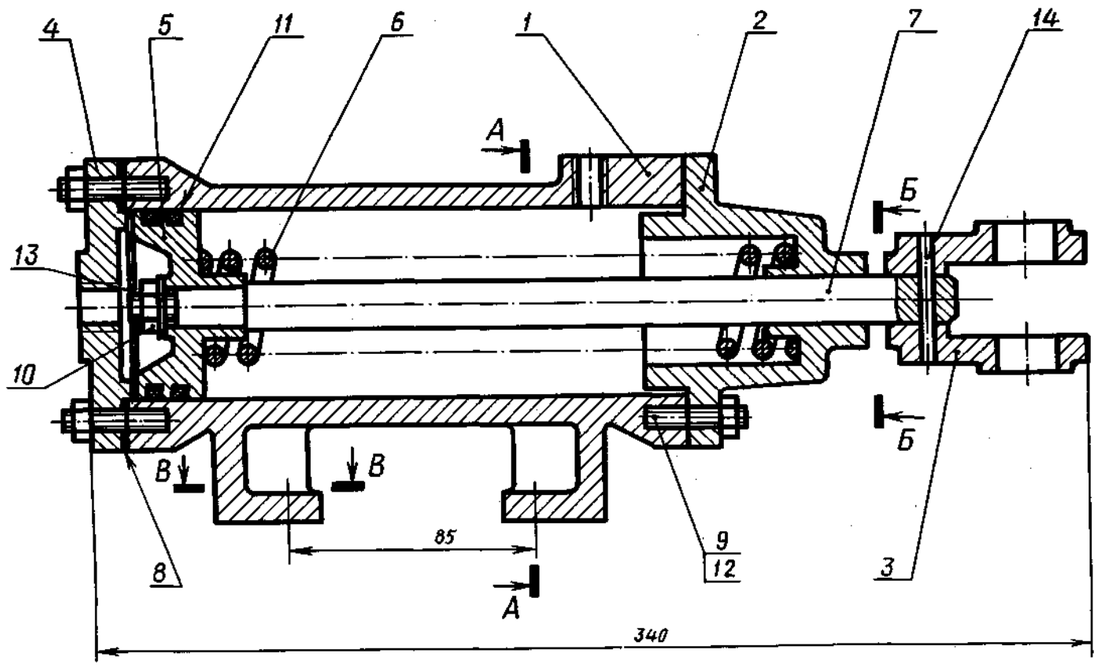
Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *7*.

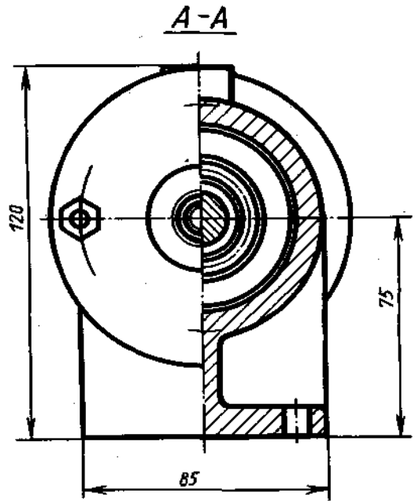
Материал деталей поз. *1* ... *4* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *5*, *7* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, детали поз. *6* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

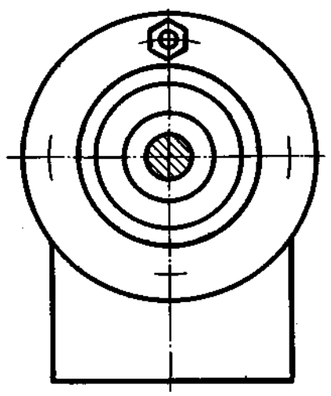
Ответьте на вопросы:

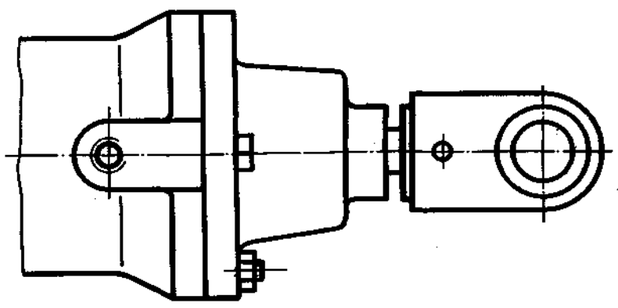
1. На каких изображениях видна деталь поз. *2*?
2. Сколько отверстий под шпильки имеет деталь поз. *1*?
3. Назовите все детали, изображенные на разрезе *Б—Б*.

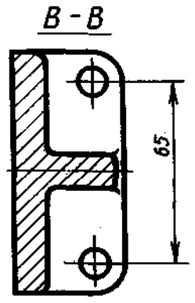
МЧ00.47.00.00.СБ











					МЧ00.47.00.00.СБ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Привод поршневой пневматический Сборочный чертеж	Лит.	Масса	Масштаб
Провект.						У		1:2
Консульт.								
Чертил						Лист	Листов 1	
Принял								

48. МУФТА БЫСТРОСЪЕМНАЯ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечания
				Документация		
А2			МЧ00.48.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.48.00.01	Втулка	1	
А3		*2*	МЧ00.48.00.02	Полумуфта наружная	1	
А3		*3*	МЧ00.48.00.03	Полумуфта внутренняя	1	
А4		*4*	МЧ00.48.00.04	Штуцер	1	
А4		*5*	МЧ00.48.00.05	Штуцер	1	
А4		*6*	МЧ00.48.00.06	Втулка	1	
А4		*7*	МЧ00.48.00.07	Пружина	2	
А4		*8*	МЧ00.48.00.08	Втулка	1	
А4		*9*	МЧ00.48.00.09	Пружина	1	
А4		*10*	МЧ00.48.00.10	Шарик	6	
А4		*11*	МЧ00.48.00.11	Втулка	1	
А4		*12*	МЧ00.48.00.12	Клапан	2	
А4		*13*	МЧ00.48.00.13	Кольцо	1	
А4		*14*	МЧ00.48.00.14	Кольцо	1	
А4		*15*	МЧ00.48.00.15	Шайба	1	
				Стандартные изделия		
		16		Кольцо 070-075-30 ГОСТ 9833—73	1	

Быстросъемная муфта предназначена для соединения и разъединения труб гидравлических систем. Она состоит из двух полумуфт.

Полумуфта поз. *3* соединяется со станочным приспособлением через переходной штуцер поз. *4*. Полумуфта поз. *2* присоединяется к гидропроводу через переходной штуцер поз. *5*. Полумуфта поз. *3* имеет трапецеидальную проточку на наружном диаметре для шариков поз. *10*. Внутри этой полумуфты расположен клапан поз. *12* с цилиндрическим выступом на торце и пружиной поз. *7*. На полумуфту поз. *2* надета втулка поз. *1*, имеющая накатку на наружной поверхности. Втулка удерживается пружинными кольцами поз. *13* и поз. *14*, шайбой поз. *15* и втулкой поз. *8*, которые распирает пружина поз. *9*. В полумуфте поз. *2* расположены шесть шариков в гнездах, уплотнительное резиновое кольцо поз. *16* и клапан поз. *12* с пружиной поз. *7*, как и в полумуфте поз. *3*.

При разъединенном положении муфты клапаны поз. *12* прижаты пружинами поз. *7* к седлам полумуфт, перекрывая проход жидкости.

Задание

Выполнить чертежи поз. *1* ... *5*, *9*, *11*, *12*. Деталь поз. *2* изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. *1* ... *6*, *8*, *11*, *15* — Сталь 40 ГОСТ 1050—74, деталей поз. *7*, *9*, *13*, *14* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74, деталей поз. *10*, *12* — Сталь 45 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Сколько отверстий в детали поз. *2*?
2. Сколько отверстий в детали поз. *12*?
3. Покажите на всех изображениях контур детали поз. *2*.

49. ЗАЖИМ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.49.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.49.00.01	Корпус	1	
А3		*2*	МЧ00.49.00.02	Губка	1	
А3		*3*	МЧ00.49.00.03	Винт	1	
А4		*4*	МЧ00.49.00.04	Направляющая	1	
А4		*5*	МЧ00.49.00.05	Траверса	1	
А4		*6*	МЧ00.49.00.06	Рукоятка	1	
А4		*7*	МЧ00.49.00.07	Кольцо	1	
				Стандартные изделия		
		8		Болт М16×100.58 ГОСТ 7805—70	2	
		9		Винт А.М10×25.58 ГОСТ 1491—80	2	
		10		Гайка М16.5 ГОСТ 5915—70	2	
		11		Гайка М20.5 ГОСТ 5915—70	2	
		12		Шайба 20.01.016 ГОСТ 6958—78	2	

Зажим применяется для закрепления труб при нарезании на них резьб. Корпус поз. *1* привертывается двумя болтами к раме станка. Губку поз. *2* винтом поз. *3* можно перемещать по направляющим поз. *4*, сближая или удаляя ее от корпуса. Губка имеет рифление, которое обеспечивает надежное удержание трубы. Для перемещения губки вращают рукоятку поз. *6*. Винты поз. *9* соединяют губку с винтом поз. *3*.

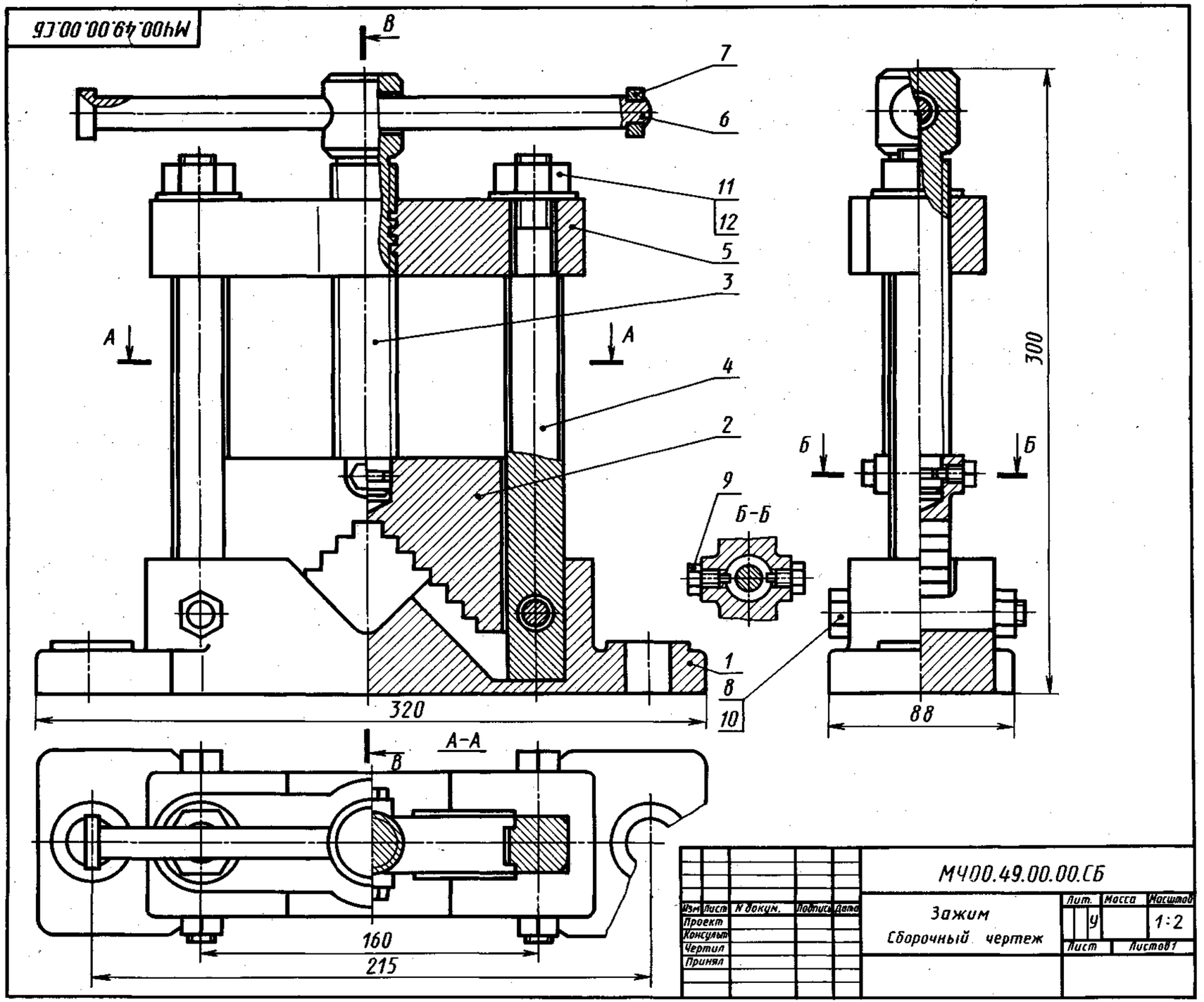
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *6*.

Материал деталей поз. *1*, *2* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, поз. *3* ... *5* — Сталь 35 ГОСТ 1050—74, поз. *6* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Имеется ли на детали поз. *5* резьба? Если имеется, то какая?
2. Укажите номера позиций стандартных деталей.
3. Покажите контур детали поз. *1*.



2-е деталирование

50. УСТРОЙСТВО НАТЯЖНОЕ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.50.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.50.00.01	Корпус	1	
А3		*2*	МЧ00.50.00.02	Плита	1	
А4		*3*	МЧ00.50.00.03	Крышка	1	
А3		*4*	МЧ00.50.00.04	Ползун	1	
А4		*5*	МЧ00.50.00.05	Втулка	1	
А4		*6*	МЧ00.50.00.06	Винт	1	
				Стандартные изделия		
		7		Винт М8×16.58 ГОСТ 1477—84	1	
		8		Гайка М10.5 ГОСТ 5915—70	2	
		9		Гайка М12.5 ГОСТ 5915—70	4	
		10		Пресс-масленка ГОСТ 19853—74	1	
		11		Шпилька М10×35.58 ГОСТ 22034—76	2	
		12		Шпилька М12×50.58 ГОСТ 22034—76	4	

Натяжное устройство используется для устранения провисания ленты или цепи в ленточных или цепных конвейерах.

Оси натяжного барабана или звездочки концами валов (на черт. не показаны) опираются на втулки поз. *1*, расположенные в двух подобных натяжных устройствах. Натяжение осуществляется горизонтальным перемещением ползуна поз. *4* по направляющим корпуса поз. *1*. Вращая винт поз. *6* с прямоугольной резьбой, можно регулировать натяжение ленты или цепи. Корпус крепят к раме конвейера четырьмя болтами, проходящими через удлиненные отверстия. Эти отверстия позволяют производить более точную установку натяжного устройства на раме конвейера. Для уменьшения изнашивания втулки поз. *5* предусмотрена масленка поз. *10*, из которой подводится смазка к трущимся поверхностям. Втулка поз. *5*, установленная в ползуне поз. *4*, фиксируется винтом поз. *7*.

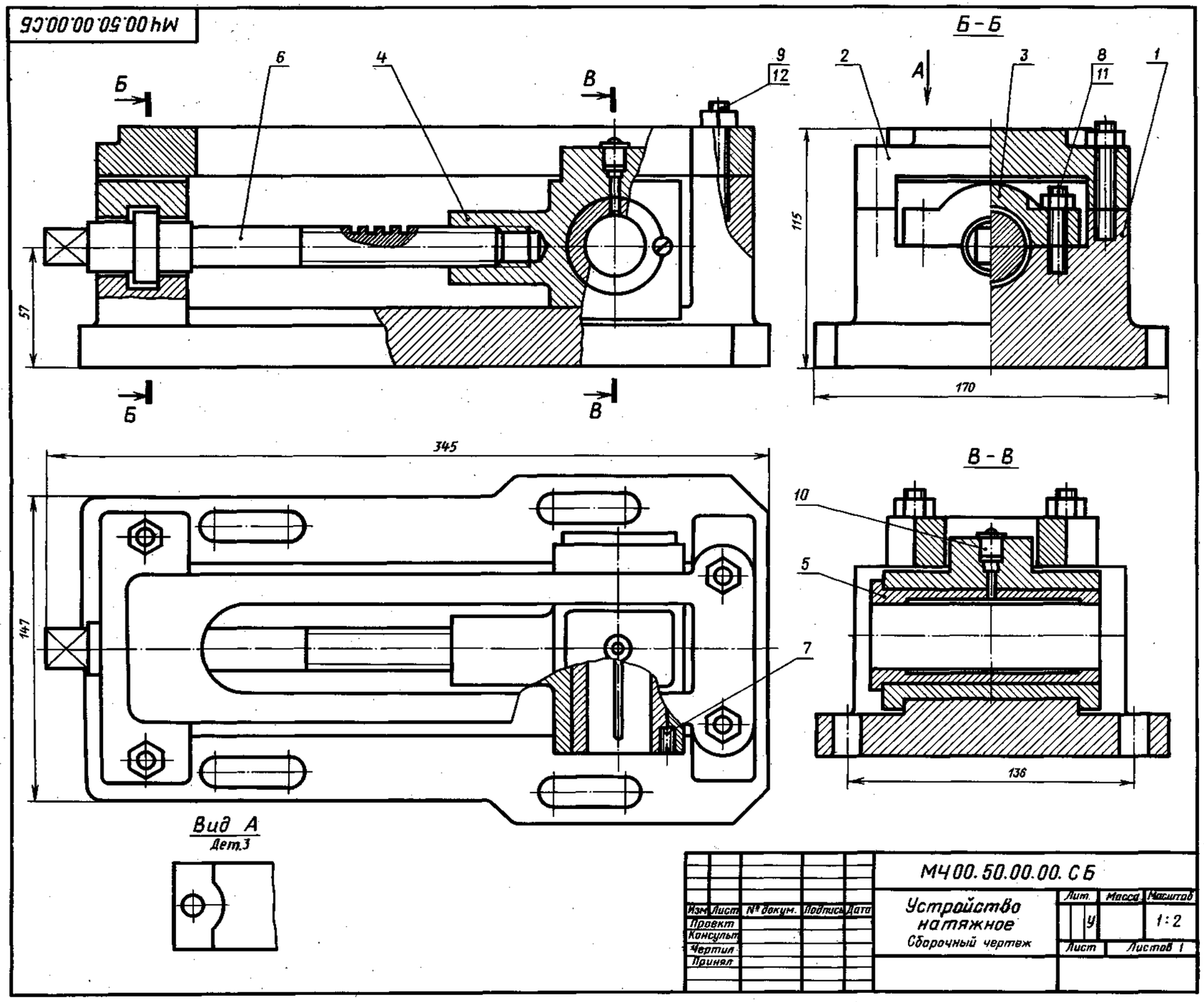
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *6*. Деталь поз. *1* или поз. *4* изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. *1* ... *4* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *5*, *6* — Сталь 45 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Покажите контур детали поз. *4*.
2. Сколько отверстий в детали поз. *3*?
3. Назовите все детали, изображенные на разрезе *Б—Б*.



51. АМОРТИЗАТОР

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.51.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.51.00.01	Корпус	1	
А4		*2*	МЧ00.51.00.02	Крышка	1	
А4		*3*	МЧ00.51.00.03	Буфер	1	
А4		*4*	МЧ00.51.00.04	Крышка	1	
А4		*5*	МЧ00.51.00.05	Втулка	1	
А4		*6*	МЧ00.51.00.06	Втулка	1	
А4		*7*	МЧ00.51.00.07	Пружина	1	
				Стандартные изделия		
		8		Болт М12×40.58 ГОСТ 7798—70	4	
		9		Гайка М8.5 ГОСТ 5915—70	6	
		10		Гайка М12.5 ГОСТ 5915—70	4	
		11		Гайка М24.5 ГОСТ 5915—70	1	
		12		Шпилька М8×25.58 ГОСТ 22034—76	6	

Амортизатор данной конструкции применяется в автоматических линиях при транспортировке деталей. Деталь, поступающая из загрузочного барабана, ориентируется на транспортирующем устройстве под действием толкателя, который подводит деталь до буфера поз. *3* амортизатора.

Амортизатор крепят на раме транспортирующего устройства четырьмя болтами, которые входят в пазы основания корпуса поз. *1*. Пружина поз. *7* гасит ударные нагрузки, действующие на буфер. Усилие пружины регулируют гайкой поз. *11*.

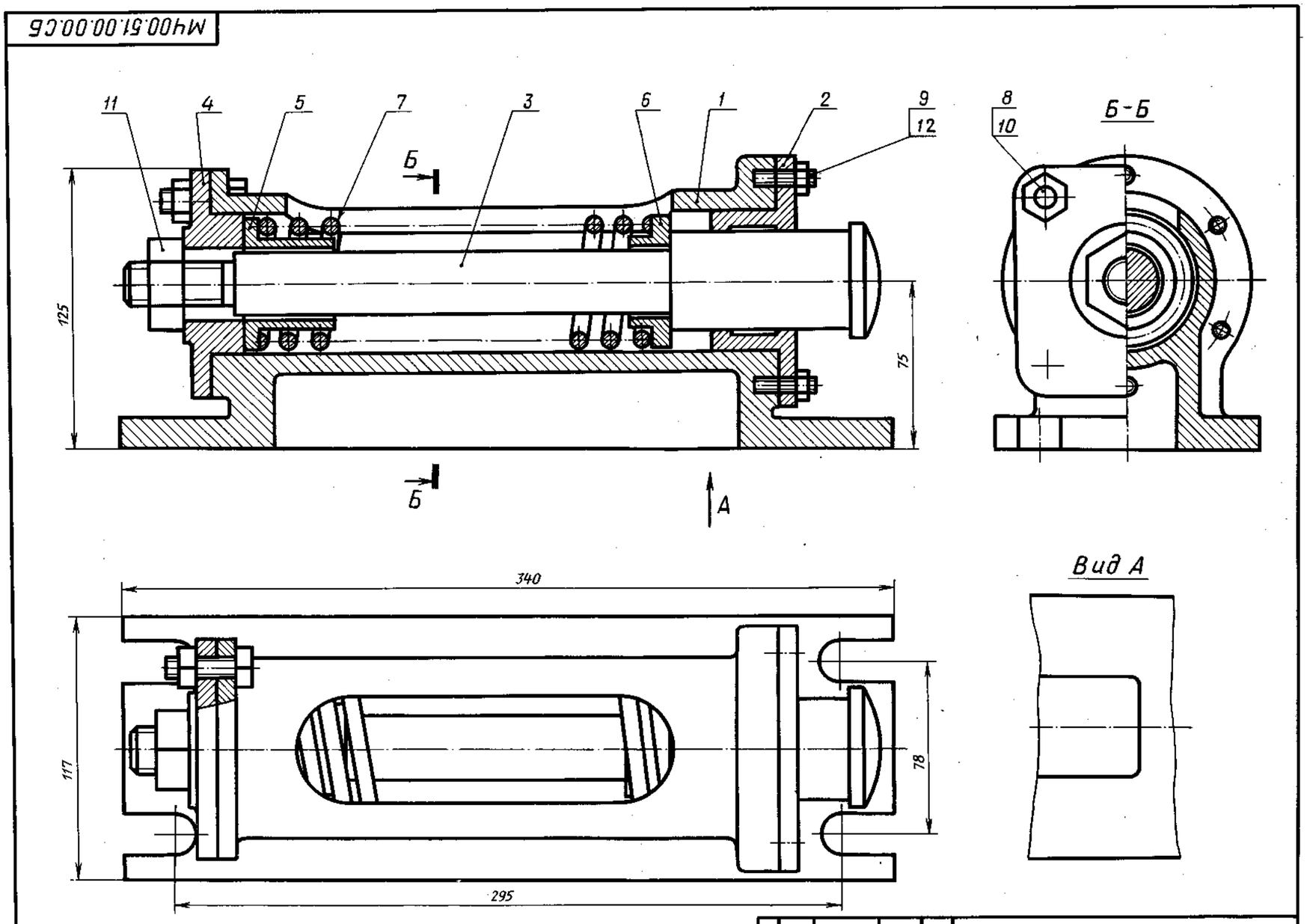
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *7*.

Материал деталей поз. *1*, *2*, *4* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *3*, *5*, *6* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, детали поз. *7* — Сталь 45 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Имеется ли на чертеже местный разрез?
2. Какую форму имеет деталь поз. *2*, если на нее смотреть слева, и сколько она имеет отверстий?
3. Покажите контур детали поз. *3*.



52. КЛАПАН

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.52.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		1	МЧ00.52.00.01	Корпус	1	
А4		2	МЧ00.52.00.02	Крышка	1	
А4		3	МЧ00.52.00.03	Штуцер	1	
А4		4	МЧ00.52.00.04	Фланец	1	
А4		5	МЧ00.52.00.05	Маховичок	1	
А4		6	МЧ00.52.00.06	Шпиндель	1	
А4		7	МС00.52.00.07	Втулка	1	
А4		8	МЧ00.52.00.08	Клапан	1	
А4		9	МЧ00.52.00.09	Прокладка	1	
				Стандартные изделия		
		10		Гайка М8.5 ГОСТ 5915—70	2	
		11		Гайка М10.5 ГОСТ 5915—70	1	
		12		Кольцо СГ 30-19-3 ГОСТ 6418—81	4	
		13		Шпилька М8×30.58 ГОСТ 22034—76	2	

Клапан предназначен для пропускания жидкости. При вращении маховичка поз. *5* против часовой стрелки шпиндель поз. *6* с клапаном поз. *8* будет подниматься и пропускать жидкость. Для прекращения подачи жидкости маховичок необходимо вращать по часовой стрелке до отказа.

Для предупреждения утечки жидкости через зазоры между корпусом поз. *1* и деталями поз. *4* и поз. *6* предусмотрено сальниковое уплотнение из колец поз. *12*. Уплотнительные кольца поджимаются фланцем поз. *4*, который крепится шпильками поз. *13* и гайками поз. *10*. Для герметичности между корпусом и крышкой поз. *2* ставится прокладка поз. *9*.

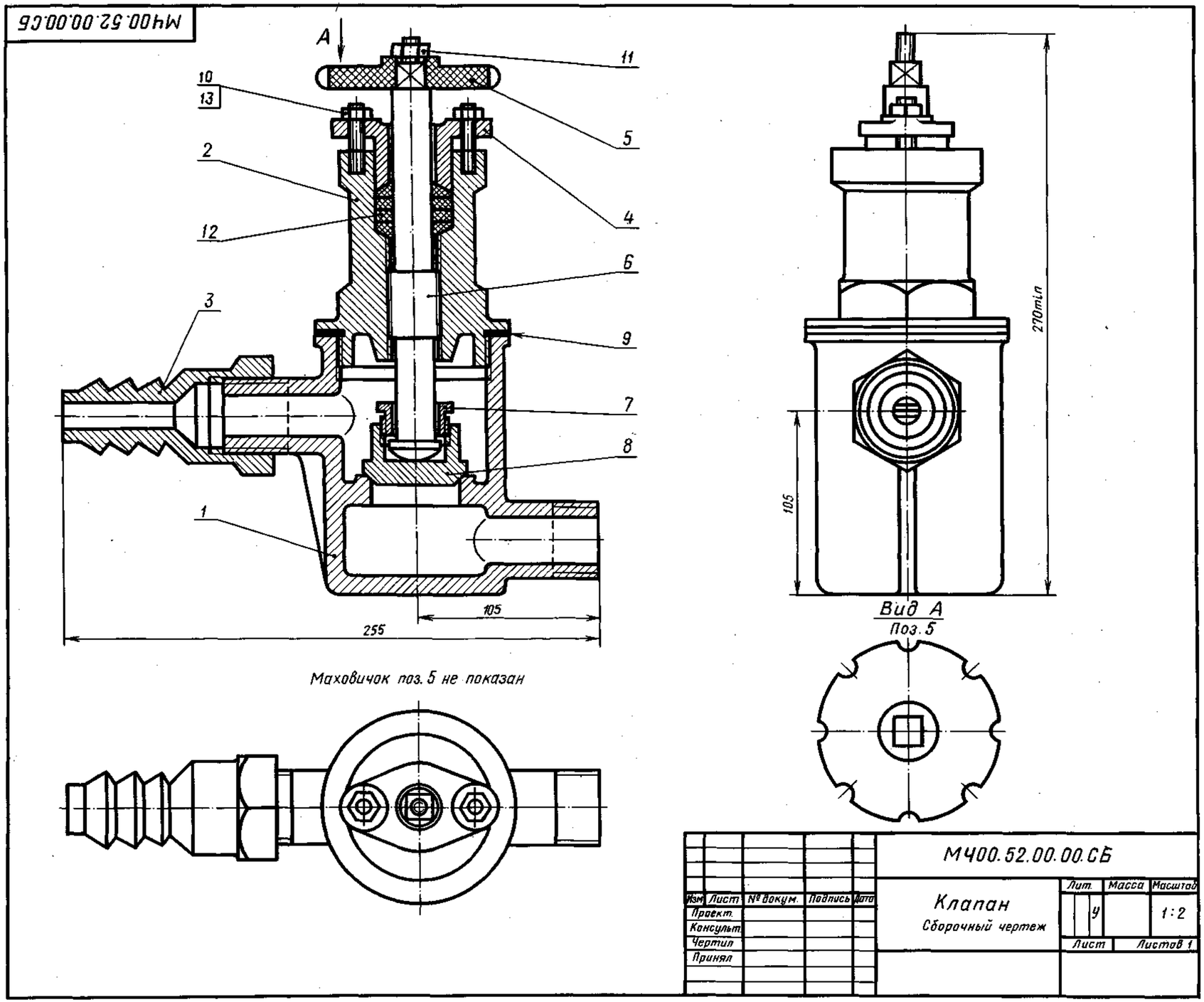
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *6*. Деталь поз. *1* изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. *1* ... *4* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, детали поз. *5* — Листы винипласта ВН 1500 × 800 ГОСТ 9639—71, деталей поз. *6* ... *8* — Сталь 40 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Для какой цели предназначены конусные выступы в детали поз. *3*?
2. Назовите все детали, изображенные на виде сверху.
3. Покажите контур детали поз. *2* на виде слева.



53. КЛАПАН РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.53.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		1	МЧ00.53.00.01	Корпус	1	
А4		2	МЧ00.54.00.02	Плунжер	1	
А4		3	МЧ00.53.00.03	Крышка	1	
А4		4	МЧ00.53.00.04	Крышка	1	
А4		5	МЧ00.53.00.05	Пружина	1	
А4		6	МЧ00.53.00.06	Втулка	1	
А4		7	МЧ00.53.00.07	Пружина	1	
А4		8	МЧ00.53.00.08	Пробка	1	
А4		9	МЧ00.53.00.09	Шарик	1	
				Материалы		
		10		Картон А1 ГОСТ 9347—74	2	

Распределительный клапан предназначен для соединения гидравлических цилиндров низкого и высокого давления в усилителях последовательного действия.

Под действием пружины поз. *5* плунжер поз. *2* поджимается к крышке поз. *4*. Перпендикулярно центральному отверстию в корпусе поз. *1* расположено отверстие с обратным шариковым клапаном поз. *9*. Масло из цилиндра низкого давления через резьбовое отверстие крышки поз. *3* поступает в полость корпуса поз. *1*, далее через верхнее резьбовое отверстие — в приспособление (происходит предварительный зажим обрабатываемой детали), а через обратный клапан и отверстия крышки поз. *4* в цилиндр высокого давления, пополняя утечки. Плунжер при этом несколько смещается вправо. Для окончательного зажима детали масло поступает из цилиндра высокого давления через продольные канавки под плунжер. Под давлением масла плунжер перемещается вправо, сжимая пружину. Конус плунжера плотно прилегает к конусному седлу крышки поз. *3*, разделяя цилиндры низкого и высокого давления. Масло из цилиндра высокого давления через продольные канавки плунжера и верхнее резьбовое отверстие корпуса поступает в гидросистему приспособления и деталь зажимается.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *6*.

Материал деталей поз. *1* ... *4* — Сталь 25 ГОСТ 1050—74, деталей поз. *6*, *8*, *9* — Сталь 45 ГОСТ 1050—74, деталей поз. *5*, *7* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Назовите все детали, изображенные на виде слева.
2. Покажите контур детали поз. *2*.
3. Расскажите о назначении детали поз. *8*.

54. МЕХАНИЗМ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПЕРЕДАЧ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A2			МЧ00.54.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		*1*	МЧ00.54.00.01	Крышка	1	
A3		*2*	МЧ00.54.00.02	Вилка	1	
A3		*3*	МЧ00.54.00.03	Корпус	1	
A3		*4*	МЧ00.54.00.04	Поршень	1	
A4		*5*	МЧ00.54.00.05	Ось	1	
A4		*6*	МЧ00.54.00.06	Крышка	1	
A4		*7*	МЧ00.54.00.07	Пластинка	1	
A4		*8*	МЧ00.54.00.08	Валик	1	
A4		*9*	МЧ00.54.00.09	Втулка	2	
A4		*10*	МЧ00.54.00.10	Сухарь	2	
A4		*11*	МЧ00.54.00.11	Прокладка	1	
				Стандартные изделия		
		12		Болт М8×20.58 ГОСТ 7798—70	4	
		13		Винт А.М6×16.58 ГОСТ 1491—80	14	
		14		Кольцо 020-025-30 ГОСТ 9833—73	1	
		15		Кольцо 040-045-30 ГОСТ 9833—73	2	
		16		Шплинт 5×28.001 ГОСТ 397—79	1	
		17		Шайба 16.01.05 ГОСТ 11371—78	1	

Механизм переключения передач предназначен для введения в зацепление блок-шестерни одной из передач.

Гидроцилиндр механизма переключения передач установлен в отверстии крышки поз. *1*. Он состоит из корпуса поз. *3*, крышки поз. *6* и поршня поз. *4*. Корпус, крышка и шток для герметичности уплотнены резиновыми кольцами поз. *14* и поз. *15*. Масло к гидроцилиндру подается через два резьбовых отверстия корпуса поз. *3*. Шток шарнирно соединен осью поз. *5* с вилкой поз. *2*, которая укреплена на шлицах валика поз. *8*, установленного в двух втулках поз. *9*. Поворачивая валик ключом, можно вручную производить включение и отключение блок-шестерни (на чертеже не показана). При подаче масла в гидроцилиндр поршень поз. *4* сообщает требуемое возвратно-поступательное движение вилке поз. *2*, тем самым включая или выключая блок-шестерню.

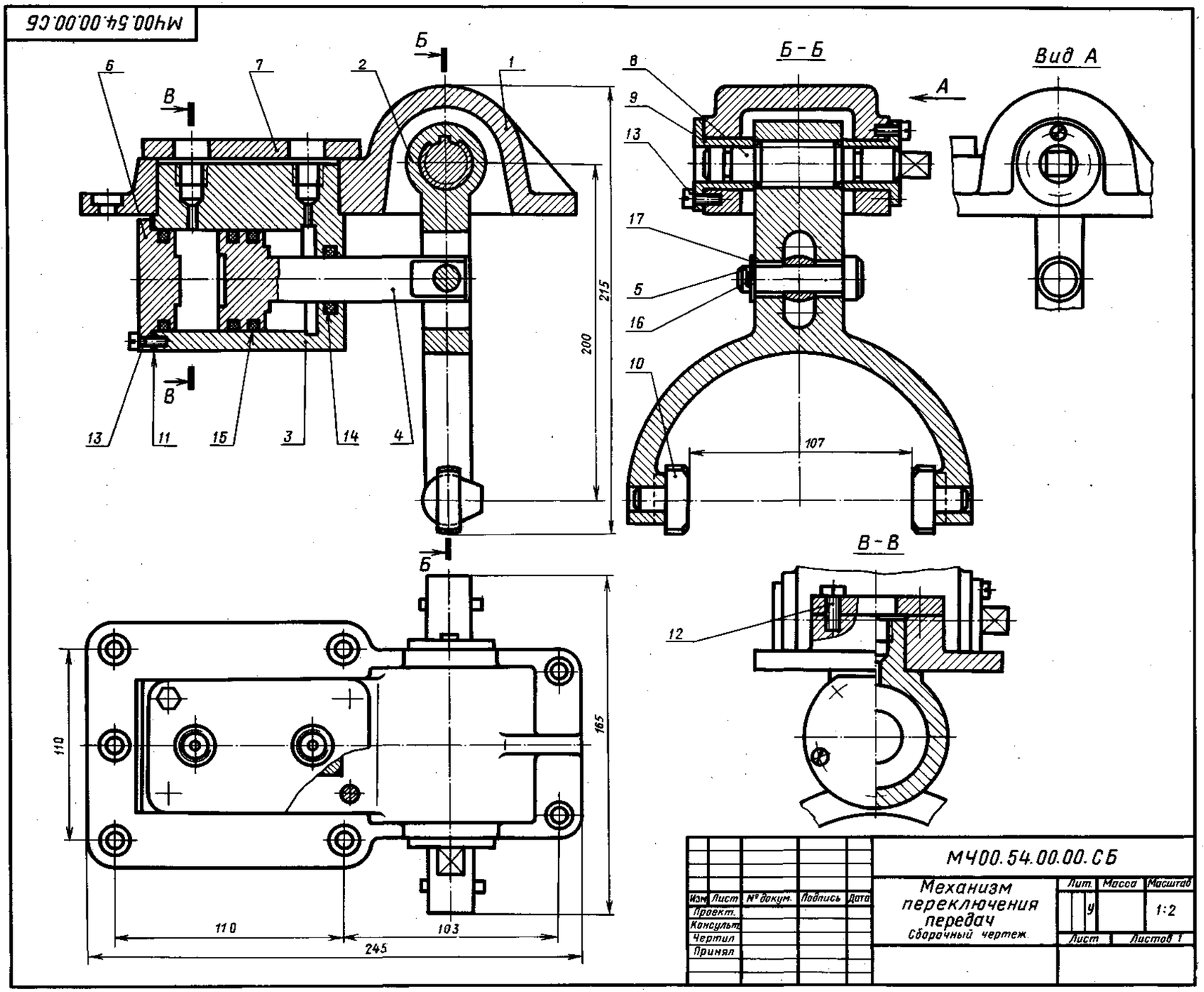
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *8*. Деталь поз. *1* изобразить в аксонометрической проекции.

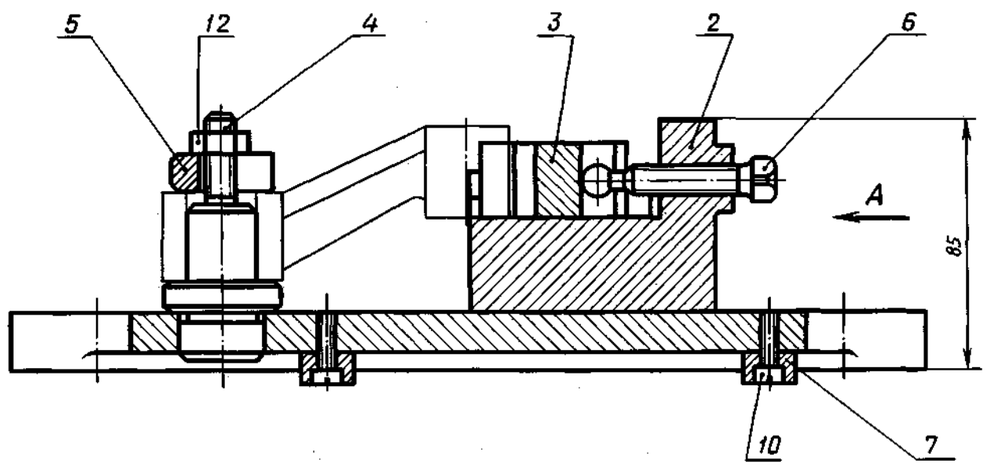
Материал деталей поз. *1* ... *4*, *6* — Сталь 15 ГОСТ 1050—74, деталей поз. *5*, *7* ... *10* — Сталь 45 ГОСТ 1050—74.

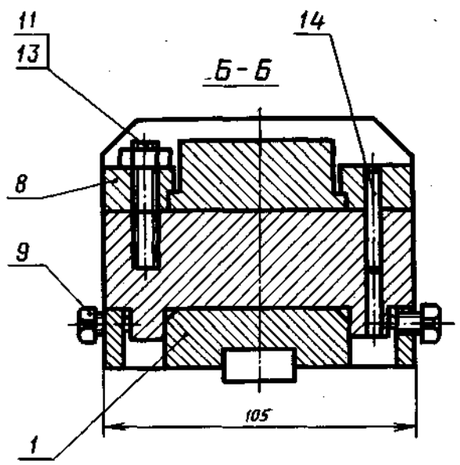
Ответьте на вопросы:

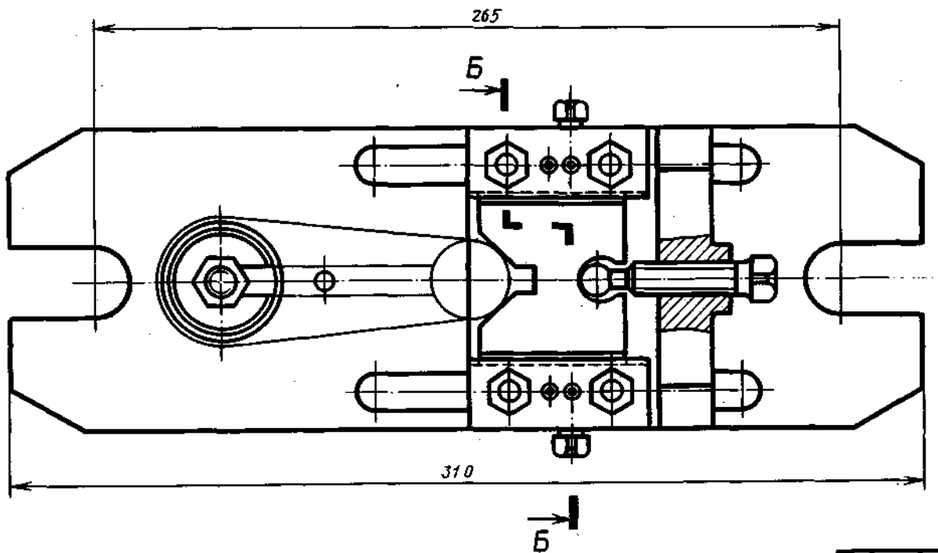
1. Сколько отверстий в детали поз. *6*?
2. Покажите контур детали поз. *3* на разрезе *В—В*.
3. Назовите все детали, изображенные на разрезе *Б—Б*.

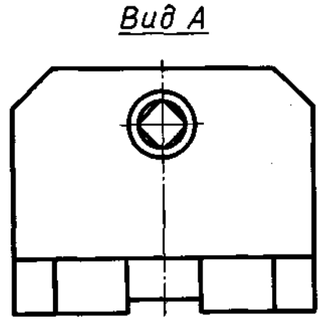


55. ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ ФРЕЗЕРОВАНИЯ









Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	МЧ00.55.00.00.СБ			
Проект.					Приспособление для фрезерования Сборочный чертеж	Лит.	Масса	Масштаб
Консульт.						У		1:2
Чертил						Лист	Листов 1	
Принял								

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.55.00.00СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		1	МЧ00.55.00.01	Плита	1	
А4		2	МЧ00.55.00.02	Ползун	1	
А4		3	МЧ00.55.00.03	Призма	1	
А4		4	МЧ00.55.00.04	Палец	1	
А4		5	МЧ00.55.00.05	Прихват	1	
А4		6	МЧ00.55.00.06	Винт	1	
А4		7	МЧ00.55.00.07	Планка	2	
А4		8	МЧ00.55.00.08	Пластинка	2	
				Стандартные изделия		
		9		Винт М8×16.58 ГОСТ 1482—84	2	
		10		Винт А.М6×50.58 ГОСТ 1491—80	2	
		11		Гайка М10.5 ГОСТ 5915—70	4	
		12		Гайка М14.5 ГОСТ 5915—70	1	
		13		Шпилька М10×30.58 ГОСТ 22034—76	4	
		14		Штифт 5h8×60 ГОСТ 3128—70	4	

Данное приспособление служит для быстрой и точной установки обрабатываемой детали в нужном положении по отношению к режущему инструменту (фрезе). Приспособление устанавливается на подвижном столе горизонтально-фрезерного станка и крепится к нему двумя болтами, входящими в пазы плиты поз. *1* (болты на чертеже не показаны).

Обрабатываемую деталь типа рычага (на чертеже показана сплошной тонкой линией) кладут на опорную плоскость ползуна поз. *2*. Положение обрабатываемой детали фиксируется пальцем поз. *4*, на котором она закрепляется прихватом поз. *5* с одной стороны, и призмой поз. *3*, перемещаемой винтом поз. *6*, с другой стороны. Ползун закрепляется в нужном положении винтами поз. *9*.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *6*, *8*.

Материал деталей поз. *1*, *2* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *3* ... *7* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Какое назначение детали поз. *8*?
2. Назовите все детали, изображенные на разрезе *Б—Б*.
3. Имеется ли на данном чертеже местный разрез?

56. ВЕНТИЛЬ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.56.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.56.00.01	Корпус	1	
А3		*2*	МЧ00.56.00.02	Крышка	1	
А4		*3*	МЧ00.56.00.03	Фланец	1	
А4		*4*	МЧ00.56.00.04	Маховичок	1	
А4		*5*	МЧ00.56.00.05	Клапан	1	
А4		*6*	МЧ00.56.00.06	Втулка	1	
А3		*7*	МЧ00.56.00.07	Винт	1	
А4		*8*	МЧ00.56.00.08	Колпак	1	
А3		*9*	МЧ00.56.00.09	Тройник	1	
А4		*10*	МЧ00.56.00.10	Пружина	1	
А4		*11*	МЧ00.56.00.11	Клапан	1	
А4		*12*	МЧ00.56.00.12	Седло	1	
А4		*13*	МЧ00.56.00.13	Пробка	1	
А4		*14*	МЧ00.56.00.14	Прокладка	1	
А4		*15*	МЧ00.56.00.15	Прокладка	1	
А4		*16*	МЧ00.56.00.16	Прокладка	1	
				Стандартные изделия		
		17		Болт М8×35.58 ГОСТ 7798—70	4	
		18		Гайка М8.5 ГОСТ 5915—70	4	
		19		Гайка М14.5 ГОСТ 5915—70	1	
				Материалы		
		20		Войлок ПС 10 ГОСТ 6308—71		

Вентиль предназначен для изменения расхода жидкости или пара, проходящих по трубопроводу.

При вращении маховичка поз. *4* влево винт поз. *7* будет подниматься и клапан поз. *5* откроет отверстие седла поз. *12*. При этом жидкость или пар начнет переходить из нижней горизонтальной трубы в верхнюю. Для предотвращения утечки между крышкой поз. *2* и винтом предусмотрено сальниковое уплотнение поз. *20*, которое поджимается фланцем поз. *3*. Для сохранения герметичности предусмотрены прокладки поз. *14*, *15*, *16*.

На тройнике поз. *9* установлен предохранительный клапан, который служит для выпуска жидкости или пара при избыточном давлении. При повышении давления клапан поз. *11* поднимается, сжимая пружину поз. *10*. При этом избыток жидкости или пара выходит через образовавшуюся щель в боковое отверстие колпака поз. *8*.

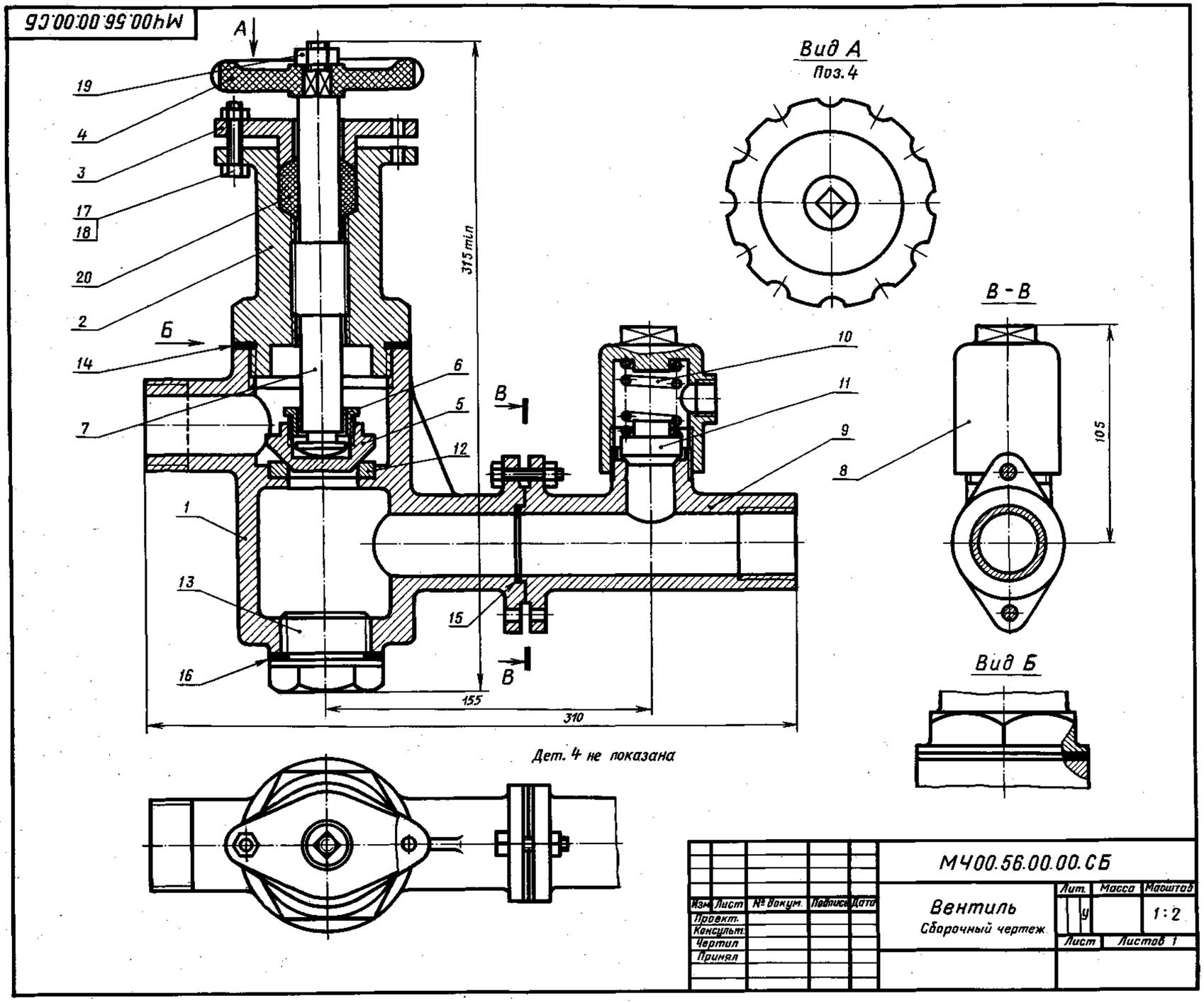
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *5*, *8* ... *10*. Деталь поз. *1* изобразить в аксонометрической проекции.

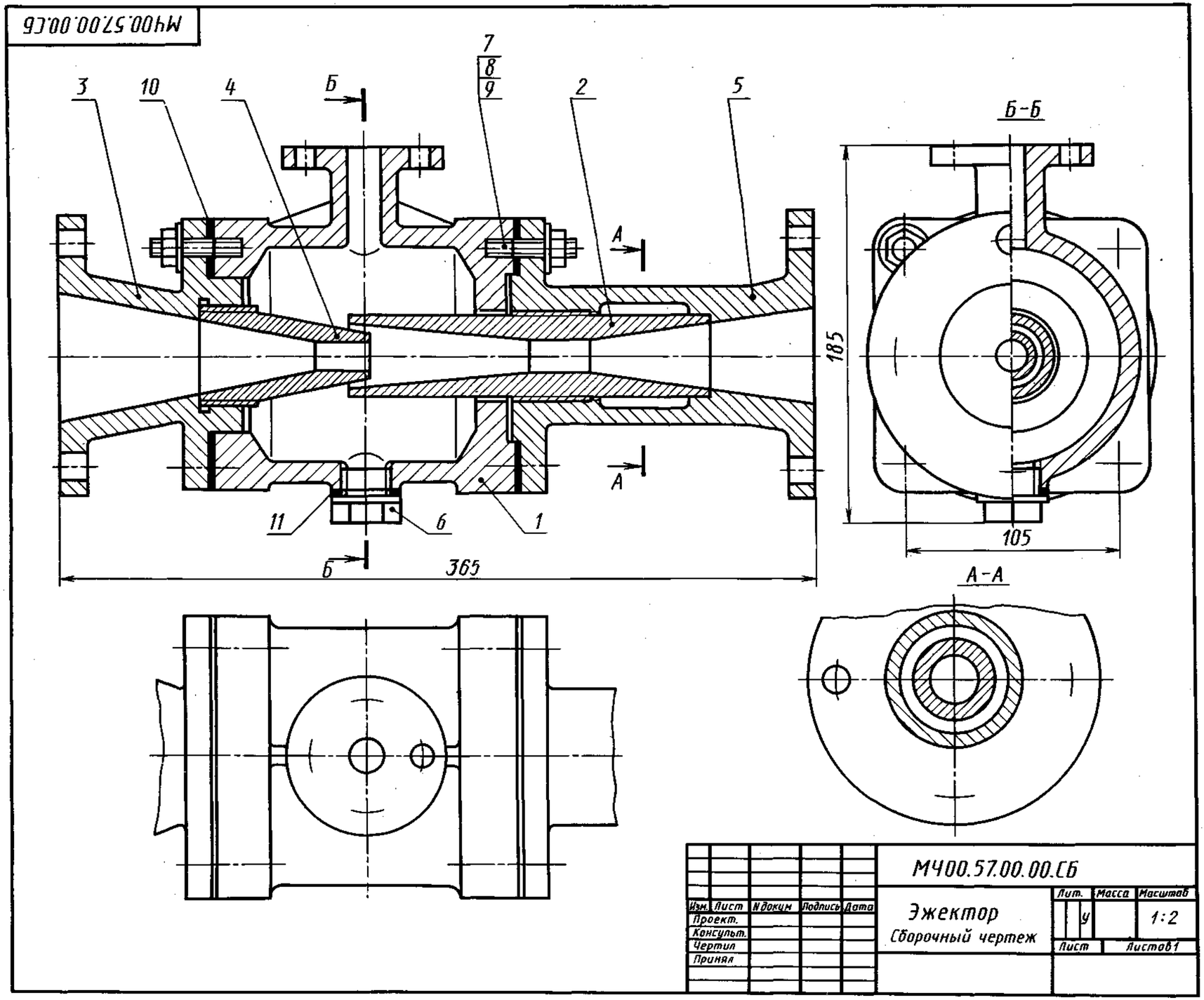
Материал деталей поз. *1*, *2*, *8*, *9* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *3*, *5* ... *7*, *11* ... *13* — Ст 5 ГОСТ 380—71, детали поз. *4* — Листы винипласта ВН 1500 × 800 ГОСТ 9639—71, детали поз. *10* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Почему деталь поз. *4* изображена отдельно?
2. Назовите все детали, изображенные на разрезе *В—В*.
3. Как называется разрез на виде *Б*?



57. ЭЖЕКТОР



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.57.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		1	МЧ00.57.00.01	Корпус	1	
А3		2	МЧ00.57.00.02	Диффузор	1	
А3		3	МЧ00.57.00.03	Патрубок впуска	1	
А4		4	МЧ00.57.00.04	Сопло	1	
А3		5	МЧ00.57.00.05	Патрубок выпуска	1	
А4		6	МЧ00.57.00.06	Пробка М40	1	
				Стандартные изделия		
		7		Гайка М12.5 ГОСТ 5915—70	8	
		8		Шайба 12.01.016 ГОСТ 6958—78	8	
		9		Шпилька М10×30.58 ГОСТ 22034—76	8	
				Материалы		
		10		Картон Б 2 ГОСТ 9347—74	2	
		11		Картон А 1 ГОСТ 9347—74	1	

Изм.	Лист	N докум.	Подпись	Дата	МЧ00.57.00.00.СБ			
Проект.					Эжектор Сборочный чертеж	Лит.	Масса	Масштаб
Консульт.						У		1:2
Чертил						Лист	Листов 1	
Принял								

Эжектор представляет собой насос для откачивания воздуха или воды. Принцип его работы основан на использовании всасывающего действия струи пара.

Пар из парового котла поступает в патрубок *3* и сопло *4*. При выходе из сопла *4* с большой скоростью пар попадает в камеру смешения корпуса *1* и создает в ней разрежение, чем вызывается поступление в камеру, по верхнему патрубку корпуса *1*, перемещаемой жидкости. Пар, увлекая перемещаемую жидкость, устремляется вместе с ней в диффузор *2*, где смесь уменьшает свою скорость и повышает давление, обеспечивая подачу жидкости по назначению и поддержание разрежения в камере смешения.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *6*.

Материал деталей поз. *1* ... *5* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, детали поз. *6* — Ст 6 ГОСТ 380—71.

Ответьте на вопросы:

1. Назовите детали, показанные на разрезе *А—А*.
2. Имеются ли на данном чертеже сечения?
3. Покажите контур детали поз. *5*.

2-е деталирование

58. РОЛИКИ НАПРАВЛЯЮЩИЕ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.58.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.58.00.01	Опора	1	
А3		*2*	МЧ00.58.00.02	Корпус	1	
А4		*3*	МЧ00.59.00.03	Винт	1	
А4		*4*	МЧ00.58.00.04	Ролик	2	
А4		*5*	МЧ00.58.00.05	Ось	2	
		6	МЧ00.58.00.06	Клин	1	
		7	МЧ00.58.00.07	Клин	1	
				Стандартные изделия		
		8		Болт М16×105.58 ГОСТ 7798—70	2	
		9		Винт М10×16.58 ГОСТ 8878—84	2	
		10		Гайка М16.5 ГОСТ 5915—70	3	

Направляющие ролики применяются в различных транспортных устройствах для перемещения листового материала и изделий из него.

Опора поз. *1* с роликами поз. *4* может подниматься или опускаться при помощи клиньев поз. *6* и поз. *7*. Клинья соединены винтом поз. *3* с правой и левой прямоугольными резьбами. При вращении винта клинья сближаются, поднимая опору с роликами вверх. При вращении винта в обратном направлении опора будет опускаться. После установки роликов на необходимом уровне опору закрепляют болтами поз. *8* и гайками поз. *10*. Оси поз. *5* фиксируются винтами поз. *9*.

К трущимся поверхностям роликов через масленки, которые ввинчивают в резьбовые отверстия осей поз. *5*, по специальным каналам подается смазка.

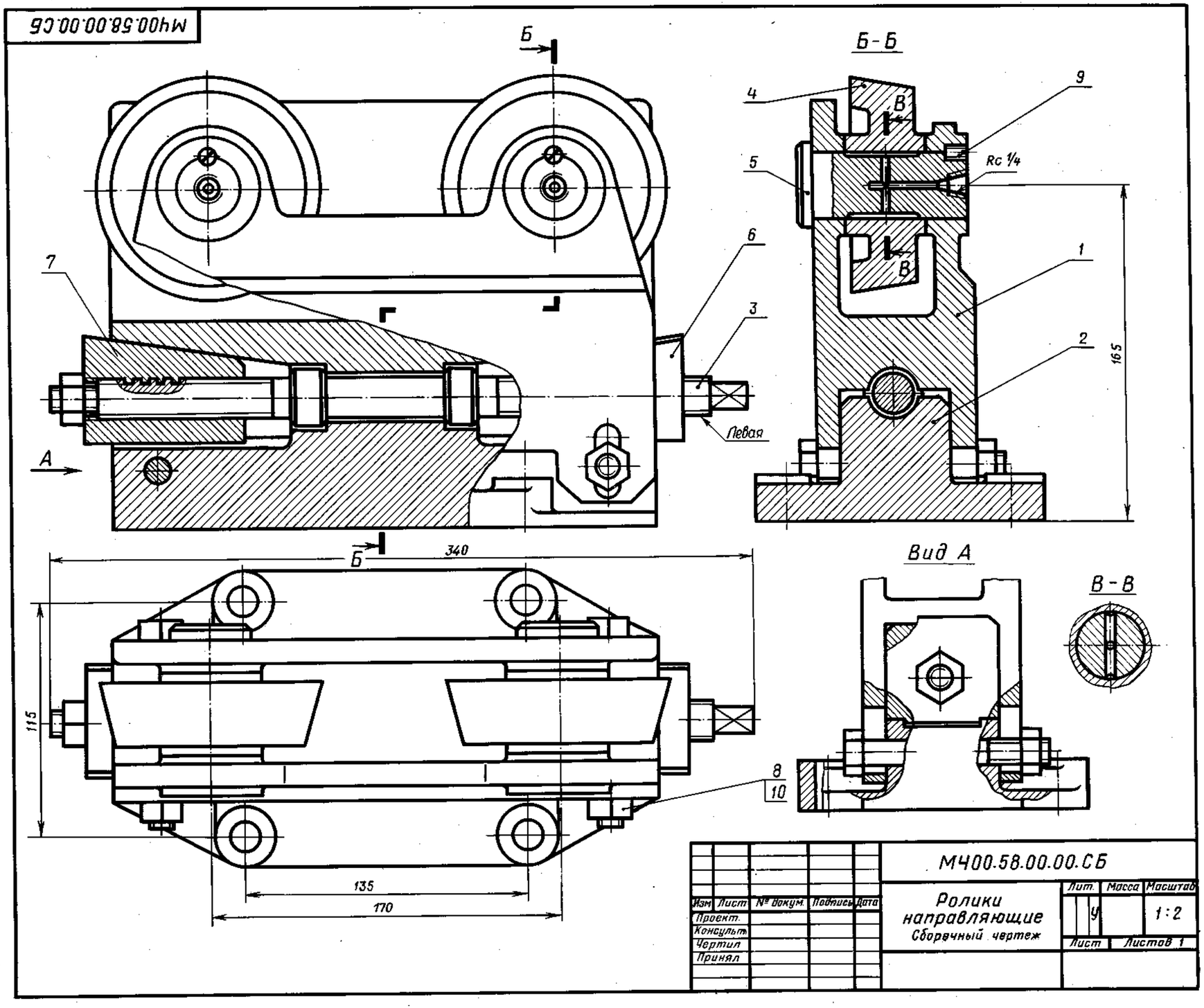
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *7*. Деталь поз. *1* или поз. *2* изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. *1*, *2* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *3* ... *7* — Сталь 45 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Как называется разрез *Б—Б*?
2. Покажите контур детали поз. *2*.
3. Видна ли на виде сверху ось поз. *5*?



59. ПРЕСС-ФОРМА

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.59.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.59.00.01	Корпус	1	
А3		*2*	МЧ00.59.00.02	Зажим	1	
А4		*3*	МЧ00.59.00.03	Плита отрывающая	1	
А4		*4*	МЧ00.59.00.04	Плита литниковая	1	
А4		*5*	МЧ00.59.00.05	Штырь	2	
А4		*6*	МЧ00.59.00.06	Ручка	2	
А4		*7*	МЧ00.59.00.07	Втулка	2	
А4		*8*	МЧ00.59.00.08	Вкладыш	1	
А4		*9*	МЧ00.59.00.09	Шайба	2	
				Стандартные изделия		
		10		Болт М10×55.58 ГОСТ 7798—70	2	
		11		Штифт 5h8×12 ГОСТ 3128—70	4	

Пресс-форма, изображенная на чертеже, используется в операции нанесения капронового покрытия на поверхность вала для увеличения его срока службы и защиты от коррозии.

Вал (на чертеже показан тонкой линией) устанавливают между корпусом поз. *1* и зажимом поз. *2*. Зажим регулируется болтами *10*. Жидкий капрон под давлением через отверстия деталей поз. *2* и поз. *4* заполняет зазоры между валом и зажимом и покрывает поверхность вала. Вкладыш поз. *8* служит заглушкой и опорой вала.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *8*.

Материал деталей поз. *1*, *2*, *5*, *6*, *9* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, деталей поз. *3*, *4*, *7*, *8* — Сталь 35 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Почему не обозначен профильный разрез?
2. С какой целью дан разрез *А—А*?
3. Покажите контур детали поз. *2*.

60. ВЕНТИЛЬ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.60.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.60.00.01	Корпус	1	
А4		*2*	МЧ00.60.00.02	Гайка	1	
А4		*3*	МЧ00.60.00.03	Втулка	1	
А4		*4*	МЧ00.60.00.04	Гайка	1	
А4		*5*	МЧ00.60.00.05	Рукоятка	1	
А4		*6*	МЧ00.60.00.06	Клапан	1	
А4		*7*	МЧ00.60.00.07	Гайка клапана	1	
А4		*8*	МЧ00.60.00.08	Шайба	1	
А4		*9*	МЧ00.60.00.09	Кольцо	1	
А4		*10*	МЧ00.60.00.10	Кольцо	1	
				Стандартные изделия		
		11		Гайка М20.5 ГОСТ 5915—70	1	
				Материалы		
		12		Шнур асбестовый ШАОН 151 ГОСТ 1779—83		

Вентиль данной конструкции применяется для регулирования давления выпуска газа из баллона.

Скорость и давление газа зависят от величины зазора между коническим концом клапана поз. *6* и отверстием в корпусе поз. *1*. Зазор можно изменять вращением гайки клапана поз. *7*, которая перемещает клапан вдоль оси. Вращательному движению клапана препятствуют два выступа на цилиндрической части, входящие в соответствующие пазы внутри корпуса. Корпус верхним резьбовым выступом крепится в горловине баллона. Втулка поз. *3* и гайка поз. *2* предназначены для соединения вентиля с трубопроводов, по которому газ поступает к химическому аппарату.

Для устранения утечки газа в вентиль вмонтировано уплотнение, состоящее из асбестового шнура поз. *12* и уплотнительных колец поз. *9* и поз. *10*, которые поджимаются специальной гайкой поз. *4*.

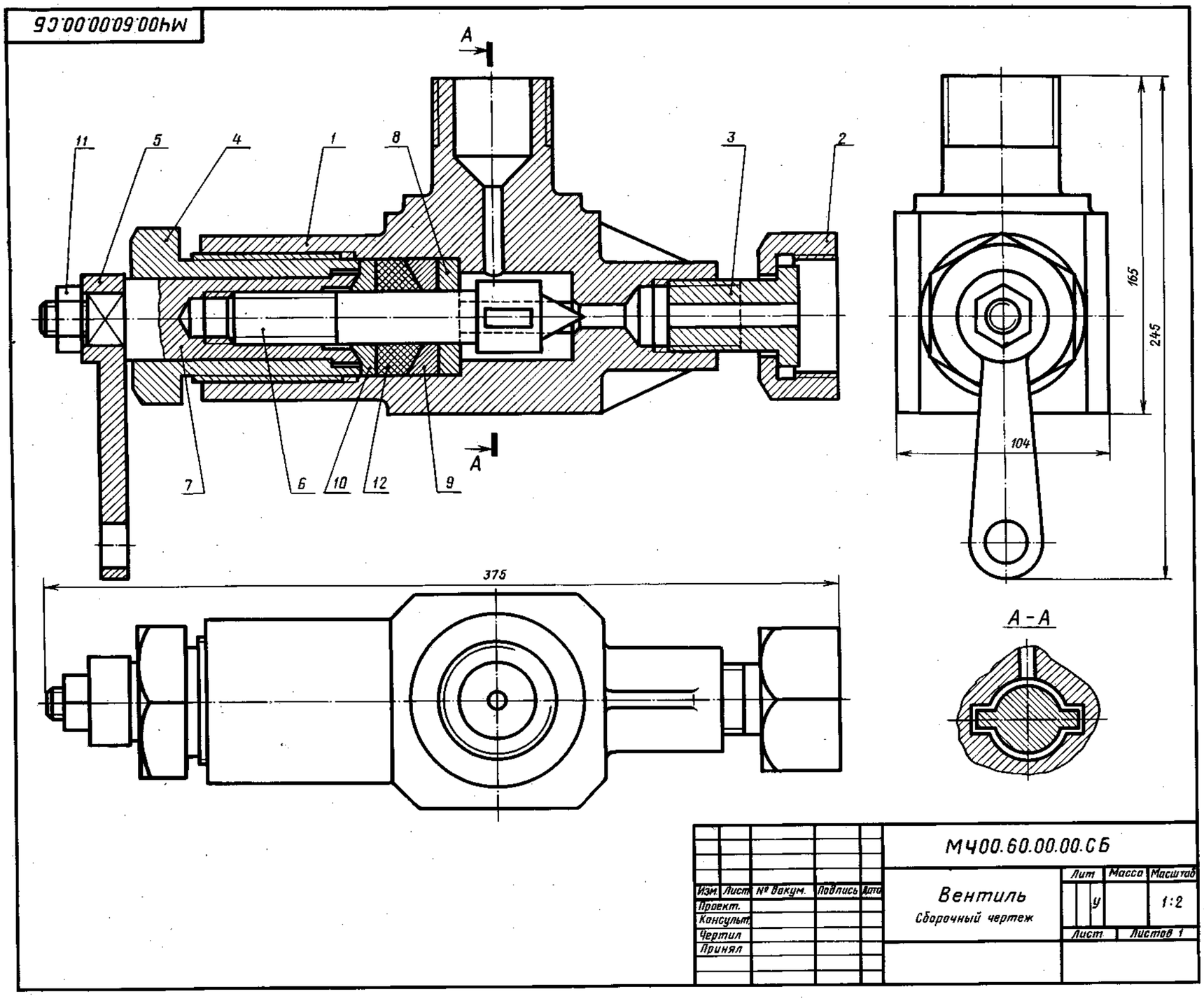
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *9*. Деталь поз. *1* изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. *1*, *2*, *6*, *7* — Сталь 15 ГОСТ 1050—74, деталей поз. *3* ... *5*, *8*, *9* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. В каких местах корпус поз. *1* имеет резьбу?
2. Покажите контур детали поз. *6*.
3. Что означают диагонали на детали поз. *7*?



61. ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ЗАЖИМНОЕ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.61.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.61.00.01	Плита	1	
А3		*2*	МЧ00.61.00.02	Стойка	1	
А3		*3*	МЧ00.61.00.03	Крышка	1	
А3		*4*	МЧ00.61.00.04	Опора	1	
А4		*5*	МЧ00.61.00.05	Болт М14	2	
				Стандартные изделия		
		6		Винт М12×25.58 ГОСТ 1482—84	1	
		7		Гайка М12.5 ГОСТ 5915—70	4	
		8		Гайка М14.5 ГОСТ 5915—70	2	
		9		Шпилька М12×40.58 ГОСТ 22034—76	4	

Данное зажимное приспособление используется при резании длинных труб и прутков разных диаметров.

Стойку поз. *2* устанавливают на плите поз. *1*. Плиту крепят двумя болтами к раме (рама на чертеже не показана). Высоту положения трубы или прутка относительно плиты регулируют опорой поз. *4*, которую фиксируют винтом поз. *6*. Разрезаемый пруток или трубу устанавливают между опорным элементом детали поз. *4* и крышкой поз. *3* и закрепляют шпильками поз. *9* и гайками поз. *7*.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *5*.

Материал деталей поз. *1* ... *4* — СЧ 20 ГОСТ 1412—79, детали поз. *5* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Покажите контур детали поз. *2* на всех изображениях.
2. Назовите все детали, изображенные на разрезе *А—А*.
3. Сколько шлицевых канавок на детали поз. *4*?

2-е деталирование

62. КЛАПАН

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.62.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.62.00.01	Корпус	1	
А3		*2*	МЧ00.62.00.02	Стойка	1	
А4		*3*	МЧ00.62.00.03	Втулка	1	
А4		*4*	МЧ00.62.00.04	Маховичок	1	
А4		*5*	МЧ00.62.00.05	Гайка	1	
А4		*6*	МЧ00.62.00.06	Шайба	1	
А4		*7*	МЧ00.62.00.07	Клапан	1	
А4		*8*	МЧ00.62.00.08	Седло	1	
А4		*9*	МЧ00.62.00.09	Винт	1	
				Стандартные изделия		
		10		Гайка М16.5 ГОСТ 5915—70	1	
		11		Винт А.М6×20.58 ГОСТ 1491—80	1	
		12		Винт М8×16.58 ГОСТ 1477—84	1	
		13		Штифт 5h8×40 ГОСТ 3128—70	2	
				Материалы		
		14		Шнур асбестовый ШАОН 121 ГОСТ 1779—83		

Клапан используют для изменения давления и скорости движения жидкости по трубопроводу.

При вращении маховичка поз. *4* винт поз. *9* с клапаном поз. *7* поднимается вверх, пропуская нужное количество жидкости. Внутри корпуса поз. *1* запрессовано седло поз. *8* клапана поз. *7*. Конический конец клапана плотно притерт к конической поверхности седла. На чертеже клапан изображен закрытым, жидкость через клапан не проходит. Втулка поз. *3* фиксируется в стойке поз. *2* винтом поз. *11*. Клапан соединен с винтом поз. *9* двумя штифтами поз. *13*. Для предупреждения утечки жидкости через зазоры между корпусом и деталями поз. *5*, *6*, *9* предусмотрено уплотнение. Оно состоит из шайбы поз. *6* и асбестового шнура поз. *14*, которые поджимаются прижимной гайкой поз. *5*.

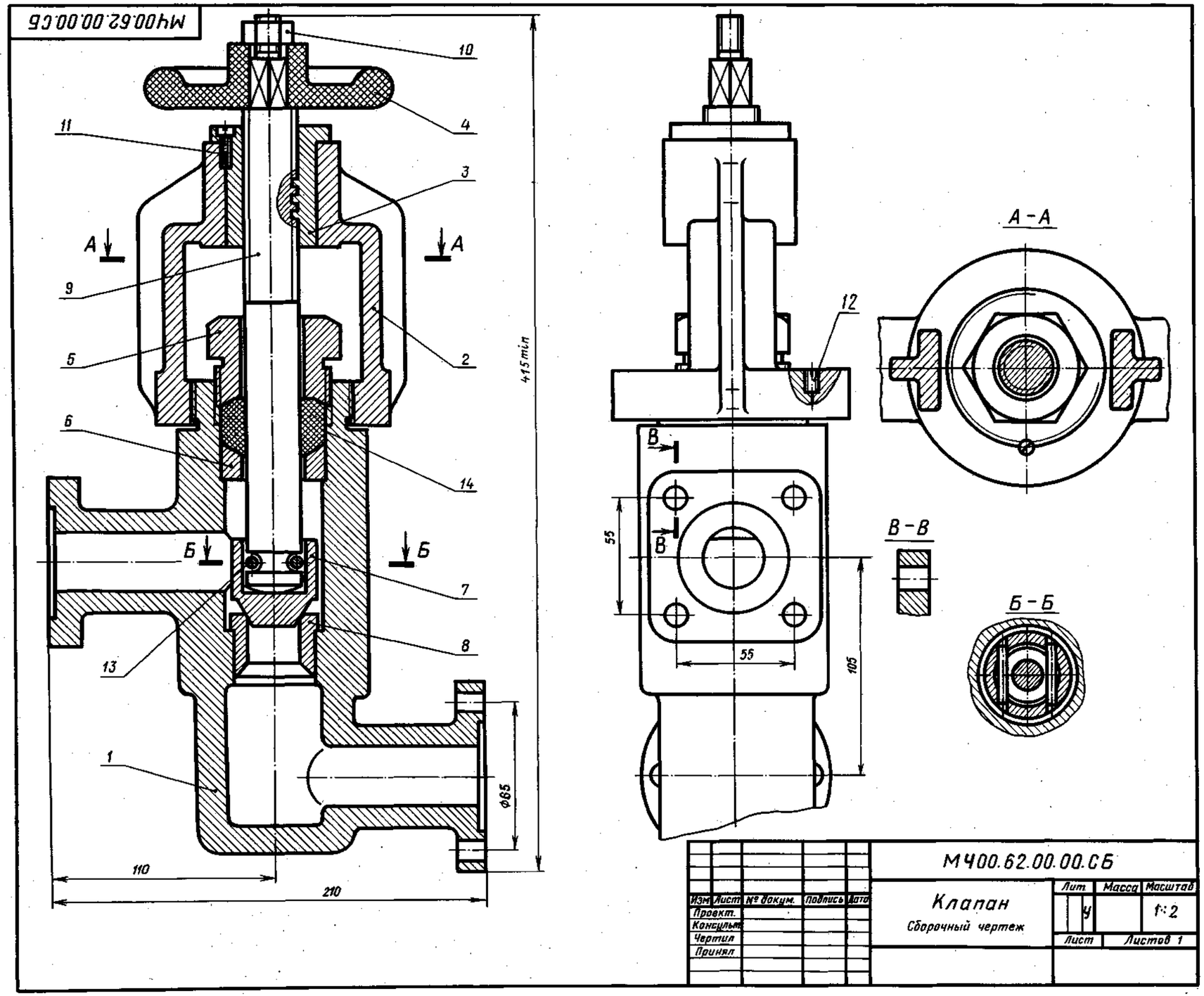
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *9*. Деталь поз. *1* или поз. *2* изобразить в аксонометрической проекции.

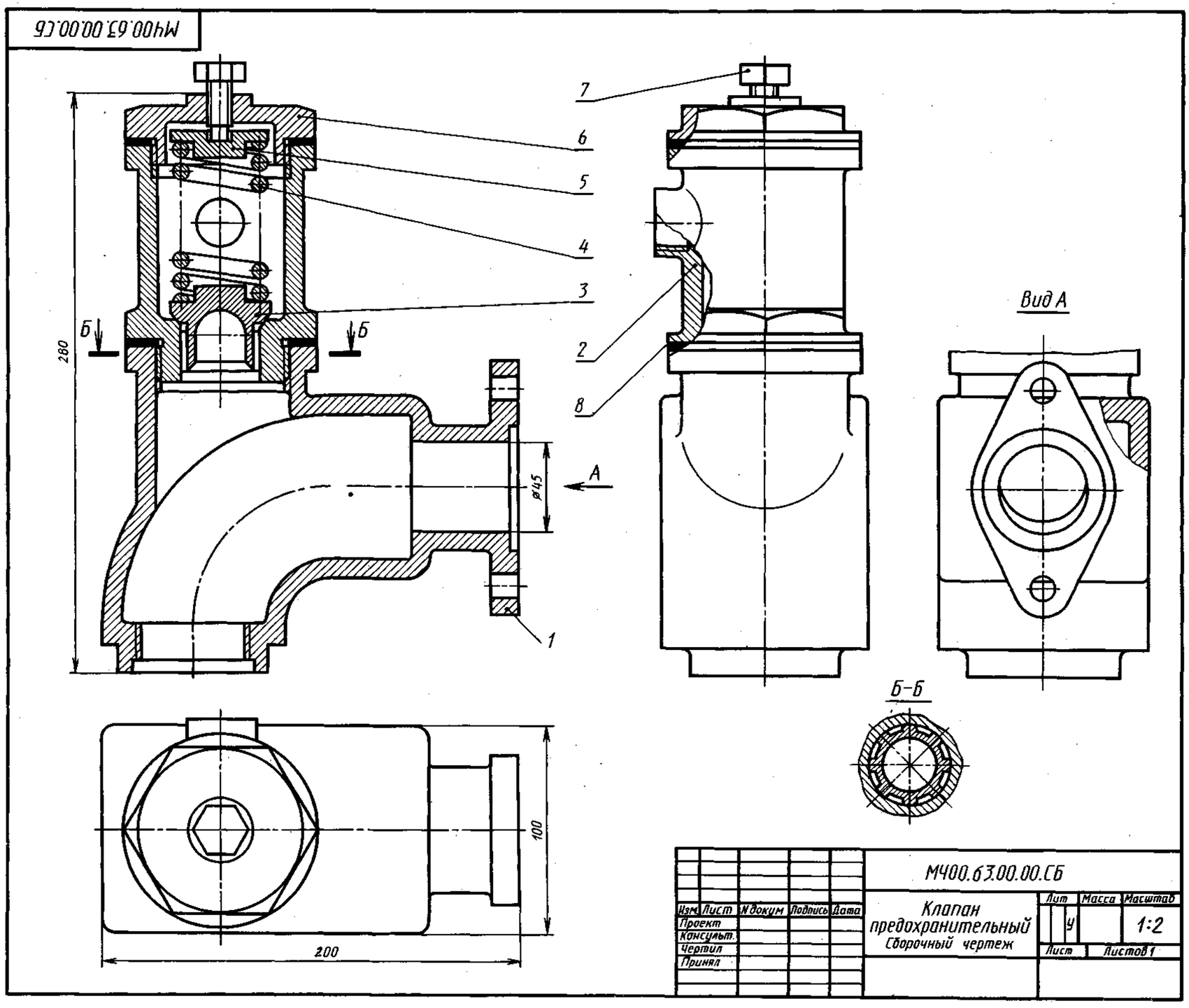
Материал деталей поз. *1*, *2* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *3*, *5* ... *9* — Сталь 45 ГОСТ 1050—74, детали поз. *4* — Листы винипласта ВН 1500 × 800 ГОСТ 9639—71.

Ответьте на вопросы:

1. Покажите контур детали поз. *1*.
2. Какое назначение имеет винт поз. *12*?
3. Что нужно сделать, чтобы отделить винт поз. *9* от клапана поз. *7*?



63. КЛАПАН ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.63.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.63.00.01	Корпус	1	
А3		*2*	МЧ00.63.00.02	Стакан	1	
А4		*3*	МЧ00.63.00.03	Клапан	1	
А4		*4*	МЧ00.63.00.04	Пружина	1	
А4		*5*	МЧ00.63.00.05	Тарелка	1	
А4		*6*	МЧ00.63.00.06	Крышка	1	
				Стандартные изделия		
		7		Винт М10×20.58 ГОСТ 1481—84	1	
				Материалы		
		8		Картон А 1,5 ГОСТ 9347—74	1	

Предохранительный клапан служит для ограничения давления в водяной магистрали. Если давление в магистрали повышается, то клапан поз. *3*, сжимая пружину поз. *4*, открывает отверстие стакана поз. *2*. В зазор, образовавшийся между клапаном и седлом стакана, будет поступать вода до тех пор, пока давление в магистрали не упадет до нормального. Излишек воды уходит через отверстие, находящееся в задней стенке стакана. При нормальном давлении пружина поз. *4* возвращает клапан в прежнее положение.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *6*.

Материал деталей поз. *1*, *2*, *5*, *6* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, детали поз. *3* — Сталь 35 ГОСТ 1050—74, детали поз. *4* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Сколько деталей изображено на разрезах *А—А* и *Б—Б*?
2. Какое назначение имеет винт поз. *7*?
3. Покажите отверстие, через которое при повышенном давлении уходит вода.

2-е детализование

64. РЕДУКТОР

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.64.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.64.00.01	Корпус	1	
А3		*2*	МЧ00.64.00.02	Крышка	1	
А3		*3*	МЧ00.64.00.03	Вал шестерня $z = 20$; $m = 4$	1	
А3		*4*	МЧ00.64.00.04	Зубчатое колесо $z = 60$; $m = 4$	1	
А3		*5*	МЧ00.64.00.05	Вал	1	
А4		*6*	МЧ00.64.00.06	Крышка	2	
А4		*7*	МЧ00.64.00.07	Крышка	2	
А4		*8*	МЧ00.64.00.08	Диск	1	
А4		*9*	МЧ00.64.00.09	Втулка	1	
А4		*10*	МЧ00.64.00.10	Отдушина	1	
				Стандартные изделия		
		11		Болт М16×50.58 ГОСТ 7798—70	6	
		12		Болт М16×125.58 ГОСТ 7798—70	2	
		13		Кольцо СГ 44-31-5 ГОСТ 6418—81	2	
		14		Шарикоподшипник 207 ГОСТ 8338—75	4	
		15		Шпонка 14×9×45 ГОСТ 23360—78	1	
		16		Штифт 8*h*8×40 ГОСТ 3128—70	2	

Редуктор устанавливают в приводах машин и механизмов для изменения угловых скоростей и моментов вращения.

Данный редуктор имеет пару цилиндрических зубчатых колес, расположенных в корпусе поз. *1* с крышкой поз. *2*. Малое зубчатое колесо поз. *3* выполнено за одно целое с валом (вал-шестерня). Большое зубчатое колесо поз. *4* насажено на вал поз. *5*. Валы установлены в шарикоподшипниках поз. *14*. В крышках поз. *7* имеются уплотнения, предохраняющие подшипники от попадания в них пыли и влаги.

Для заправки редуктора маслом предусмотрено отверстие в крышке поз. *2*. Слив масла производят через нижнее отверстие корпуса. В крышке редуктора имеется отдушина поз. *10* для сообщения с атмосферой.

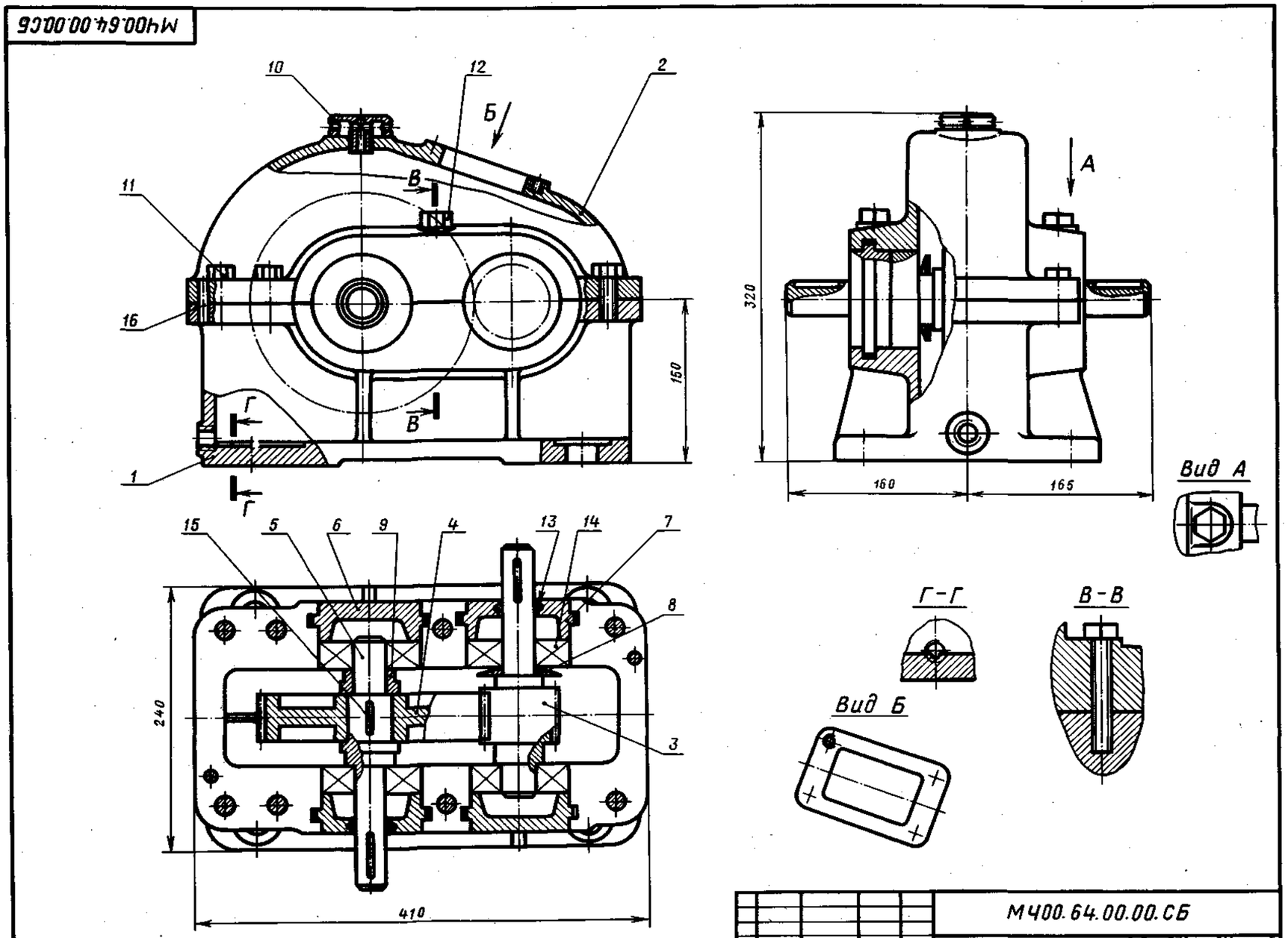
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *7*, *10*. Деталь поз. *1* или поз. *2* изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. *1*, *2*, *6*, *7*, *10* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *3*, *4* — Сталь 15 ГОСТ 1050—74, деталей поз. *5*, *8*, *9* — Сталь 45 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Покажите контур детали поз. *4*.
2. Какое назначение имеет штифт поз. *16*?
3. Что изображают на чертеже прямоугольники с двумя диагоналями?



						МЧ00.64.00.00.СБ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			Лит.	Масса	Масштаб
Проект.					Редуктор				1:4
Консульт.					Сборочный чертеж		У		
Чертил							Лист	Листов 1	
Принял									

65. КЛАПАН ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.65.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.65.00.01	Корпус	1	
А4		*2*	МЧ00.65.00.02	Штуцер	1	
А4		*3*	МЧ00.65.00.03	Клапан	1	
А4		*4*	МЧ00.65.00.04	Клапан	1	
А4		*5*	МЧ00.65.00.05	Пружина	1	
А4		*6*	МЧ00.65.00.06	Пробка	1	
				Материалы		
		7		Кожа 3 ГОСТ 20836—75	1	
		8		Кожа 3 ГОСТ 20836—75	1	

Клапан предохранительный двусторонний предназначен для регулирования давления жидкости или пара в трубопроводах. В данном случае клапан связан только с правой рабочей магистралью трубопровода.

При повышении давления больше нормы жидкость или пар давят на клапан поз. *4*, который, сжимая пружину поз. *5*, перемещается влево. При этом жидкость или пар выходят через четыре отверстия клапана поз. *4* и верхнее отверстие корпуса поз. *1*. При понижении давления пружина поз. *5* перемещает клапан поз. *4* в исходное положение.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *4*, *6*.

Материал детали поз. *1* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *2*, *3*, *4* — БрО3Ц12С5 ГОСТ 613—79, детали поз. *5* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Покажите деталь поз. *2* на виде слева.
2. Можно ли назвать изображение *А—А* сечением?
3. Сколько сквозных отверстий в детали поз. *4*?

67. БУФЕР

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A2			МЧ00.67.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		*1*	МЧ00.67.00.01	Корпус	1	
A3		*2*	МЧ00.67.00.02	Стойка	1	
A4		*3*	МЧ00.67.00.03	Упор	1	
A4		*4*	МЧ00.67.00.04	Пружина	1	
A4		*5*	МЧ00.67.00.05	Рым-болт	1	
A4		*6*	МЧ00.67.00.06	Буфер	1	
				Стандартные изделия		
		7		Болт М16×45.58 ГОСТ 7798—70	4	
		8		Гайка М16.5 ГОСТ 5915—70	4	
		9		Шайба 16 65Г 029 ГОСТ 6402—70	4	
		10		Штифт 8h8×50 ГОСТ 3128—70	1	

Данный буфер служит гасителем ударной нагрузки поступательно движущейся тележки грузоподъемного крана.

Буфер закреплен на раме тележки четырьмя болтами (на чертеже не показаны). В полости корпуса поз. *1* установлена пружина поз. *4*. Стойка поз. *2*, в которую упирается пружина, соединена с корпусом четырьмя болтами поз. *7*. Внутри корпуса с левой стороны имеется выступ для центрирования пружины и отверстие с резьбой для рым-болта поз. *5*, предназначенного для захвата буфера крюком грузоподъемного крана. Удар от препятствия, встреченного тележкой, передается через буфер поз. *6* и упор поз. *3* на пружину, которая, сжимаясь, гасит удар. Пружинные шайбы поз. *9* предупреждают самоотвинчивание гаек поз. *8* при толчках и ударах.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *6*.

Материал деталей поз. *1*, *2* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *3*, *5*, *6* — Сталь 30 ГОСТ 1050—74, детали поз. *4* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Назовите все детали на виде сверху.
2. Покажите контур детали поз. *2* на виде сверху.
3. На каком изображении показано сечение?

68. ОПОРА ВАЛКОВОЙ ДРОБИЛКИ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.68.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		1	МЧ00.68.00.01	Станина	1	
А4		2	МЧ00.68.00.02	Корпус	1	
А4		3	МЧ00.68.00.03	Крышка	1	
А4		4	МЧ00.68.00.04	Корпус	1	
А4		5	МЧ00.68.00.05	Крышка	1	
А4		6	МЧ00.68.00.06	Вкладыш верхний	2	
А4		7	МЧ00.68.00.07	Вкладыш нижний	2	
А4		8	МЧ00.68.00.08	Пружина	1	
А4		9	МЧ00.68.00.09	Ползун	1	
А4		10	МЧ00.68.00.10	Болт М24	1	
А4		11	МЧ00.68.00.11	Болт М20	1	
А4		12	МЧ00.68.00.12	Болт М22	1	
				Стандартные изделия		
		13		Гайка М16.5 ГОСТ 5915—70	8	
		14		Гайка М24.5 ГОСТ 5915—70	4	
		15		Гайка М20.5 ГОСТ 5915—70	2	
		16		Гайка 16.01.05 ГОСТ 11371—78	8	
		17		Шайба 20.01.05 ГОСТ 11371—78	4	
		18		Шпилька М16×80.58 ГОСТ 22034—76	4	
		19		Шпилька М16×100.58 ГОСТ 22034—76	4	

Валковая дробилка применяется в литейном производстве для размельчения комьев отработанной формовочной земли.

Валы валковой дробилки опираются на подшипники двух опор. На чертеже изображена одна из опор дробилки. Станина поз. *1* имеет направляющий выступ, который входит в паз корпуса поз. *4*, для предупреждения перекоса подшипника. Если в формовочную смесь попадает инородный предмет, то корпус подшипника с валом (на чертеже не показан) и насаженным на него валком (на чертеже показан тонкой линией), сжимая пружину поз. *8*, смещается вправо, что предотвращает порчу валков.

Натяжение пружины регулируют болтом поз. *12*. Подшипник имеет сменные бронзовые вкладыши поз. *6* и поз. *7*.

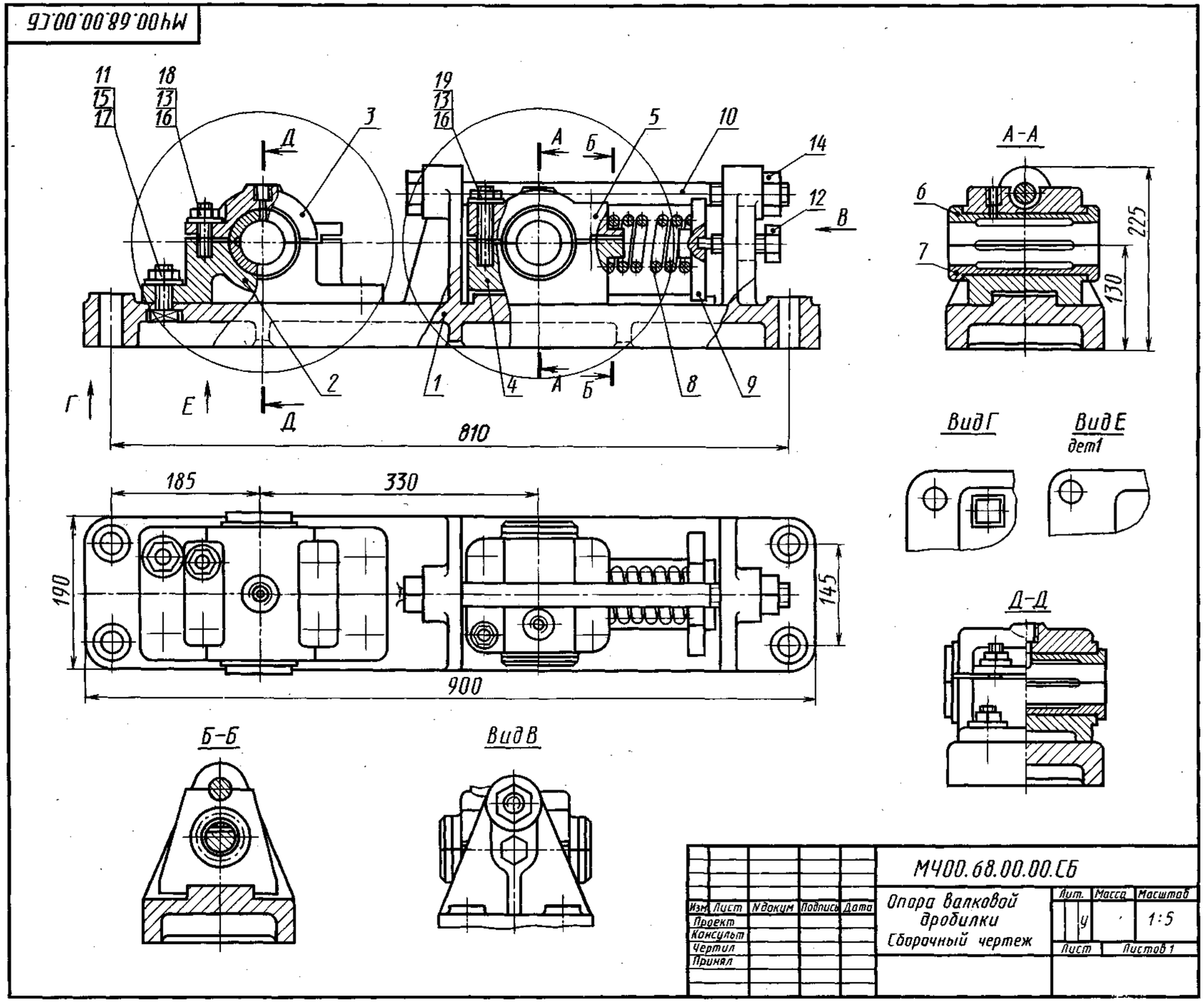
Задания

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *6*, *9*. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. *1*.

Материал деталей поз. *1* ... *5* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *6*, *7* — БрА9Мц2Л ГОСТ 493—79, детали поз. *8* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74, детали поз. *9* — Ст 6 ГОСТ 380—71.

Ответьте на вопросы:

1. Сколько отверстий под болты и шпильки имеет деталь поз. *2*?
2. Назовите детали, которые видны на виде *Г* и разрезе *Б—Б*.
3. На каких изображениях видна деталь поз. *5*?



69. ЗАЖИМНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.69.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.69.00.01	Корпус	1	
А3		*2*	МЧ00.69.00.02	Винт	1	
А4		*3*	МЧ00.69.00.03	Кулачок	1	
А4		*4*	МЧ00.69.00.04	Вкладыш	1	
А4		*5*	МЧ00.69.00.05	Планка	2	
А4		*6*	МЧ00.69.00.06	Кулачок	1	
А4		*7*	МЧ00.69.00.07	Шпилька М18	1	
				Стандартные изделия		
		8		Винт М8×25.58 ГОСТ 1478—84	1	
		9		Винт А.М8×35.58 ГОСТ 1491—80	16	
		10		Гайка М18.5 ГОСТ 5915—70	1	
		11		Шайба 18.01.05 ГОСТ 11371—78	1	

Приспособление применяется для зажима обрабатываемых деталей на фрезерных станках.

Корпус поз. *1* привертывают к станку четырьмя болтами (на чертеже не показаны). В паз корпуса вставлен вкладыш поз. *4*, в котором вращается винт поз. *2*, имеющий правую и левую прямоугольную резьбу. Для перемещения кулачков поз. *3* и поз. *6* нужно ключом вращать винт поз. *2*. После того как кулачки зажмут обрабатываемую деталь, ключом затягивают гайку поз. *10*. Левая стенка паза шпильки поз. *7* прижимает кулачок поз. *3* (см. разрез *А—А*).

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *7*.

Материал деталей поз. *1*, *5* ... *7* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, деталей поз. *2* ... *4* — Сталь 35 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Сколько отверстий с резьбой в детали поз. *1*?
2. Какое назначение имеет винт поз. *8*?
3. Покажите контур детали поз. *3*.

Донгоргинский индустриальный техникум
Электронная библиотека
Козловский Александр Юрьевич
141700 Россия Московская обл., г. Долгопрудный, ул. Собина, 1
Email: dgt_lib@mail.ru
Site: gpodgt.ru

МЧ00.69.00.00.СБ

Зажимное приспособление
Сборочный чертеж

Лит. У | Масса | Масштаб 1:2
Лист | Листов 1

Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Проект.
Консульт.
Чертил
Принял

70. КЛАПАН ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.70.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		1	МЧ00.70.00.01	Корпус	1	
А4		2	МЧ00.70.00.02	Крышка	1	
А4		3	МЧ00.70.00.03	Стакан	1	
А4		4	МЧ00.70.00.04	Клапан	1	
А4		5	МЧ00.70.00.05	Кольцо	1	
А4		6	МЧ00.70.00.06	Пружина	1	
				Стандартные изделия		
		7		Болт М14×80.58 ГОСТ 7798—70	4	
		8		Винт А.М8×25.58 ГОСТ 1491—80	4	
		9		Гайка М14.5 ГОСТ 5915—70	4	
		10		Шайба 14.01.019 ГОСТ 11371—78	4	
				Материалы		
		11		Картон А 1 ГОСТ 9347—74		

Данный предохранительный клапан является составной частью устройства поворота и возврата плиты формовочной машины.

Сжатый воздух давит на левый торец клапана поз. *4*, прижимая его правым коническим концом к конусной расточке внутри корпуса поз. *1*. В таком положении клапан закрыт. Далее воздух давит на торец стакана поз. *3*, заставляя его двигаться вправо и сжимать пружину поз. *6*. В результате открывается проход для воздуха, который через окна внутри стенок клапана и нижнее отверстие корпуса поступает в баллон (на чертеже не показан), приводя в движение плиту формовочной машины. При возврате плиты в исходное положение клапан открывается под давлением воздуха, поступающего из баллона по нижнему отверстию корпуса, и выходит в атмосферу через правое отверстие. Стакан при этом перемещается влево до упора в кольцо поз. *5*.

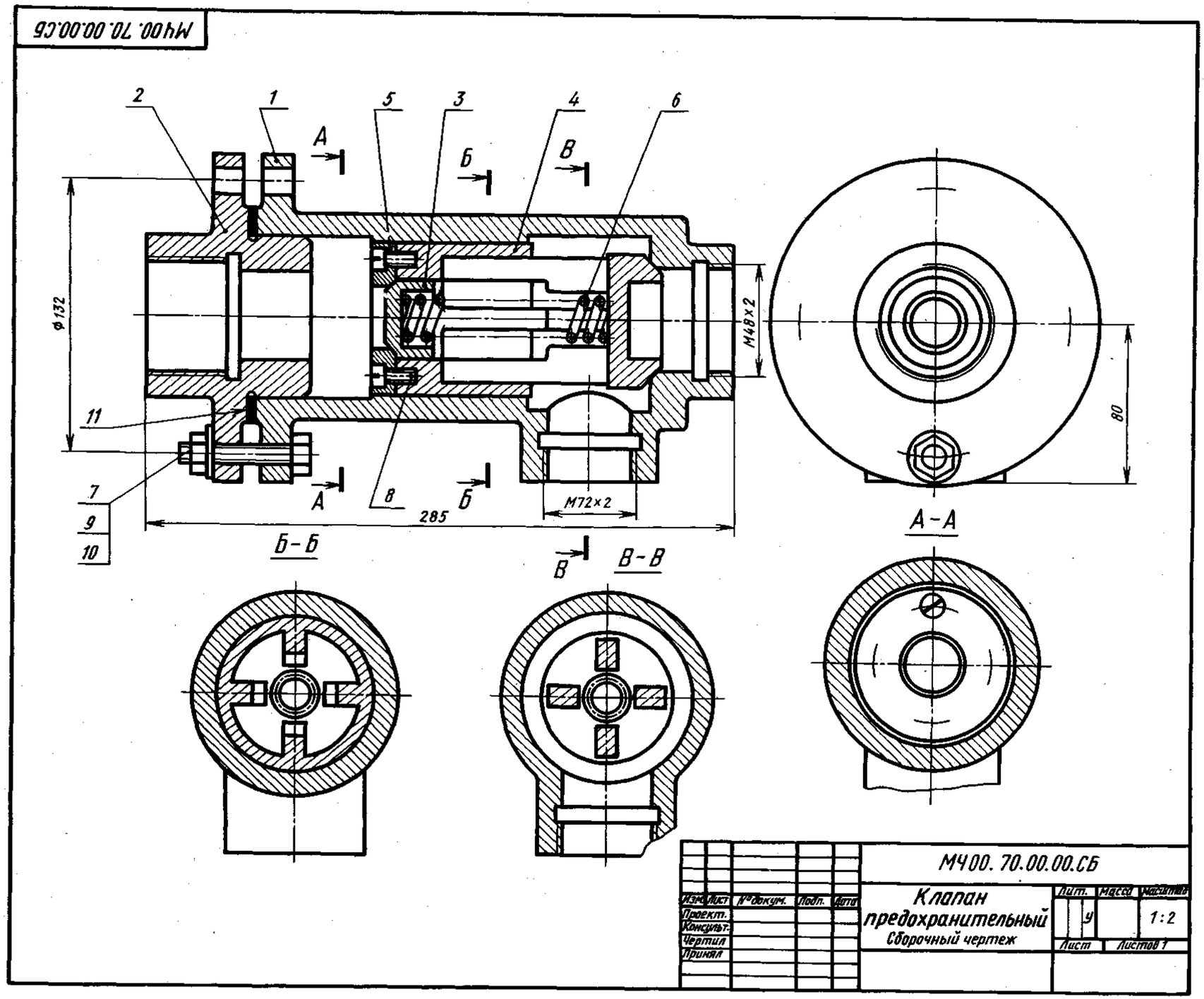
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *6*. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. *1*.

Материал деталей поз. *1*, *2* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, детали поз. *3* — БрО3Ц12С5 ГОСТ 493—79, деталей поз. *4*, *5* — Сталь Ст6 ГОСТ 380—71, детали поз. *6* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Имеются ли на чертеже изображения сечений?
2. Назовите детали, на которых имеется резьба.
3. Покажите контур детали поз. *4*.



71. ТЯГА

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.71.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.71.00.01	Головка	1	
А3		*2*	МЧ00.71.00.02	Вилка	1	
А3		*3*	МЧ00.71.00.03	Стяжка	1	
А4		*4*	МЧ00.71.00.04	Вкладыш	2	
				Стандартные изделия		
		5		Болт М12×60.58 ГОСТ 7798—70	2	
		6		Винт М6×25.58 ГОСТ 1477—84	2	
		7		Гайка М12.5 ГОСТ 5915—70	2	
		8		Гайка М42.5 ГОСТ 5915—70	2	
		9		Шайба 12.01.019 ГОСТ 11371—78	2	

Тяга — деталь, связывающая отдельные звенья механизмов.

Тяга имеет головку поз. *1* с двумя плотно вставленными сменными вкладышами поз. *4*, застопоренными винтами поз. *6*. Через верхнее отверстие головки подводится густая смазка. Вилка поз. *2* соединяется с головкой винтовой стяжкой поз. *3*, имеющей на концах правую и левую резьбу. Длину тяги можно регулировать. Для этого нужно ключом отпустить гайки поз. *8* и повернуть стяжку за среднюю часть до нужного размера между центром головки и вилкой. После регулировки тягу закрепляют, затягивая ключом гайки поз. *8*, которые препятствуют произвольному вывинчиванию стяжки при работе механизма.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *4*.

Материал детали поз. *1* ... *3* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, детали поз. *4* — БрА9Мц2Л ГОСТ 493—79.

Ответьте на вопросы:

1. Назовите детали, которые имеют резьбу.
2. Назовите детали, которые видны на разрезе *А—А*.
3. Покажите местные разрезы на данном чертеже.

72. КРАН ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.72.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.72.00.01	Корпус	1	
А3		*2*	МЧ00.72.00.02	Плунжер	1	
А4		*3*	МЧ00.72.00.03	Золотник	1	
А4		*4*	МЧ00.72.00.04	Крышка	1	
А4		*5*	МЧ00.72.00.05	Крышка	1	
А4		*6*	МЧ00.72.00.06	Тяга	1	
А4		*7*	МЧ00.72.00.07	Рычаг	1	
А4		*8*	МЧ00.72.00.08	Педаль	1	
А4		*9*	МЧ00.72.00.09	Ось	1	
А4		*10*	МЧ00.72.00.10	Пружина	1	
А4		*11*	МЧ00.72.00.11	Шайба	1	
				Стандартные изделия		
		12		Болт М8×30.58 ГОСТ 7798—70	11	
		13		Болт М8×80.58 ГОСТ 7798—70	2	
		14		Гайка М8.5 ГОСТ 5915—70	2	
		15		Шайба 8.01.05 ГОСТ 11371—78	2	
		16		Кольцо 040-045-30 ГОСТ 9833—73	2	
		17		Шплинт 5×28-001 ГОСТ 397—79	1	

Пневматический кран используется в приспособлении для зажима детали при ее обработке на металлорежущем станке.

В корпусе поз. *1* имеются три отверстия. Через верхнее отверстие поступает сжатый воздух, который под давлением (в зависимости от положения золотника поз. *3*) поочередно, то через правое, то через левое отверстие корпуса попадает в полость пневматического цилиндра (на чертеже не показан), заставляя двигаться поршень. Педаль поз. *8* находится в верхнем положении при крайнем левом положении золотника, что обеспечивается действием пружины поз. *10* на торец золотника. Если нажать на педаль поз. *8*, золотник займет крайнее правое положение, при этом пружина сожмется.

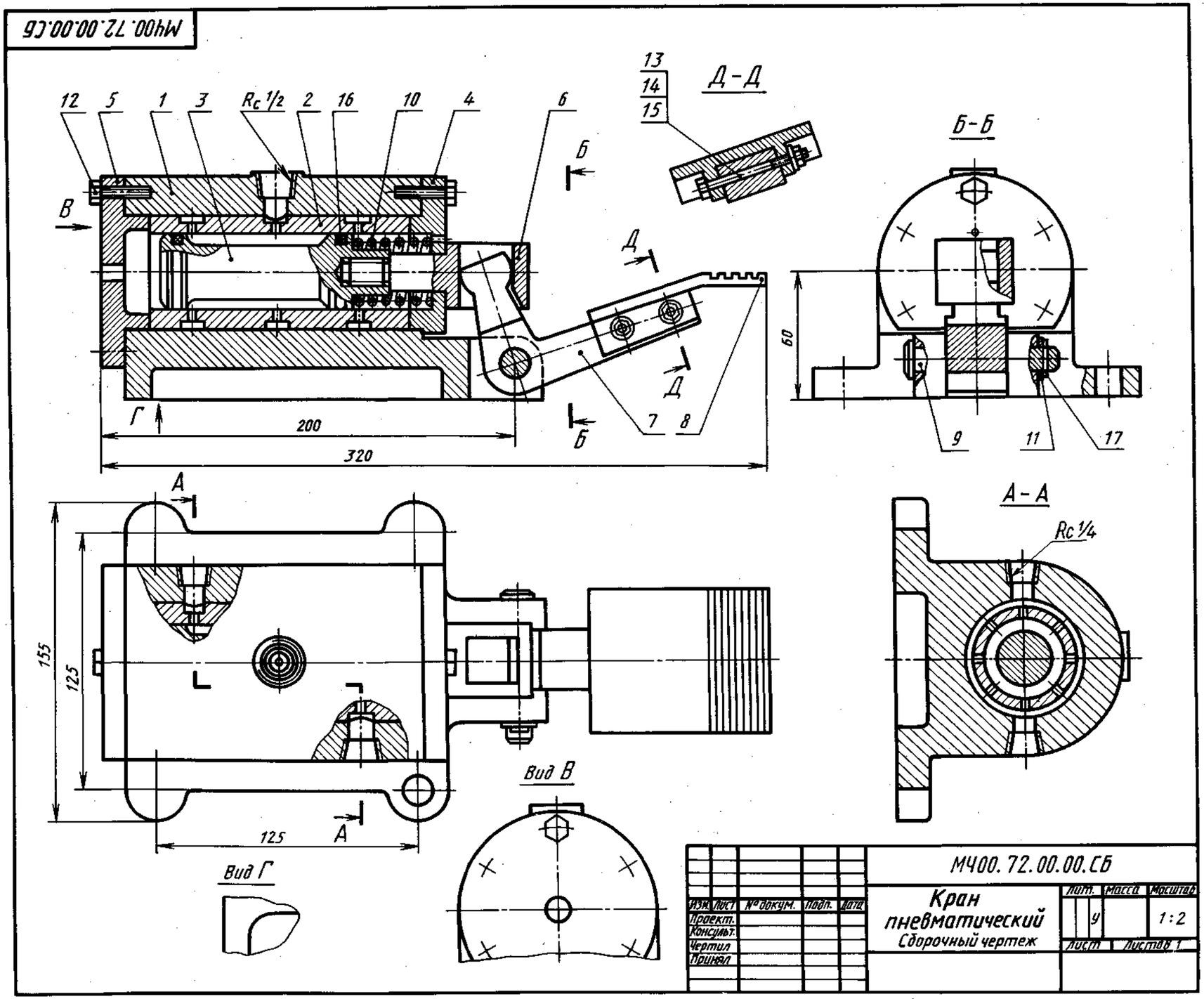
Задания

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *7*. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. *1*.

Материал деталей поз. *1* ... *3*, *6*, *7*, *9* — Сталь 35 ГОСТ 1050—74, деталей поз. *4*, *5*, *8* — Ст 6 ГОСТ 380—71.

Ответьте на вопросы:

1. **Можно ли назвать изображение *Д—Д* сечением?**
2. **Назовите детали, которые видны на разрезе *А—А*.**
3. **Покажите контур детали поз. *7* на виде сверху и разрезе *Б—Б*.**



73. КЛАПАН ОБРАТНЫЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.73.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.73.00.01	Корпус	1	
А4		*2*	МЧ00.73.00.02	Гайка	1	
А4		*3*	МЧ00.73.00.03	Клапан	1	
А4		*4*	МЧ00.73.00.04	Наконечник	1	
А4		*5*	МЧ00.73.00.05	Пружина	1	
				Стандартные изделия		
		6		Гайка М30.5 ГОСТ 5915—70	1	
				Материалы		
		7		Картон А 1 ГОСТ 9347—74	1	

Обратный клапан устанавливают на трубах, соединяющих резервуар с прибором.

Жидкость, поступающая под давлением из нагнетательного прибора через правое отверстие в полость корпуса поз. *1*, перемещает клапан поз. *3* и сжимает пружину поз. *5*. При падении давления жидкости под действием пружины клапан закрывает отверстие корпуса, преграждая тем самым обратный выход жидкости. Верхнее отверстие корпуса предназначено для продувки трубопровода.

Задание

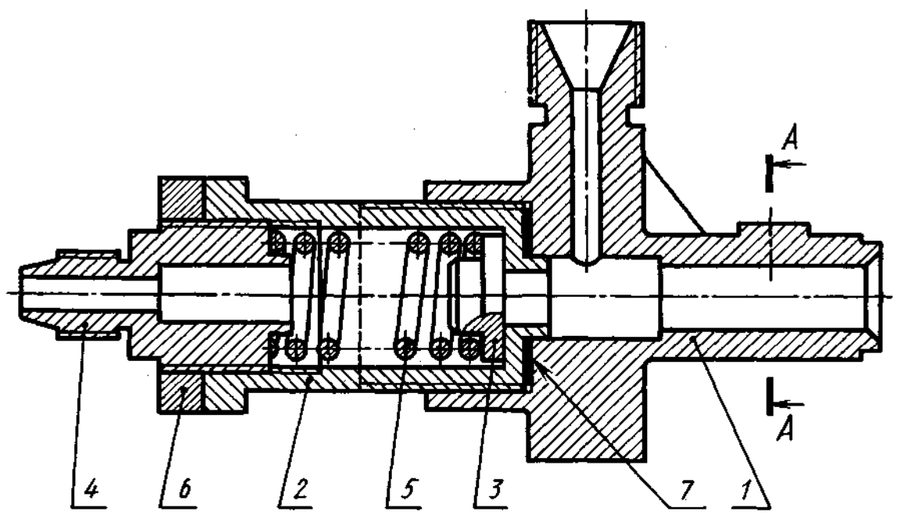
Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *6*.

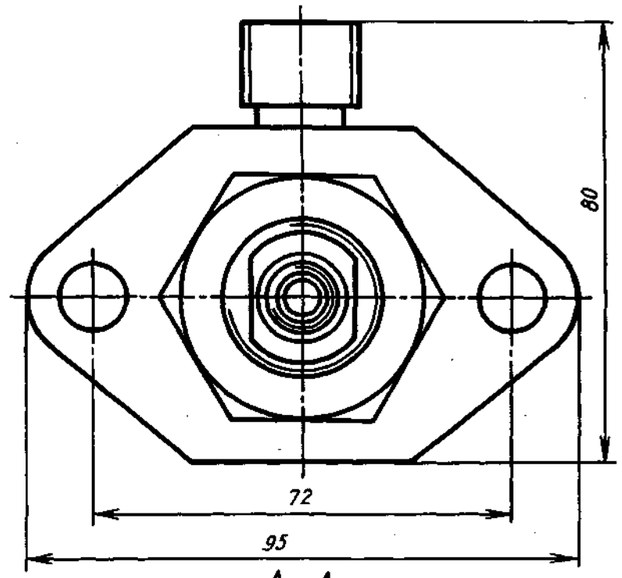
Материал деталей поз. *1*, *2*, *4* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, детали поз. *3* — Сталь 30 ГОСТ 1050—74, детали поз. *5* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

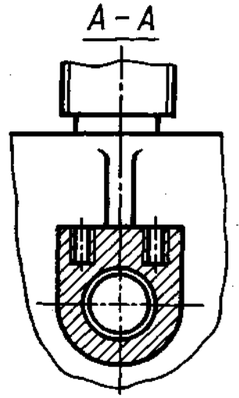
Ответьте на вопросы:

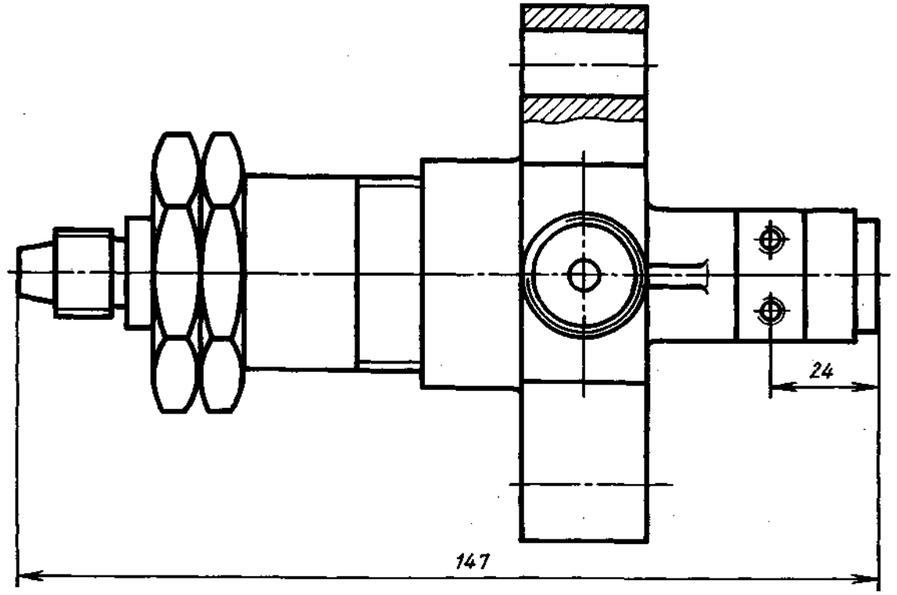
1. Назовите детали, которые имеют резьбу.
2. Видна ли деталь поз. *2* на разрезе *А—А*?
3. Покажите контур детали поз. *2*.

МЧ00.73.00.00.СБ









Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МЧ00.73.00.00.СБ			
Проект.					Клапан обратный Сборочный чертеж	Лит.	Масса	Масштаб
Конс.						У		1:1
Чертил						Лист	Листов 1	
Принял								

74. ВЕНТИЛЬ ЗАПОРНЫЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.74.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		1	МЧ00.74.00.01	Корпус	1	
А4		2	МЧ00.74.00.02	Штуцер	1	
А4		3	МЧ00.74.00.03	Штуцер	1	
А4		4	МЧ00.74.00.04	Фланец	1	
А4		5	МЧ00.74.00.05	Втулка	1	
А4		6	МЧ00.74.00.06	Кольцо	1	
А4		7	МЧ00.74.00.07	Гайка	1	
А4		8	МЧ00.74.00.08	Втулка	1	
А4		9	МЧ00.74.00.09	Маховик	1	
А4		10	МЧ00.74.00.10	Шпиндель	1	
А4		11	МЧ00.74.00.11	Фланец	1	
А4		12	МЧ00.74.00.12	Клапан	1	
А4		13	МЧ00.74.00.13	Втулка	1	
				Стандартные изделия		
		14		Гайка М12.5 ГОСТ 5915—70	7	
				Кольцо СГ 28-17-3,5 ГОСТ 6418—81	5	
		15		Шпилька М16×45.58 ГОСТ 22034—76	6	
				Материалы		
		16		Шнур асбестовый ШАОН 12 ГОСТ 1779—83		
		17		Картон А I ГОСТ 9347—74	3	
		18		Кожа 3 ГОСТ 20836—75	1	

Запорный вентиль монтируют на трубопроводе, по которому движется жидкость или газ.

С помощью вентиля можно отключать одну часть трубопровода от другой. Для этого нужно опустить запорный клапан поз. *12* до соприкосновения его с торцом втулки поз. *5*. Перемещение клапана по вертикали производят вращением маховика поз. *9*. Гайка поз. *14* предупреждает соскакивание маховика со шпинделя поз. *10*. Уплотнение, состоящее из асбестового просаленного шнура поз. *16* прямоугольного сечения, прижимается сверху втулкой поз. *8*. При затяжке гайки поз. *7* сжатие уплотнения увеличивается.

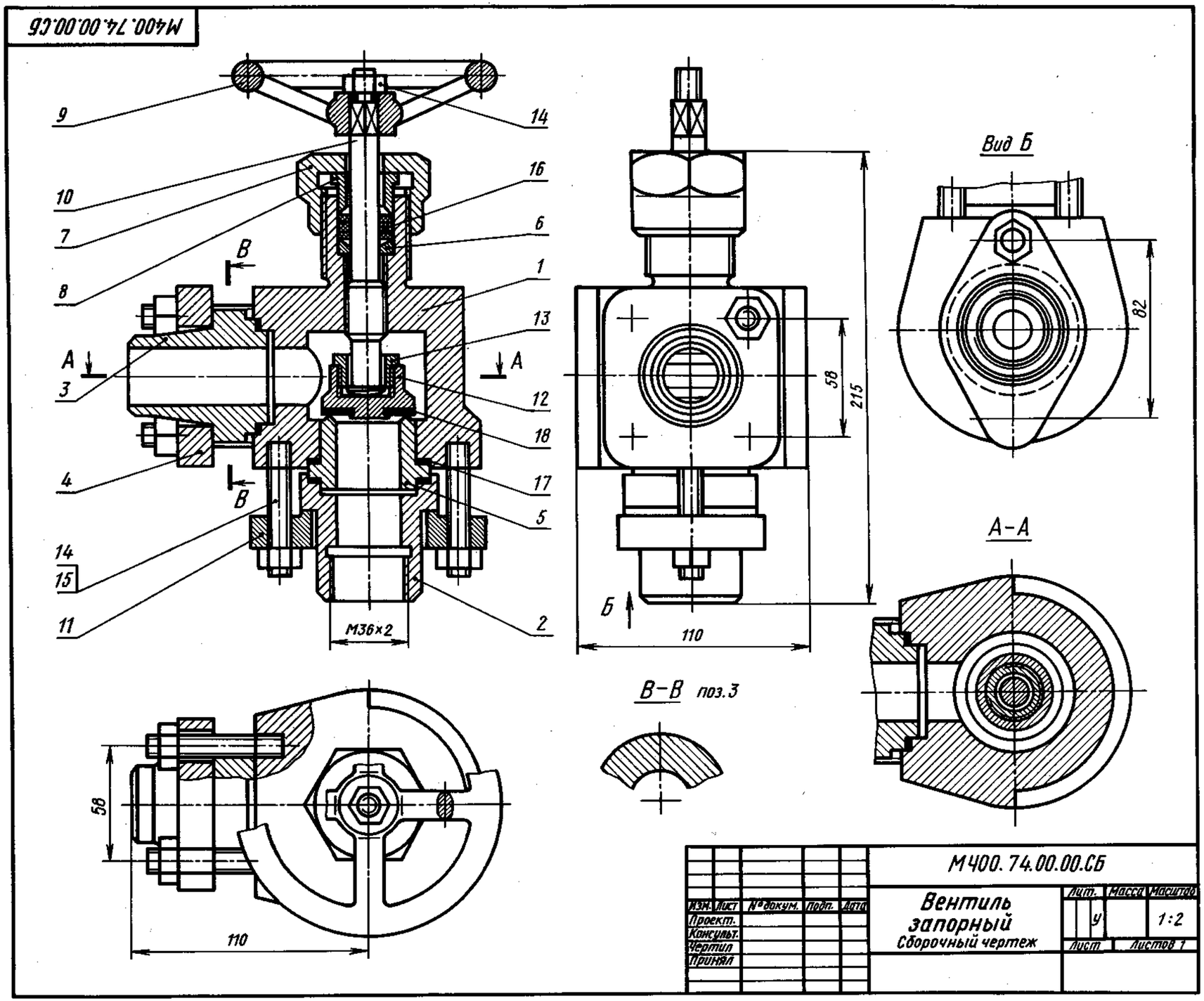
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *5* и *7*... *11*. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. *3*.

Материал деталей поз. *1* ... *3*, *5*, *7*, *10* — Сталь 30 ГОСТ 1050—74, деталей поз. *4*, *8* — Ст 6 ГОСТ 380—71, деталей поз. *6*, *9*, *11* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, деталей поз. *12* — БрА9Мц2Л ГОСТ 493—79.

Ответьте на вопросы:

1. Имеются ли на чертеже сечения?
2. Назовите детали, показанные на разрезе *А—А*
3. Покажите контур детали поз. *1*.



75. ТЯГА

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A2			МЧ00.75.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
A4		1	МЧ00.75.00.01	Корпус	1	
A4		2	МЧ00.75.00.02	Вилка	1	
A3		3	МЧ00.75.00.03	Стяжка	1	
A4		4	МЧ00.75.00.04	Вкладыш	2	
A4		5	МЧ00.75.00.05	Ось	1	
A4		6	МЧ00.75.00.06	Кольцо	1	
				Стандартные изделия		
		7		Винт А.М4×30.58 ГОСТ 1491—80	1	
		8		Винт М6×25.58 ГОСТ 1477—84	2	

Тяга применяется как промежуточное звено механизмов.

Тяга имеет корпус поз. *1* с двумя сменными стальными втулками (вкладышами) поз. *4*, которые фиксируются винтами поз. *8*. Корпус и вилка поз. *2* соединены винтовой стяжкой поз. *3*, имеющей на концах правую и левую резьбы. Длину тяги можно регулировать, для чего проворачивают ключом среднюю часть стяжки.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *6*.

Материал деталей поз. *1* ... *3*, *5*, *6* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, детали поз. *4* — БрА9Ж3Л ГОСТ 493—79.

Ответьте на вопросы:

1. Назовите детали, видимые на разрезе *А—А*.
2. Как называется сечение *Б—Б*?
3. Покажите контур детали поз. *2*.

МЧ00.75.00.00.СБ

Б-Б

А-А

М33LH

157

100

370

Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МЧ00. 75.00.00.СБ			
Проект.				Тяга	Лит.	Масса	Масштаб
Консульт.				Сборочный чертеж	У		1:2
Чертил					Лист	Листов 1	
Принял							

76. КЛАПАН ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.76.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		1	МЧ00.76.00.01	Корпус	1	
А3		2	МЧ00.76.00.02	Цилиндр	1	
А4		3	МЧ00.76.00.03	Седло	1	
А4		4	МЧ00.76.00.04	Втулка	1	
А4		5	МЧ00.76.00.05	Клапан	1	
А4		6	МЧ00.76.00.06	Гайка	1	
А4		7	МЧ00.76.00.07	Пружина	1	
А4		8	МЧ00.76.00.08	Обойма	1	
А4		9	МЧ00.76.00.09	Винт	1	
А4		10	МЧ00.76.00.10	Тарелка	1	
А4		11	МЧ00.76.00.11	Тарелка	1	
А4		12	МЧ00.76.00.12	Шток	1	
А4		13	МЧ00.76.00.13	Колпак	1	
А4		14	МЧ00.76.00.14	Втулка	1	
				Стандартные изделия		
		15		Винт М6×30.58 ГОСТ 1482—84	1	
		16		Винт М6×35.58 ГОСТ 1482—84	1	
		17		Гайка М10.5 ГОСТ 5915—70	1	
				Материалы		
		18		Кожа 2 ГОСТ 20836—75	1	
		19		Кожа 2 ГОСТ 20836—75	2	

Предохранительный клапан применяется для регулирования давления жидких или газообразных сред.

Клапан поз. *5* прижат к седлу поз. *3* штоком поз. *12* со сферической опорной поверхностью. Седло установлено на резьбе в корпус поз. *1* и стопорится винтом поз. *16*. Клапан расположен в регулировочной втулке поз. *14*, которая ввертывается в обойму поз. *8* и стопорится винтом поз. *15*. Втулка поз. *14* может занимать различное положение относительно седла, увеличивая или уменьшая проходное сечение трубопровода. Открытие клапана зависит от степени предварительного сжатия пружины поз. *7*. Сжатие пружины регулируется винтом поз. *9*. После регулировки винт поз. *9* фиксируют гайкой поз. *17* и закрывают колпаком поз. *13*.

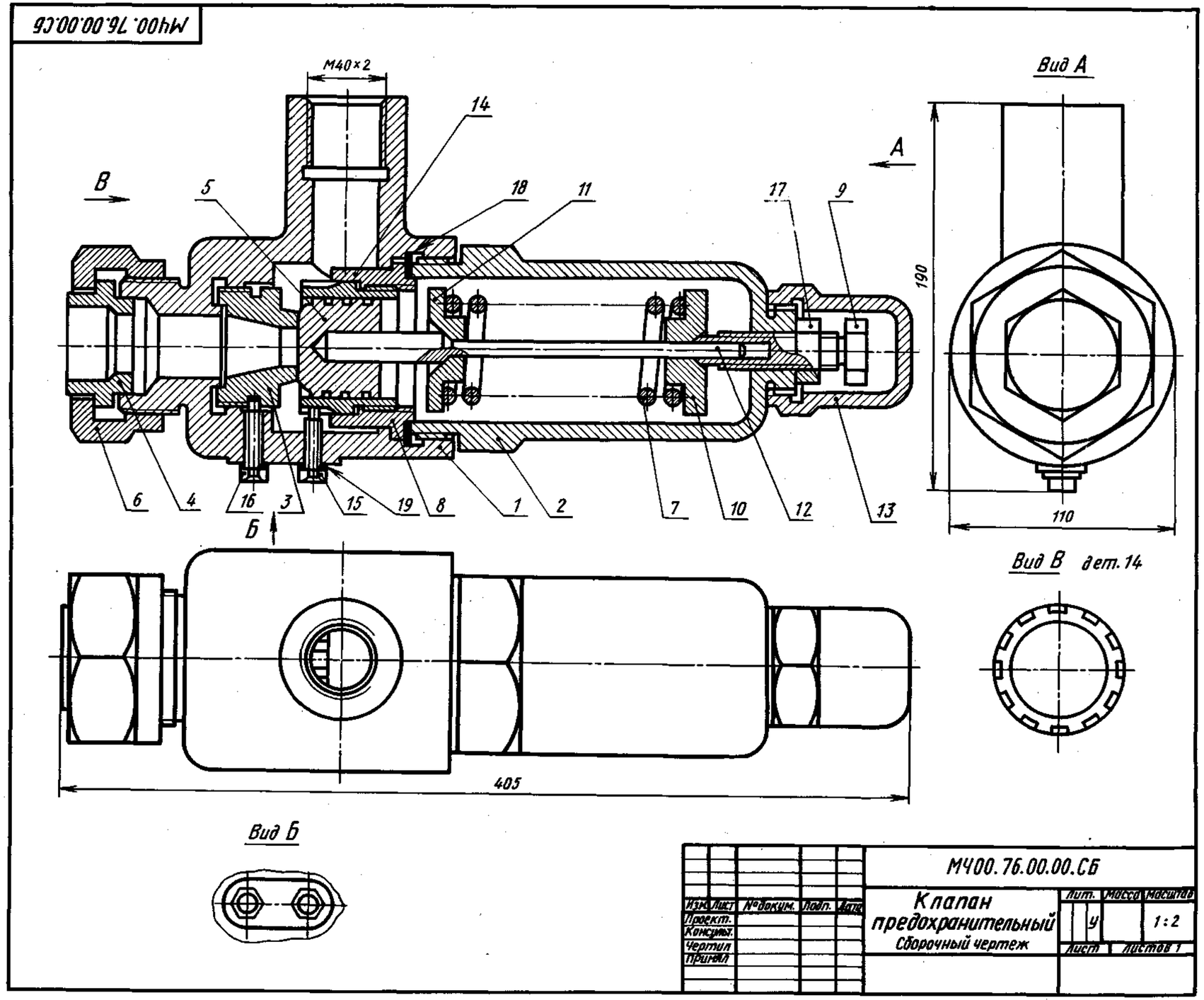
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *6*, *3*, *8*. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. *1*.

Материал деталей поз. *1* ... *6* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, детали поз. *7* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74, деталей поз. *9* ... *14* — Сталь 30 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Обведите контур видимой части детали поз. *8* на виде сверху.
2. Назовите детали, которые имеют резьбу.
3. На каких изображениях видна деталь поз. *16*?



77. ПРИХВАТ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.77.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		1	МЧ00.77.00.01	Корпус	1	
А3		2	МЧ00.77.00.02	Прижим	1	
А4		3	МЧ00.77.00.03	Стакан	1	
А4		4	МЧ00.77.00.04	Пружина	1	
А4		5	МЧ00.77.00.05	Поршень	1	
А4		6	МЧ00.77.00.06	Пружина	1	
				Стандартные изделия		
		7		Гайка М36.5 ГОСТ 5915—70	1	
		8		Кольцо 050-055-30 ГОСТ 9833—73	1	
		9		Кольцо 025-030-30 ГОСТ 9833—73	2	

Гидравлический прихват предназначен для закрепления заготовок при механической обработке.

Масло под давлением поступает через левое отверстие в полость корпуса поз. *1*. При этом поршень поз. *5* опускается, прижим поз. *2* прижимает заготовку к столу станка или опорной плоскости приспособления, а пружины поз. *4*, *6* сжимаются. Для освобождения заготовки масло удаляется из полости корпуса, под действием пружины поз. *4* поршень поднимается вверх и прижим освобождает заготовку. Кольца поз. *8*, *9* из маслостойкой резины обеспечивают уплотнение поршня.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *5*.

Материал деталей поз. *1*, *2* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *3*, *5* — Сталь 30 ГОСТ 1050—74, деталей поз. *4*, *6* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Имеются ли на чертеже стандартные детали?
2. Для чего предназначены пазы детали *3*?
3. Покажите контур детали поз. *2* на виде сверху.

МЧ00.77.00.00.СБ

Прихват
Сборочный чертеж

Лит. У | Масса | Масштаб 1:2
Лист | Листов 1

Изм. Лист. № докум. Подп. Дата
Проект.
Консульт.
Чертил
Принял

78. АМОРТИЗАТОР

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.78.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.78.00.01	Корпус	1	
А3		*2*	МЧ00.78.00.02	Муфта	1	
А4		*3*	МЧ00.78.00.03	Упор	1	
А3		*4*	МЧ00.78.00.04	Крышка	1	
А3		*5*	МЧ00.78.00.05	Шток	1	
А4		*6*	МЧ00.78.00.06	Втулка	1	
А4		*7*	МЧ00.78.00.07	Пружина	1	
				Стандартные изделия		
		8		Болт М12×45.58 ГОСТ 7798—70	6	
		9		Гайка М12.5 ГОСТ 5915—70	6	
		10		Гайка М20.5 ГОСТ 5915—70	1	
		11		Шайба 12.01.019 ГОСТ 11371—78	6	

Амортизатор служит для поглощения ударных нагрузок на манипулятор в устройствах для механической подачи и поворота поковок на больших прессах и молотах.

Корпус поз. *1* присоединен болтами поз. *8* к крышке поз. *4*, которая также болтами крепится к манипулятору. Сжатие пружины поз. *7* регулируется гайкой поз. *10*, навинченной на конец штока поз. *5*. При работе толчки и вибрация через шток передаются на пружину.

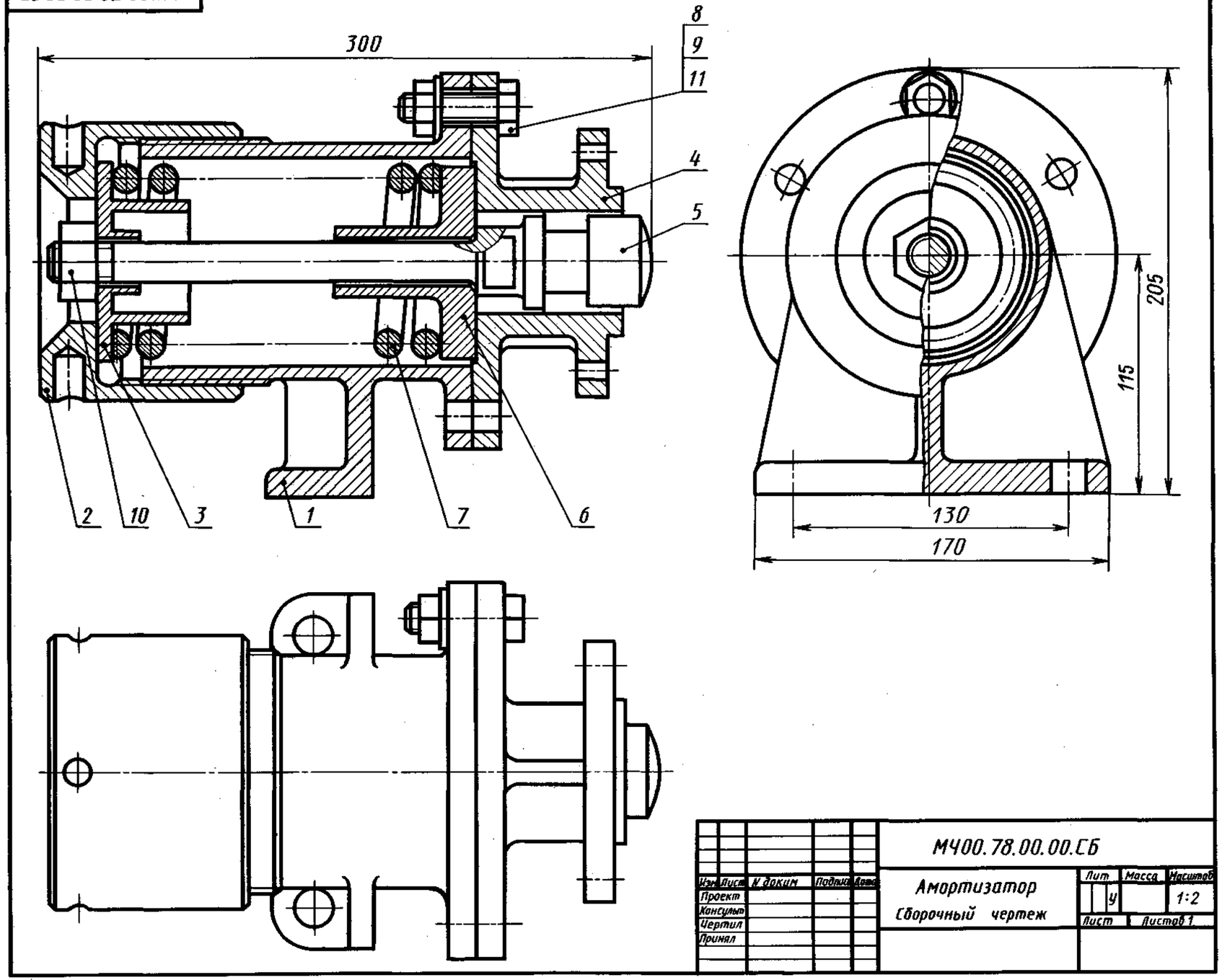
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *6*. Деталь поз. *1* изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. *1* ... *4* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *5*, *6* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, детали поз. *7* — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. **Покажите контур детали поз. *5*.**
2. **Какое назначение четырех отверстий детали поз. *2*?**
3. **Назовите детали, которые имеют резьбу.**



79. КРАН ПРОБКОВЫЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.79.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.79.00.01	Корпус	1	
А4		*2*	МЧ00.79.00.02	Пробка	1	
А4		*3*	МЧ00.79.00.03	Фланец	1	
А4		*4*	МЧ00.79.00.04	Патрубок	1	
А4		*5*	МЧ00.79.00.05	Гайка	1	
А4		*6*	МЧ00.79.00.06	Ручка	1	
А4		*7*	МЧ00.79.00.07	Втулка	1	
А4		*8*	МЧ00.79.00.08	Гайка накидная	1	
А4		*9*	МЧ00.79.00.09	Пробка	1	
				Стандартные изделия		
		10		Кольцо СГ 37-24-5 ГОСТ 6481—81	4	
				Материалы		
		11		Картон А 1 ГОСТ 9347—74	3	

Пробковый кран предназначен для изменения площади поперечного сечения трубопровода, а следовательно, и количества жидкости, проходящей по трубопроводу.

Кран фланцем поз. *3* устанавливают на резервуар с жидкостью и крепят четырьмя болтами с гайками (на чертеже не показаны). К корпусу крана поз. *1* подведены два трубопровода. Трубопроводы подсоединяют с одной стороны накидной гайкой поз. *8*, а с другой стороны ввинчивают в резьбовое отверстие патрубка поз. *4*. Уплотнение пробки поз. *2* производится с помощью колец поз. *10*, втулки поз. *7* и регулирующей гайки поз. *5*. Отверстие в корпусе, закрытое пробкой поз. *9*, служит для выхода жидкости при прочистке корпуса.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *4*, *7*, *8*.

Материал деталей поз. *1* ... *5*, *7*, *8* — БрА10 Мц2Л ГОСТ 493—79, деталей поз. *6*, *9* — Сталь 30 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Какое назначение детали поз. *7*?
2. Покажите контур детали поз. *1*.
3. Назовите позиции деталей на разрезе *Б—Б*.

80. РОЛИК НАПРАВЛЯЮЩИЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.80.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.80.00.01	Корпус	1	
А4		*2*	МЧ00.80.00.02	Втулка	1	
А4		*3*	МЧ00.80.00.03	Крышка	1	
А3		*4*	МЧ00.80.00.04	Вал	1	
А4		*5*	МЧ00.80.00.05	Крышка	1	
А4		*6*	МЧ00.80.00.06	Ролик	1	
А4		*7*	МЧ00.80.00.07	Втулка	1	
А4		*8*	МЧ00.80.00.08	Втулка	1	
				Стандартные изделия		
		9		Болт М8×20.58 ГОСТ 7798—70	8	
		10		Гайка М8.5 ГОСТ 5915—70	8	
		11		Шарикоподшипник ГОСТ 8338—75	1	
		12		Роликоподшипник ГОСТ 8328—75	1	

Ролик является частью устройства для перемещения заготовок в прокатных станах.

Корпус поз. *1* крепят к раме устройства двумя болтами (см. вид *А*). Два отверстия в ушках крышки поз. *3* и отверстия во фланце корпуса предназначены для деталей, соединяющих корпус с другими частями устройства. Вал поз. *4* опирается на два подшипника качения — шариковый поз. *11* и роликовый поз. *12*. Смещению подшипников в осевом направлении препятствуют дистанционные втулки поз. *2*, *7*, *8* и крышки поз. *3*, *5*. В каждой крышке сделаны три полукруглые проточки, которые заполняют густой смазкой, препятствующей проникновению в подшипники пыли и влаги.

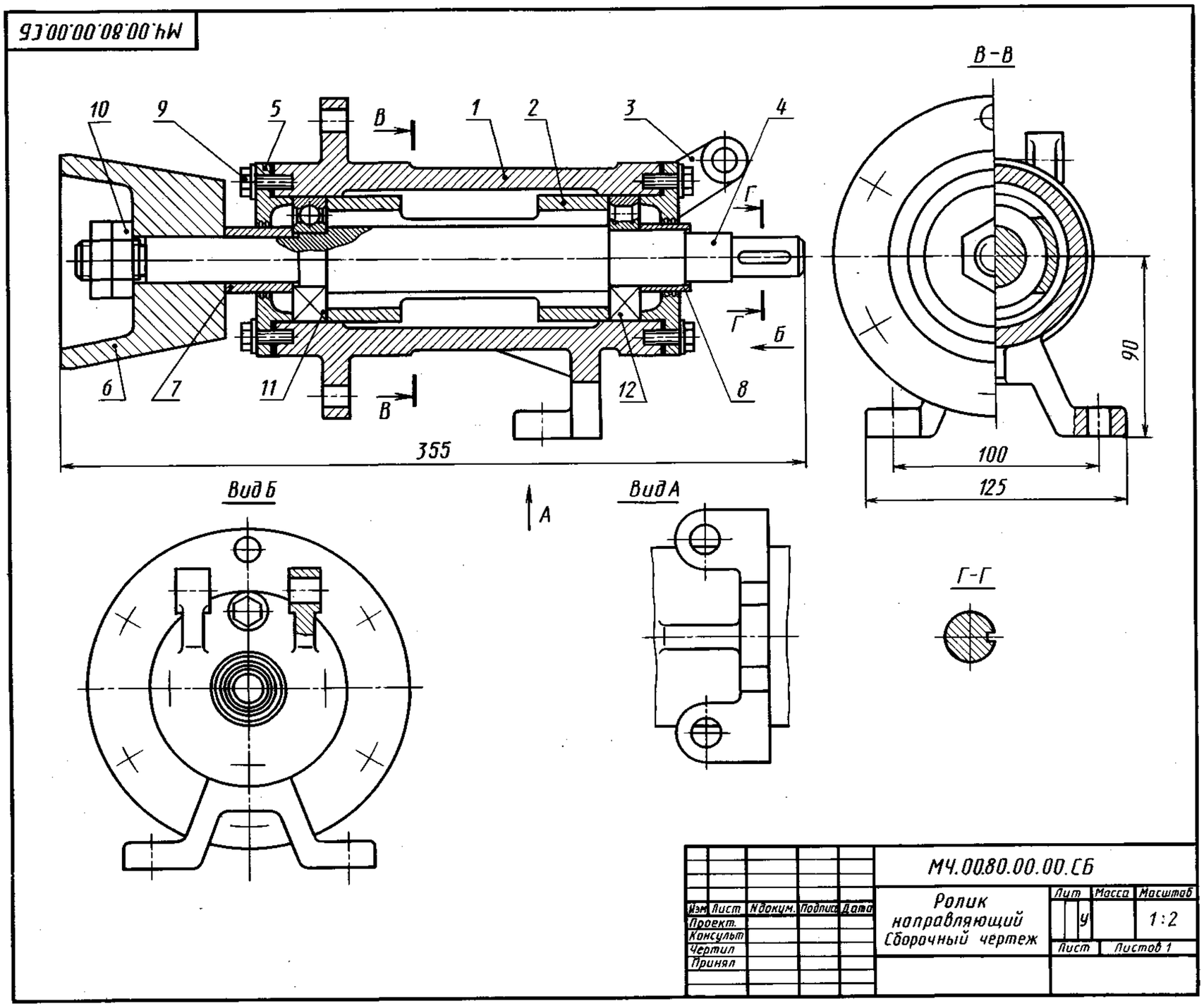
Задание

Выполните чертежи деталей поз. *1* ... *6*. Деталь поз. *1* изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. *1*, *3*, *5*, *6* — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. *2*, *4*, *7*, *8* — Сталь 20 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Покажите контур детали поз. *3* на главном виде.
2. Имеются ли на чертеже сечения?
3. Какие детали видны на виде *Б*?



81. ТЯГА

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А2			МЧ00.81.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		*1*	МЧ00.81.00.01	Стержень	1	
А4		*2*	МЧ00.81.00.02	Крышка	1	
А4		*3*	МЧ00.81.00.03	Полувкладыш левый	1	
А4		*4*	МЧ00.81.00.04	Полувкладыш правый	1	
А4		*5*	МЧ00.81.00.05	Втулка	1	
				Стандартные изделия		
		6		Болт М10×85.58 ГОСТ 7798—70	4	
		7		Винт А.М5×8.58 ГОСТ 1491—80	2	
		8		Гайка М10.5 ГОСТ 5915—70	4	
		9		Шайба 10.01.05 ГОСТ 11371—78	4	
		10		Штифт 5h8×10 ГОСТ 3128—70	1	

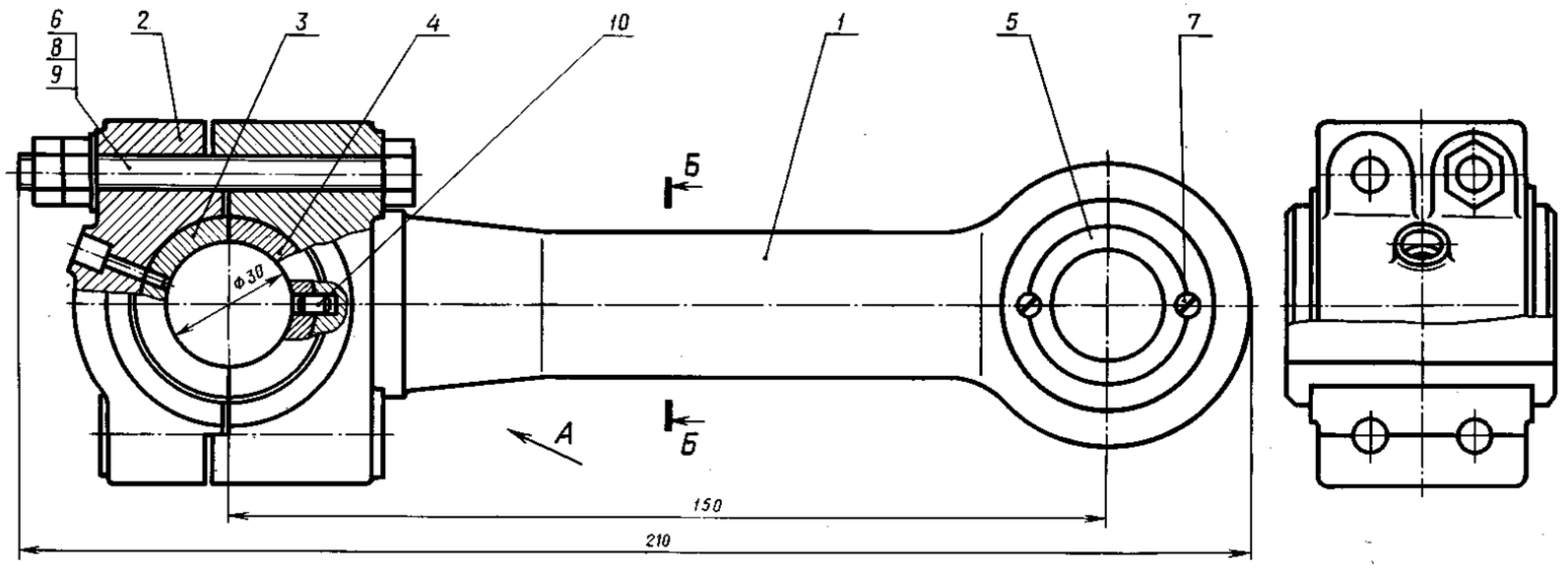
Тяга является промежуточным звеном механизмов различных машин.

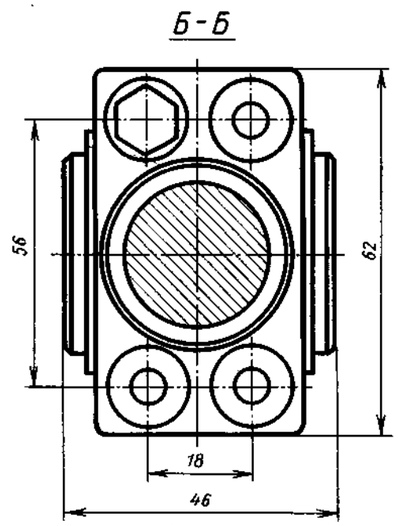
Тяга состоит из стержня поз. *1* и крышки поз. *2*, внутри которых установлены вкладыши поз. *3*, *4* и втулка поз. *5*. Для уменьшения износа поверхностей вкладышей через отверстие в крышке поз. *2* и вкладыше поз. *3* подводится смазка.

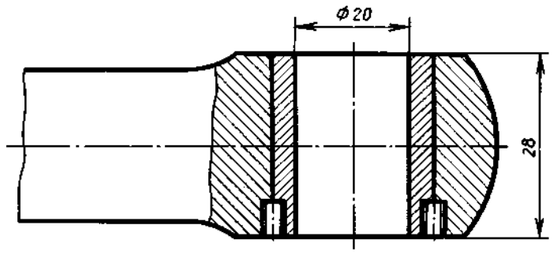
Задание

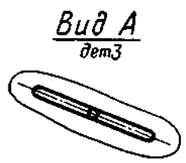
Выполнить чертежи деталей поз. *1* ... *5*. Деталь поз. *2* изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. *1*, *2* — Ст 3 ГОСТ 380—71, деталей поз. *3* ...*5* — БрА9Мц2Л ГОСТ 493—79.



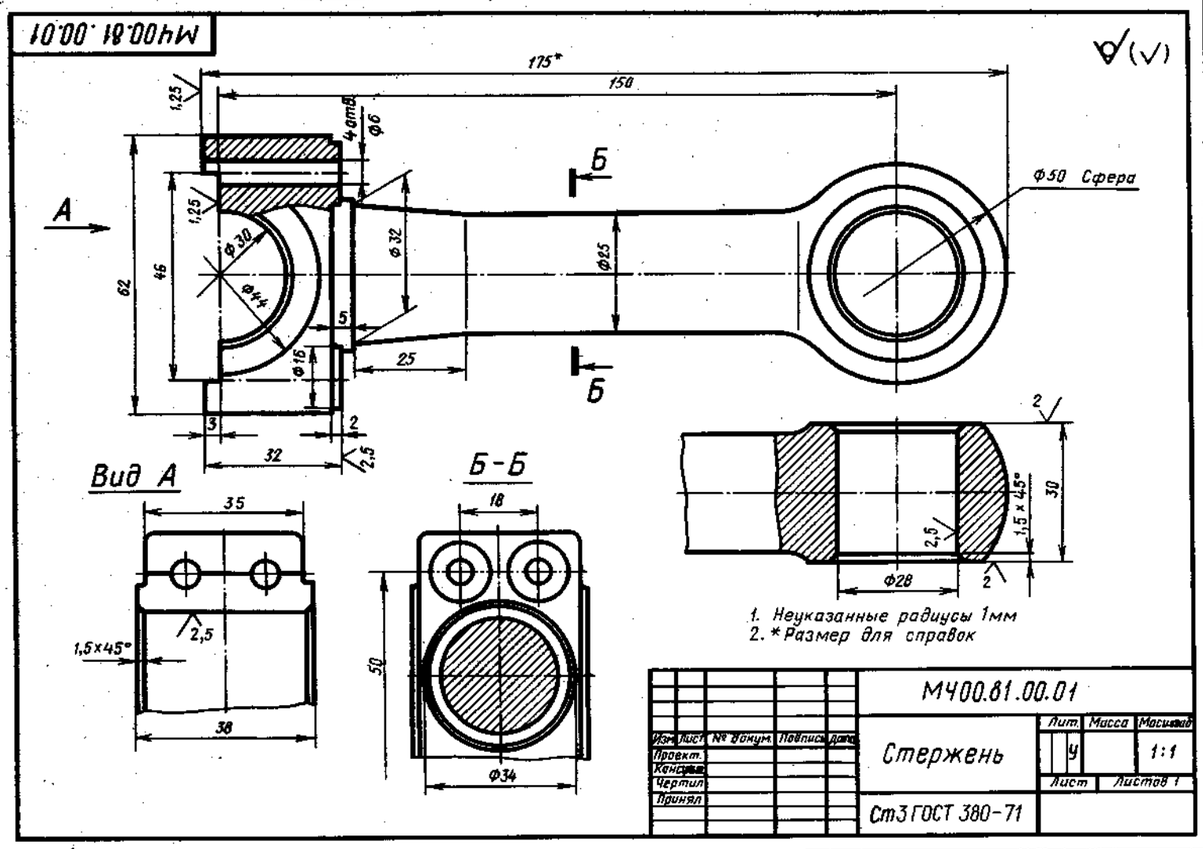


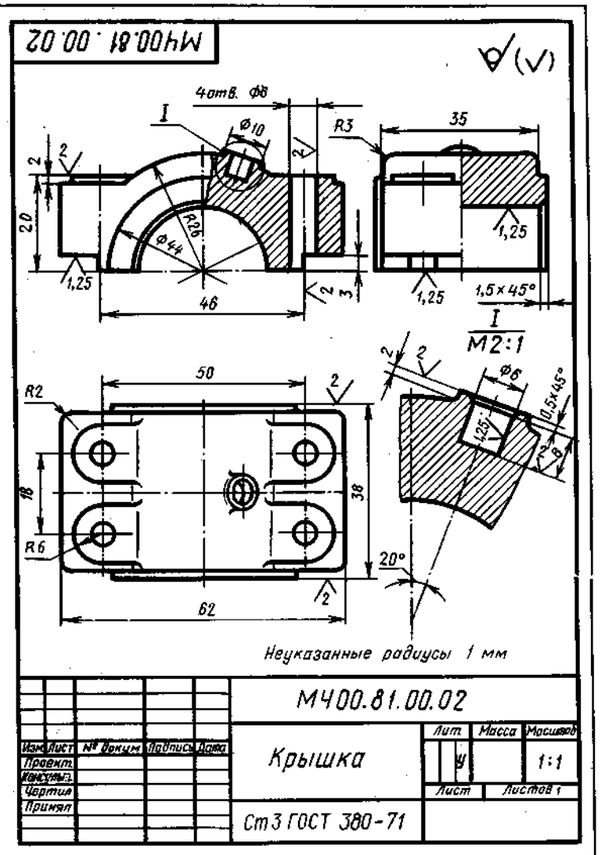


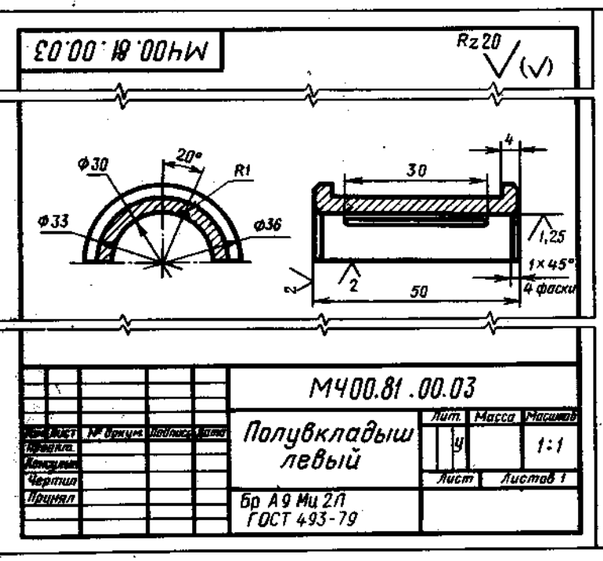


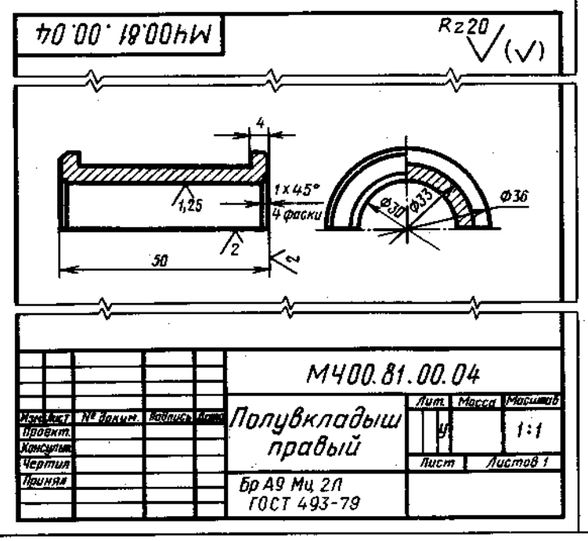
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	МЧ00.81.00.00.СБ			
Проект.					Тяга Сборочный чертеж	Лит	Масса	Масштаб
Консульт.						У		1:1
Чертил						Лист	Листов 1	
Принял								

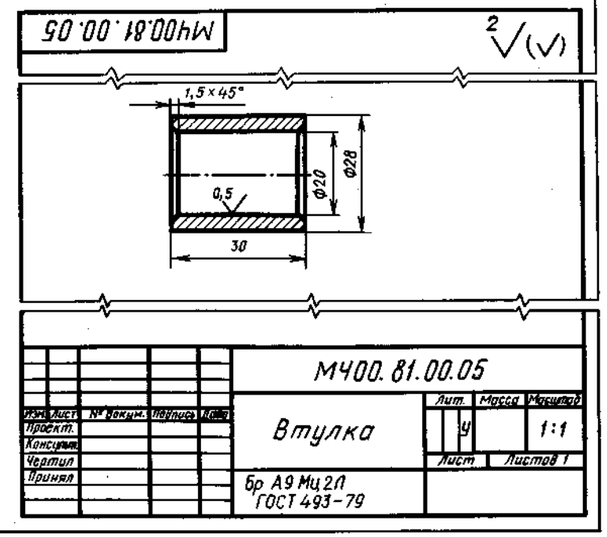
Долгопрудненский инженерно-экономический техникум
Электронная библиотека
Козловский Александр Юрьевич











СОДЕРЖАНИЕ

Методические указания . . . 2
01. Клапан перепускной . . . 3
02. Выключатель подачи топлива . . . 4
03. Кран сливной . . . 5
04. Зажим гидравлический . . . 6
05. Клапан предохранительный . . . 7
06. Прижим гидравлический . . . 8
07. Призма раздвижная . . . 9
08. Форсунка . . . 10
09. Тиски . . . 11
10. Зажим гидравлический поворотный . . . 12
11. Ролик поддерживающий . . . 13
12. Отводка с винтовым приводом . . . 14
13. Обойма . . . 15
14. Отводка ручная . . . 16
15. Подшипник . . . 17
16. Регулятор давления . . . 18
17. Клапан пусковой . . . 19
18. Тиски . . . 20
19. Клапан сетевой обратный . . . 21
20. Насос шестеренный . . . 22
21. Цилиндр пневматический . . . 23
22. Прихват передвижной . . . 24
23. Клапан механический . . . 25
24. Клапан двухходовой . . . 26
25. Клапан . . . 27
26. Цилиндр гидравлический . . . 28
27. Буфер . . . 29
28. Цилиндр пневматический качающийся . . . 30
29. Тяга . . . 31
30. Вентиль запорный . . . 32
31. Колесо . . . 33
32. Приспособление для нарезки сегментных шпонок . . . 34
33. Гидрозамок . . . 35
34. Амортизатор роликовый . . . 36
35. Клапан обратный . . . 37
36. Ролик регулируемый . . . 38
37. Тяга . . . 39
38. Прибор контрольный . . . 40
39. Клапан питательный . . . 41
40. Ролик натяжной . . . 42
41. Кран угловой . . . 43
42. Устройство натяжное . . . 44
43. Опора подшипниковая . . . 45
44. Зажим гидравлический . . . 46
45. Кондуктор . . . 47
46. Ролик упорный . . . 48
47. Привод поршневой пневматический . . . 49
48. Муфта быстросъемная . . . 50
49. Зажим . . . 51
50. Устройство натяжное . . . 52
51. Амортизатор . . . 53
52. Клапан . . . 54
53. Клапан распределительный . . . 55
54. Механизм переключения передач . . . 56
55. Приспособление для фрезерования . . . 57
56. Вентиль . . . 58
57. Эжектор . . . 59
58. Ролики направляющие . . . 60
59. Пресс-форма . . . 61
60. Вентиль . . . 62
61. Приспособление зажимное . . . 63
62. Клапан . . . 64
63. Клапан предохранительный . . . 65
64. Редуктор . . . 66
65. Клапан предохранительный . . . 67
66. Приспособление для фрезерования вкладышей . . . 68
67. Буфер . . . 69
68. Опора валковой дробилки . . . 70
69. Зажимное приспособление . . . 71
70. Клапан предохранительный . . . 72
71. Тяга . . . 73
72. Кран пневматический . . . 74
73. Клапан обратный . . . 75
74. Вентиль запорный . . . 76
75. Тяга . . . 77
76. Клапан предохранительный . . . 78
77. Прихват . . . 79
78. Амортизатор . . . 80
79. Кран пробковый . . . 81
80. Ролик направляющий . . . 82
81. Тяга . . . 83

2 р. 20 к.



„МАШИНОСТРОЕНИЕ“

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Горно-технологического

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
Горно-технологического факультета
_____Н. В. Колчина

И. Б. Белоносова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.

РЕЗЬБА

Методическое пособие
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

4-е издание, исправленное

Издание УГГУ Екатеринбург, 2021

Содержание

ВВЕДЕНИЕ 4

1.ТРУБНАЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ РЕЗЬБА 5

2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ 9

3. ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ИЗОБРАЖЕНИЕ ТРУБНЫХ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ» 10

4. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ 12

4.1. Соединение труб муфтами 12

4.1.1. Соединение труб прямой муфтой 12

4.1.2. Соединение труб переходной муфтой 17

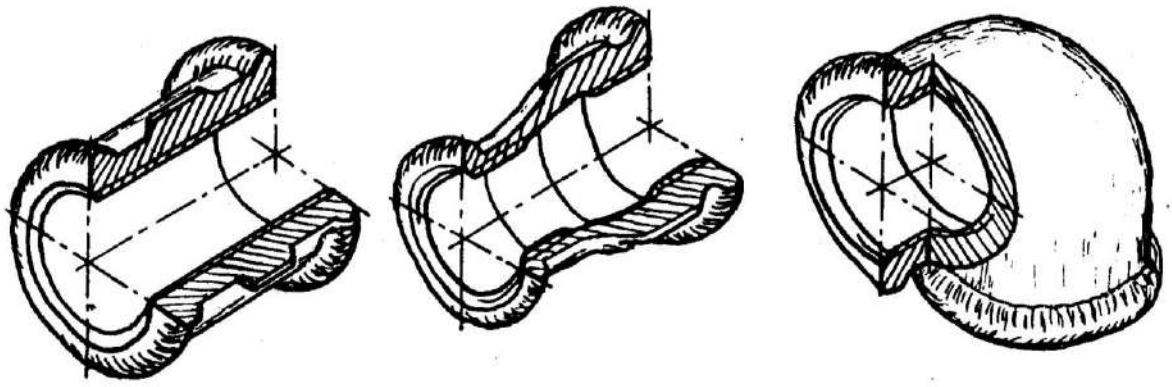
4.2. Соединение труб угольниками, прямыми тройниками и прямыми крестами 19

4.3. Перекрытие труб колпаком 23

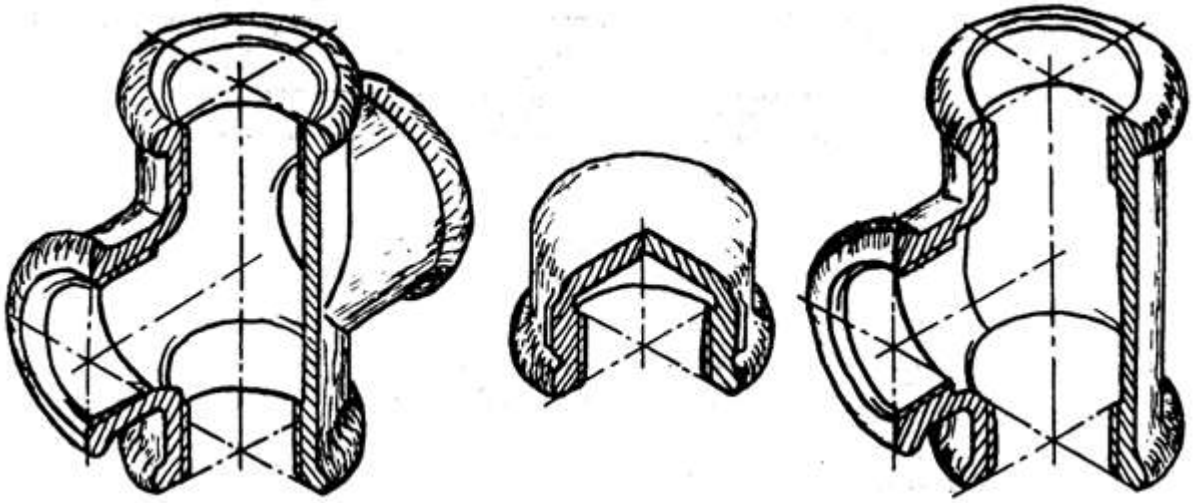
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 26

ВВЕДЕНИЕ

В промышленности трубы, имеющие на концах наружную резьбу, соединяются соединительными частями (фитингами), которые имеют резьбу в отверстиях. Виды резьбовых трубных соединений определяются условиями их работы. В обычных трубопроводах с нормальным давлением (в системах отопления, вентиляции, газификации, водоснабжения) чаще всего имеют место соединения труб деталями с трубной цилиндрической резьбой.



Муфта прямая Муфта переходная Угольник прямой



Крест прямой Колпак Тройник прямой

Рис. 1. Соединительные части (фитинги)

Соединительные части - фитинги (рис. 1) – позволяют соединить сразу несколько труб, устраивать ответвления под разными углами, переходы с одного диаметра на другой и т. д. Фитинги изготавливают из ковкого чугуна для условных проходов от 8 до 150 мм. Для придания фитингам из ковкого чугуна необходимой жесткости их снабжают по краям буртиками, а муфты для обеспечения лучшего захвата газовым ключом – несколькими ребрами, расположенными на боковой поверхности по направлению образующих.

1. ТРУБНАЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ РЕЗЬБА

Профиль трубной цилиндрической резьбы – равнобедренный треугольник с углом α=55°, вершины и впадины профиля закруглены, а в соединении между вершинами и впадинами наружной и внутренней резьбы отсутствуют зазоры. Трубная резьба разработана в дюймовой системе (1 дюйм = 1″=25,4 мм).

Шаг трубной резьбы задают косвенным способом: указывают число ниток резьбы, укладывающихся на 1″. Это число ниток стандартизовано в пределах от 28 до 11.

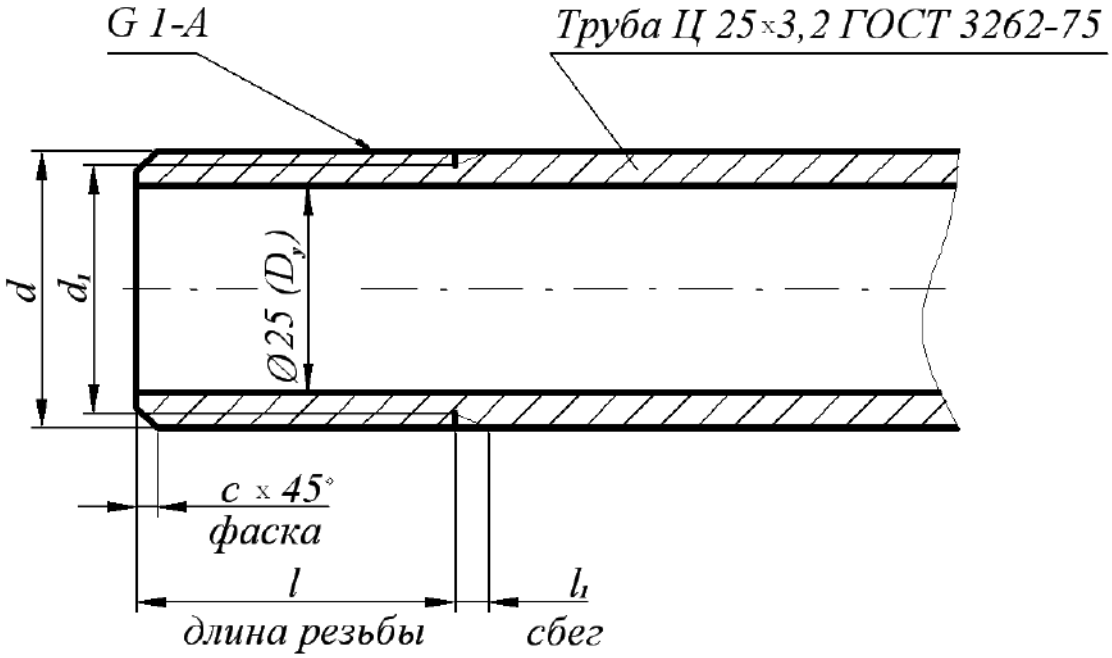


Рис. 2. Изображение трубы

Обозначение размера трубной резьбы имеет особенность, которая заключается в том, что размер задается не наружным диаметром трубы, на которой нарезается резьба, а величиной внутреннего диаметра трубы. Объяснение этой условности состоит в том, что конструктивный расчет трубопроводов ведется по условным проходам трубопроводов, арматуры и соединительных частей.

Например, трубная резьба в 1″ нарезается на трубе, которая имеет внутренний диаметр, равный 25 мм; размер же наружного диаметра всегда больше диаметра в свету на две толщины стенки трубы (рис. 2). По этой причине обозначение резьбы располагают на полке-выноске, которая заканчивается стрелкой, опирающейся на контур трубной резьбы.

Условное обозначение резьбы состоит из буквы *G*, обозначения размера резьбы и класса точности среднего диаметра. Условное обозначение для левой резьбы дополняется буквами *LH*, например,

G 1½ - *B* – трубная цилиндрическая резьба 1½″ класса точности *B*,

G 1½ - *LH* - *B* – то же для левой резьбы.

Длину свинчивания указывают в миллиметрах после обозначения класса точности: *G* 1½ - В –40.

В обозначении трубы указывают условный проход, толщину стенки, другие данные (точность изготовления, покрытие, длину, наличие резьбы и муфты) и номер стандарта, например:

Труба 20×2,8–2000 ГОСТ 3262-75 – труба обыкновенная неоцинкованная без муфты, без резьбы с D_y =20 мм.

Для вычерчивания трубы и соединительных частей используют размеры, предусмотренные ГОСТ 3262-75 и ГОСТ 6357-81 (табл. 1), а также ГОСТ 10549-63 (табл. 2).

Для труб бесшовных горяче- и холоднодеформированных, для толстостенных труб (ГОСТ 8734-75, 8732-78, 9940-81) выполняют рабочие чертежи, на которых указывают длину трубы, условный проход, длину резьбы и величину сбега резьбы.

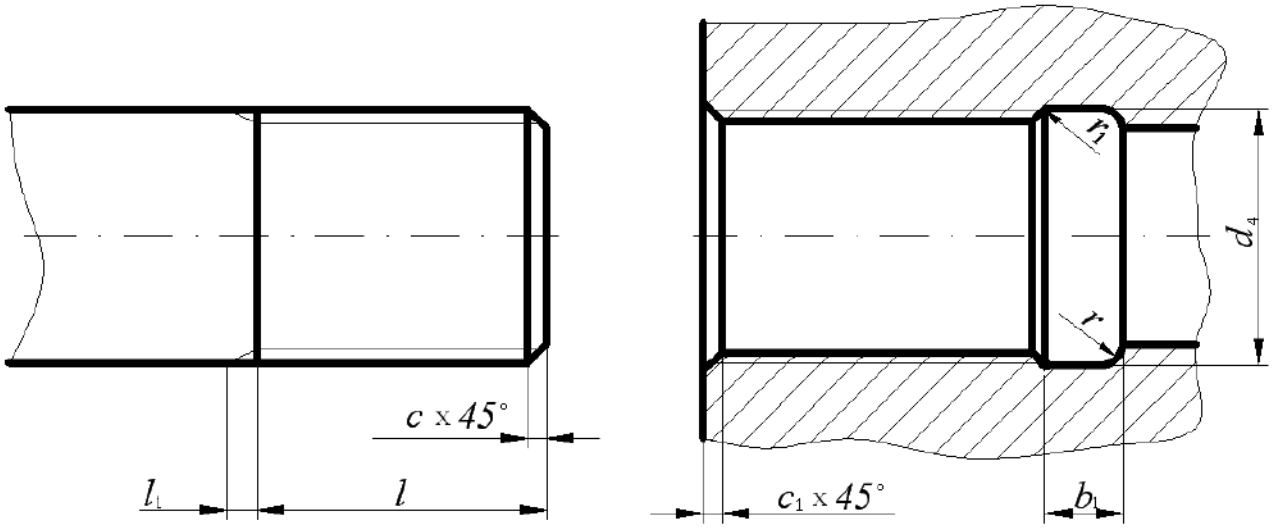
Таблица 1

Резьба трубная цилиндрическая ГОСТ 6357-81

Обозначение размера резьбы		Шаг, мм P	Диаметр резьбы, мм		Толщина стенки труб, мм
D_y, мм	в дюймах		наружный $d=D$	внутренний $d_1=D_1$	
6	1/8	0,907	9,728	8,566	2,0
8	¼	1,337	13,157	11,445	2,2
10	3/8		16,662	14,950	2,2
15	½	1,814	20,955	18,631	2,8
20	¾		26,441	24,117	2,8
25	1	2,304	33,249	30,291	3,2
32	1 ¼		41,910	38,952	3,2
40	1 ½		47,803	44,845	3,5
50	2		59,614	56,656	3,5
65	2 ½		75,184	72,226	4,0
80	3		87,884	84,926	4,0
90	3 ½		100,330	97,372	4,0
100	4		113,030	110,072	4,5

Таблица 2

Размеры сбегов, проточек и фасок для трубной цилиндрической резьбы



D_y, мм	l_1, мм	l, мм		c, мм	b_1, мм	r, мм	r_1, мм	d_4, мм	c_1, мм
		длинной	короткой						
1/8	1,6	-	-	1,0	4	1,0	0,5	10,5	1,0
¼	2,4	-	-	1,6	5	1,6		13,5	
3/8		-	-					17,0	
½	3,2	14	9,0	2,0	8	2,0	1,0	21,5	1,6
¾		16	10,5					27,0	
1	4,1	18	11,0	2,5	10	3,0		34,0	
1 ¼		20	13,0					43,0	
1 ½		22	15,0					48,5	
2		24	17,0					60,5	
2 ½		27	19,5					76,0	
3		30	22,0					89,0	
3 ½		33	26,0					101,0	
4		36	30,0					114,0	

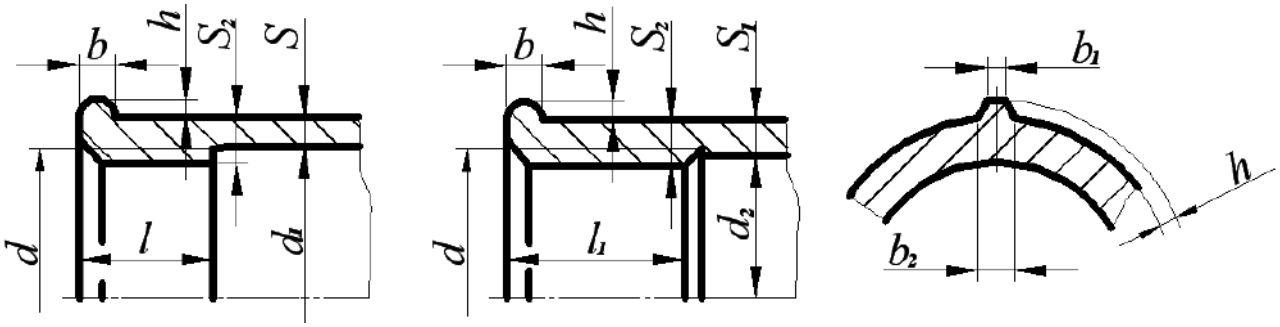
2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ

На чертежах трубных соединений, выполняемых как конструктивные чертежи, вычерчиваются все элементы соединительных частей и контргаек (если их ставят) – буртики, фаски, ребра, размеры которых для изделий из ковкого чугуна устанавливает ГОСТ 8945-75.

Таблица 3

Конструктивные размеры соединительных частей, мм

Вариант 1 Вариант 2



Резьба				d_1	d_2	S	S_1	S_2	S_3	b	b_1	b_2	h
Обозначение	d	l	l_1										
		не менее											
$G1/4$	13,16	9,0	9,0	13,5	12,5	2,5	3,0	3,5	3,5	3,0	2,0	3,5	2,0
$G3/8$	16,66	10,0	11,0	17,0	16,0	2,5	3,0	3,5	3,5	3,0	2,0	3,5	2,0
$G1/2$	20,96	12,0	14,0	21,5	20,0	2,8	3,5	4,2	4,2	3,5	2,0	4,0	2,0
$G3/4$	26,44	13,5	16,0	27,0	25,5	3,0	3,5	4,4	4,2	4,0	2,0	4,0	2,5
$G1$	33,25	15,0	19,0	34,0	32,0	3,3	4,0	5,2	4,8	4,0	2,5	4,5	2,5
$G1\frac{1}{4}$	41,91	17,0	21,0	42,5	40,5	3,6	4,0	5,4	4,8	4,0	2,5	5,0	3,0
$G1\frac{1}{2}$	47,81	19,0	21,0	48,5	46,5	4,0	4,0	5,8	4,8	4,0	3,0	5,0	3,0
$G2$	59,62	21,0	24,0	68,5	58,5	4,5	4,5	6,4	5,4	5,0	3,0	6,0	3,5
$G2\frac{1}{2}$	75,19	23,5	27,0	76,0	74,0	4,5	4,5	6,4	5,4	5,0	3,5	6,5	3,5
$G3$	87,89	26,0	30,0	89,0	87,0	4,5	4,5	6,5	6,0	6,0	4,0	7,0	4,0
$G4$	113,0	39,0	39,5	115	112	5,5	5,5	8,0	7,0	7,0	5,0	8,5	4,5

ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ИЗОБРАЖЕНИЕ ТРУБНЫХ СОЕДИНЕНИЙ»

3.1. Цель задания

Целью задания является изучение правил выполнения трубных резьбовых соединений, условное изображение и обозначение трубной цилиндрической резьбы, конструктивных элементов соединительных частей. При выполнении задания студент должен приобрести навыки общения с Государственными стандартами по данной теме.

3.2. Содержание задания

Задание выполняется карандашом на формате А4 в масштабе, выбранном в соответствии с ГОСТ 2.302-68.

Вычертить соединение труб в двух видах с необходимыми разрезами и нанести размеры согласно стандартам.

Выполнить изображение конца трубы и указать ее конструктивные размеры.

Составить спецификацию.

Таблица 4

Варианты задания

Номер варианта	Соединительная часть	Диаметр условного прохода, мм
1	Угольник	8
2	Крест	80
3	Муфта	40×20
4	Колпак, исполнение 2	80
5	Муфта	50
6	Крест	50
7	Тройник	40
8	Тройник	50
9	Угольник	40
10	Колпак, исполнение 2	65
11	Угольник	20
12	Тройник	25
13	Крест	32
14	Колпак, исполнение 1	20
15	Муфта прямая короткая	15

Продолжение табл. 4

Номер варианта	Соединительная часть	Диаметр условного прохода, мм
16	Муфта прямая длинная	25
17	Муфта переходная	65×32
18	Тройник	50
19	Крест	65
20	Колпак, исполнение 1	15
21	Муфта прямая короткая	32
22	Муфта прямая длинная	20
23	Угольник	10
24	Муфта переходная	80×40
25	Крест	50
26	Колпак, исполнение 2	10
27	Муфта прямая короткая	80
28	Муфта прямая длинная	15
29	Угольник	15
30	Тройник	80
31	Муфта переходная	40×20
32	Колпак, исполнение 1	8
33	Муфта прямая короткая	25
34	Муфта прямая длинная	10
35	Муфта переходная	50×30
36	Тройник	15
37	Крест	20
38	Угольник	32
39	Угольник	20
40	Угольник	80
41	Угольник	15
42	Колпак, исполнение 1	50
43	Крест	25
44	Муфта переходная	32×20
45	Муфта	15
46	Угольник	32
47	Тройник	65
48	Крест	65
49	Колпак, исполнение 1	32
50	Муфта прямая длинная	32

4. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Изображение трубных резьбовых соединений – это выполнение сборочного чертежа первой сложности. Правила выполнения сборочного чертежа регламентирует ГОСТГОСТ 2.109-73, составление спецификации - ГОСТ 2.302-68, а основную надпись - ГОСТ 2.104-68.

4.1. Соединение труб муфтами

При соединении муфтой ось труб располагают параллельно основной надписи чертежа. Конструкцию соединения показывают в разрезе плоскостью, проходящей через оси труб и фитинга, допускается соединять части вида и разреза. В разрезе показывают только ту часть резьбы фитинга, которая не закрыта резьбой трубы. Второе изображение обычно представляет собой сечение плоскостью, перпендикулярной одной из труб.

Необходимо иметь в виду, что для полностью завинченной трубы за торец соединительной части выходит только сбег резьбы.

Для демонтажа трубного соединения, например, при ремонтных работах, на конце одной из труб нарезают более длинную резьбу – сгон.

Длину сгона рассчитывают так, чтобы можно было свинтить контргайку, муфту и иметь еще запас резьбы 5…7 мм.

Размеры всех деталей трубного соединения зависят от диаметра условного прохода свинчиваемых труб.

Если диаметр отверстия трубы неизвестен, то его можно определить из таблицы размеров трубной цилиндрической резьбы (ГОСТ 6357-81, табл. 1), измерив внутренний диаметр резьбы муфты.

4.1.1. Соединение труб прямой муфтой

Например, необходимо по индивидуальному варианту вычертить прямую муфту, имея деталь, но, не зная диаметра условного прохода.

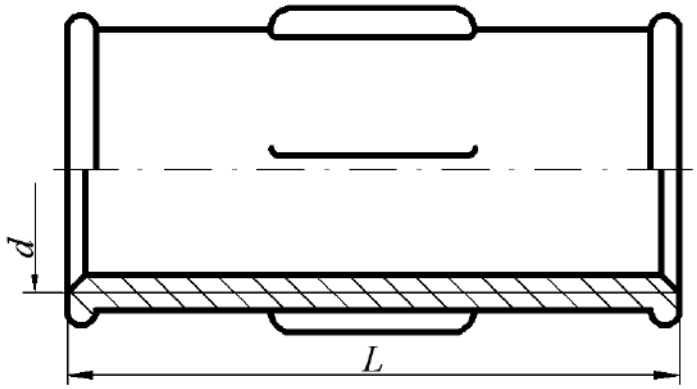
Штангенциркулем измеряется внутренний диаметр резьбы и по табл. 1 определяется диаметр условного прохода соединяемых труб и обозначение резьбы: $D_1 \approx 45$ мм. $D_{1\text{табл}}. = 4{,}845$ мм $\rightarrow D_y = 40$ мм – G 1½.

2. Измеряется длина муфты, L=43 мм.

Для определения названия муфты (короткая или длинная) обращаются к Государственным стандартам (табл. 5).

Таблица 5

Муфты прямые



Резьба	Муфты короткие ГОСТ 8954-75		Муфты длинные ГОСТ 8955-75	
	L, мм	Число ребер	*L*, мм	Число ребер
*G*¼-*B*	22	2	27	2
G$^{3}/_{8}$-*B*	24	2	30	2
*G*½-*B*	28	2	36	2
*G*¾-*B*	31	2	39	2
*G*1-*B*	35	4	45	4
*G*1¼-*B*	39	4	50	4
*G*1½-*B*	43	4	55	4
*G*2-*B*	47	6	65	4
*G*2½-*B*	53	6	74	6
*G*3-*B*	59	6	80	6
*G*4-*B*	84	6	94	6

Примеры условных обозначений:

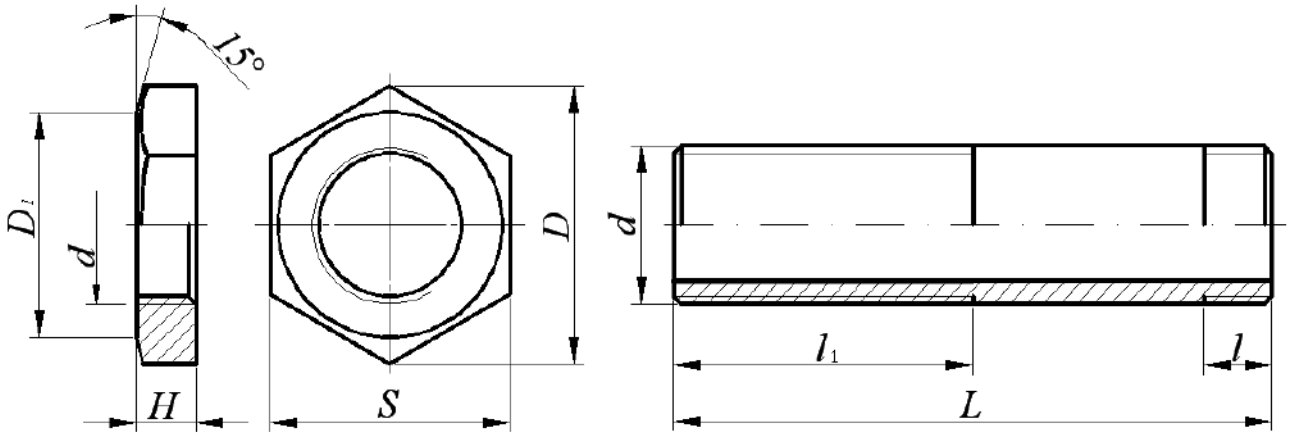
1. Прямая короткая муфта с D_y =40 мм:
   Муфта короткая 40 ГОСТ 8954 - 75.
2. Прямая длинная муфта с D_y =40 мм и цинковым покрытием исполнения 1: Муфта длинная 1-Ц-40 ГОСТ 8955 – 75.

Муфта с резьбой *G* 1½, имеющая длину 43 мм, является короткой, считаем, что она выполнена с цинковым покрытием, следовательно, ее обозначение: Муфта короткая Ц-40 ГОСТ 8954 - 75.

3. Для вычерчивания муфты используют данные из табл. 1, 2, 3.
   1) Наружный диаметр резьбы d=47,803 мм
   2) Фаска с=1,6 мм
   3) Толщина стенки муфты S_2=5,8 мм
   4) Высота буртика b=4,0 мм
   5) Количество ребер жесткости равно 4
   6) Размеры ребер жесткости и буртика: h=3,0 мм; b_1=3,0 мм; b_2=5,0 мм.
4. Для вычерчивания ввинчиваемой трубы используют данные табл. 1 и табл. 2: «Труба Ц-40×3,5 ГОСТ 3262-75» имеет размеры:
   1) Наружный диаметр трубы d=47,803 мм
   2) Внутренний диаметр резьбы d_1=44,845 мм
   3) Длина резьбы l=15 мм
   4) Длина сбега резьбы l_1=4,1 мм
   5) Фаска с=2,5 мм
5. С другой стороны муфты ввинчивается сгон, размеры которого предусмотрены ГОСТ 8969-75, на которой навинчена контргайка (ГОСТ 8961-75, табл. 6).
6. По размерам, указанным в таблицах, для резьбы *G* 1½ вычерчиваются детали в сборе. При выполнении сборочного чертежа соединения фаски, сбеги на деталях не изображаются, каждой детали присваивают номер позиции, который размещают на полке-выноске, заканчивающейся точкой. На сборочном чертеже обязательно указывают установочные размеры: размер резьбы, диаметр условного прохода. Допускается указывать в качестве справочных размеры деталей, определяющих характер сопряжения: длину муфты и др.

Таблица 6

Контргайки и сгоны



Резьба	Контргайки ГОСТ 8961-75				Сгоны ГОСТ 8969-75		
	H, мм	S, мм	D, мм	D_1, мм	l, мм	l_1, мм	L, мм
*G*¼-*B*	6	22	25,4	20	7,0	38	80
*G*⅜-*B*	7	27	31,2	25	8,0	42	90
*G*½-*B*	8	32	36,9	30	9,0	40	110
*G*¾-*B*	9	36	41,6	33	10,5	45	110
*G*1-*B*	10	46	53,1	43	11,0	50	130
*G*1¼-*B*	11	55	63,5	52	13,0	53	130
*G*1½-*B*	12	60	69,3	56	15,0	60	150
*G*2-*B*	13	75	86,5	70	17,0	65	150
*G*2½-*B*	16	95	110,0	90	19,5	75	170
*G*3-*B*	19	105	121,0	100	22,0	85	180
*G*4-*B*	21	135	156,0	128	-	-	-

Примеры условных обозначений:

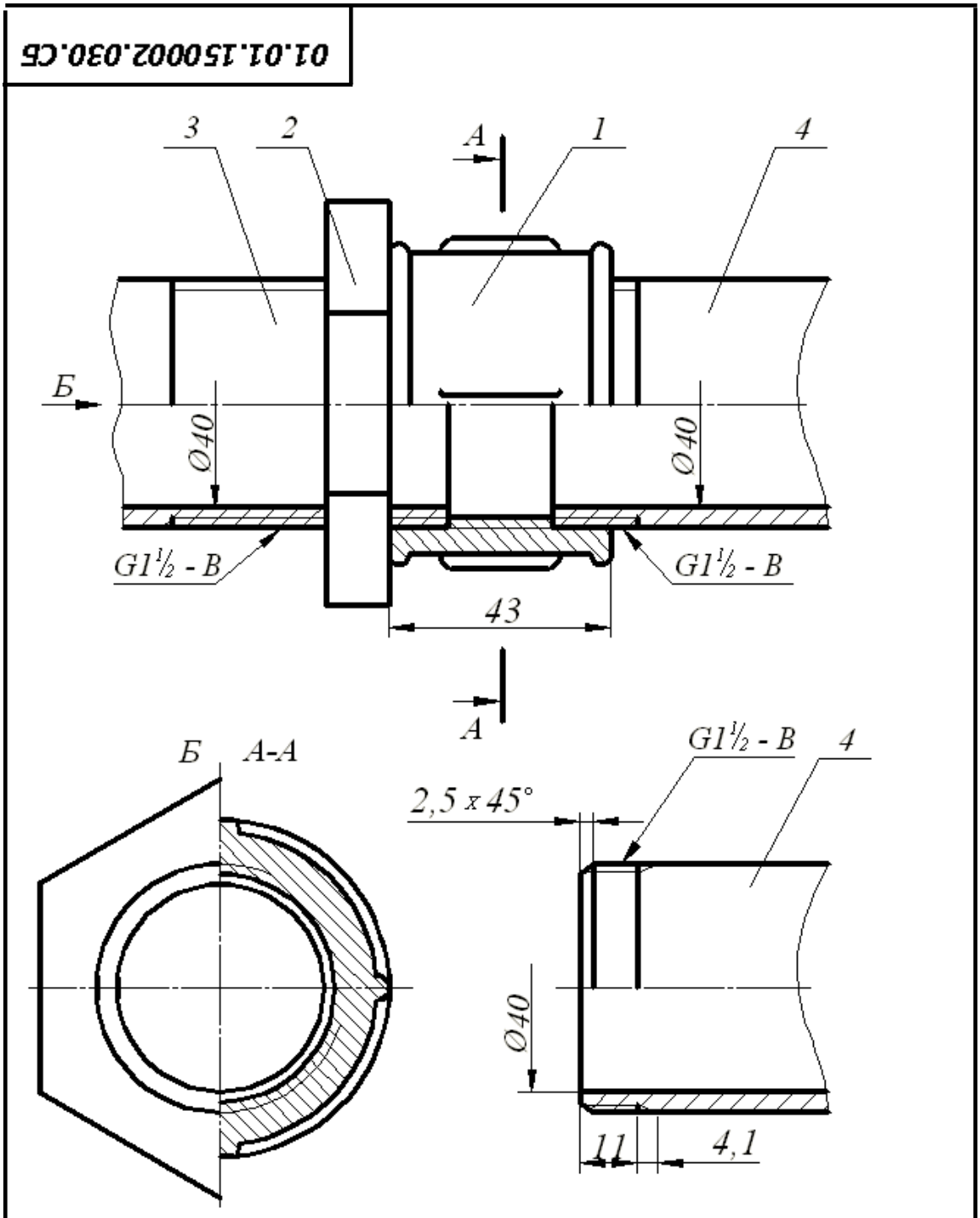
1. Контргайка без покрытия с D_y=40 мм:

   Контргайка 40 ГОСТ 8961-75

2. Сгон с цинковым покрытием с D_y=40 мм

   Сгон Ц-40 ГОСТ 8969-75

Пример выполнения сборочного чертежа соединения труб муфтой показан на рис. 3.



Пример выполнения спецификации
по ГОСТ 2.108-68 на рис. 9

Основная надпись форма 1 ГОСТ 2.104-68

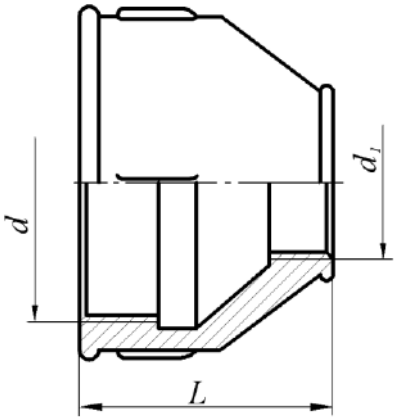
Рис. 3. Соединение труб муфтой

4.1.2. Соединение труб переходной муфтой

Муфты переходные соединяют трубы с различными диаметрами условного прохода (ГОСТ 8957-75, табл. 7).

Таблица 7

Переходные муфты по ГОСТ 8957-75, мм



Условный проход $D_y \times D_{1y}$	L	Число ребер	Условный проход $D_y \times D_{1y}$	L	Число ребер
10×8	30	2	40×25	55	4
15×8	36	2	40×32	55	4
15×10	36	2	50×15	65	6
20×8	39	2	50×20	65	6
20×10	39	2	50×25	65	6
20×15	39	2	50×32	65	6
25×10	45	4	50×40	65	6
25×15	45	4	65×32	74	6
25×20	45	4	65×40	74	6
32×10	50	4	65×50	74	6
32×15	50	4	80×40	80	6
32×20	50	4	80×50	80	6
32×25	50	4	80×65	80	6
40×15	55	4	100×50	94	6
40×20	55	4	100×65	94	6

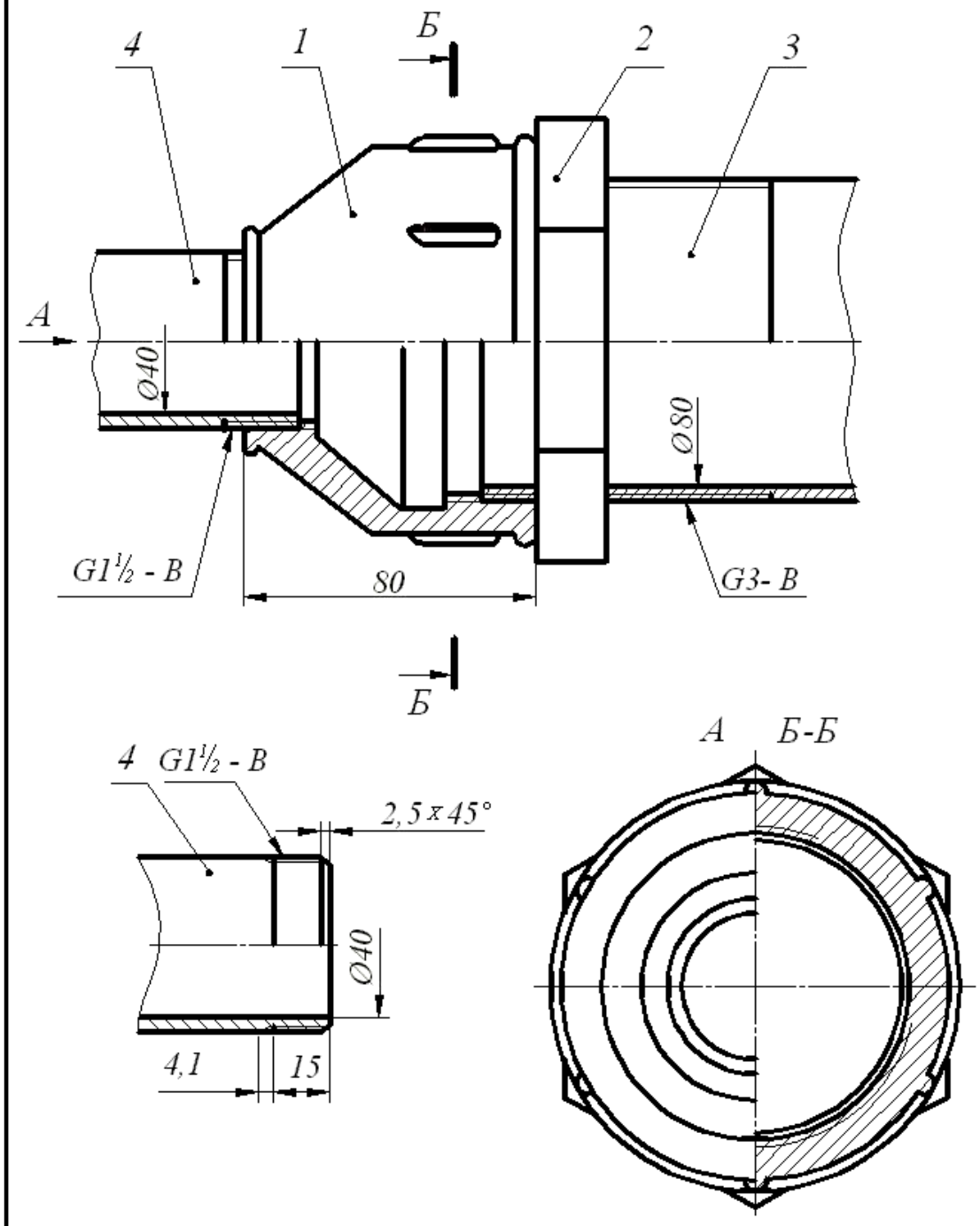
Примеры условных обозначений:

3. Муфта переходная без покрытия с D_y=15 мм на D_y=40 мм:

   Муфта 40×15 ГОСТ 8957-75

4. Муфта переходная с цинковым покрытием:

   Муфта Ц 40×15 ГОСТ 8957-75



Спецификация выполняется по ГОСТ 2.108-68

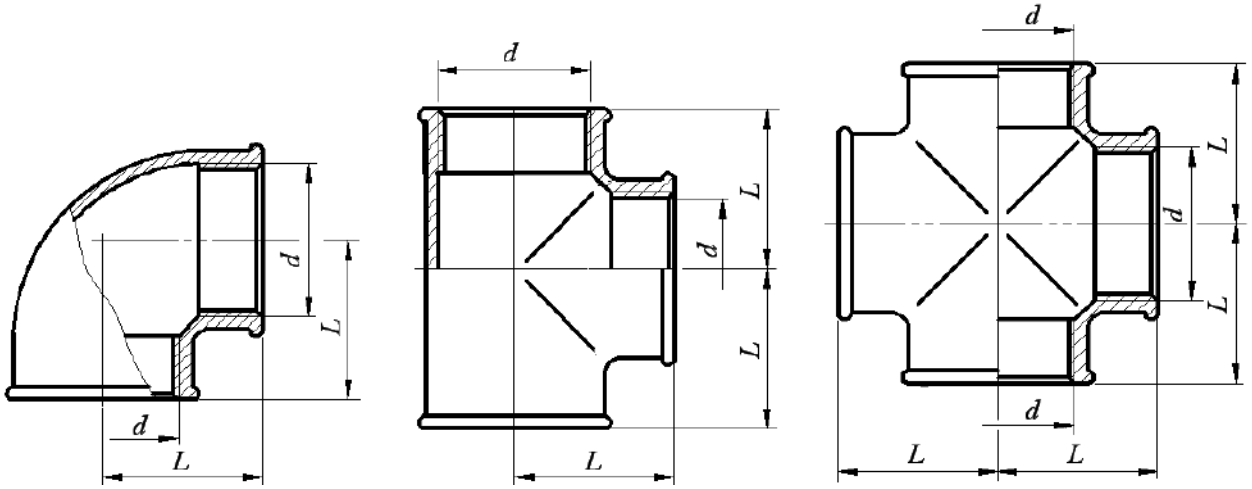
Основная надпись форма 1 ГОСТ 2.104-68

Рис. 4. Соединение труб переходной муфтой

4.2. Соединения труб угольниками, прямыми тройниками и прямыми крестами

Прямые тройники, кресты и угольники в системах отопления, водо- и газопроводах служат для изменения направления потока жидкости или газа.

Проходные угольники (ГОСТ 8947-75) Прямые тройники (ГОСТ 8948-75) Прямые кресты (ГОСТ 8951-75)

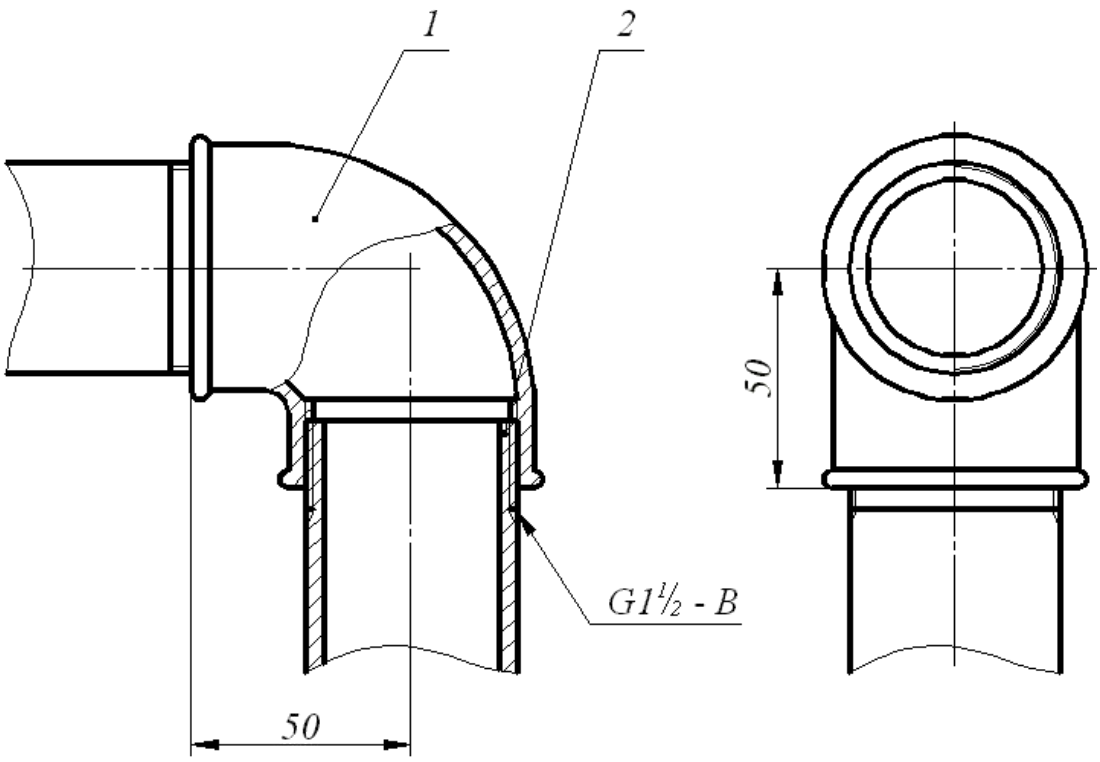


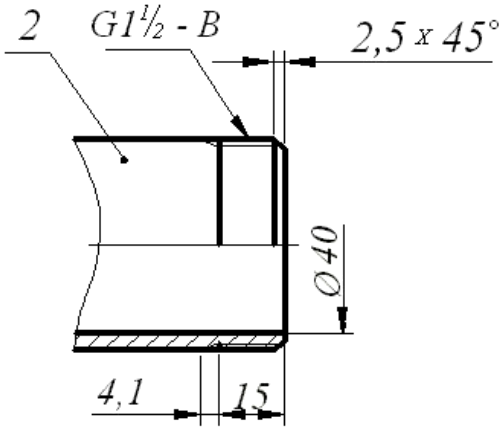
Условный проход $D_y \times D_{1y}$	Резьба	L, мм
8	*G*¼-*B*	21
10	*G*^{3}⁄$_8$-*B*	25
15	*G*½-*B*	28
20	*G*¾-*B*	33
25	*G*1-*B*	38
32	*G*1¼-*B*	45
40	*G*1½-*B*	50
50	*G*2-*B*	58
65	*G*2½-*B*	69
80	*G*3-*B*	78
100	*G*4-*B*	96

Примеры условных обозначений:

1. Проходной угольник с углом 90° исполнения 1 с цинковым покрытием с D_y=20 мм:

   Угольник 90°-1-Ц-200 ГОСТ 8946-75;
2. Тройник 40 ГОСТ 8948-75;
3. Крест Ц-32 ГОСТ 8951-75.

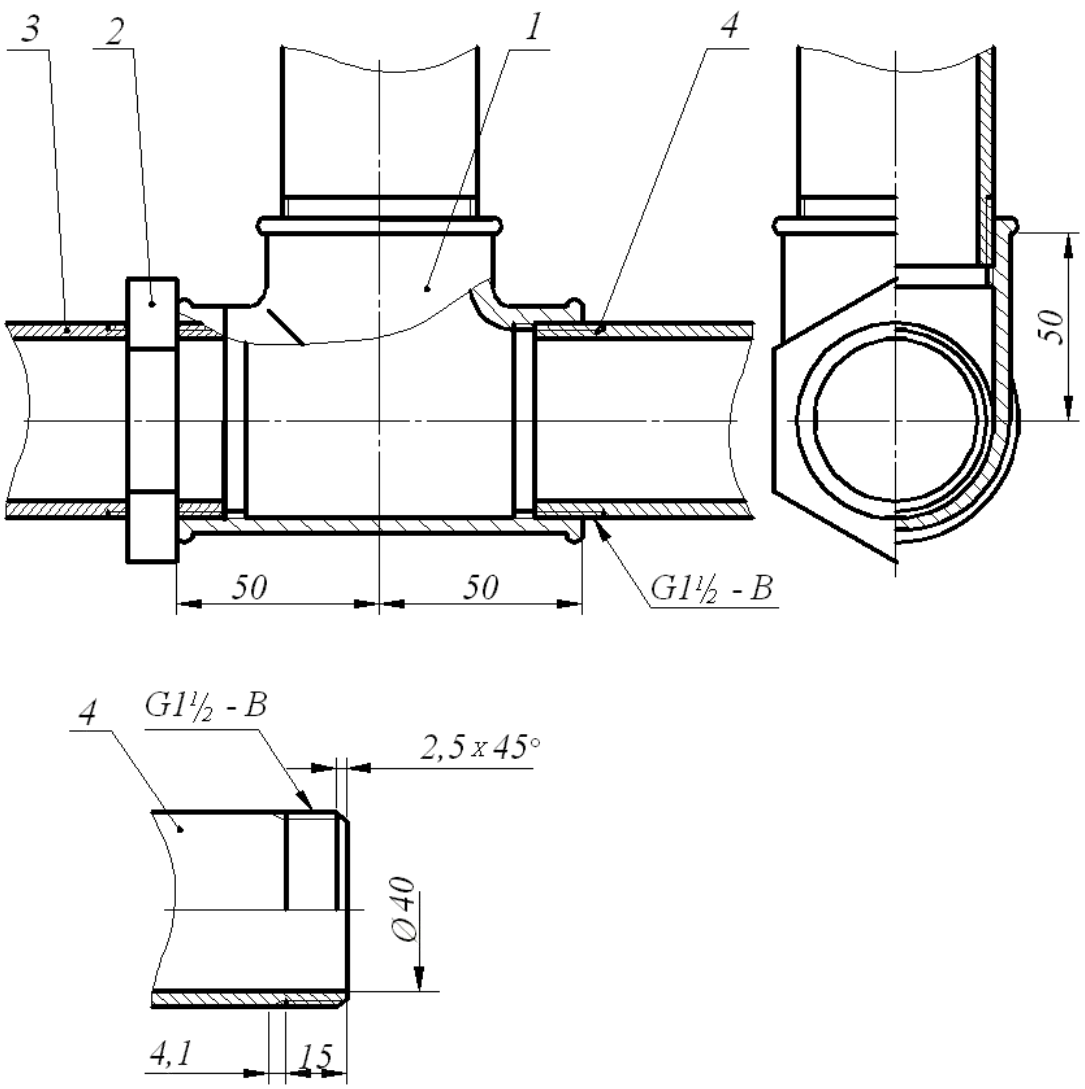




Спецификация выполняется по ГОСТ 2.108-68

Основная надпись форма 1 ГОСТ 2.104-68

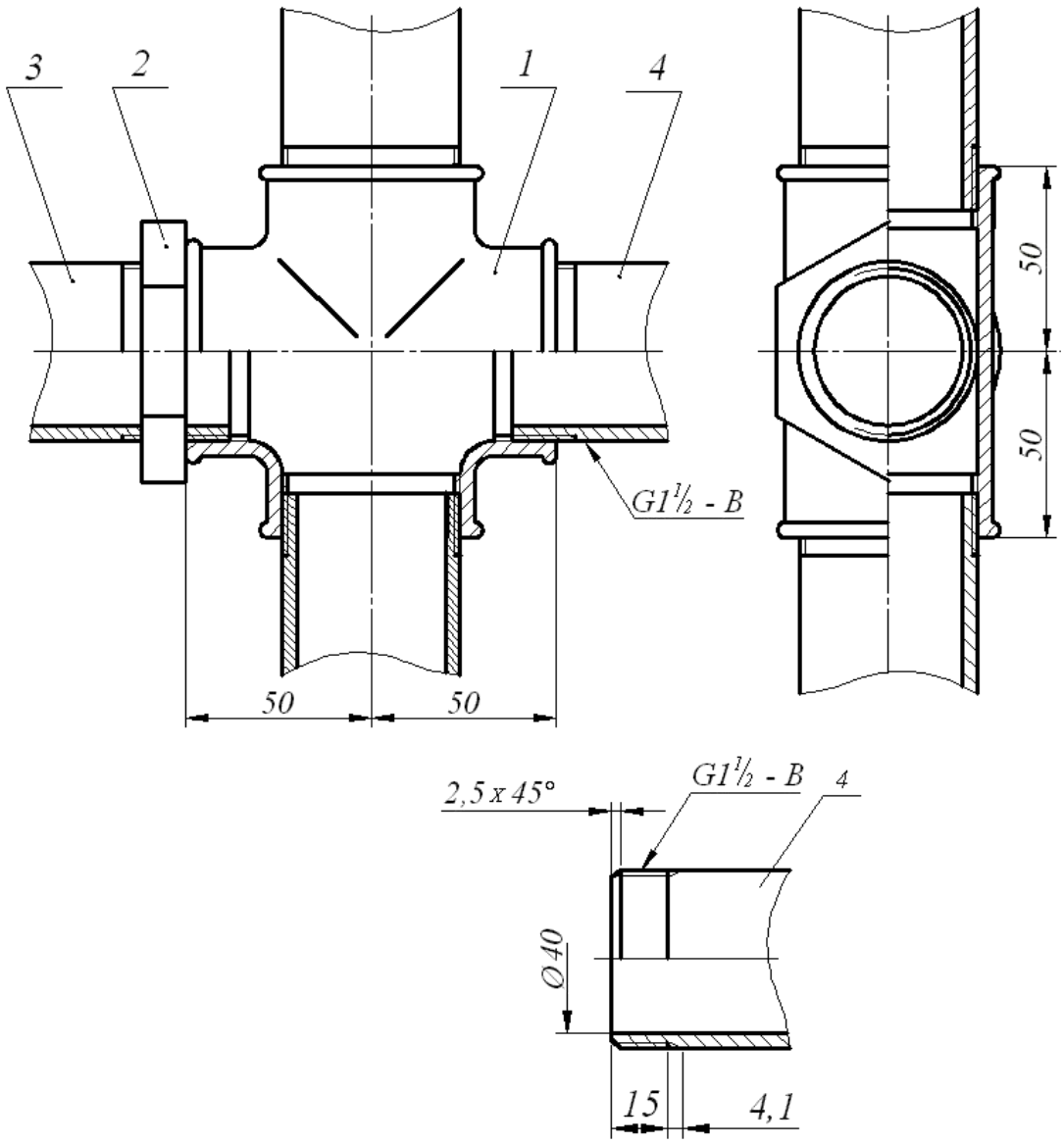
Рис. 5. Соединение труб проходным угольником



Спецификация выполняется по ГОСТ 2.108-68

Основная надпись форма 1 ГОСТ 2.104-68

Рис. 6. Соединение труб прямым тройником



Спецификация выполняется по ГОСТ 2.108-68

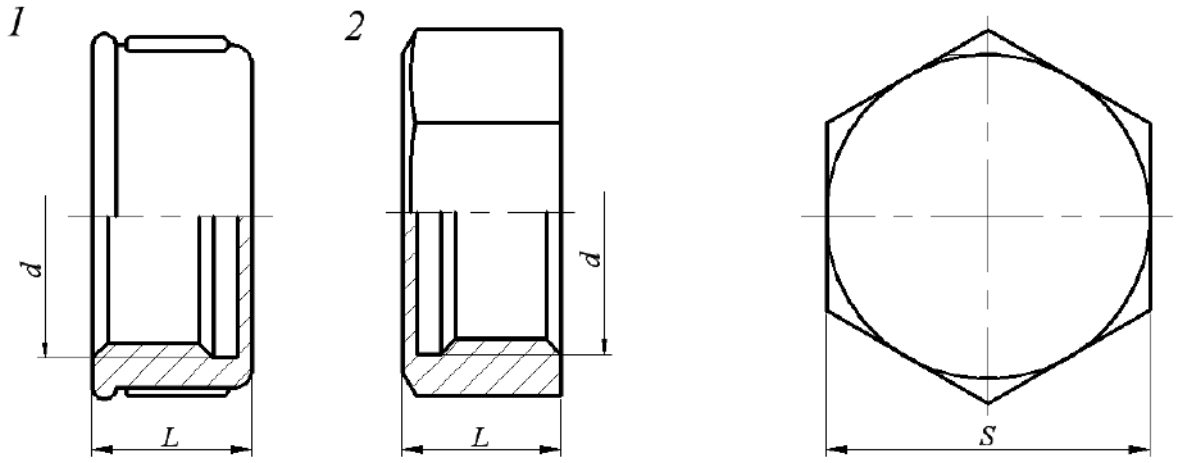
Основная надпись форма 1 ГОСТ 2.104-68

Рис. 7. Соединение труб прямым крестом

4.3. Перекрытие трубы колпаком

Для перекрытия трубы используют колпаки двух исполнений: с ребрами жесткости и с корпусом, имеющим форму шестигранной призмы под гаечный ключ. размеры проточек трубной цилиндрической резьбы определены ГОСТ 10549-80 (табл. 2).

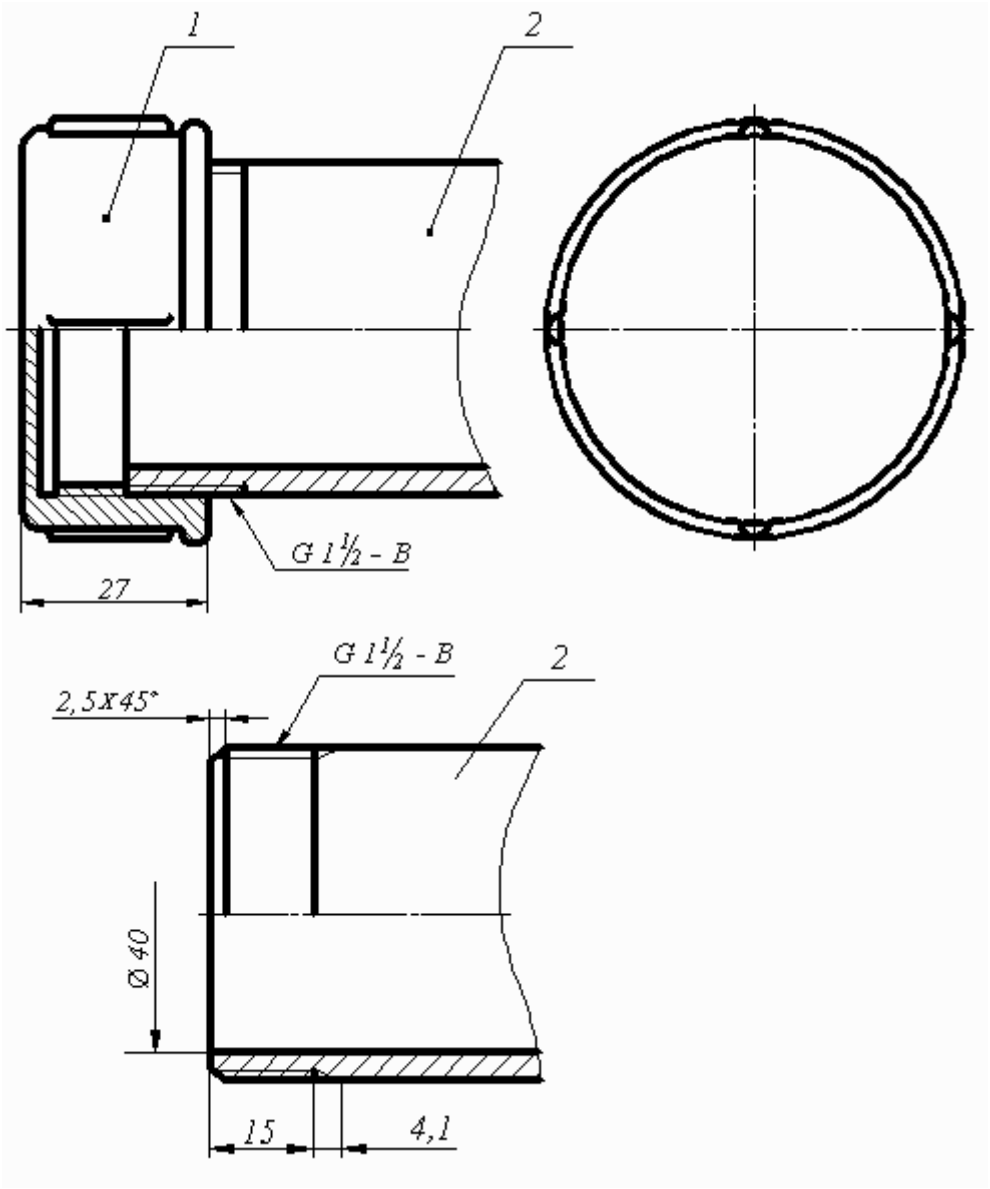
Таблица 9



Условный проход	*L*		Число ребер	*S*
	Исполнение			
	1	2		
8	15	15	2	10
10	17	17	2	22
15	19	19	2	27
20	22	22	2	32
25	24	24	4	41
32	27	27	4	50
40	27	27	4	55
50	32	32	6	70
65	-	35	-	85
80	-	38	-	100

Примеры условных обозначений:

1. Колпак исполнения 2 без покрытия с D_y=40 мм:
   Колпак 2-40 ГОСТ 8962-75
2. Колпак исполнения 1 с цинковым покрытием с D_y=40 мм:
   Колпак 1-Ц-40 ГОСТ 8962-75



Спецификация выполняется по ГОСТ 2.108-68

Основная надпись форма 1 ГОСТ 2.104-68

Рис. 8. Перекрытие трубы колпаком

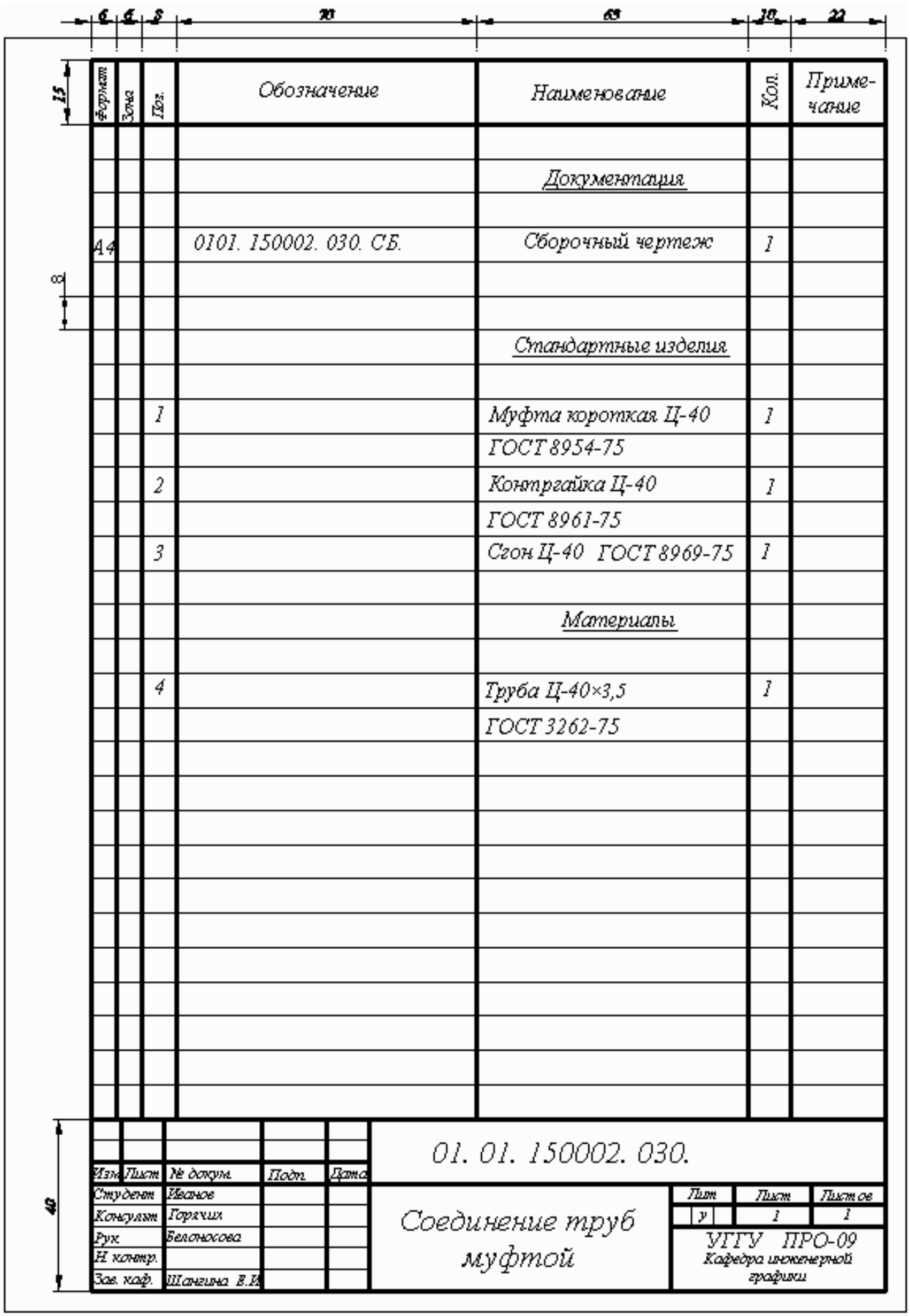


Рис. 9. Спецификация

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т. 1. - 9 -е изд., перераб. и доп. Под ред. И. Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, - 2006 – 928 с.: ил.
2. ГОСТ 27148-86. Выход резьбы, сбеги, недорезы, проточки. Размеры. Переиздание 23.06.2009
3. Резьбы. – М.: Изд. стандартов, 2000.
4. Талалай П. Г. Начертательная геометрия. Инженерная графика. Интернет-тестирование базовых знаний: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 256 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
5. Чекмарев А. А., Осипов В. К. Справочник по машиностроительному черчению: учебное пособие. – М.: высшая школа , 2008 – 493 с.
6. Федоренко В. А., Шошин А. И. Справочник по машиностроительному черчению. - – изд. Альянс, 16-е изд., переработанное, 2007. – 416 с.

Дополнительная литература

7. Баева *Г. Г.* Условности машиностроительного черчения. Методическая разработка. Свердловский горный институт. – Свердловск, 1976.
8. Попова Г. Н., Алексеев С. Ю. Машиностроительное черчение. Справочник. – М.: Машиностроение, 1994.

Учебное издание

Белоносова Ирина Борисовна

Методическое пособие
по курсу «Инженерная графика»
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для студентов всех специальностей»
«Изображение трубных резьбовых соединений»

4-е издание, стереотипное

Редактор *Л. Н. Авдеева*

Подписано в печать
Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/8. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 1,3 Уч. - изд. л. 1,11. Тираж экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет

Министерство образования и науки
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный
университет»

И. Б. Белоносова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.

РЕЗЬБА

Методическое пособие
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

Екатеринбург – 2021

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Горно-технологического

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
Горно-технологического
факультета
_____Н. В. Колчина

И. Б. Белоносова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.

РЕЗЬБА

Методическое пособие
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

4-е издание, исправленное

Издание УГГУ Екатеринбург, 2021

Б 43 Рецензент: *Л. Г. Тимофеева*, доцент Уральского государственного лесотехнического университета.

Пособие рассмотрено на заседании кафедры инженерной графики 15._02.2018 года (протокол № 4) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Белоносова И. Б.

Б 43 ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА. РЕЗЬБА. Методическое пособие по теме «Условности машиностроительного черчения» для самостоятельной работы студентов всех специальностей и направлений. 4-е издание, исправленное / И. Б. Белоносова; Уральский гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. – 38 с.

В методическом пособии содержатся исходные данные для индивидуальных заданий, примеры их выполнения, а также основные сведения о резьбах, применяемых в машиностроении, параметрах и технологических элементах резьб в соответствии с Государственными стандартами.

Пособие предназначено для студентов всех специальностей и направлений.

© Белоносова И. Б., 1994, 2002, 2012
© Уральская государственная горно-геологическая академия 1994, 2002.
© Уральский государственный горный университет, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕЗЬБА. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ (ГОСТ 11708-82) 3
ТИПЫ РЕЗЬБ 5
Метрическая резьба 6
Трубная цилиндрическая резьба 7
2.3.Трапецеидальная резьба 9
2.4.Упорная резьба 10
2.5.Прямоугольная и квадратная резьбы 12
Изображение резьбы 13
Изображение наружной резьбы 13
Изображение внутренней резьбы 14
Изображение специальных резьб 15
Изображение резьбового соединения 15
ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБЫ НА ЧЕРТЕЖАХ 16
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗЬБЫ 17
Сбег резьбы 17
Недовод резьбы 18
Недорез резьбы 18
Фаска 18
Проточка 19
6. ЗАДАНИЕ ПО ТЕМЕ «РЕЗЬБЫ» 20
Цель задания 20
Содержание задания 20
ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ 24
Конец вала с метрической резьбой на стержне 24
Конец вала с метрической резьбой в отверстии 27
Конец вала с трапецеидальной резьбой на стержне 28
Конец вала с трапецеидальной резьбой в отверстии 30
Конец вала с упорной резьбой в отверстии 31
Изображение шпоночного паза 32
Примеры оформления задания 33
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 37

Резьбовые соединения широко распространены в машиностроении. Они обладают такими достоинствами, как универсальность, высокая надежность, способность воспринимать большие нагрузки, удобство сборки и разборки, простота изготовления.

1. РЕЗЬБА. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ (ГОСТ 11708-82)

Резьба – поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности.

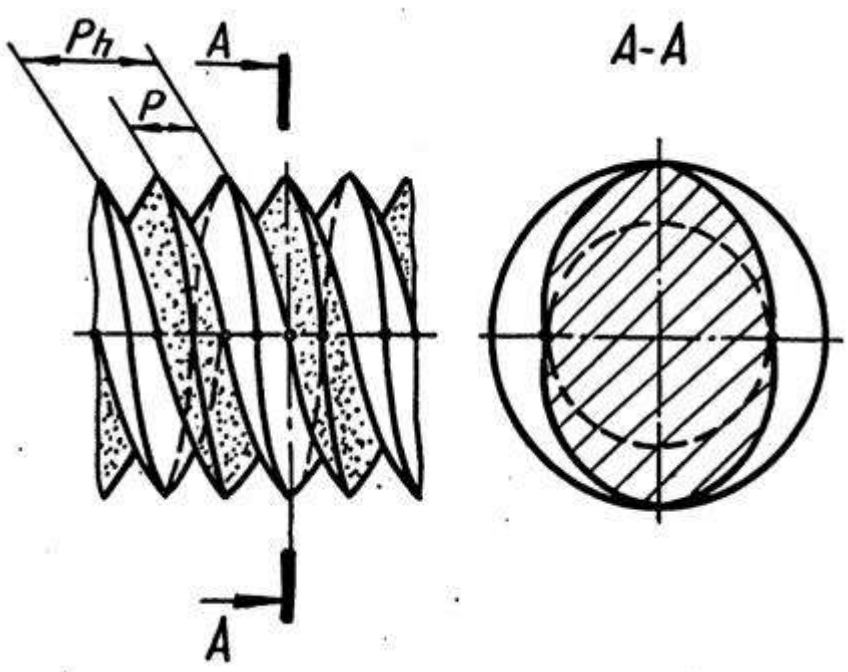


Рис. 1

Резьбы классифицируются по следующим признакам:

1. В зависимости от формы поверхности, на которой нарезана резьба, они подразделяются на цилиндрические и конические.

2. В зависимости от расположения резьбы на поверхности стержня или отверстия они подразделяются на внешние и внутренние.

3. В зависимости от формы профиля различают резьбы треугольного, прямоугольного, круглого и других профилей.

4. По эксплуатационному назначению резьбы делятся на крепежные (метрические, дюймовые), крепежно-уплотнительные (трубные, конические), ходо-вые (трапецеидальные, упорные, прямоугольные, круглые), специальные и др.

5. В зависимости от направления винтовой поверхности различают правые и левые резьбы.

6. По числу заходов резьбы подразделяются на однозаходные и многозаходные (двух-трехзаходные) и др.

Все резьбы разделяют на следующие группы:

- стандартизованные – резьбы с установленными стандартами параметрами: профилем, шагом, диаметром;
- нестандартизованные или специальные – резьбы, параметры которых не соответствуют стандартизованным.

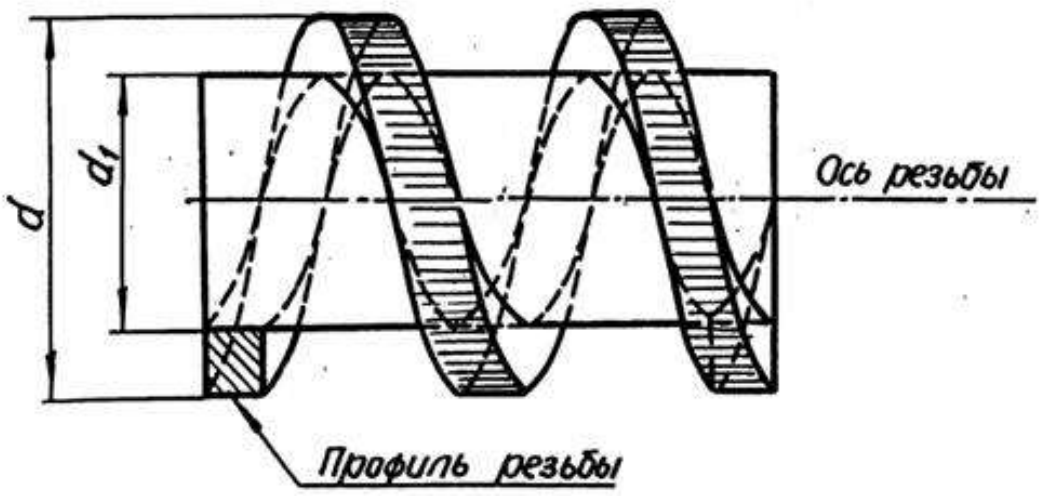


Рис. 2

Основные элементы и параметры резьб имеют следующие определения. **Ось резьбы** – прямая, относительно которой происходит винтовое движение контура, образующего резьбу (рис. 2).

Профиль резьбы – контур сечения резьбы плоскостью, проходящей через ее ось. Резьбу называют по форме ее профиля: треугольной, прямоугольной, трапецеидальной и т. п.

Левая резьба – образована контуром, вращающимся против часовой стрелки и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя. К обозначению левых резьб добавляется «*LH*».

Правая резьба – образована контуром, вращающимся по часовой стрелке и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя.

Шаг резьбы ($\boldsymbol{P}$) **–** расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы (рис. 1).

Х**од резьбы** ($\boldsymbol{P_h}$) - расстояние между ближайшими одноименными и боковыми сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой поверхности, в направлении, параллельном оси резьбы.

Наружный диаметр резьбы (d – для болта, D – для гайки) – диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной резьбы или впадин внутренней резьбы (рис. 2).

Внутренний диаметр резьб ы (d_1 – для болта, D_1 – для гайки) – диаметр воображаемого цилиндра, описанного во впадины наружной резьбы или в вершины внутренней резьбы.

2. ТИПЫ РЕЗЬБ

В машино- и приборостроении применяются стандартные резьбы различных типов.

2 . 1 . Метрическая резьба

Профиль метрической резьбы представляет собой равнобедренный треугольник с углом при вершине 60 . Вершины и впадины витков имеют срез, благодаря которому между вершинами витков болта и впадинами гайки оставляется некоторый зазор, который предотвращает заклинивание.

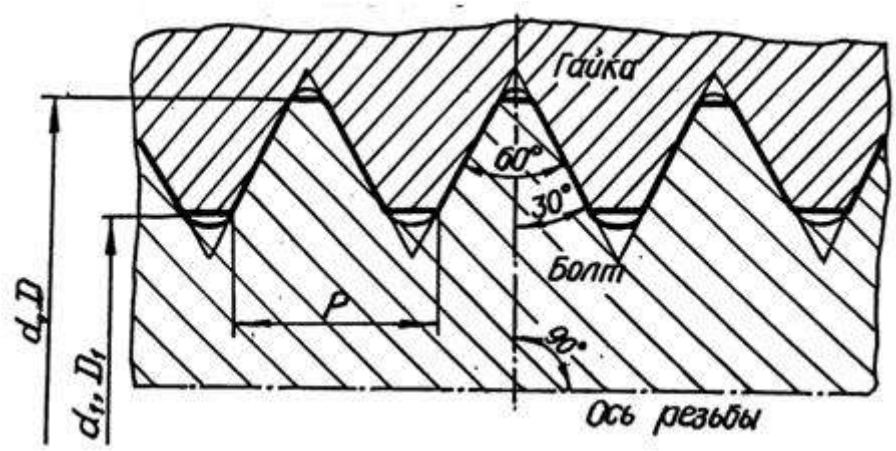


Рис. 3

Размеры метрической резьбы для диаметров от 1 до 600 мм установлены по ГОСТ 8724-81 и 9150-81. Диаметры резьб разделены на три ряда, а шаги на крупные и мелкие. Крупным называют наибольший из шагов для номинального размера диаметра резьбы. Метрические резьбы с крупным шагом установлены для диаметров от 1 до 63 мм; метрические резьбы с мелкими шагами - для диаметров от 1 до 600 мм.

Резьба с крупным шагом обозначается прописной буквой *M* и номинальным диаметром, например: *M*24, *M*36.

Резьба с мелким шагом обозначается прописной буквой *M*, номинальным диаметром и шагом, например: *M*24 2, *M*36 2.

Резьба левая обозначается буквами *LH*, например: *M*24 *LH*, *M*24 2*LH*. Резьбы многозаходные обозначаются буквой *M*, номинальным диаметром, числовым значением хода и в скобках буквой *P*, и числовым значением шага, например: трехзаходная резьба с шагом 2 мм *M*36 3(*P*2), для левой резьбы *M*36 3(*P*2)*LH*.

Согласно ГОСТ 16093-81 система допусков резьб общего назначения предусматривает допуски диаметров резьб, устанавливаемые степенями точно-сти:

для наружного диаметра наружной резьбы (болта) – 4, 6, 8;

для внутреннего диаметра внутренней резьбы (гайки) – 4, 5, 6, 7, 8; Положение полей допусков диаметров резьбы имеют следующие обозна

чения:

для резьбы болтов – *d*, *e*, *f*, *d*, *h*;

для резьбы гаек – *E*, *F*, *G*, *H*.

Примеры обозначения резьбы номинальным диаметром 20 мм с обозна-чением полей допусков:

*M*20-6*g* - с крупным шагом, наружная;

*M*20-6*H* - с крупным шагом, внутренняя;

*M*20 2-6*g* - с мелким шагом, внутренняя;

*M*20 2*LH*-6*g* - с мелким шагом, наружная, левая.

Посадка обозначается дробью: числитель – поле допуска внутренней

резьбы, знаменатель - поле допуска наружной, например: *M*20 2*LH*-6*H*/6*g*.

Для покупных крепежных изделий рекомендуется применять следующие значения полей допуска: для гайки – 6*H*, 7*H* и для болта - 6*g*, 8*g*.

2 . 2 . Трубная цилиндрическая резьба

Трубную цилиндрическую резьбу (ГОСТ 6357-81) применяют в трубо-проводах, а также в соединениях внутренней цилиндрической резьбы с наруж-ной конической резьбой.

Профилем трубной резьбы (рис. 4) является равнобедренный треугольник

с углом при вершине 55 и закругленными вершинами и впадинами. Профили наружной и внутренней резьбы совпадают, что обеспечивает герметичность в соединениях этой резьбы.

Характерные особенности трубной цилиндрической резьбы:

- резьба имеет более мелкий шаг и меньшую высоту профиля по сравнению с дюймовой цилиндрической резьбой;

- фактический наружный диаметр резьбы большего его номинального значения примерно на двойную толщину стенок трубы;

- номинальный наружный диаметр резьбы условно принимают равным внутреннему диаметру трубы, на которой нарезается резьба (рис. 5).

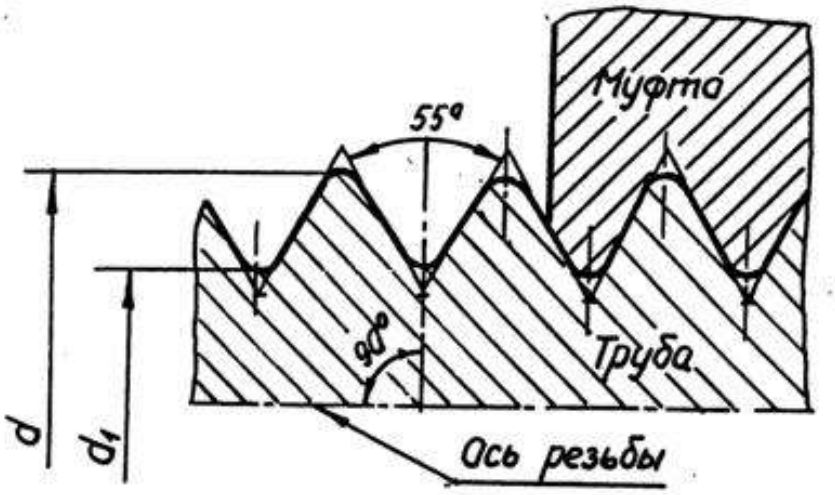


Рис. 4

Трубную резьбу условно обозначают в дюймах (1 =25,4 мм), указываю-щих (приближенно) величину диаметра отверстия трубы, который называют диаметром условного прохода трубы и обозначают D_y.

Трубную цилиндрическую резьбу нарезают на трубах до 6 . Трубы свыше 6 сваривают.

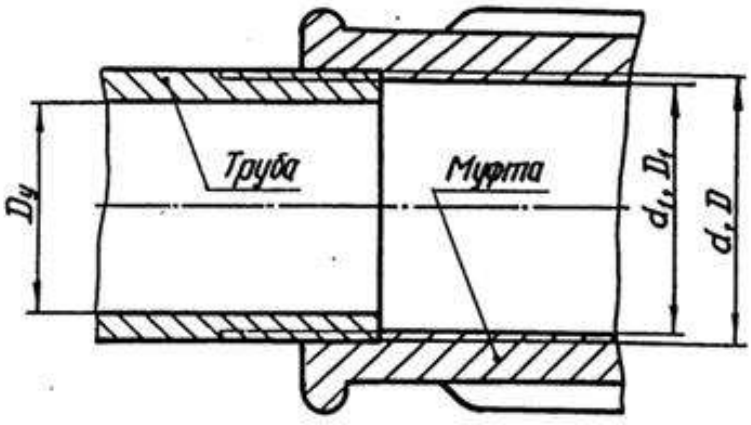


Рис. 5

Обозначение трубной цилиндрической резьбы по ГОСТ 6357-81 состоит из буквы G, номинального размера резьбы в дюймах и класса точности изготовления резьбы. Для трубной цилиндрической резьбы установлены два класса точности – А и В., например:

- резьба класса точности А: G1 – А;

- резьба левая (*LH*) класса точности *B*: *G*3*LH* – *B*;

- резьбовое соединение при классах точности внутренней резьбы *A*, наружной *B*: *G*3 – А/*B*.

2 . 3 . Трапецеидальная резьба

Трапецеидальная резьба по ГОСТ 9484-81 служит для передачи движений и усилий. Трапецеидальная резьба применима для диаметров от 10 до 640 мм и может иметь шаги от 2 до 48 мм. Предусмотрено выполнение резьб одного и того же диаметра, но с различными шагами.

Трапецеидальная резьба имет профиль в виде равнобочной трепеции с углом между ее боковыми сторонами, равными 30 (рис. 6).

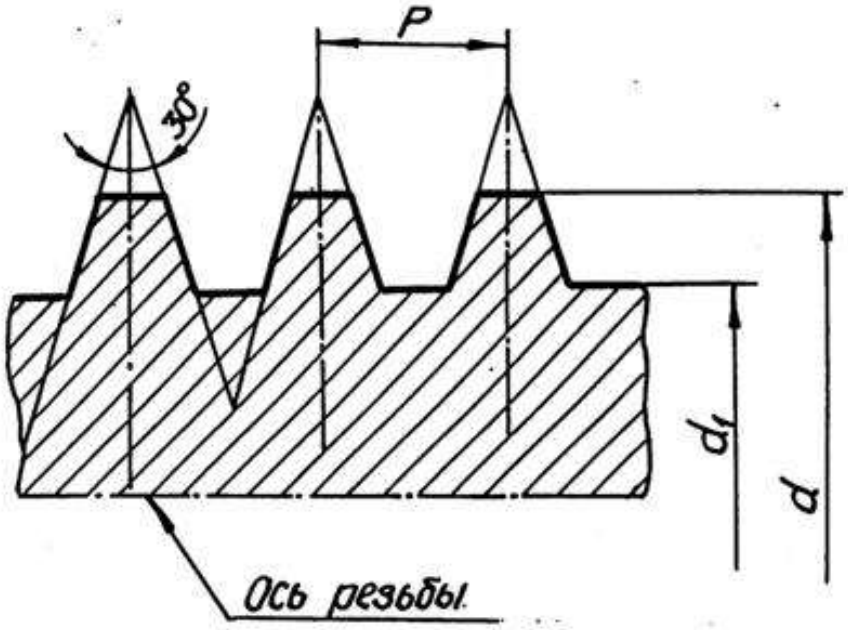


Рис. 6

Симметричный профиль резьбы позволяет применять ее для риверсивных винтовых механизмов. Одинаковые зазоры по наружному и внутреннему диа-метрам создают благоприятные условия для смазывания. Трапецеидальная резьба может быть однозаходной и многозаходной, правой и левой.

Номинальные размеры трапецеидальной однозаходной резьбы устанавливает ГОСТ 24738-81.

Условное обозначение однозаходной трапецеидальной резьбы включает буквы *Tr*, номинальный диаметр и шаг, а также буквы *LH* для левой резьбы, например, *Tr*40 3*LH*.

Основные размеры и допуски резьбы трапецеидальной многозаходной устанавливает ГОСТ 24739-81.

Условное обозначение трапецеидальной многозаходной резьбы содержит буквы *Tr*, номинальный диаметр, числовое значение хода и в скобках буква Р с числовым значением шага, например, *Tr*20 4(P2)*LH*.

В производственных чертежах в обозначение резьбы обязательно вклю-чают обозначение поля допуска, состоящее из цифры, показывающей степень точности среднего диаметра резьбы и буквы латинского алфавита, обозначаю-щей основное отклонение этого диаметра, например, *Tr*20 4(P2)*LH*-8*H*/8*e*.

2 . 4 . Упорная резьба

Упорная резьба обладает высокой прочностью и высоким КПД. Она применяется в грузовых винтах для передачи больших усилий, действующих в од-ном направлении в мощных домкратах, прессах и т. д.

Профиль резьбы (рис. 7) представляет собой трапецию, одна сторона которой является рабочей стороной профиля, и ее положение определяется углом наклона 3 . Другая сторона трапеции (нерабочая сторона профиля) имеет угол наклона 30 .

Профиль и параметры упорной резьбы предусматривает ГОСТ 10177-82. Для упорной резьбы предусмотрены номинальные диаметры резьбы от 10 до

640 мм, резьба может выполняться с разными шагами при одном и том же диаметре.

На чертеже упорная резьбы обозначается буквой S, номинальным диаметром и шагом, например: резьба упорная левая, имеющая номинальный диаметр 80 мм и шаг 16 мм – *S*80 16 *LH*.

В прессостроении применяется также упорная резьба, профиль которой представляет собой неравнобочную трапецию с углом рабочей стороны 0 и нерабочей – 45 . Усиленная упорная резьба предусмотрена для диаметров от 80

до 2000 мм.

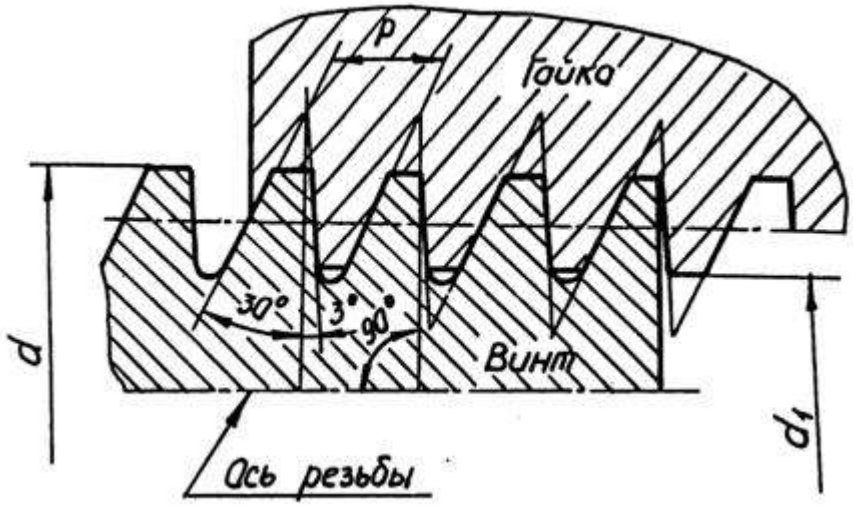


Рис. 7

2 . 5 . Прямоугольна я и квадратная резьбы

Прямоугольная и квадратная резьбы имеют высокий КПД и дают большой выигрыш в силе, поэтому они применяются для передачи осевых усилий в грузовых винтах и движения в ходовых винтах.

Прямоугольная и квадратная резьбы не стандартизованы, так как имеют следующие недостатки:

- в соединении (типа «болт – гайка») трудно устроить биение;

- они обладают прочностью меньшей, чем трапецеидальная резьба, так как основание витка у трапецеидальной резьбы при одном и том же шаге шире,

чем у прямоугольной или квадратной резьб;

- их труднее изготовить, чем трапецеидальную.

В соответственных соединениях эти резьбы заменены трапецеидальными. При изображении этих резьб обязательно указывают ее профиль и размеры (рис. 8). Диаметр резьбы предпочтительно выбирать из ряда номинальных диаметров метрической резьбы.

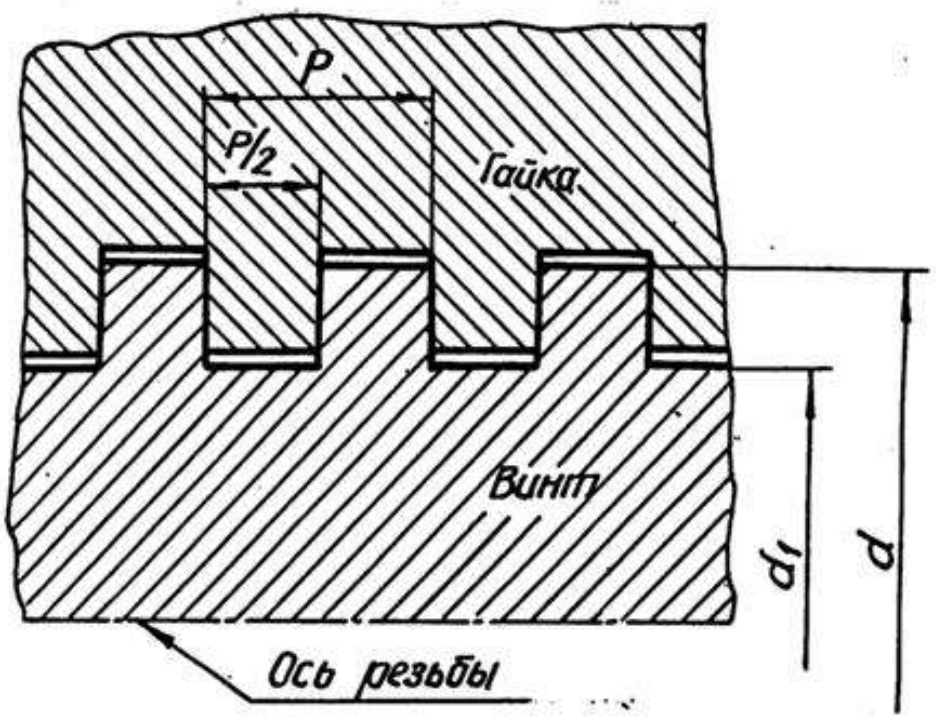


Рис.8

3. ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЗЬБЫ

Все резьбы, независимо от их типа, изображаются на чертежах условно в соответствии с ГОСТ 2.311-68.

Основная условность заключается в проведении сплошной толстой линии вместо выступов резьбы и тонкой сплошной линии вместо впадин; витки резьбы не изображаются. Границу резьбы упрощенно изображают прямой, перпендикулярной к оси изображения; эта прямая, если она видимая, выполняется сплошной толстой линией.

3 . 1 . Изображение наружной резьбы

Изображение резьбы содержит линии, соответствующие: оси резьбы, наружному и внутреннему диаметрам резьбы и границе резьбы. Резьбу на стерж-не изображают сплошными основными линиями по наружному диаметру резь-бы и сплошными тонкими линиями – по внутреннему диаметру (рис. 9).

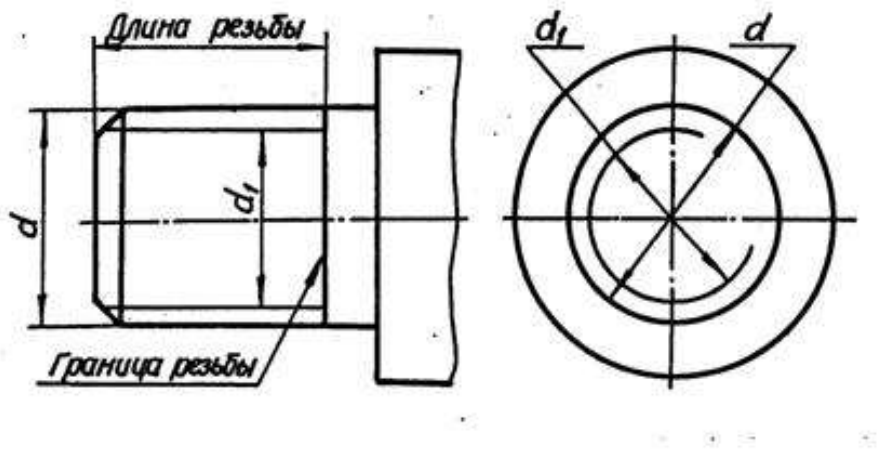


Рис.9

При изображении на плоскости, параллельной оси резьбы, тонкая линия должна пересекать границу фаски на конце стержня и доходить до сплошной линии, ограничивающей резьбу.

При изображении резьбы на плоскости, перпендикулярной к оси резьбы. тонкую линию окружности внутреннего диаметра резьбы проводят в виде дуги, примерно равной ¾ этой окружности. Разрыв окружности допускается делать в любом месте. Расстояние между сплошной и тонкой линиями обычно принимают равным не менее 0,8 мм и не более шага резьбы.

Не принято на этом виде показывать фаску, а также начинать и кончать тонкую линию на центровых (осевых линиях).

3. 2. Изображение внутренней резьбы

Резьбу в отверстии изображают в плоскости разреза сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями – по наружному диаметру.

На виде, полученном проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси резьбы, наружный диаметр резьбы изображают сплошной тонкой линией, приблизительно равной ¾ окружности, разомкнутой в любом месте.

Штриховку на разрезах и сечениях наносят до сплошных основных линий, соответствующих внутреннему диаметру резьбы в отверстии или наружному диаметру резьбы на стержне.

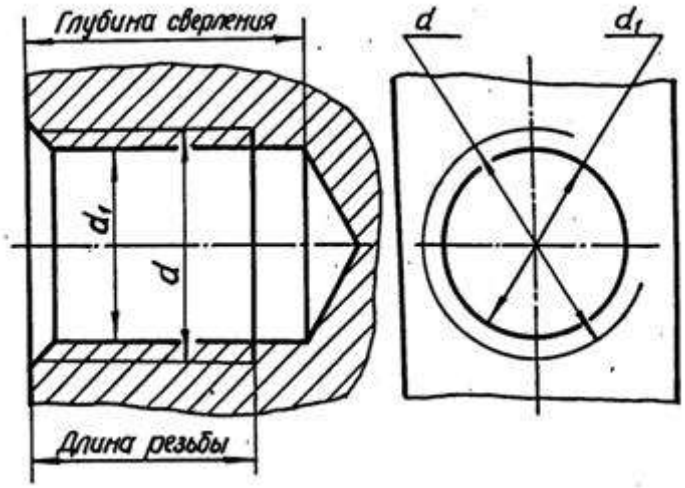


Рис. 10

3 . 3 . Изображение специальных резьб

При изображении резьб нестандартного профиля обязательно выявлять профиль резьбы либо с помощью местного разреза, либо – выносного элемента, указывая все необходимые размеры (наружный и внутренний диаметр резьбы, ширину впадины и шаг резьбы), а также и дополнительные данные: число захо-дов для многозаходной резьбы, направление для левой резьбы (рис. 11).

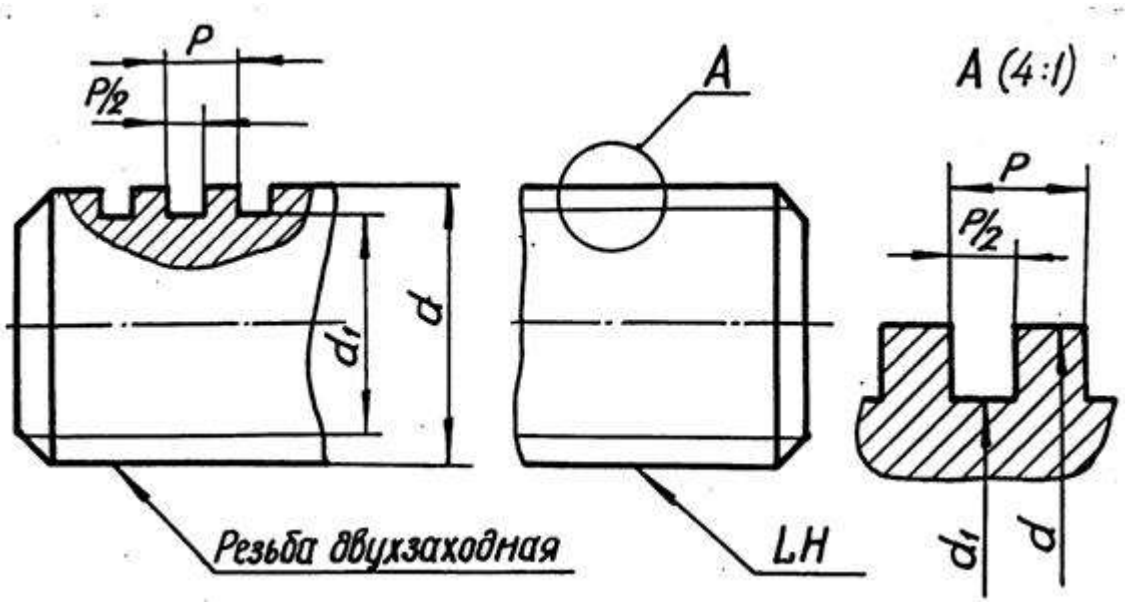


Рис. 11

3 . 4 . Изображение резьбового соединения

На разрезах резьбового соединения наружный диаметр стержня изображают сплошной основной линией, а внутренний диаметр резьбы – сплошной тонкой линией. В отверстии показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня (рис. 12).

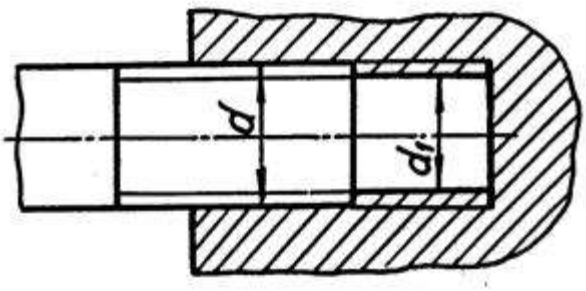
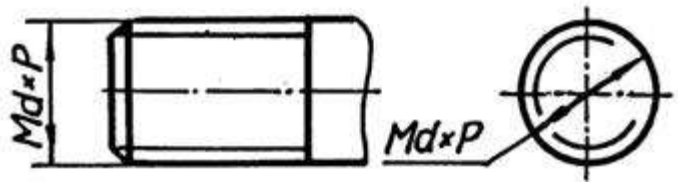
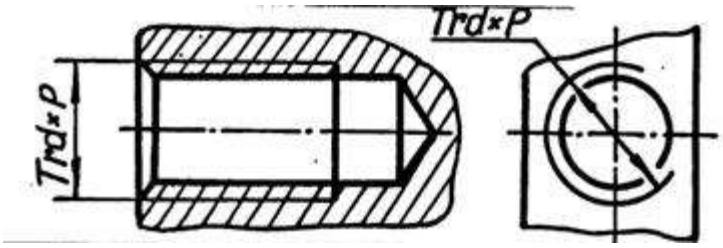
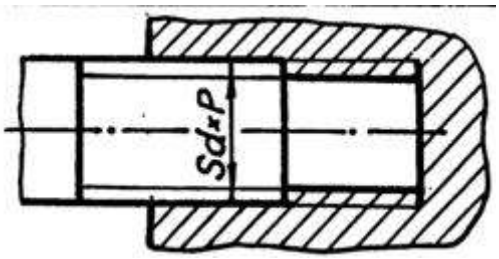
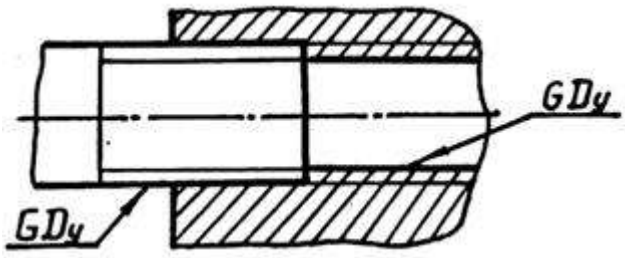


Рис. 12

4. ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБЫ НА ЧЕРТЕЖАХ

Обозначение стандартных резьб указывают по соответствующим нормативным документам. Условные обозначения резьб рассмотрены в гл. 2. Обозначение резьб на чертежах относят к ее наружному диаметру за исключением трубной и конической резьб, которые обозначают на линиях-выносках, оканчивающихся стрелкой. Стрелку проводят от контура резьбы (сплошной основной линии) (табл. 1).

Таблица 1

Типы резьб	Обозначение
Метрическая	
Трапецеидальная	
Упорная	
Трубная резьба цилиндрическая	

5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗЬБЫ

В зависимости от условий и характера производства выполнение резьбы может осуществляться различными способами и инструментами. Для нарезания наружной резьбы применяется плашка, диаметр которой определяется диаметром и шагом резьбы. Метчик применяется для нарезания внутренней резьбы. Часто резьба нарезается на токарных или револьверных станках при помощи резца, заточенного в соответствии с профилем нарезаемой резьбы.

Резьбы имеют технологические элементы, связанные с выходом режущего инструмента из тела детали, к которым относятся: сбег, недорез, проточка и фаска. Технологические параметры резьбы зависят от угла заборной части резьбонарезающего инструмента и шага резьбы (параметры трубной цилиндрической резьбы зависят от диаметра условного прохода резьбы) и соответствуют ГОСТ 27148-86.

5 . 1 . Сбег резьбы

Заборный участок плашки оставляет на стержне резьбу с постепенно уменьшающимся профилем. Длина участка неполноценной резьбы в конце резьбовой части детали, где глубина ее сходит на нет, называется сбегом резь-бы. Сбег резьбы изображают сплошными тонкими линиями (рис. 13). Размер длины резьбы на стержне и в отверстии указывают, как правило, без сбега, но его учитывают при конструировании деталей.

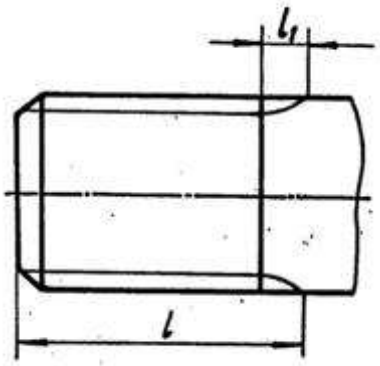


Рис. 13

5 . 2 . Недовод резьбы

В случае, когда вырезаемая часть стержня ограничивается опорной по-верхностью (буртиком, головкой, заплечником), при нарезании резьбы плашка во избежание поломки, обычно не доводится до упора в эту поверхность. Вели-чина ненарезанной части детали между концом сбега резьбы и упорной поверх-ностью называется недоводом резьбы. Недовод зависит от шага резьбы; он не больше двух шагов, а для внутренней – не более трех шагов.

5 . 3 . Недорез резьбы

Длина участка детали, состоящая из недовода и сбега при нарезании резьбы в упор называется недорезом (рис. 14).

Численные значения сбега и недовода резьбы стандартизованы ГОСТ 27148-86. Рекомендуется принимать длину участка недореза равной примерно трем шагам, но не более 0,5 *d*, где *d* – размер номинального диаметра резьбы.

5 . 2 . Фаска

До нарезания резьбы на конце стержня и в начале отверстия выполняются фаски. Эти фаски представляют собой коническую поверхность, образующая которой составляет с осью резьбы угол 45 . Фаски упрощают процесс нареза-ния резьбы и облегчают соединение между собой резьбовых деталей.

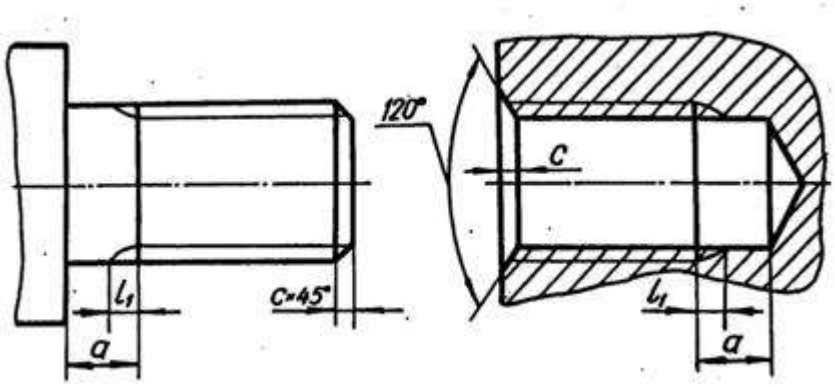


Рис. 14

5 . 5 . Проточка

С целью облегчения процесса нарезания резьбы обычно выполняются наружные или внутренние проточки для выхода резьбонарезающего инструмента. Если на участке сбега резьбы заранее вытачивается канавка, то при нарезании резьбы режущая часть инструмента выйдет в нее, и резьба на всем протяжении имеет полный профиль. Проточки могут иметь прямоугольный или полукруг-лый профиль.

Диаметр наружной проточки выполняется несколько меньшим внутреннего диаметра резьбы, диаметр же внутренней проточки выполняется несколь-ко большим наружного диаметра резьбы (рис. 15).

Форма и размеры наружных и внутренних проточек зависят от типа резь-бы и ее шага и устанавливаются ГОСТ 27148-86.

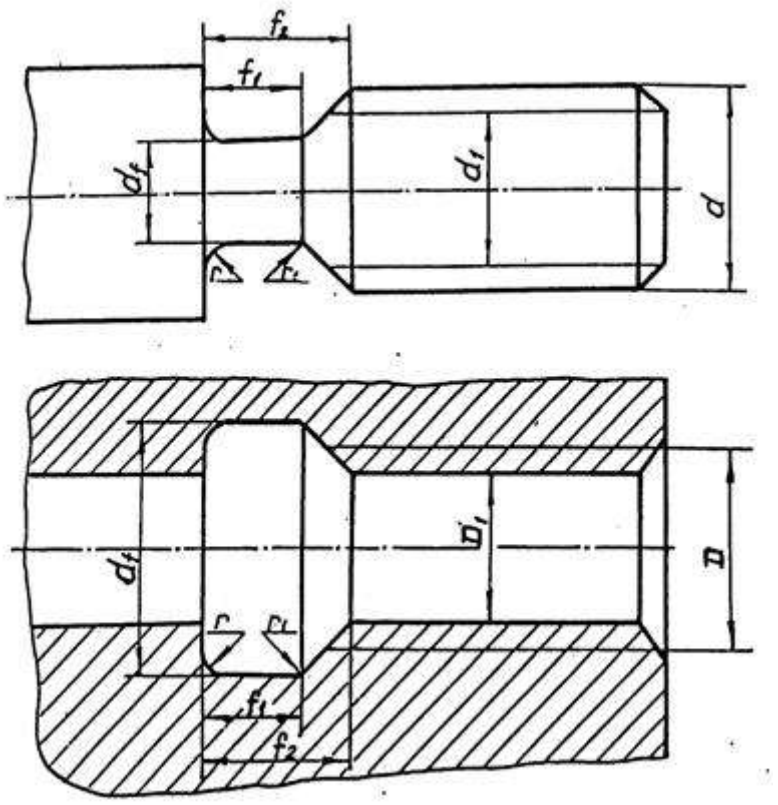


Рис. 15

6. ЗАДАНИЕ ПО ТЕМЕ «РЕЗЬБЫ»

6 . 1 . Цель задания

Целью задания является изучение резьб, применяемых в машинострое-нии, условное изображение и обозначение резьбы и ее технологических эле-ментов. При изучении резьбы и выполнении задания студент должен приобре-сти навыки общения с государственными стандартами по данной теме.

6 . 2 . Содержание задания

Задание выполняется карандашом на формате Ф3 в масштабе 1:1. Вычертить вал в соответствии со своим вариантом, обозначив размеры технологических элементов резьб.

Выполнить сечение по шпоночному пазу.

Варианты заданий

Таблица 2

Номер варианта	Тип вала	Диаметр вала D_B	Левый конец вала			Правый конец вала		
			Тип резьбы	d	P	Тип резьбы	d	P
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	I	80	*M*	64	4,0	*S*	28	5,0
2	II	60	*Tr*	42	3,0	*M*	27	2,0
3	III	70	*M*	64	6,0	*Tr*	42	3,0
4	IV	26	*M*	24	3,0	*Tr*	40	3,0
5	I	60	*M*	42	4,0	*Tr*	48	3,0
6	II	63	*M*	30	3,5	*Tr*	44	3,0
7	III	71	*Tr*	50	3,0	*M*	27	3,0
8	IV	27	*M*	27	3,0	*Tr*	42	3,0
9	I	63	*M*	42	3,0	*S*	20	2,0
10	II	70	*Tr*	48	3,0	*M*	36	4,0
11	III	73	*M*	64	4,0	*Tr*	48	3,0

Продолжение табл. 2

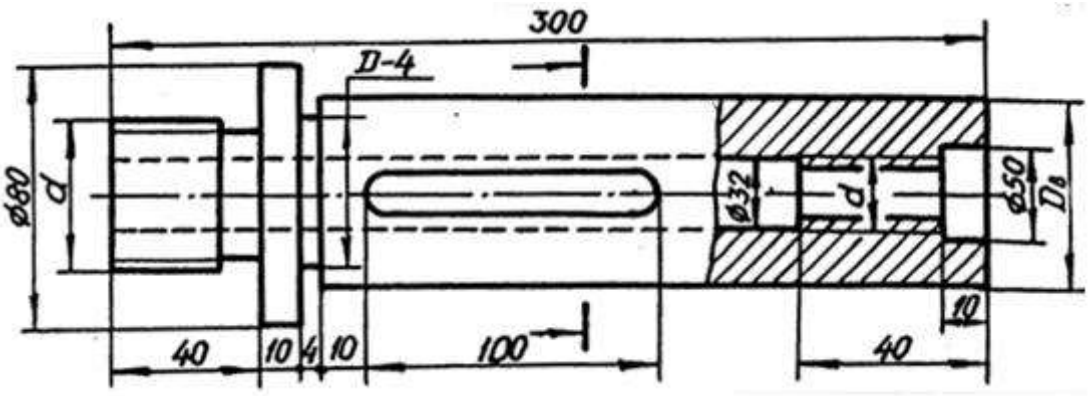
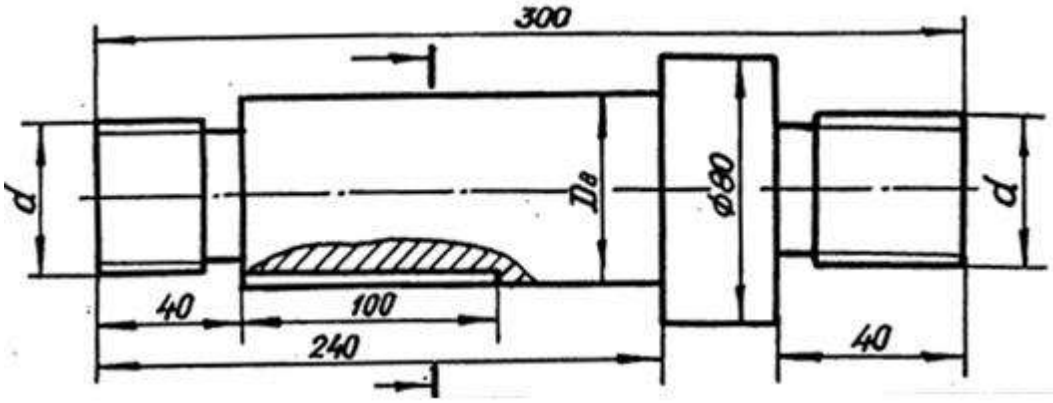
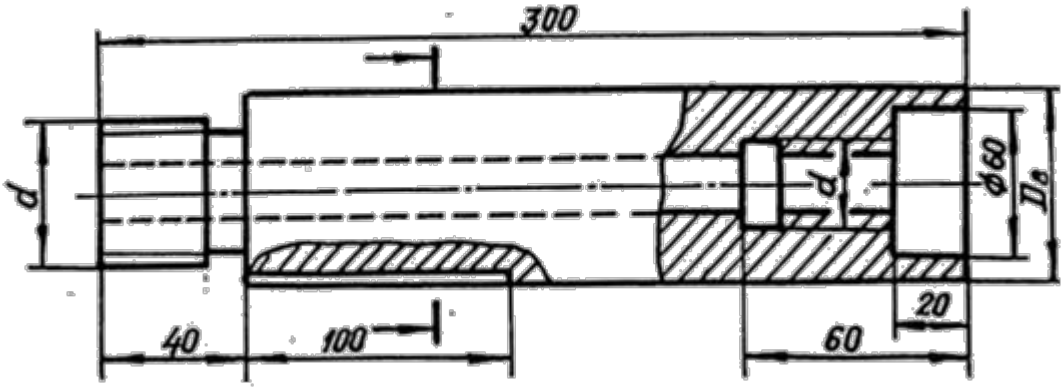
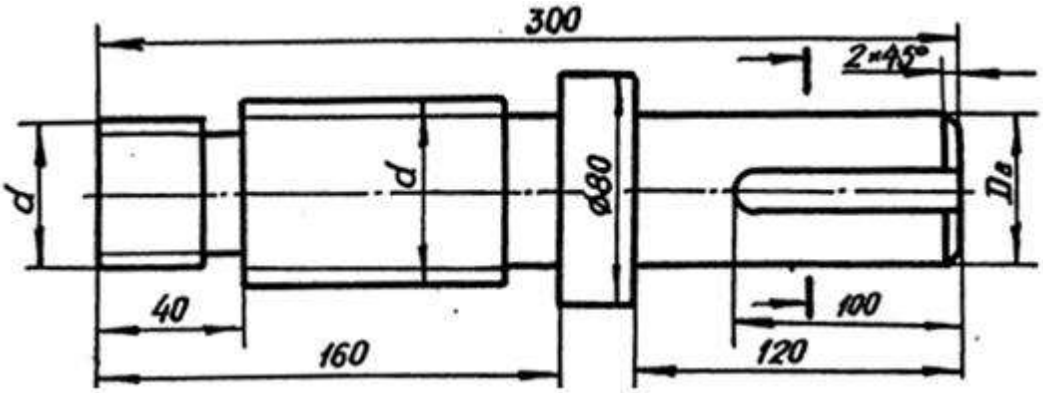
1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	IV	30	*M*	30	3,5	*Tr*	42	3,0
13	I	70	*M*	64	3,0	*Tr*	24	2,0
14	II	60	*M*	48	2,0	*Tr*	40	3,0
15	III	75	*M*	60	4,0	*Tr*	42	3,0
16	IV	40	*M*	42	3,0	*Tr*	65	4,0
17	I	71	*M*	64	3,0	*Tr*	46	3,0
18	II	65	*Tr*	28	2,0	M	30	3,5
19	III	78	*M*	45	4,5	*Tr*	30	3,0
20	IV	28	*M*	24	2,0	*Tr*	44	3,0
21	I	73	*M*	52	5,0	*Tr*	28	2,0
22	II	67	*M*	42	3,0	*Tr*	30	3,0
23	III	80	*Tr*	50	3,0	*M*	24	3,0
24	IV	32	*M*	27	2,0	*Tr*	46	3,0
25	I	75	*M*	48	3,0	*S*	22	2,0
26	II	71	*Tr*	65	4,0	*M*	48	3,0
27	III	82	*M*	56	5,5	*Tr*	40	3,0
28	IV	32	*M*	30	3,0	*Tr*	48	3,0
29	I	80	*M*	42	4,0	*Tr*	24	2,0
30	II	73	*M*	64	3,0	*Tr*	50	3,0
31	III	85	*Tr*	46	3,0	*M*	22	2,5
32	IV	28	*M*	24	1,5	*Tr*	40	3,0
33	I	85	*M*	48	4,0	*S*	32	6,0
34	II	80	*Tr*	42	3,0	*M*	33	2,0
35	III	70	*M*	39	1,5	*Tr*	24	2,0
36	IV	40	*M*	39	1,5	*Tr*	50	3,0
37	I	82	*M*	56	5,5	*Tr*	24	2,0

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
38	II	72	*M*	48	4,0	*Tr*	50	3,0
39	III	71	*Tr*	50	3,0	*M*	30	3,5
40	IV	36	*M*	42	2,0	*Tr*	52	3,0
41	I	63	*M*	48	2,0	*S*	26	5,0
42	II	71	*Tr*	65	4,0	*M*	36	3,0
43	III	73	*M*	48	3,0	*Tr*	28	2,0
44	IV	40	*M*	42	4,5	*Tr*	60	3,0
45	I	80	*M*	64	6,0	*Tr*	28	2,0
46	II	75	*M*	30	3,0	*Tr*	24	2,0
47	III	75	*Tr*	65	4,0	*M*	36	3,0
48	IV	28	*M*	24	3,0	*Tr*	40	3,0
49	I	65	*M*	42	3,0	*S*	26	2,0
50	II	80	*Tr*	55	3,0	*M*	39	4,0
51	III	78	*M*	64	4,0	*Tr*	44	3,0
52	IV	32	*M*	27	2,0	*Tr*	42	3,0
53	I	67	*M*	48	5,0	*S*	26	2,0
54	II	82	*M*	48	2,0	*Tr*	65	4,0
55	III	80	*Tr*	52	3,0	*M*	36	4,0
56	IV	40	*M*	42	4,0	*Tr*	65	4,0
57	I	78	*M*	48	4,0	*S*	32	6,0
58	II	85	*Tr*	42	3,0	*M*	42	4,0
59	III	82	*M*	48	3,0	*S*	32	3,0
60	IV	36	*M*	30	1,5	*Tr*	44	3,0

Типы валов

Таблица 3

Тип вала	Исходный чертеж	
	Левый конец вала	Правый конец вала
I		
II		
III		
IV		

7. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

7 . 1 . Конец вала с метрической резьбой на стержне

По заданию на конце вала необходимо изобразить метрическую резьбу с ее технологическими элементами и нанести размерную сетку (рис. 16). Приступая к вычерчиванию, рекомендуется необходимые размеры сводить в табл. 4, например, требуется изобразить метрическую резьбу с номинальным диаметром 36 мм и шагом 3 мм.

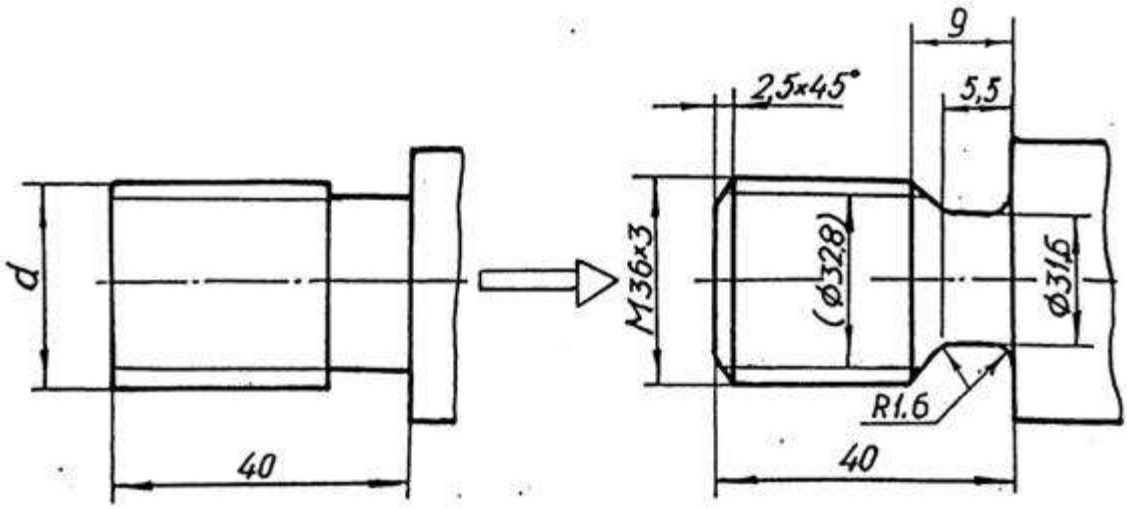


Рис. 16

Таблица 4

Размеры	Обозначение	Величина	Номер табл.	Стр.
Тип резьбы	*M*		2	20…22
Номинальный диаметр резьбы	*d*	36		
Шаг резьбы	*P*	3	2	
Вид шага		мелкий	5	
Внутренний диаметр резьбы	D_1	32,8	5	
Диаметр проточки	*d*	*d*-4.4	6	
Ширина проточки (нормальной)	f_1 min	5,2	6	
	f_2 max	9,0	6	
Радиусы скругления проточки	r	*P*: 2~1,6	6	
Высота фаски	c	2,5	6	

Таблица 5

Шаг метрической резьбы P	Диаметр резьбы		Шаг метрической резьбы P	Диаметр резьбы	
	наружный $d(D)$	внутренний $d_1(D_1)$		наружный $d(D)$	внутренний $d_1(D_1)$
с крупным шагом			с мелким шагом		
1	6	4,9	1,5	24	22,4
1,25	8	6,6		30	28,4
1,5	10	8,4		39	37,4
1,75	12	10,1	2	20	17,8
2	14	11,8		24	21,8
2	16	13,8		27	24,8
2,5	18	15,3		30	27,8
2,5	20	17,3		33	30,8
2,5	22	19,3		36	33,8
3	24	20,8		42	39,8
3	27	23,8		48	45,8
3,5	30	26,2		72	69,8
2,5	33	29,2	3	30	26,8
4	36	31,7		36	33,8
4	39	34,7		42	38,8
4,5	42	37,1		48	44,8
4,5	45	40,1		64	60,8
5	48	42,3	4		
5	52	46,6		42	37,7
5,5	56	50,0		48	43,7
5,5	60	54,0		64	59,7
6	64	57,5			
6	68	61,5			

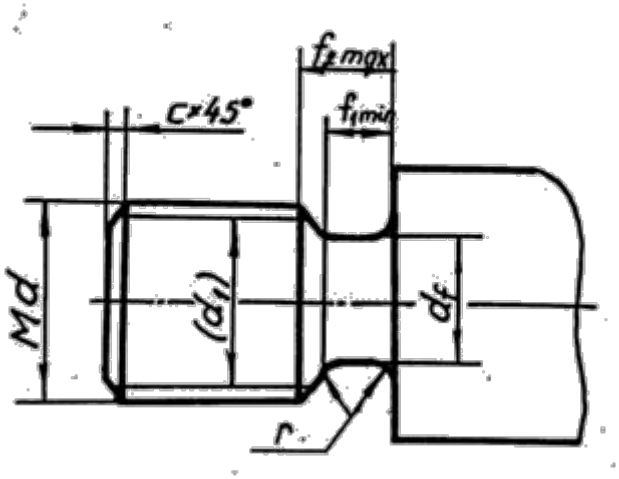


Таблица 6

Шаг резьбы	Номинальный диаметр резьбы с крупным шагом	d_f	Проточка нормальная		Проточка узкая		r 0,5P	c
			f_1min	f_2max	f_1min	f_2max		
1	6; 7	d-1,6	1,6	3,0	1,1	2,5	0,6	1,0
1,5	10	d-2,3	2,5	4,5	1,8	3,8	0,8	1,6
2	14; 16	d-3,0	3,4	6,0	2,5	5,0	1,0	2,0
2,5	18; 20; 22	d-3,6	4,4	7,5	3,2	6,3	0,2	2,5
3	24; 27	d-4,4	5,2	9,0	3,7	7,5	1,6	2,5
3,5	30; 33	d-5,0	6,2	10,5	4,7	9,0	1,6	2,5
4	36; 39	d-5,7	7,0	12,0	5,0	10,0	2,0	3,0
4,5	42; 45	d-6,4	8,0	13,5	5,5	11,0	2,0	3,0
5	48; 52	d-7,0	9,0	15,0	6,5	12,5	2,5	4,0
5,5	56; 60	d-7,7	11,0	17,5	7,5	14,0	3,2	4,0
6	64; 68	d-8,3	11,0	18,0	8,0	15,0	3,2	4,0

7 . 2 . Конец вала с метрической резьбой в отверстии

При вычерчивании в отверстии метрической резьбы внутренний диаметр определяется по табл. 5, а размеры проточки – по табл. 7.

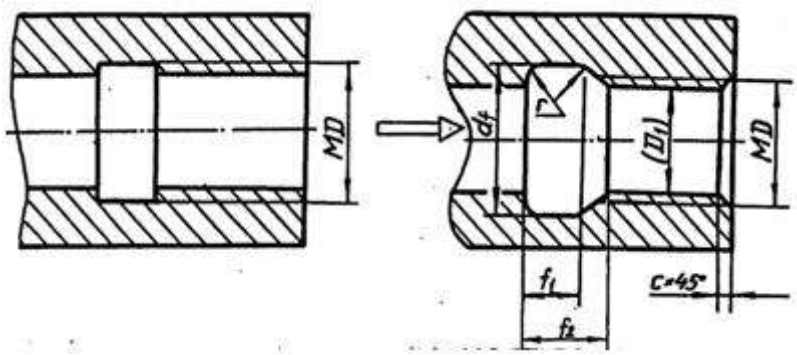
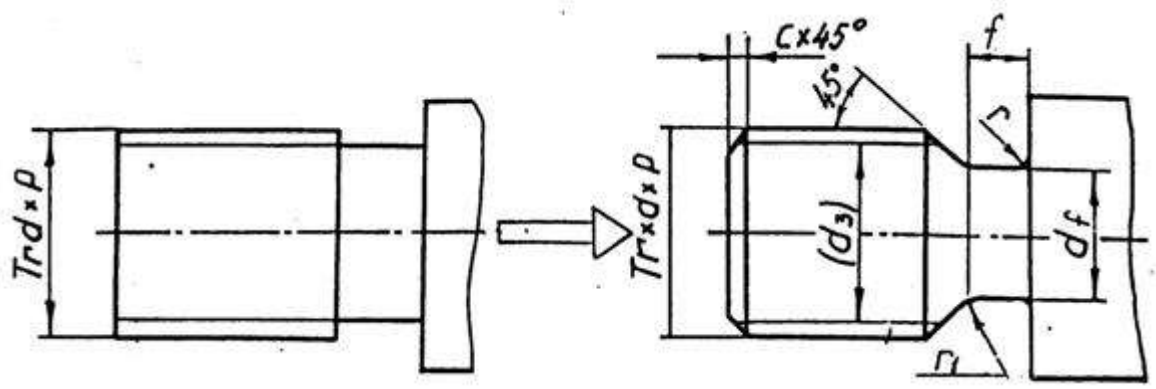


Таблица 7

Шаг резьбы	d_f	Проточка нормальная		Проточка узкая		r 0,5P	c
		$f_1$min	$f_2$max	$f_1$min	$f_2$max		
1	d+0,5	4	5,2	2,5	3,7	0,6	1,0
1,5	d+0,5	6	7,8	3,8	5,6	0,8	1,6
2	d+0,5	8	10,3	5,0	7,3	1,0	2,0
2,5	d+0,5	10	13,0	6,3	9,3	0,2	2,5
3	d+0,5	12	15,2	7,5	10,7	1,6	2,5
3,5	d+0,5	14	17,0	9,0	12,7	1,6	2,5
4	d+0,5	16	20,0	10,0	14,0	2,0	3,0
4,5	d+0,5	18	23,0	11,0	16,0	2,0	3,0
5	d+0,5	20	26,0	12,5	18,5	2,5	4,0
5,5	d+0,5	22	28,0	14,0	20,0	3,2	4,0
6	d+0,5	24	30,0	15,0	21,0	3,2	4,0

7 . 3 . Конец вала с трапецеидальной резьбой на стержне

При вычерчивании резьбы на стержне внутренний диаметр определяют по табл. 8, а размеры проточки – по табл. 9.



Шаг резьбы	Диаметр			
	Наружная резьба		Внутренняя резьба	
P	d, D	d_3	D_1, d_1	D_4
2	24	21,5	22,0	24,5
	28	25,6	26,0	28,5
3	30	26,5	27,0	30,5
	40	36,5	37,0	40,5
	42	38,5	39,0	42,5
	44	40,5	41,0	44,5
	46	42,5	43,0	46,5
	48	44,5	45,0	48,5
	50	46,5	47,0	50,5
	52	48,5	49,0	52,5
	55	51,5	52,0	55,5
	60	56,5	57,0	60,5
4	65	60,5	61,0	65,5

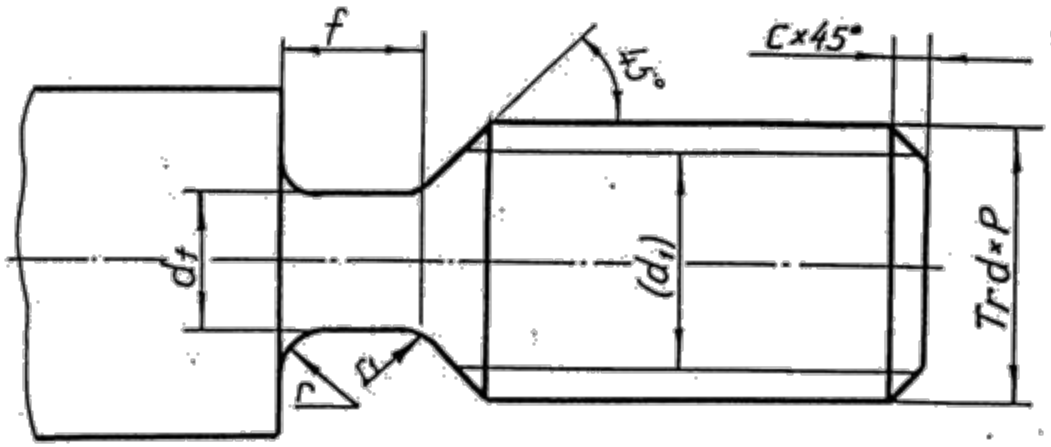


Таблица 9

Шаг резьбы	d_f	f_1	r	r_1	c
2	*d*-3,0	3	1,0	0,5	1,6
3	*d*-4,2	5	1,6	0,5	2,0
4	*d*-5,2	6	1,6	1,0	2,5
5	*d*-7,0	8	2,0	1,0	3,0
6	*d*-8,0	10	3,0	1,0	3,5
8	*d*-10,2	12	3,0	1,0	4,5
10	*d*-12,5	16	3,0	1,0	5,5

7 . 4 . Конец вала с трапецеидальной резьбой в отверстии

При вычерчивании трапецеидальной резьбы в отверстии следует учитывать зазор между стержнем и «гайкой», изображение выполняют по размерам диаметров, указанных в табл. 8, но на чертеже обозначают резьбу по номинальному размеру. Проточку вычерчивают по размерам, приведенным в табл. 10.

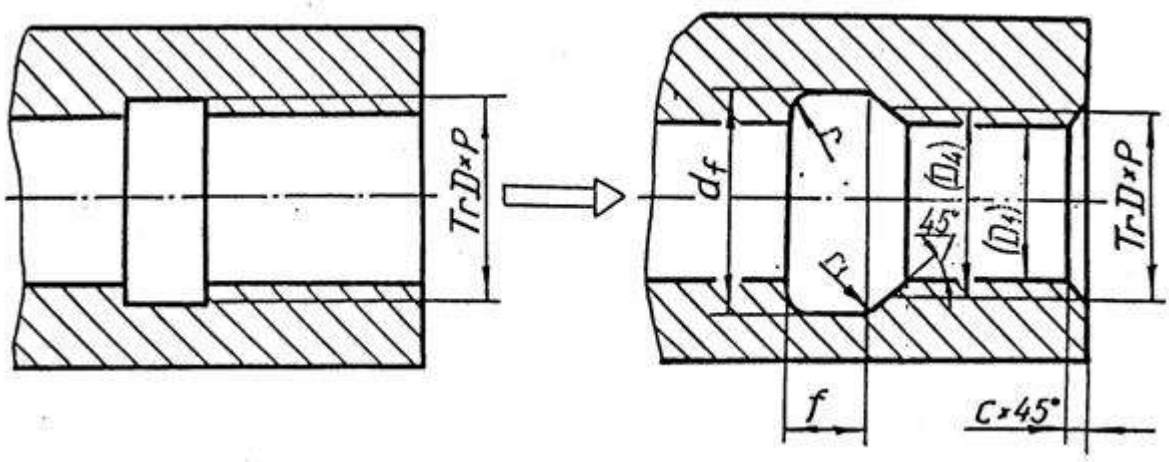


Таблица 10

Шаг резьбы	d_f	f_1	r	r_1	c
2	d+1,0	3	1,0	0,5	1,6
3	d+1,0	5	1,6	0,5	2,0
4	d+1,1	6	1,6	1,0	2,5
5	d+1,6	8	2,0	1,0	3,0
6	d+1,6	10	3,0	1,0	3,5
8	d+1,8	12	3,0	1,0	4,5
10	d+1,8	16	3,0	1,0	5,5

7 . 5 . Конец вала с упорной резьбой в отверстии

Размеры, необходимые для вычерчивания упорной резьбы, представлены в табл. 11.

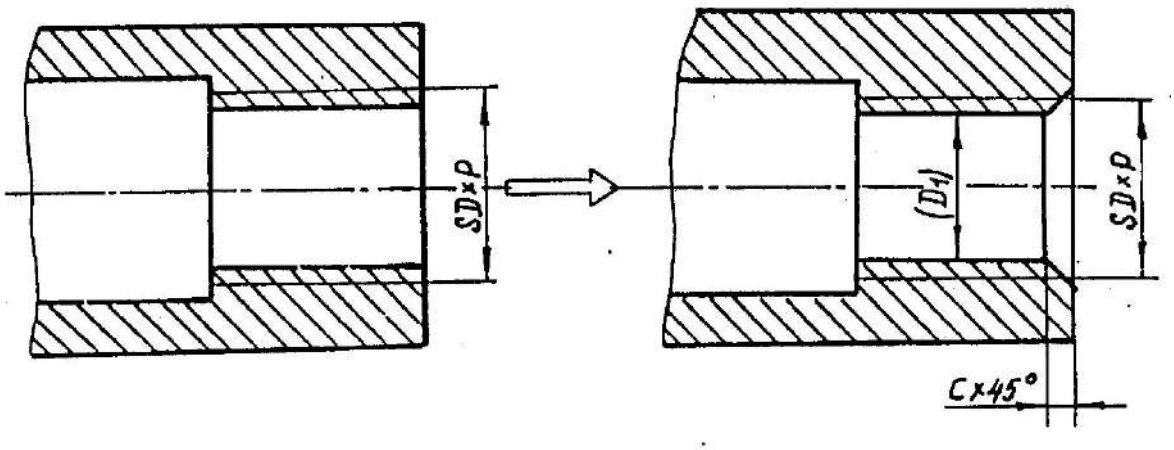


Таблица 11

Шаг резьбы *P*	Диаметр		Фаска *c*
	Наружный *d*, *D*	Внутренний D_1	
2	20	17,0	1,6
2	22	19,0	1,6
2	26	23,0	1,6
3	32	27,5	2,0
5	26	18,5	3,0
5	28	20,5	3,0
6	32	23,0	3,5

7 . 6 . Изображение шпоночного паза Г ОС Т 233 60 – 78

Шпонкой называется деталь, устанавливаемая в пазах двух соприкасающихся деталей для предотвращения их относительного перемещения и для передачи крутящего момента.

Форму шпоночного паза на валу обычно показывают сечением. Размеры шпоночного паза, зависящие от диаметра цапфы вала, представлены в табл. 12.

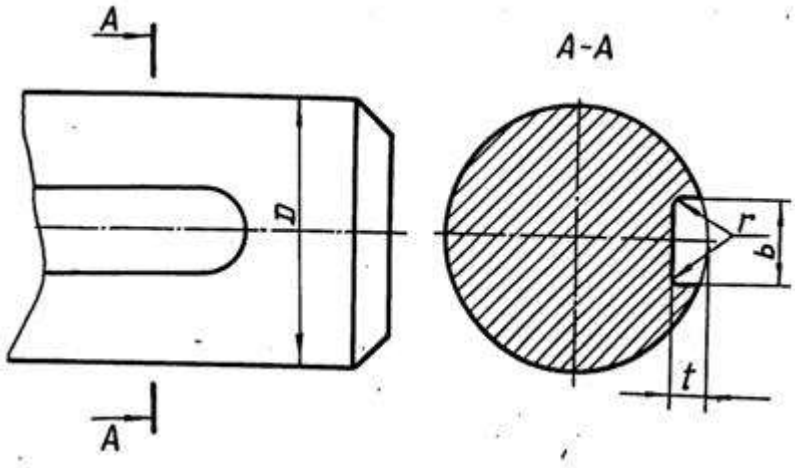
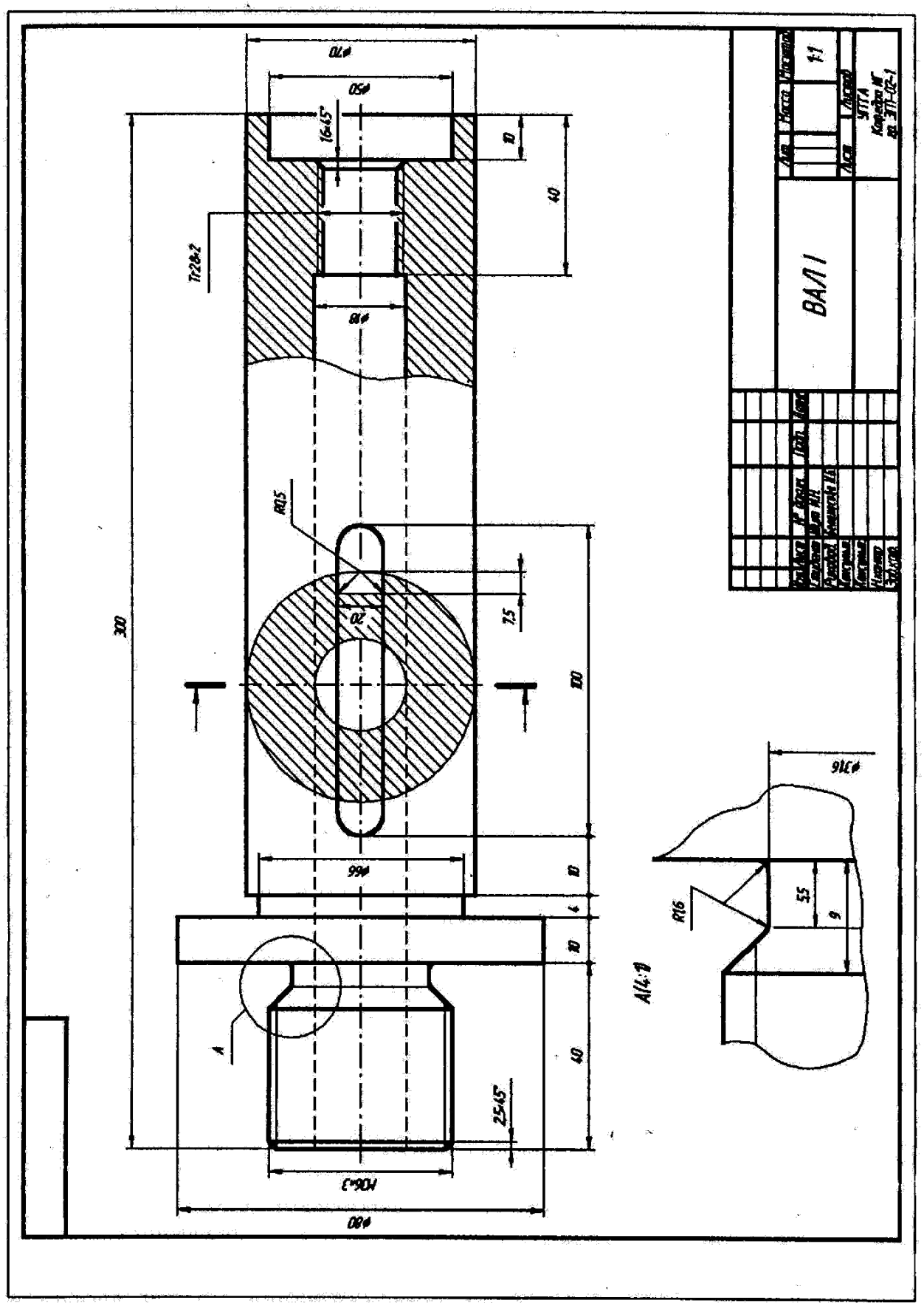
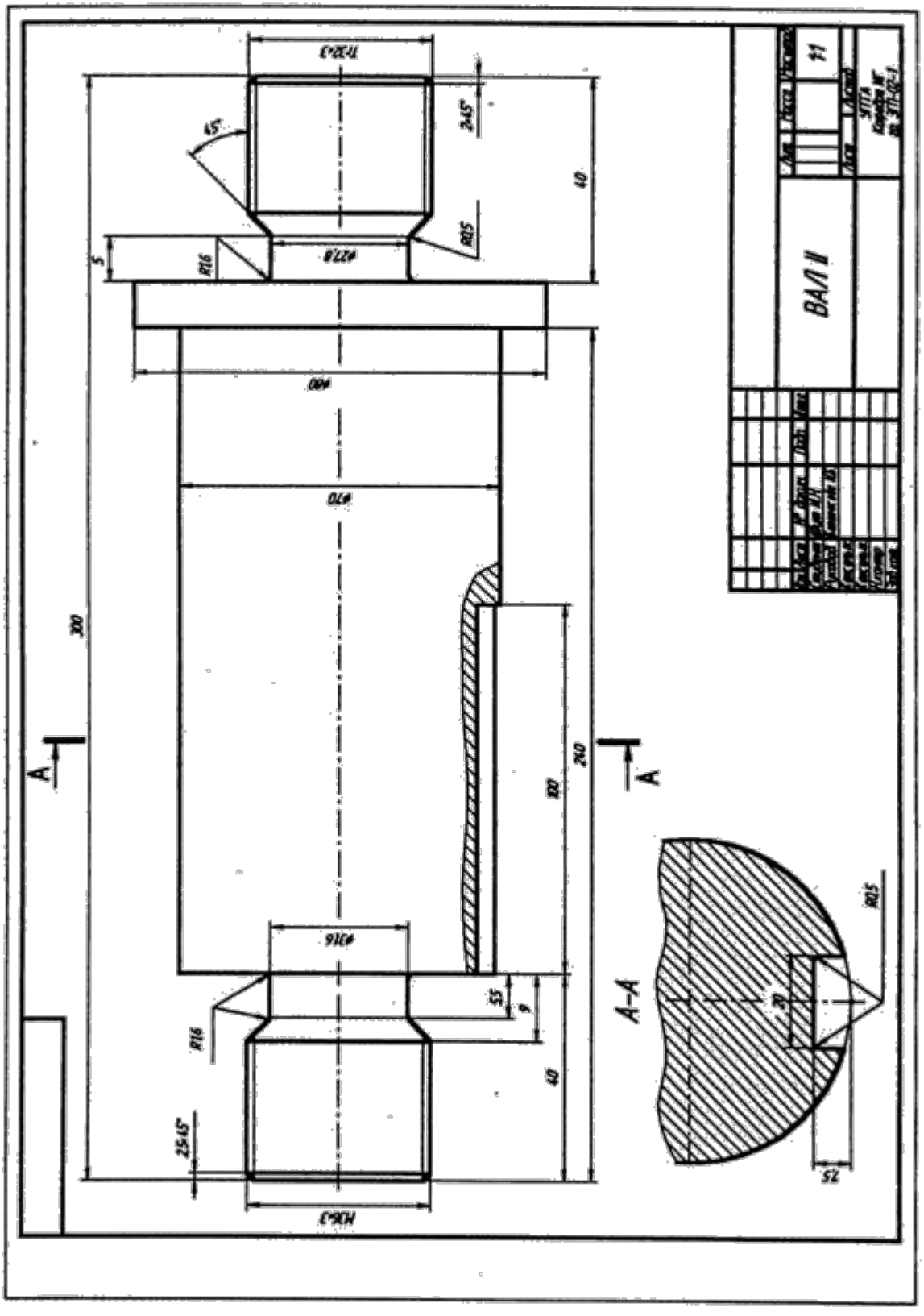
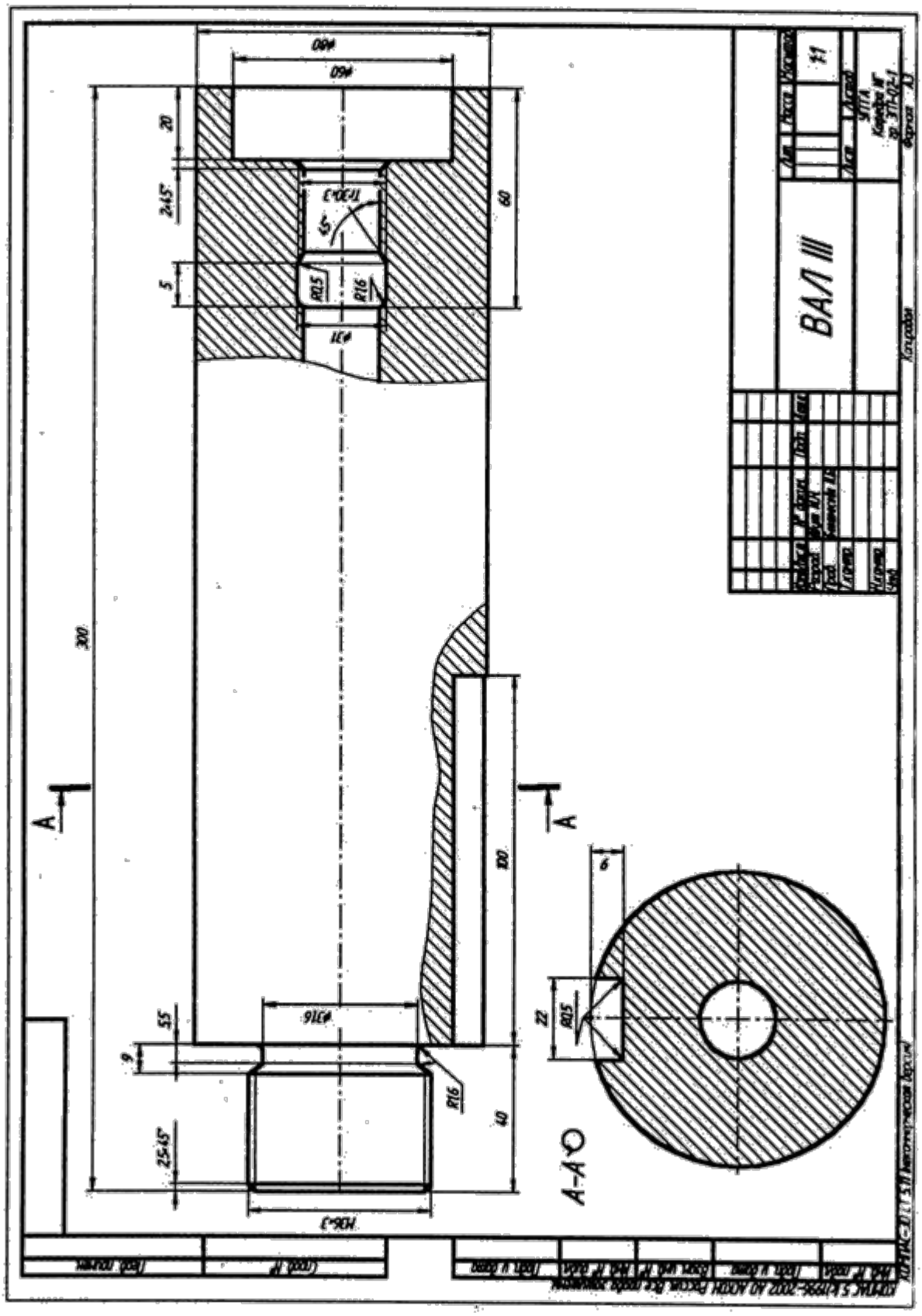


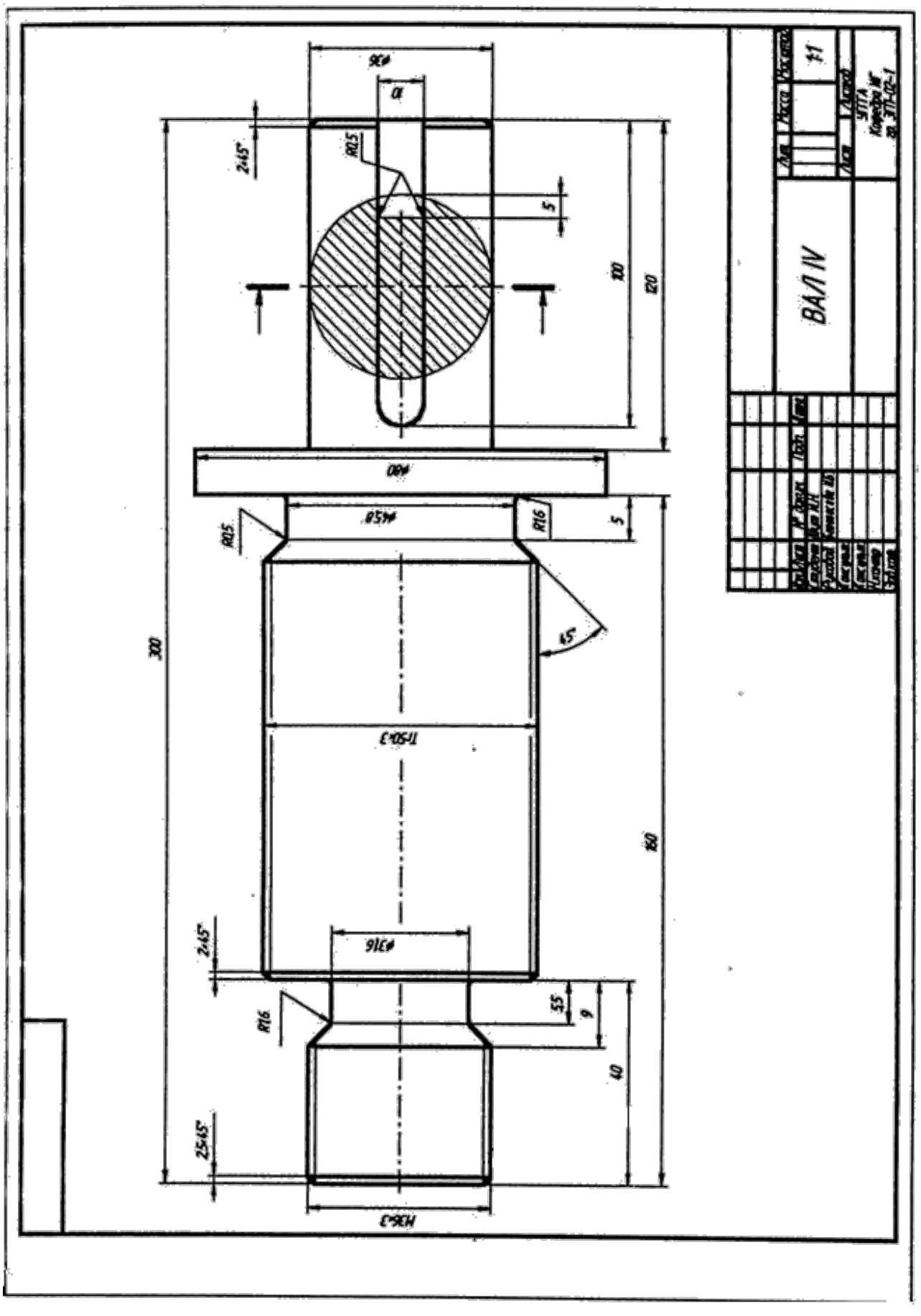
Таблица 12

Диаметр вала О	Шпоночный паз		
	Ширина *b*	Глубина *t*	Радиус закругления *r*
Свыше 22 до 30	8	4,0	От 0,16 до 0,25
30 38	10	5,0	0,25 0,40
38 44	12	5,0	0,16 0,40
44 50	14	5,5	0,25 0,40
50 58	16	6,0	0,25 0,40
58 65	18	7,0	0,25 0,40
65 75	20	7,5	0,40 0,60
75 85	22	9,0	0,40 0,60


ВАЛ I
1:1
Масса
Масштаб
Лист
Листов
УГТУ
Кафедра МГ
гр. ЭТ-02-1
Разраб.
Пров.
Т.контр.
Н.контр.
Утв.
Изм.
Кол.уч.
№док.
Подп.
Дата
300
40
10
16,45°
M28x2
Ø16
R15
Ø2
7,5
100
Ø99
10
4
10
40
2,5
45°
M24x3
Ø80
Ø16
55
9
R16
А(4:1)


ВАЛ II
А-А
А
А
300
240
100
40
5
55
52
R16
R15
45°
2×45°


ВАЛ III
А-А
300
100
60
40
55
9
20
5
22
6


ВАЛ IV
1:1
300
120
100
80
40
55
9
5
16
45
2×45°
R25
R16
Ø36k3
Ø31h6
Ø45h8
Ø40h6

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Анурьев В. И.* Справочник конструктора-машиностроителя. Т. 1. – М.: Машиностроение, 1990.
2. *Баева Г. Г.* Условности машиностроительного черчения. Методическая разработка. Свердловский горный институт. – Свердловск, 1976.
3. ГОСТ 27148-86 (СТ СЭВ 214-86). Выход резьбы, сбеги, недорезы, проточки. Размеры.
4. *Попова Г. Н.*, *Алексеев С. Ю.* Машиностроительное черчение. Справочник. – М.: Машиностроение, 1986.
5. *Потишко А. В., Крушевская Д. П.* Справочник по инженерной графике. – Киев: Будівельник, 1983.
6. Резьбы. – М.: Изд. стандартов, 1985.
7. *Розов С. В.* Курс машиностроительного черчения с элементами автоматизированного контроля. - М.: Машиностроение, 1980.
8. *Чекмарев А. А.*, *Осипов В. К.* Справочник по машиностроительному чер-чению. М.: Высшая школа, 1994.

Ирина Борисовна Белоносова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

«Резьба»

Методическое пособие
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

Подписано в печать . .201 г.
Бумага офсетная. Формат бумаги 60 84 1/16. Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе. Печ. л. 2,4 Уч.-изд. 2,05. Тираж экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30 Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Горно-технологического

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
Горно-технологического факультета

Н. В. Колчина

И. Б. Белоносова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.
БОЛТОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Методическое пособие
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

Издание УГГУ Екатеринбург, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ ……..… 4
ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ……...5
СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ ……6
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ …..... 13
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ……..... 18

ВВЕДЕНИЕ

Болтовые соединения широко применяются во всех отраслях промышленности и строительства, трудно представить себе машину или механизм без этого вида соединения.

При выполнении машиностроительных чертежей значительную часть времени конструктор затрачивает на вычерчивание изображения крепежных деталей и в частности болтов, гаек и т.д.

В этой связи необходимо отметить, что выполнение всех правил, установленных соответствующими стандартами, а также рекомендаций справочников, учебников, основанных на опыте конструкторов, значительно облегчают и упрощают этот трудоемкий процесс.

Настоящее методическое пособие предназначено для изучения и закрепления знаний, указанных правил и рекомендаций.

Работа содержит исходные данные индивидуальных заданий, описание основных крепежных деталей болтового соединения, методику определения размеров, необходимых для выполнения чертежа соединения деталей болтами различных конструкций, а также принципы формирования условных обозначений крепежных деталей.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Чертеж болтового соединения является частью задания «Условности машиностроительного черчения». Это задание выполняют студенты технологических и механических специальностей университета.

Работу выполняют в формате А 4 карандашом. Оформляется чертеж в соответствии с требованиями ЕСКД. Масштаб изображения следует выбирать в зависимости от размеров крепежных деталей.

СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

Чертеж болтового соединения (рис. 2) содержит три изображения: полный фронтальный разрез, расположенный на месте главного вида, вид сверху и вид слева; на изображениях следует нанести обозначения резьбы, длину болта и размер под ключ. Кроме того, чертеж должен содержать условные обозначения крепежных изделий.

В качестве исходных параметров для выполнения чертежа дана толщина соединяемых деталей и вид крепежных изделий, определенный стандартами, а также размер резьбы болта. Эти данные приведены в таблице 1.

Общие сведения о крепежных деталях болтового соединения.

Соединение деталей болтом обычно состоит из трех стандартных крепежных изделий: болт, гайка и шайба. В некоторых случаях, обычно когда болтовое соединение работает в условиях повышенной вибрации, для предотвращения самопроизвольного отвинчивания гайки применяются шплинты (рис. 1). ***Шплинтом*** называется изделие, изготовленное из стальной проволоки полукруглого сечения, сложенной вдвое и предназначенное для фиксирования болта относительно гайки. Основными параметрами шплинта является его длина l и условный диаметр d_o. Условный диаметр шплинта равен диаметру отверстия болта под шплинт.



Рис. 1. Шплинт

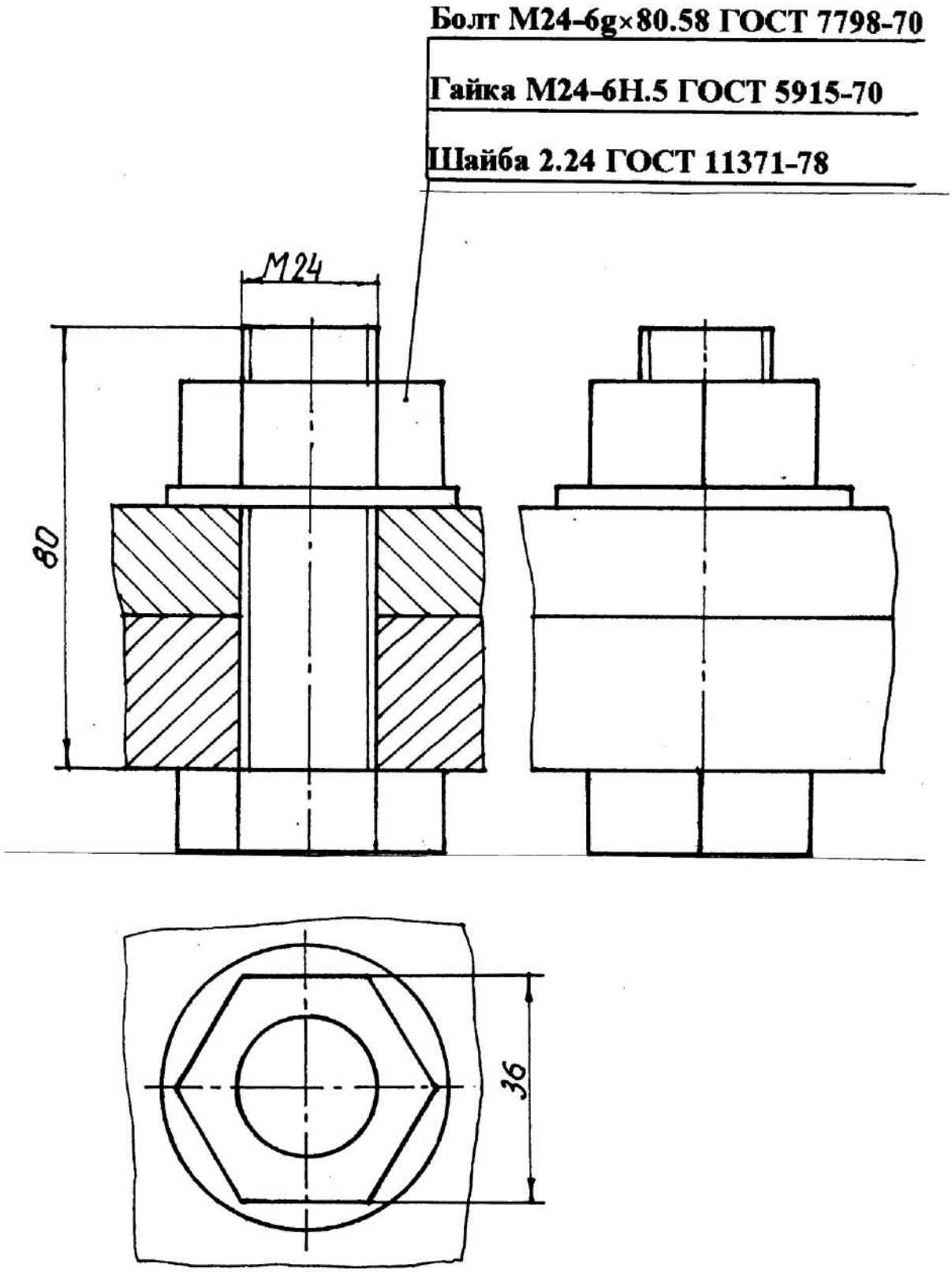


Рис. 2. Чертеж болтового соединения

Исходные данные

Таблица 1

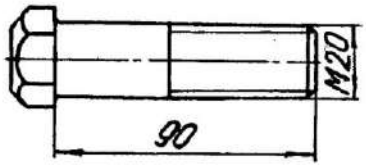
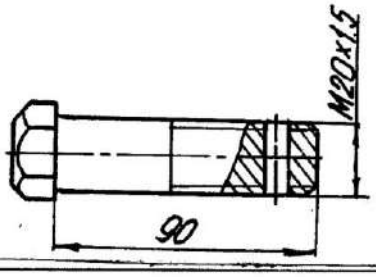
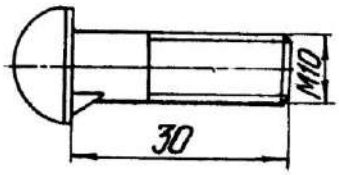
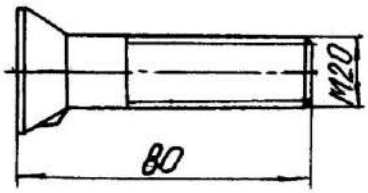
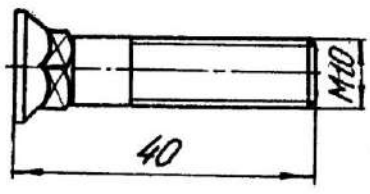
Номер варианта	БОЛТ					ГАЙКА		ШАЙБА
	Номинальный диаметр резьбы, мм	Шаг резьбы, мм	Исполнение	Толщина деталей	Номер ГОСТ	Исполнение	Номер ГОСТ	Номер ГОСТ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	20	2,5	1	40 40	7796-70	2	5915-70	11371-78
2	10	1,5	1	30 30	7783-81	1	5916-70	11371-78
3	10	1,25	4	10 20	7798-70	2	5918-73	6958-78
4	12	1,75	2	20 40	7785-81	2	5916-70	11371-78
5	12	1,25	1	15 20	7805-70	-	5927-70	10450-78
6	16	2,0	-	20 20	7786-81	1	5915-70	11371-78
7	24	2,0	2	30 40	7796-70	1	5918-73	11371-78
8	10	1,5	1	30 30	7783-81	1	3032-76	10450-78
9	12	1,75	3	20 30	7798-70	-	15523-70	6402-70
10	12	1,75	-	20 50	7786-81	2	3032-76	6958-78
11	16	2,0	2	30 30	7805-70	-	5918-73	11371-78
12	16	2,0	1	40 40	7785-81	1	3032-76	10450-78
13	30	3,5	3	50 40	7796-70	1	5916-70	6958-78
14	20	2,5	2	30 50	7783-81	2	3032-76	6958-78
15	16	1,5	2	20 20	7798-70	1	5918-73	10450-78
16	10	1,5	2	15 15	7785-81	1	3032-76	10450-78
17	20	1,5	3	40 10	7805-70	-	5927-70	11371-78
18	12	1,75	-	10 40	7786-81	2	3032-76	6958-78
19	40	3,0	4	50 50	7796-70	2	5918-73	6958-78
20	16	2,0	1	40 30	7783-81	1	3032-76	10450-78
21	12	1,75	1	20 10	7798-70	-	15523-70	6402-70
22	20	2,5	1	30 30	7785-81	2	3032-76	6958-78
23	24	3,0	1	50 40	7805-70	-	5927-70	10450-78

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
24	10	1,5	-	30 50	7786-81	1	3032-76	10450-78
25	16	2,0	1	20 40	7796-70	2	5916-70	11371-78
26	12	1,75	2	20 30	7783-81	2	5915-70	11371-78
27	24	2,0	4	20 30	7798-70	-	15523-70	6402-70
28	16	2,0	1	20 40	7785-81	1	5916-70	11371-78
29	30	3,5	3	40 40	7798-70	-	15523-70	6958-78
30	20	2,5	-	20 40	7786-81	2	5916-70	11371-78
31	12	1,25	2	30 20	7796-70	1	5918-73	10450-78
32	16	2,0	1	15 25	7783-71	1	3032-76	10450-78
33	30	2,0	2	30 40	7805-70	2	5918-73	11371-78
34	6	1,0	1	10 10	7785-81	1	5915-70	6958-78
35	8	1,0	3	10 20	7805-70	-	5927-70	6402-70
36	8	1,25	-	15 20	7786-81	2	3032-76	10450-78
37	10	1,5	3	20 10	7796-70	1	5916-70	11371-78
38	10	1,5	2	20 10	7783-81	2	5915-70	6958-78
39	36	3,0	2	50 10	7798-70	1	5918-73	6958-78
40	12	1,75	2	20 25	7785-81	1	3032-76	10450-78
41	10	1,25	1	15 25	7805-70	-	5927-70	6402-70
42	16	2,0	-	20 15	7786-81	1	5915-70	6968-78
43	20	1,5	5	30 20	7796-70	2	5915-70	11371-78
44	16	2,0	1	10 30	7783-81	2	3032-76	10450-78
45	20	2,5	1	10 30	7798-70	-	15523-70	6402-70
46	6	1,0	1	10 8	7785-81	2	5915-70	6958-78
47	16	1,5	2	30 20	7805-70	2	5918-73	11371-78
48	8	1,25	-	10 12	7786-81	1	3032-76	10450-78
49	24	3,0	1	20 40	7796-70	2	5916-70	6958-78
50	10	1,5	2	10 25	7783-81	1	5915-70	11371-78

Таблица 2

Изображение и обозначение болтов

Изображение	Условные обозначение	Расшифровка обозначения
	Болт М20-6g×90.58 ГОСТ 7798-70	Болт исполнения 1, диаметром резьбы d=20 мм, длиной l=90мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 6g, класса прочности 5.8, без покрытия.
	Болт 2М20×1,5-6g×90.58 ГОСТ 7798-70	Болт исполнения 2, диаметром резьбы d=20 мм, длиной l=90мм, с мелким шагом резьбы с полем допуска 6g, класса прочности 5.8, без покрытия.
	Болт С М10-6g×30.46.019 ГОСТ 7783-81	Болт с диаметром резьбы d=10 мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска 6g, длиной l=30 мм, класса прочности 4.6, с покрытием 01 толщиной 9 мкм.
	Болт С М20-6g×80.56.019 ГОСТ 7785-81	Болт с диаметром резьбы d=20 мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска 6g, длиной l=80 мм, класса прочности 5.6, с покрытием 01 толщиной 9 мкм.
	Болт С М10-6g×40.46.019 ГОСТ 7786-81	Болт с диаметром резьбы d=10 мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска 6g, длиной l= 40 мм, класса прочности 4.6, с покрытием 01 толщиной 9 мкм.

Условное обозначение шплинта должно содержать условный диаметр, длину, условное обозначение материала и покрытия, толщину покрытия и наименование стандарта. Если шплинт изготовлен из низкоуглеродистой стали, то условное обозначение материала не указывается. При отсутствии покрытия шплинта его вид и толщина в обозначении не указываются.

Например, шплинт с условным диаметром 8 мм, длиной 32 мм из низкоуглеродистой стали без покрытия: *Шплинт 8×32 ГОСТ 379 - 70*.

Основными деталями болтового соединения являются болт и гайка. ***Болт*** представляет собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой на другом. На резьбовую часть болта навинчивается гайка.

Обычно в болтовом соединении применяются стандартные болты. В зависимости от условий работы и функционального назначения болты могут иметь различную форму стержня, форму и размер головки, параметры резьбы, характер исполнения и т. п. Все эти характеристики детали установлены соответствующим стандартом.

Условное обозначений болта, в общем случае, должно содержать следующие данные: название детали, класс точности, исполнение, условное обозначение резьбы, поле допуска, длину болта, класс прочности, характеристику материала, обозначение вида покрытия, толщину покрытия, условное обозначение стандарта. В условном обозначении болта не указывают исполнение 1, отсутствие покрытия, а также характеристику материала, если деталь выполнена из углеродистой нелигированной стали и соответствует техническим требованиям ГОСТ 1759.4 - 87. Кроме того, не указывают класс точности В, если стандартом на изделие предусмотрено два класса точности (А и В).

Примеры условного обозначения болтов различных конструкций приведены в таблице 2.

Гайка представляет собой деталь, имеющую отверстие с резьбой для навинчивания на болт или шпильку. Как правило, в соединениях применяются стандартные гайки. В некоторых случаях, вследствие специфических условий, могут быть применены гайки нестандартные.

В зависимости от условий эксплуатации соединения устанавливают гайки различных конструкций, например, для соединений работающих в условиях повышенной вибрации, обычно применяют про-

резные и корончатые гайки со шплинтами. В тех случаях, когда необходимо навинчивать гайку вручную, используют гайки–барашки.

Условное обозначение гайки, в общем случае, должно содержать следующие характеристики: название детали, класс точности, исполнение, условное обозначение резьбы, поле допуска, класс прочности, характеристику материала, обозначение вида покрытия, толщину покрытия, условное обозначение стандарта. В условном обозначении гайки не указывают исполнение 1, отсутствие покрытия, а также характеристику метериала, если деталь выполнена из углеродистой нелигированной стали и соответствует требованиям ГОСТ 17595-87. Не указывается в обозначении класс точности В, если стандартом на эту деталь установлено два класса точности (А и В). Примеры обозначения стандартных гаек различных конструкций приведены в таблице 3.

Шайбой называется деталь, которую устанавливают между гайкой или головкой болта и поверхностью одной из деталей. Она служит для предохранения материала детали от повреждения, а также для предотвращения самопроизвольного развинчивания крепежных деталей.

Условные обозначения шайбы включают следующую информацию: название детали, класс точности, если стандарт предусматривает два класса, исполнение, диаметр резьбы крепежной детали, толщину шайбы, условное обозначение марки (группы) материала, обозначение вида покрытия, толщину покрытия. Толщина шайбы указывается только в том случае, если стандартом на данный вид шайбы такой толщины не предусмотрено. Марка материала указывается только в том случае, если шайба изготовлена из материала не соответствующего техническим требованиям, установленным ГОСТ 18123 - 82. При отсутствии покрытия не указываются его условные обозначения и толщина. Примеры условных обозначений шайб приведены в таблице 4.

Таблица 3

Изображение и обозначение гаек

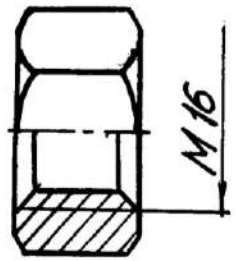
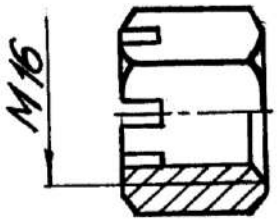
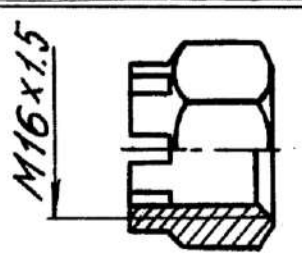
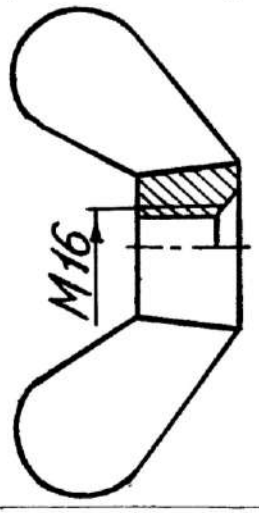
Изображение	Условные обозначения	Расшифровка обозначения
	Гайка М16-6Н.5 ГОСТ 5915-70	Гайка исполнения 1, с диаметром резьбы d=16 мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска 6Н, класса прочности 5, без покрытия.
	Гайка М16-6Н.5 ГОСТ 5918-73	Гайка класса точности В, исполнения 1, с диаметром резьбы d=16 мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска 6Н, класса точности 5, без покрытия.
	Гайка 2 М16×1,5-6Н.5.019 ГОСТ 5918-73	Гайка класса точности В, исполнения 2, с диаметром резьбы d=16 мм, с мелким шагом резьбы с полем допуска 6Н, класса точности 5, с покрытием 01 толщиной 9 мкм.
	Гайка М16-6Н.6 ГОСТ 3032-76	Гайка - барашек с диаметром резьбы d=16 мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска 6Н, класса прочности 6, без покрытия.

Таблица 4

Изображения и обозначения шайб

Изображение	Условные обозначения	Расшифровка обозначения
	Шайба 2.12 ГОСТ 11371-78	Шайба круглая исполнения 2 для крепежной детали диаметром 12 мм из материала , соответствующего техническим условиям, без покрытия
	Шайба 10 65 Г ГОСТ 6402-70	Шайба пружинная исполнения 1 для крепежной детали диаметром 10 мм из стали 65 Г, без покрытия

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

На сборочных чертежах и чертежах общего вида применяются упрощенные и условные изображения крепежных деталей. Эти изображения установлены ГОСТ 2.315 - 68; их применение в значительной мере сокращают затраты труда конструктора. Крепежные детали, у которых диаметр стержня на чертеже менее 2 мм, изображают условно. В остальных случаях следует применять упрощенные изображения. Пример упрощенного изображения соединения деталей болтом с шестигранной головкой приведен на рис. 1.

При выполнении упрощенного изображения болтового соединения применяются следующие упрощения:

- фаски, проточки, галтели не показываются;
- резьба изображается выполненной по всей длине цилиндрической части болта;
- на виде сверху внутренний диаметр резьбы не показывается;
- зазоры между соединяемыми деталями и стержнем болта не показываются;

- изображения крепежных деталей выполняются по относительным размерам.

Если в соединении применен болт с шестигранной головкой, то размеры изображения деталей определяем по формулам, приведенным на рис.3. Приведенные формулы не установлены стандартом и рекомендованы на основе длительного опыта конструкторских и чертежных работ.

Основными параметрами, в зависимости от которых определяются относительные размеры изображения, являются размеры резьбы болта и толщина соединяемых деталей. Длину болта определяем по формуле, приведенной на рис. 3. Полученное значение необходимо сравнить со стандартной величиной длины болта. Как правило, они не совпадают, в этом случае выбираем ближайшее стандартное значение.

Относительные размеры конструктивных элементов болтов с различными формами головки приведены на рис. 4 и на рис. 5.

На чертеже необходимо проставить следующие размеры:

- условное обозначение резьбы болта;
- длину болта;
- размер под ключ гайки.

Длина болта и размер под ключ определяются по таблице соответствующего стандарта. Для определения размеров изображений болтов других конструкций пользуемся рис. 4 и рис. 5.

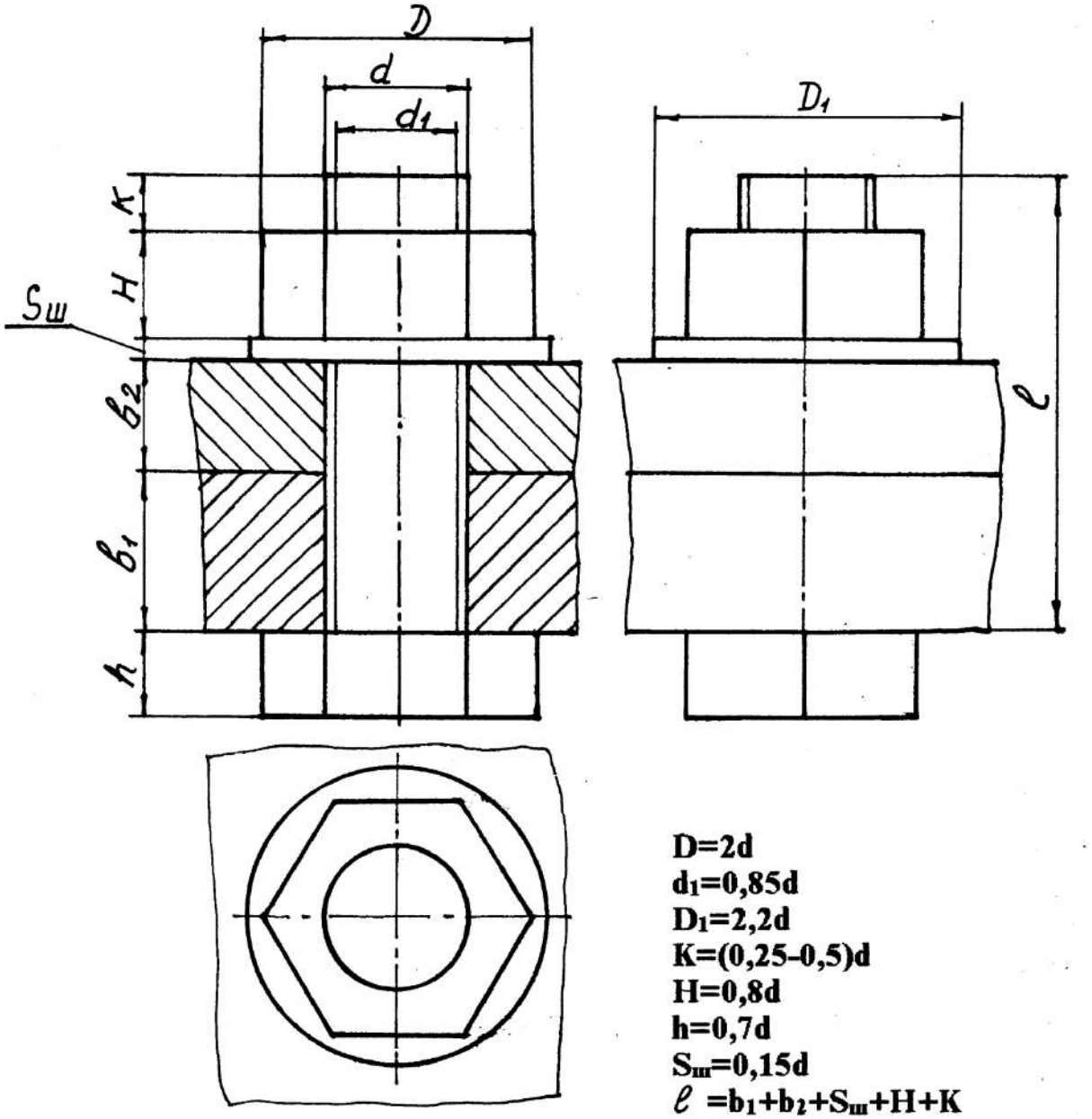


Рис. 3. Определение размеров упрощенного изображения болтового соединения

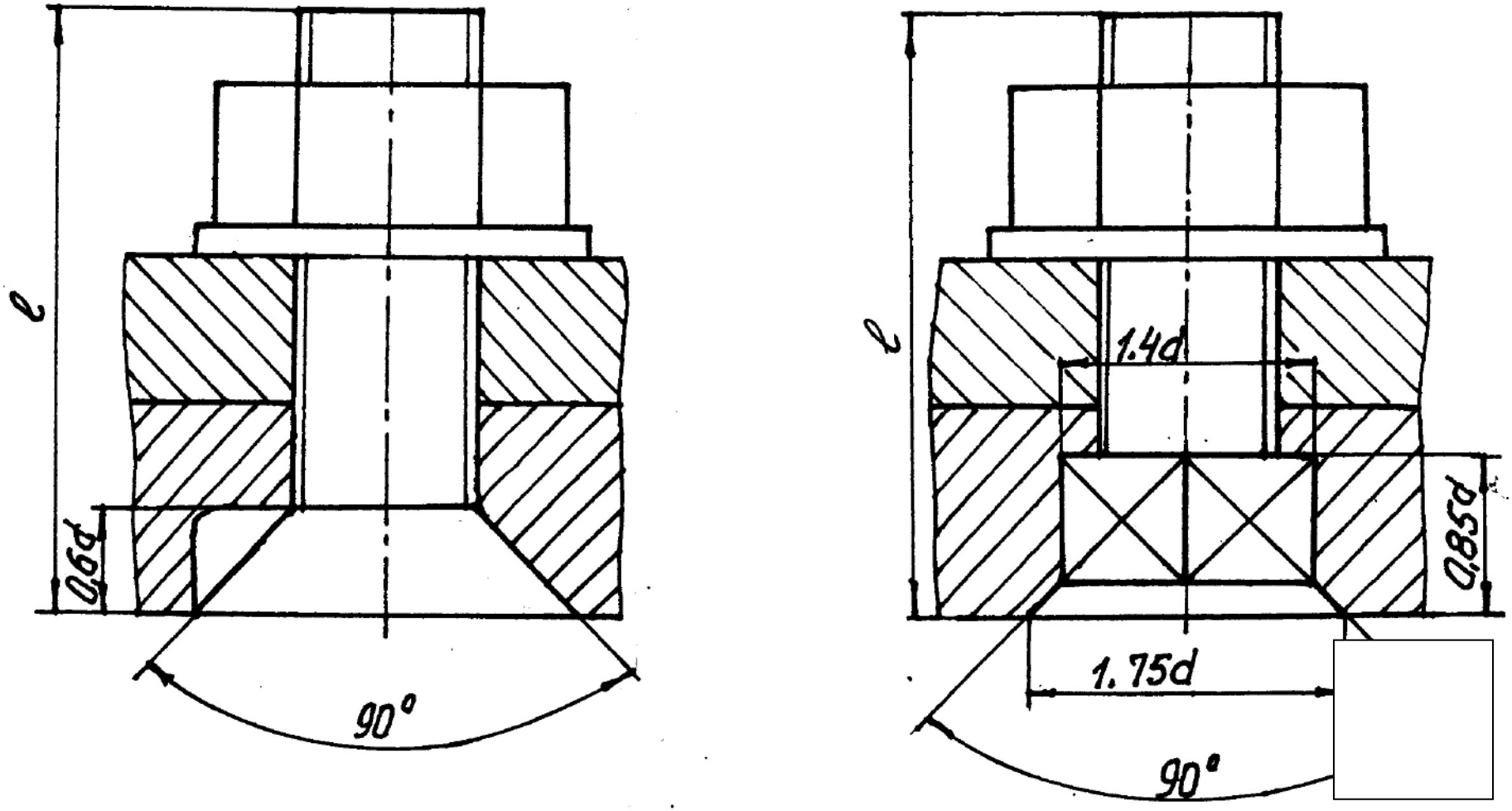


Рис. 4. Определение размеров упрощенного изображения болтового соединения

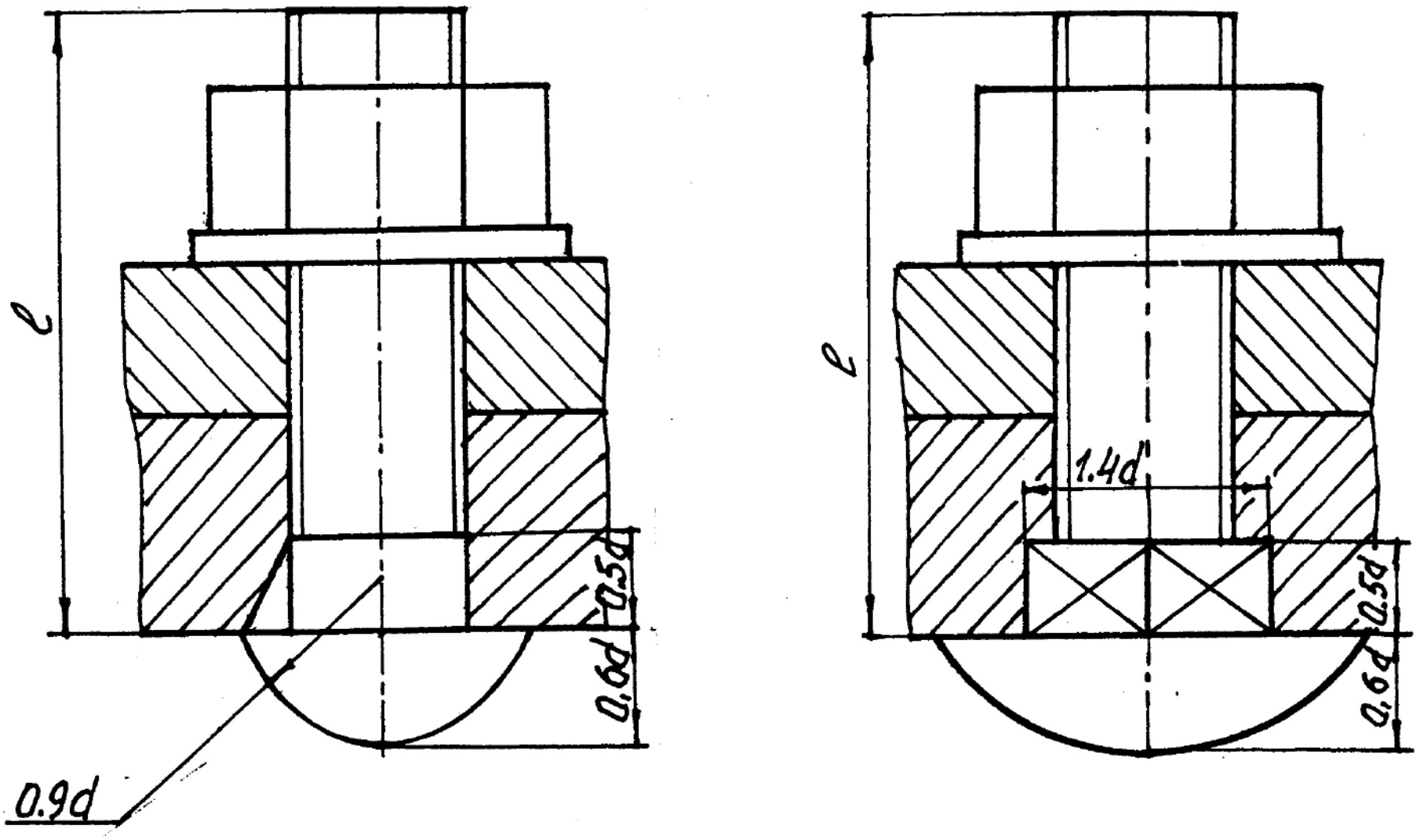


Рис. 5. Определение размеров упрощенного изображения болтового соединения

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Анурьев В. И. Справочник конструктора – машиностроителя: в 3 т. т. 1. - 9 -е изд., перераб. и доп/ под ред. И. Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2006. – 928 с.: ил.

Чекмарев А. А., Осипов В. К. Справочник по машиностроительному черчению: учебное пособие. – М.: Высшая школа , 2008. – 493 с.

Федоренко В. А., Шошин А. И. Справочник по машиностроительному черчению. – Изд. Альянс, 16-е изд., переработанное, 2007. – 416 с.

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Горно-технологического

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
Горно-технологического факультета
_____Н. В. Колчина

И. Б. Белоносова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.

БЛОК-ДИАГРАММА

Методическое пособие
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

Издание УГГУ Екатеринбург, 2021

ВВЕДЕНИЕ

Эпюр выполняется на формате Al (594× 841) в масштабе 1:1000 и включает в себя решение следующих задач:

- построение линии выхода пласта на поверхность;
- построение прямого разреза (вкрест простирания);
- построение вертикальных профилей АВ, ВС, СД, ДА, определяемых сторонами заданного плана;
- построение линии среза пласта по горизонту 92,5;
- построение блок-диаграммы (ячеечной), ограниченного вертикальными профилями АВ, ВС, CD, DA и плоскостью нулевого уровня в аксонометрии с линией выхода пласта на поверхность.

Исходные параметры всех вариантов сведены в таблицу №1 и задаются следующим образом:

1. Месторождение ограничено двумя параллельными плоскостями - плоскостью кровли пласта (верхняя плоскость) и плоскостью подошвы (нижняя плоскость). Плоскость кровли пласта задаётся точкой **F**(x,y,z), азимутом падения α, интервалом **l** (масштабом падения плоскости), параметры которых представлены в табл. l.

2. Горизонтальная мощность $\mathbf{H_г}$ пласта нужна для построения плоскости, называемой подошвой, которая также задана в табл. 1.

3. Построение блок-диаграммы осуществляется в стандартной аксонометрической проекции, указанной ее номером. В конце таблицы для каждой стандартной аксонометрической проекции этот номер присвоен. Пример выполнения графической работы представлен на рис. 7.

Построение линии выхода пласта на поверхность

Для нахождения линии пересечения плоскости с топографической поверхностью необходимо найти ряд общих точек, которые одновременно принадлежат плоскости и заданной поверхности. На плане топографическая поверхность задается изогипсами - плоскими линиями, параллельными горизонтальной плоскости проекций, каждая из которых имеет свою высотную отметку. Надо построить горизонтали плоскости кровли, имеющие такие же высотные отметки, что и изогипсы на плане.

Плоскость кровли задана точкой **F**, азимутом падения α и интервалом **l** (см. табл.1). Построив плоскость кровли на плане (задав ее масштабом заложения), находим линию пересечения плоскости кровли с топографической поверхностью. Точки, принадлежащие линии пересечения, получаются в ре –

зультате пересечения соответствующих изогипс и горизонталей плоскости кровли, т. е. имеющих одинаковые высотные отметки, если таковые имеются в пределах плана (рис. 1).

Найденные общие точки соединяют плавной кривой, которая будет являться линией пересечения плоскости и топографической поверхности.

Полученная линия кровли пласта обводится красным цветом.

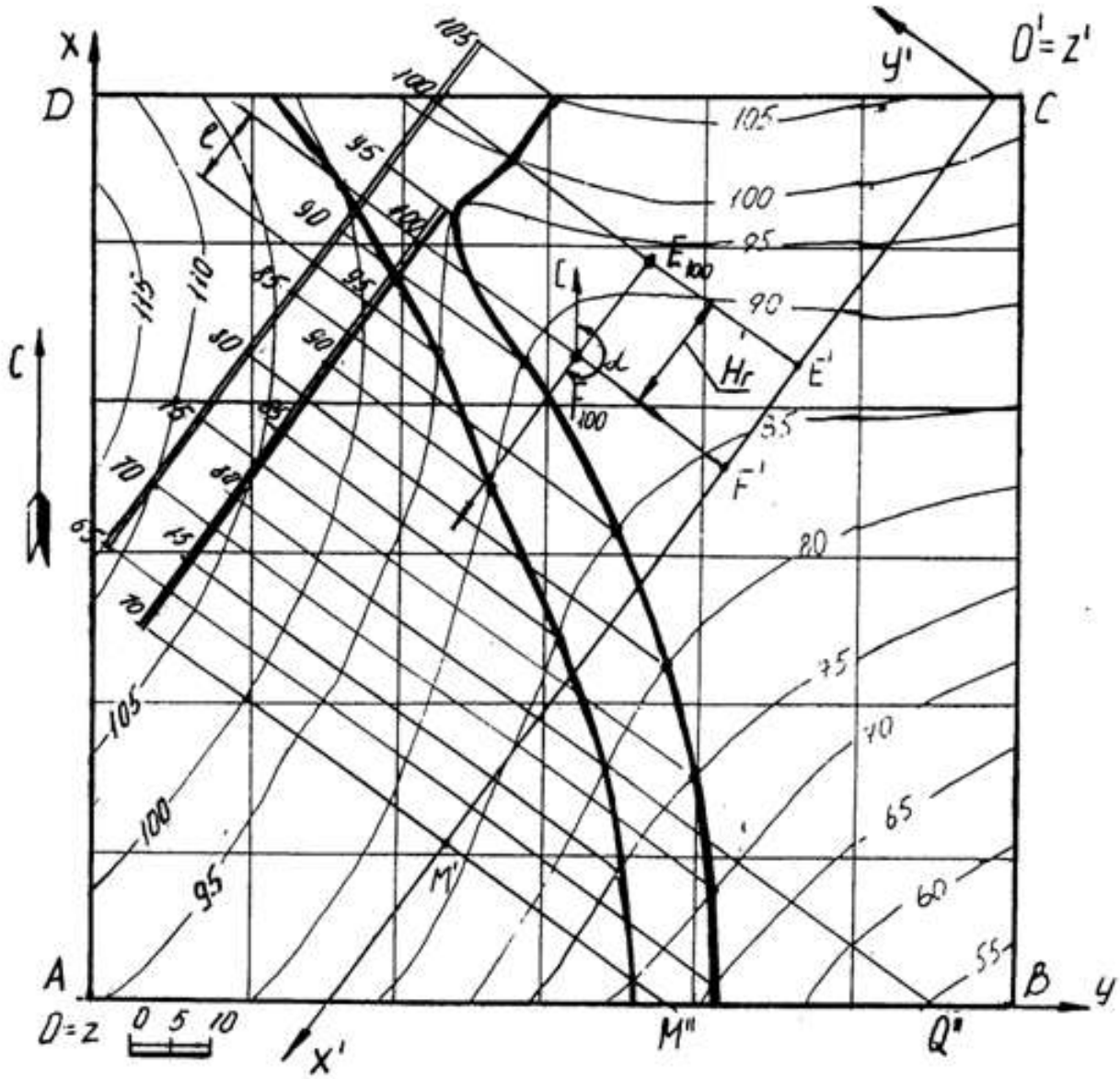


Рис 1

Пересечение плоскости подошвы пласта и топографической поверхности

Плоскость кровли пласта и плоскость подошвы пласта - две параллельные плоскости. Следовательно, на чертеже горизонтали этих плоскостей будут соответственно параллельны, масштабы заложения равны, направления падения их совпадают.

Горизонтальная мощность пласта определяется расстоянием между плоскостями кровли и подошвы пласта, измеряемое в горизонтальном направлении и в нашем случае равна $\mathbf{H}_г$ (см. табл.1). Следовательно, отложив от точки **F** расстояние, равное $\mathbf{H}_г$ по направлению восстания плоскости пласта (т. к. плоскость подошвы ниже плоскости кровли), получим точку **E** с такой же высотной отметкой, как и у точки **F** (рис.1). Направление и масштаб заложения подошвы пласта будут такими же, как и у кровли пласта. Плоскость подошвы пласта определяется точкой **E**, азимутом падения α и интервалом **l**.

Строят те горизонтали подошвы пласта, высотные отметки которых совпадают с высотными отметками изогипс. Находят общие точки, которые соединяют плавной кривой линией. Полученная линия подошвы пласта обводится синим цветом.

Полное построение линии выхода пласта на поверхность показано на рис.1.

Построение прямого разреза (вкрест простирания)

На плане выбирают вертикальную плоскость, перпендикулярную к горизонталям пласта (в удобном месте, как показано на рис. 1). Полученный разрез называется прямым или вкрест простирания.

Разрез ограничивается нулевой плоскостью, топографической поверхностью и прямыми пересечения плоскости прямого разреза с ближайшими вертикальными плоскостями, ограниченными прямоугольником ABCD.

Для построения прямого разреза вводят декартову систему координат x'O'y' на плане, где ось O'x' совпадает с плоскостью разреза, ось O'y' перпендикулярна к оси O'x' (по часовой стрелке), ось z' проецируется в точку (рис. 1).

Вертикальный прямой разрез будет определяться осью O'x' и осью O'z', где координата z' будет равна числовой отметке соответствующей изогипсы (рис. 2). Таким образом, получают построение вертикального прямого (вкрест простирания) разреза, на котором строят следы пласта.

Для построения следов пласта на разрезе вкрест простирания поступают так. По горизонтали переносят точку **F** на след плоскости вертикального

разреза – ось O'x' и любую из горизонталей (например, 70) – точки F' и M' (рис. 1). На профиле (рис. 2) через полученные точки F' и M' проводят перпендикуляры, на которых откладывают высотные отметки кровли пласта. Затем проводят прямую линию – след кровли пласта.

Подошва пласта отстоит от кровли пласта на расстоянии, равном горизонтальной мощности пласта и строится параллельно плоскости кровли (рис. 2 – профиль ограничен нижней плоскостью с отметкой 40).

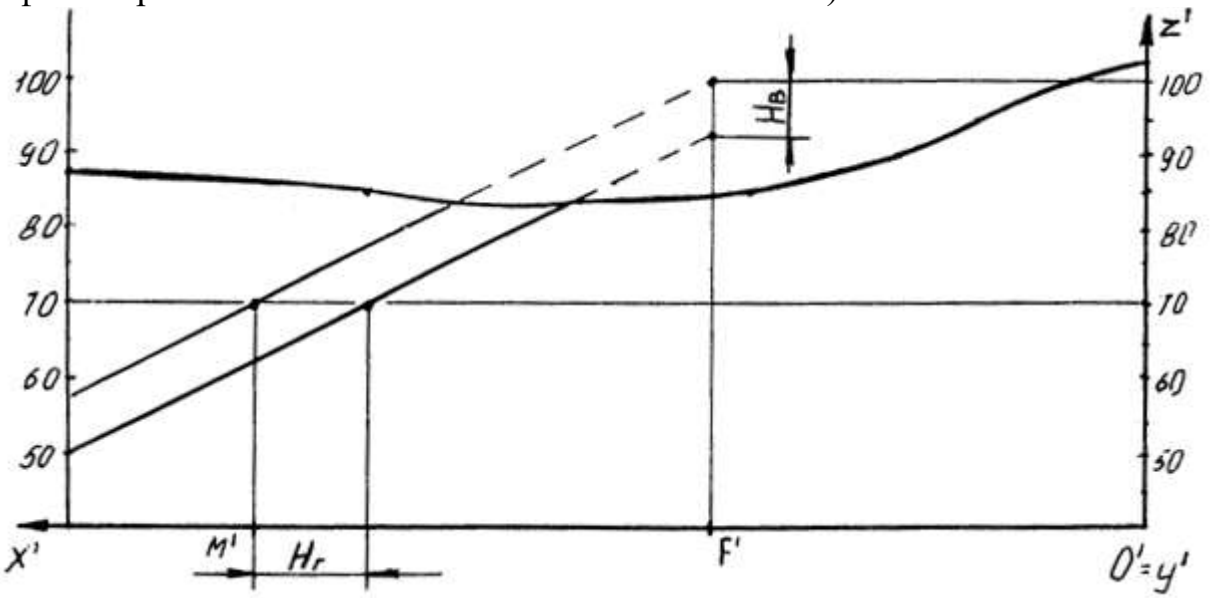


Рис. 2

Построение вертикальных профилей AB, BC, CD, DA выполняется аналогично. Пример построения вертикального профиля AB показан на рис. 3. Для построения подошвы от прямой следа плоскости кровли пласта откладывают вертикальную мощность $\mathbf{H_в}$, взятую с разреза вкрест простирания и проводят прямую, параллельную следу плоскости кровли.

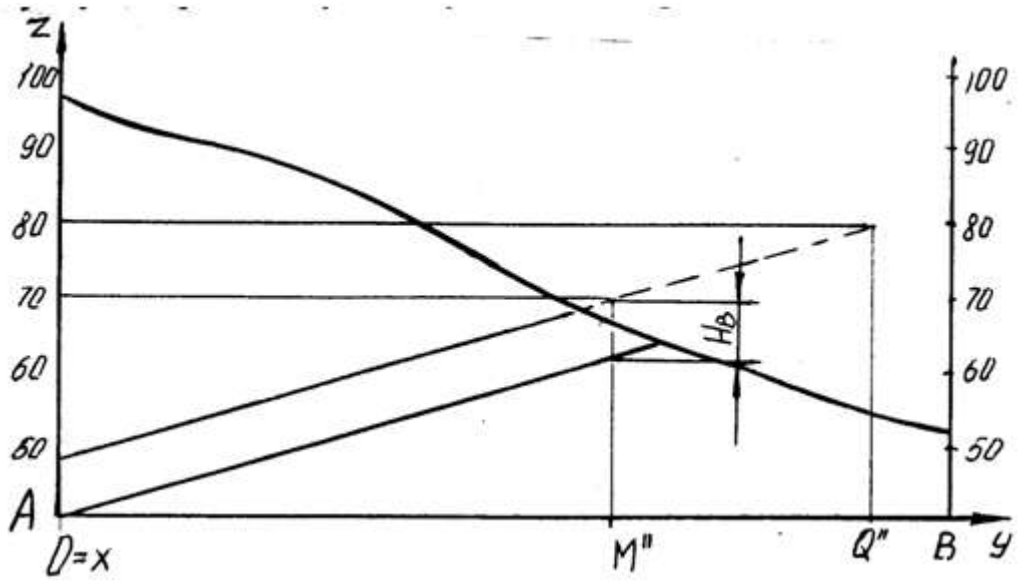


Рис. 3

Нахождение высотной отметки точки, не лежащей на изогипсе

Для построения высотной отметки точки а (рис. 4), не лежащей на изогипсе, поступают следующим образом:

- через точку А проводят кратчайшую прямую I II между изогипсами 50 и 60;

- из точки пересечения с изогипсой 60 проводят прямую под произвольным углом, на которой откладывают отрезок, равный разности высотных отметок (т. е. 10) в заданном масштабе – точка II';

- соединяют полученную точку II' с точкой II, имеющей отметку 50 и с помощью подобных треугольников переносят точку А на прямую I II', которую называют «высотной шкалой».

Таким образом точка А имеет высотную отметку 57.

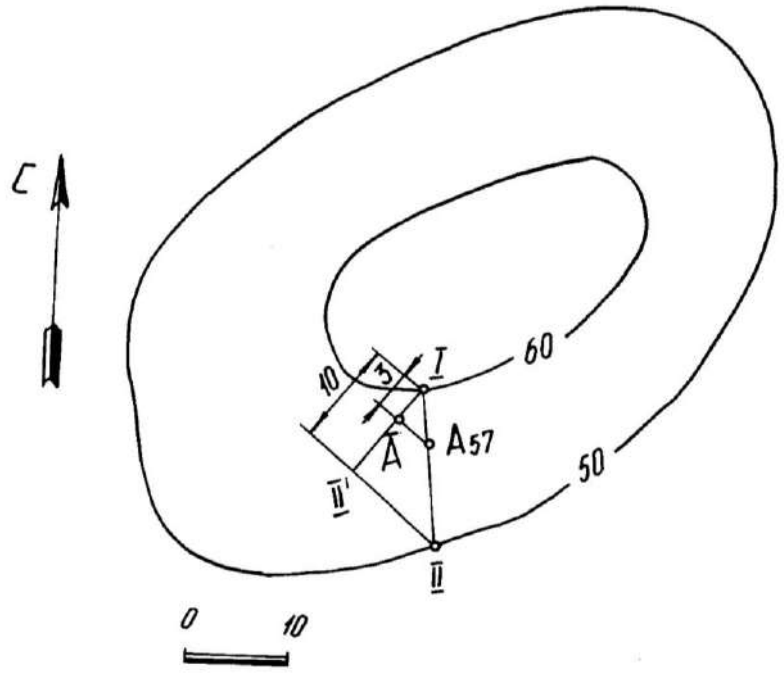
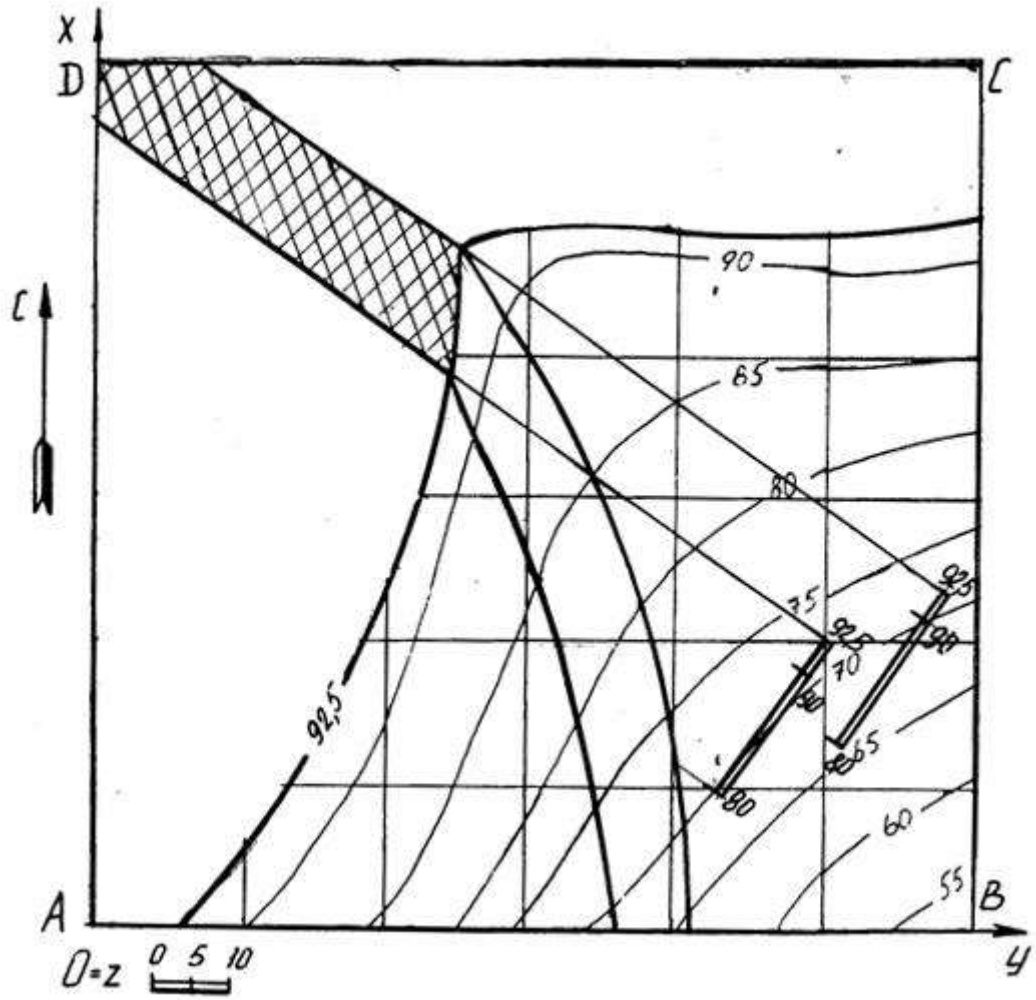


Рис. 4

Построение плана среза по горизонту 92,5

Для построения плана среза воспользуемся умением находить высотные отметки точек, не лежащих на изогипсах, который был рассмотрен ранее.

Количество точек, необходимых для построения изогипсы 92,5, определяется самостоятельно в зависимости от конфигурации рядом лежащих изогипс. План среза по горизонту 92,5 показан на рис. 5.



Построение блок диаграммы части месторождения, ограниченного вертикальными профилями AB, BC, CD, DA и плоскостью нулевого уровня в аксонометрии с линией выхода пласта на поверхность

Блок диаграммой будем называть аксонометрическую проекцию части земной коры, ограниченную четырьмя вертикальными плоскостями, горизонтальной плоскостью (например, с отметкой ноль) и топографической поверхностью. Блок диаграмма строится ячеечная, т. е. заданный план разбивается на квадраты, размеры которых 250×250. Затем построения осуществляются по следующему алгоритму.

Алгоритм построения:

- на план наносим декартову систему координат, у которой ось X совпадает с AD, ось Y совпадает с DC, ось Z совпадает с точкой D;

- строим декартову систему координат в указанной аксонометрической проекции (прямоугольная изометрия, прямоугольная диметрия, косоугольная фронтальная диметрия, косоугольная горизонтальная изометрия - военная пер-

спектива, косоугольная фронтальная изометрия – кавальерная проекция) согласно ГОСТ 2.317 – 69;

- построение осуществляется по координатам тех точек, которые имеют точные высотные отметки, с учетом коэффициентов искажения по координатным осям. Пример построения показан на рис. 6.

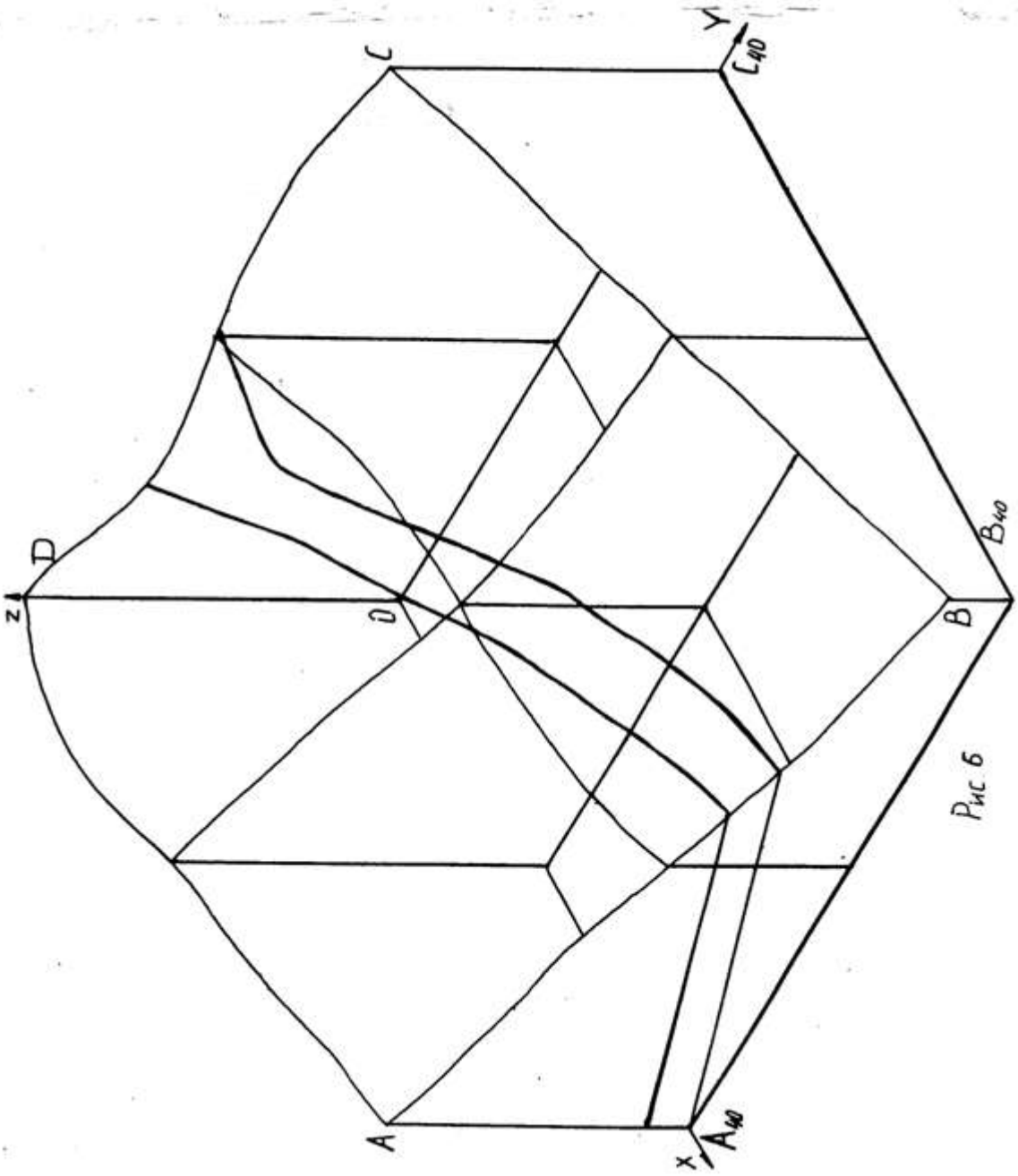


Рис 6

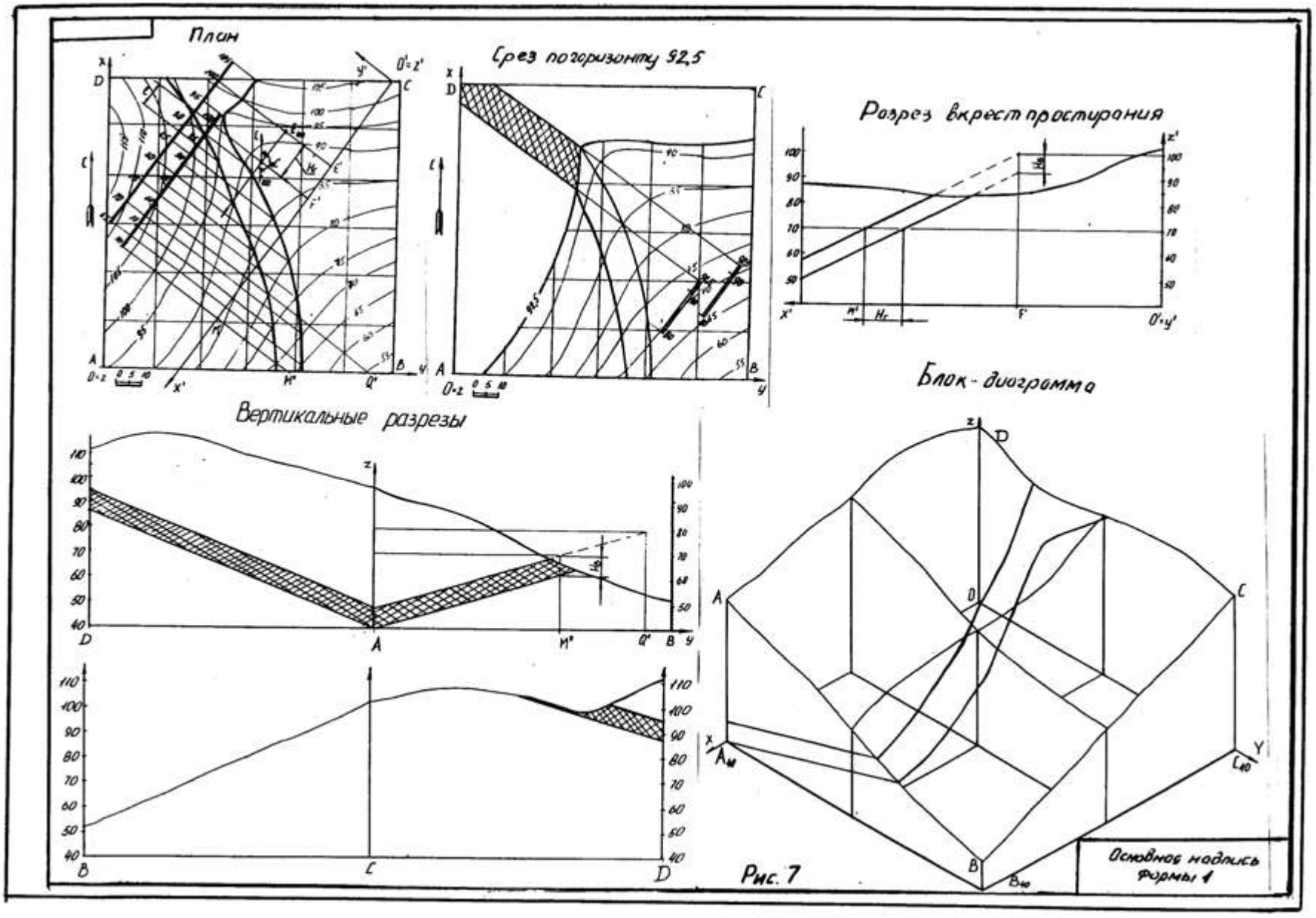

План
Срез погоризонту 92,5
Розрез вкрест простирання
Блок-диаграмма
Вертикальные разрезы
Основной надпись формы 1

Рис. 7

Таблица 1

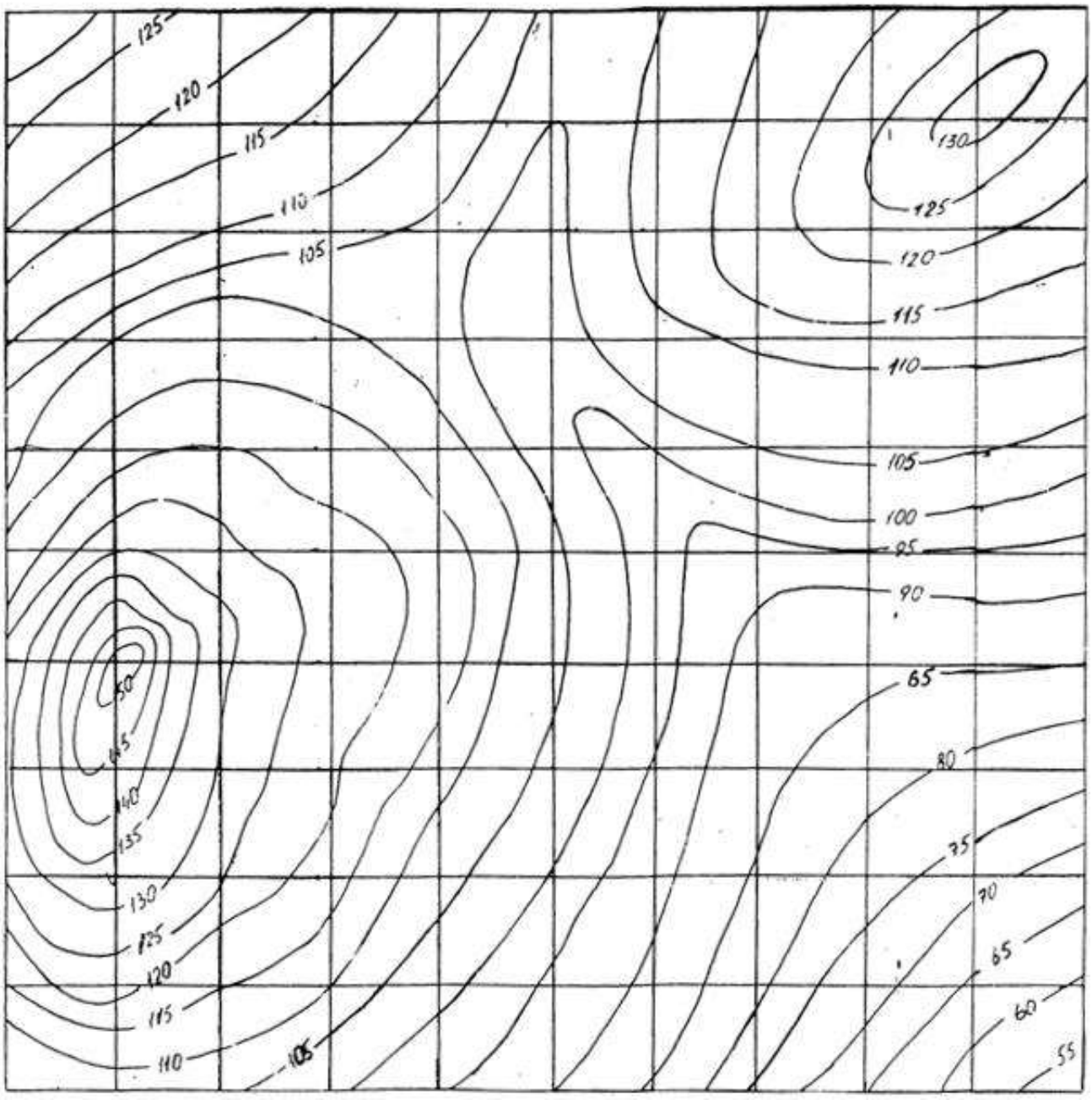
Номер варианта	Точка **F**			Азимут падения α°	Интервал плоскости кровли **l**, мм	Горизонтальная мощность $\mathbf{H_г}$, мм	Вид аксонометрии
	x	**y**	**z**				
1	2	3	4	5	6	7	8
1	46	10	120	210	20	180	1
2	20	85	110	170	20	75	2
3	67	40	100	210	20	30	3
4	78	25	120	190	20	50	4
5	98	110	105	80	20	30	5
6	40	135	105	30	20	15	1
7	60	60	85	225	20	45	2
8	38	105	100	135	14	17	3
9	46	10	120	210	20	155	4
10	20	85	110	170	20	95	5
11	67	40	100	210	20	100	1
12	78	25	120	190	20	85	2
13	98	100	105	80	20	15	3
14	40	135	105	30	20	45	4
15	60	60	85	225	20	65	5
16	38	105	100	135	14	31	1
17	55	40	95	190	20	70	2
18	46	10	120	210	20	135	3
19	20	85	110	170	20	110	4
20	67	40	100	210	20	125	5
21	78	25	120	190	20	105	1
22	135	20	120	260	20	135	2
23	20	110	115	30	20	30	3
24	98	35	80	225	20	45	4
25	38	105	100	135	14	60	5
26	46	10	120	210	20	115	1
27	115	135	130	170	20	20	2
28	27	42	100	210	20	75	3
29	115	135	130	170	20	50	4
30	97	95	115	210	20	70	5
31	135	20	120	260	20	145	1
32	58	177	80	135	14	31	2
33	27	42	100	210	20	95	3
34	115	135	130	170	20	65	4
35	97	95	115	210	20	95	5

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
36	58	177	80	135	14	42	1
37	27	42	100	210	20	115	2
38	98	35	80	225	20	25	3
39	58	177	80	135	14	68	4
40	27	42	100	210	20	140	5

1 - прямоугольная изометрия (изометрия)
2 - прямоугольная диметрия (диметрия)
3 – косоугольная фронтальная диметрия (кабинетная проекция)
4 - косоугольная фронтальная изометрия (кавальерная проекция)
5 - косоугольная горизонтальная изометрия (военная перспектива)

ПЛАН ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ



СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабич В. Н., Шангина Е. И. Начертательная геометрия в проекциях с числовыми отметками: Учебное пособие.- Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1999. – 152 с.
2. Горная графическая документация. – Издание стандартов, 1983. – 200 с.
3. Ломоносов Г. Г. Инженерная графика. – М.: Недра, 1984. – 287 с.
4. Русскевич Н. Л. Начертательная геометрия. – Киев: «Вища школа», 1978. – 312 с.
5. Тарасов Б. Ф. Методы изображения в транспортном строительстве. – Ленинград: Стройиздат, 1987. – 248 с.

Бабич Владимир Николаевич
Шангина Елена Игоревна

Методическое пособие
по выполнению индивидуальной графической
работы «Блок-диаграмма» по дисциплине
«Начертательная геометрия. Инженерная графика»
для студентов направления 553200 –
«Геология и разведка полезных ископаемых»

2-е издание, стереотипное

Корректура кафедры инженерной графики

Подписано в печать 17.10.2003 г.
Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/8
Печ. л. 0,9 Уч. - изд. 0,83. Тираж 100 экз. Заказ №128

Лаборатория педагогики
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральская государственная горно-геологическая академия
Лаборатория множительной техники

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Горно-технологического

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
Горно-технологического
факультета
_____Н. В. Колчина

Е. И. Шангина

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.

ЭПЮР №2

Методическое пособие
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

Издание УГГУ

Екатеринбург, 2021

ВВЕДЕНИЕ

Данная методическая разработка предназначена для оказания помощи студентам при выполнении самостоятельной графической работы «Эпюр №2» курса «Начертательная геометрия. Инженерная графика».

Работа содержит методические указания по ее выполнению. При выполнении эпюра студент решает следующие задачи:

1. Построение заданного многогранника в проекциях с числовыми отметками.
2. Сечение многогранника плоскостью общего положения.
3. Построение натуральной величины фигуры сечения.
4. Построение развертки многогранника с нанесением линии сечения.

Работа выполняется в масштабе 1:1000 на формате А2 в соответствии с требованиями ЕСКД, основная надпись по форме 1. Исходные данные приведены в таблице 1. Пример выполнения приведен на рис. 1.

Пример 1

Задание.

В проекциях с числовыми отметками:

1. Построить правильную шестигранную пирамиду, основание которой принадлежит плоскости **ОАВ**. Точка **О** является центром описанной окружности правильного шестиугольника (центр тяжести) - основания пирамиды (**I, II, III, IV, V, VI**). Сторона основания (**I-II**) **a**=50 и параллельна основной плоскости проекций H_0. Высота пирамиды **h**=150.

Координаты точек плоскости основания:

точка **О** (150, 90, 60);

точка **А** (100, 0, 80);

точка **В** (25, 110, 20).

2. Построить сечение заданной пирамиды плоскостью общего положения Σ_i. Плоскость Σ_i проходит через точку **А**. Азимут падения α секущей плоскости Σ_i совпадает с азимутом падения плоскости основания. Угол падения плоскости Σ_i: $\delta=30°$.

3. Построить натуральную величину фигуры сечения пирамиды плоскостью Σ_i.

4. Построить развертку боковой поверхности пирамиды с нанесением линии сечения.

Задача 1. 1. Построение пирамиды

По заданным координатам на плане строим точки **О**, **А**, **В** (рис. 1).

В плоскости **ОАВ** строим горизонталь, проходящую через т.**О**. На заложении отрезка прямой $A_{80}B_{20}$ находим точку **С** с высотной отметкой, равной высотной отметке точки **О**, т.е. **60**. Для этого проградуируем отрезок **АВ**. Из точки **А** на плане проводим прямую под произвольным углом, на которой откладываем отрезок, равный разности координат высотных отметок A_{80} и B_{20}, т.е. **60**. Затем на этой же прямой от точки **А** откладываем отрезок, равный разности координат $A_{80}O_{60}$, т.е. **20**. С помощью подобных треугольников на заложении $A_{80}B_{20}$ находим точку C_{60}. Соединив точки C_{60} и O_{60}, находим горизонталь плоскости основания (рис. 1).

Для построения основания правильной пирамиды строим ее профиль и натуральную величину правильного шестиугольника. На плане (рис. 1) наносим новую декартову систему координат $\bar{O}\bar{x}\bar{y}\bar{z}$, где ось $\bar{x}$ проходит через точку O_{60} и перпендикулярна горизонтали плоскости $O_{60}C_{60}$. Ось $\bar{y}$ перпендикулярна оси $\bar{x}$ (проводится в удобном месте). Ось $\bar{z}$ совпадает с $\bar{O}$.

На свободном поле чертежа строим профиль (рис. 2), проходящий через $\bar{z}\bar{x}$, а ось $\bar{y}$ проецируется в точку и совпадает с $\bar{O}$. На профиле строим точки A_{80}, O_{60} и B_{20}, которые должны находиться на прямой (коллинейны). Они определяют след плоскости основания пирамиды.

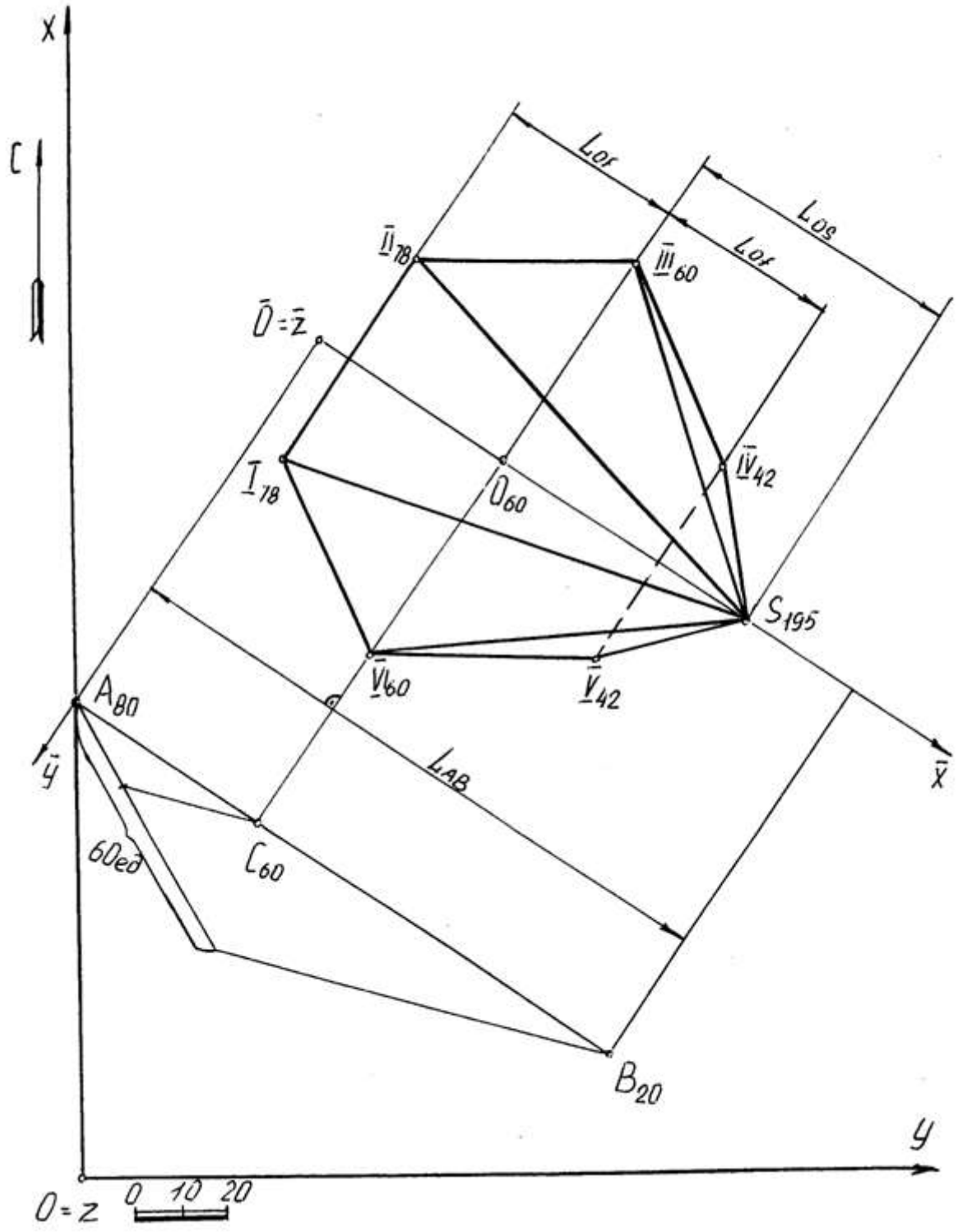

X
C
Lоб
Lоб
Lоб
II 18
III 60
O = z
I 18
O 60
IV 42
S 195
V 60
V 42
A 80
LAB
C 60
60ед
B 20
y
x
y
O = z
0 10 20

Рис. 1

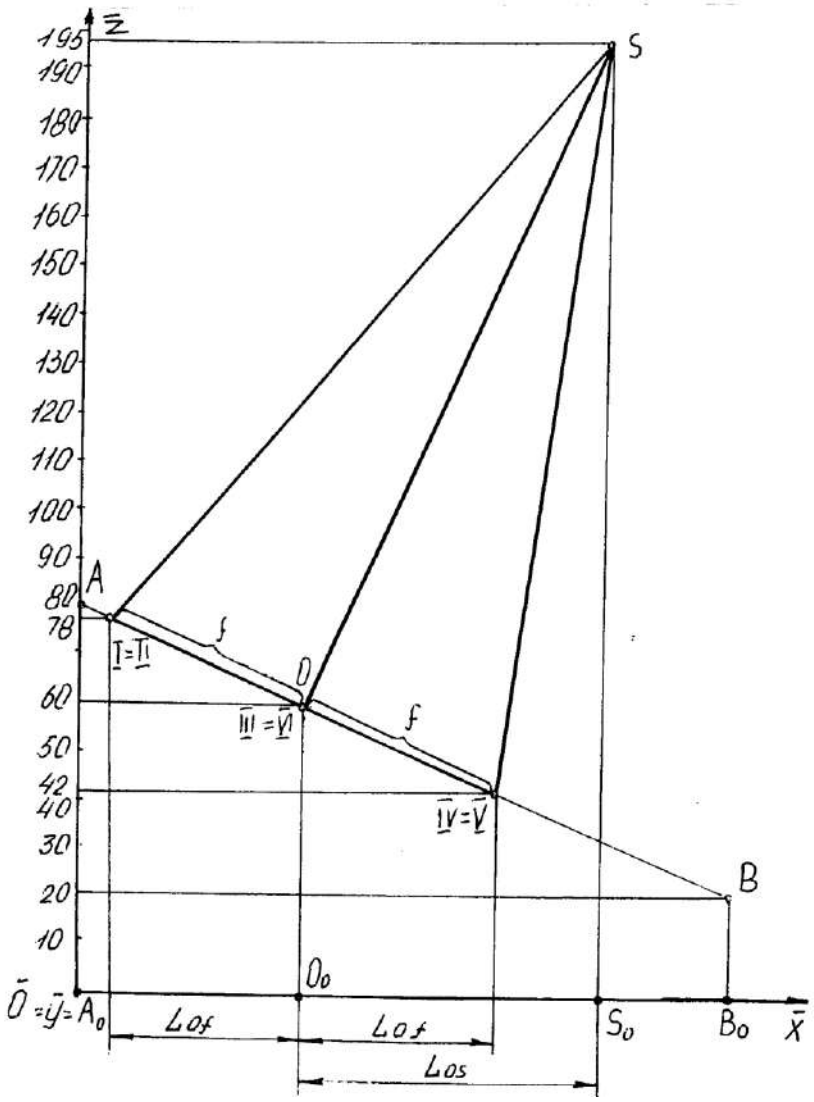


Рис. 2

На свободном месте чертежа строим правильный шестиугольник, являющийся основанием пирамиды (рис. 3).

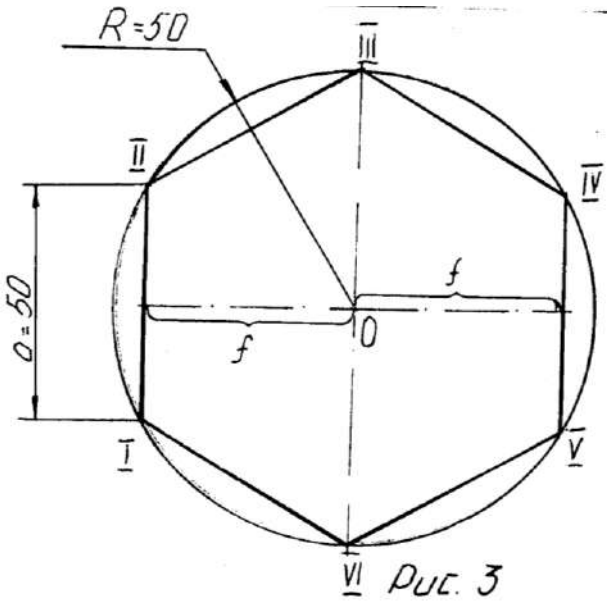


Рис. 3

Затем строим профиль основания пирамиды, т. е. правильный шестиугольник, принадлежащий плоскости основания, причем сторона **I-II** проецируется в точку (по заданию), сторона **IV-V** проецируется в точку, симметричную относительно центра **O**, а точки **III VI** совпадают с центром основания **O**.

Находим высоту пирамиды, которая проходит через точку O перпендикулярно к основанию и равна **h=150** (по заданию). Вершину пирамиды **S** соединяем с точками основания пирамиды и определяем на профиле ее высотную отметку, которая равна **195**.

Построенную на профиле пирамиду переносим на план (рис. 1), используя заложения $\mathbf{L_{of}}$, $\mathbf{L_{os}}$, причем точки (**I**, **II**), (**V**, **IV**), (**VI**, **III**) лежат на горизонталях, высотные отметки которых найдены на профиле. Точка **S** находится на перпендикуляре к горизонтали основания, проходящей через точку $\mathbf{O_{60}}$ на расстоянии $\mathbf{L_s}$.

Полученные точки последовательно соединяем друг с другом и определяем видимость.

Задача 1.2. Сечение тела плоскостью

На профиле строим секущую плоскость Σ_j (рис. 4), которая будет проецироваться в виде прямой линии, т. к. азимут падения α совпадает с азимутом падения основания пирамиды (по заданию). Плоскость Σ_j проходит через точку А под заданным углом падения δ=**30°**. Секущая плоскость Σ_j пересекает ребра пирамиды в точках **D**, **E**, **F**, **K**, **M**, **N**. Полученные точки с профиля переносим на план (рис. 5) с помощью пропорционального деления (если точка делит отрезок в некотором отношении, то и любая проекция этой точки делит проекцию этого отрезка в том же отношении (рис. 6)).

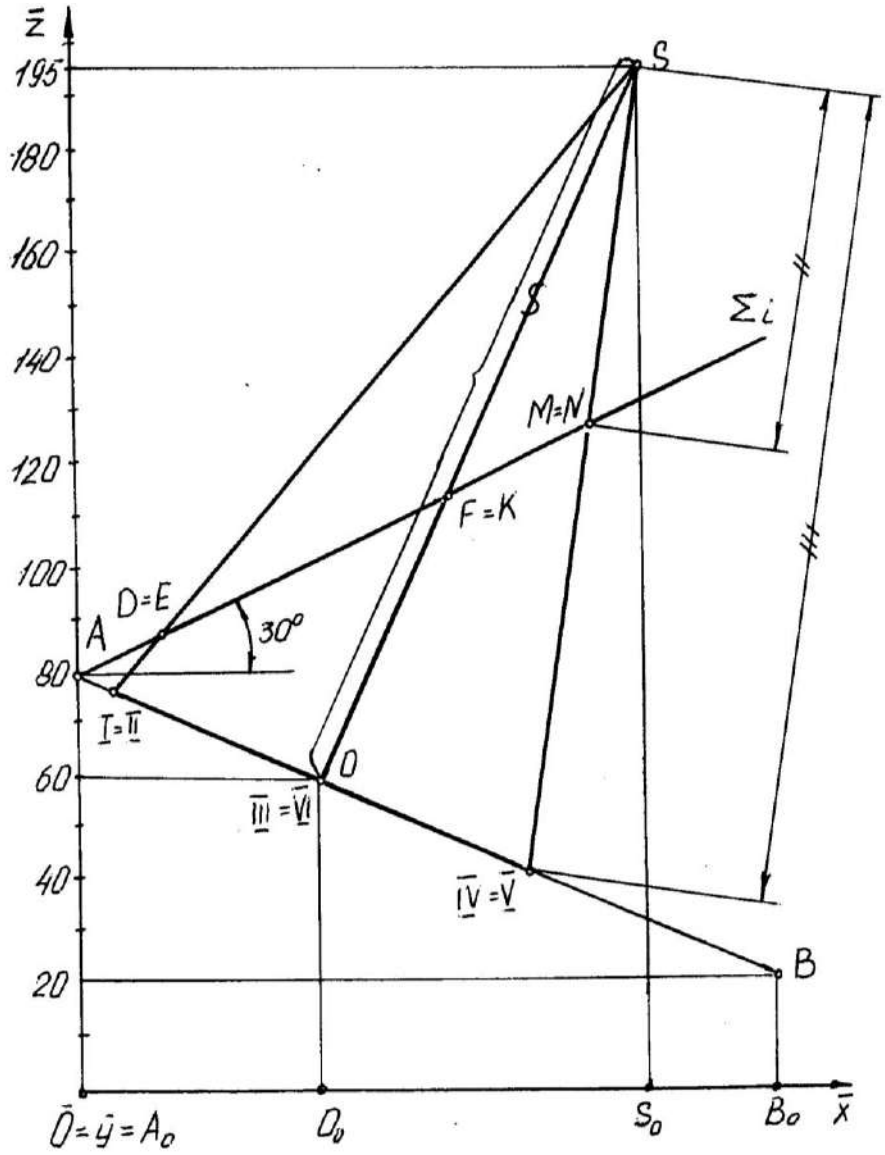


Рис. 4

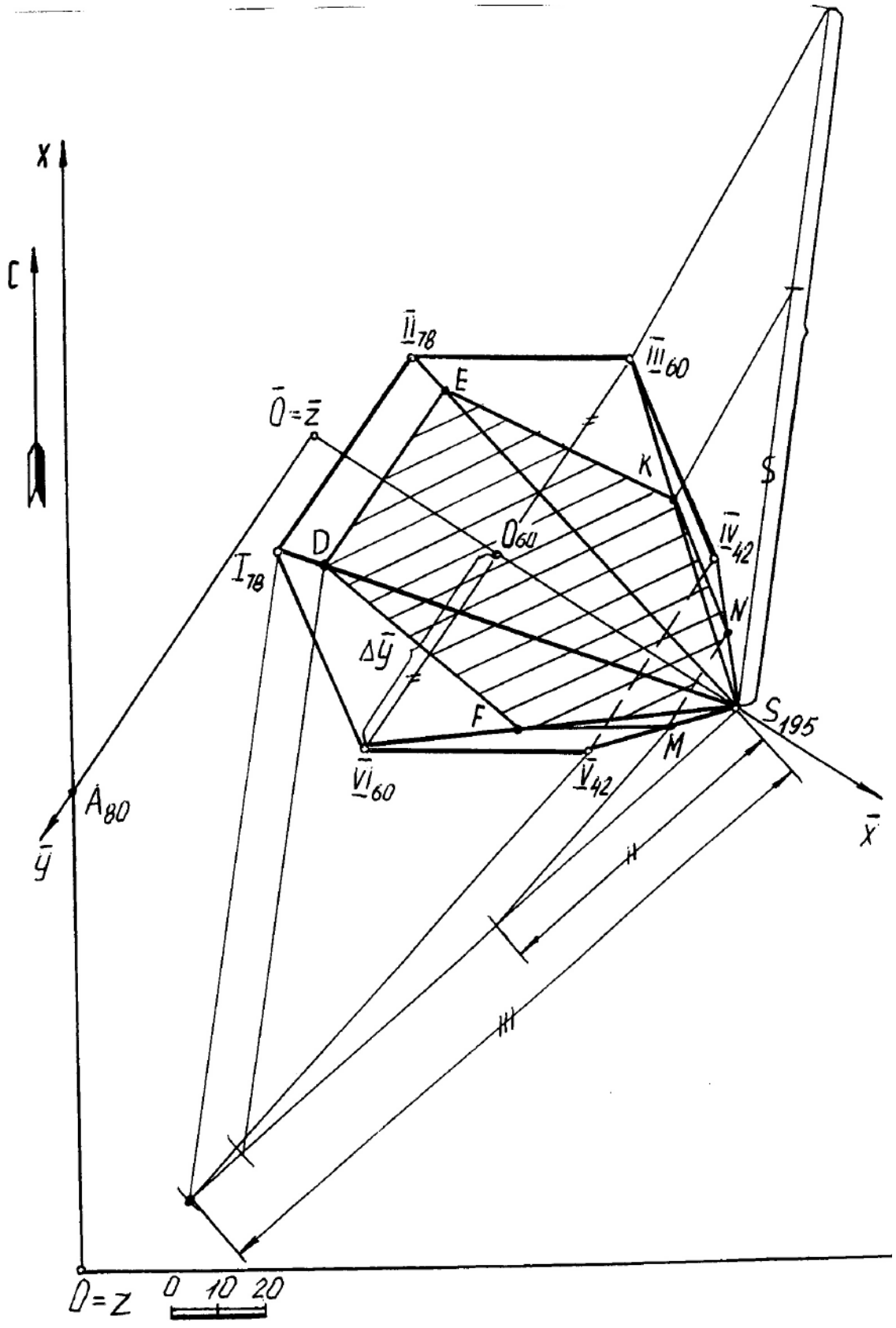

X
C
$\bar{II}_{78}$
$\bar{III}_{60}$
E
$\bar{0}=\bar{z}$
K
S
D
0_{60}
$\bar{IV}_{42}$
I_{78}
N
$\Delta\bar{y}$
F
S_{195}
M
$\bar{VI}_{60}$
$\bar{V}_{42}$
A_{80}
$\bar{y}$
$\bar{x}$
II
III
0=z
0 10 20

Рис. 5

Полученные точки **D**, **E**, **F**, **N**, **M** лежат на проецирующих прямых (**DE**), (**FK**) (**NM**), являющихся горизонталями (см. рис. 4), поэтому на плане стороны сечения **DE** и **NM** параллельны горизонталям основания пирамиды, а точки **F** и **K** принадлежат одной горизонтали плоскости сечения (рис. 5).

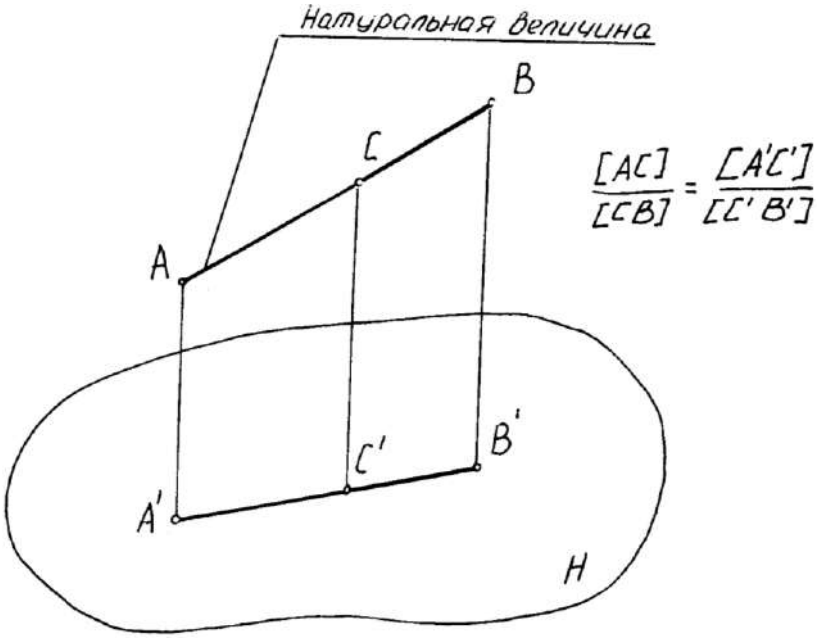


Рис. 6

Задача 1.3. Построение натуральной величины фигуры сечения

Для определения натуральной величины фигуры сечения воспользуемся методом замены плоскостей проекций на профиле, т. к. сечение на этой проекции является проецирующим (рис. 7).

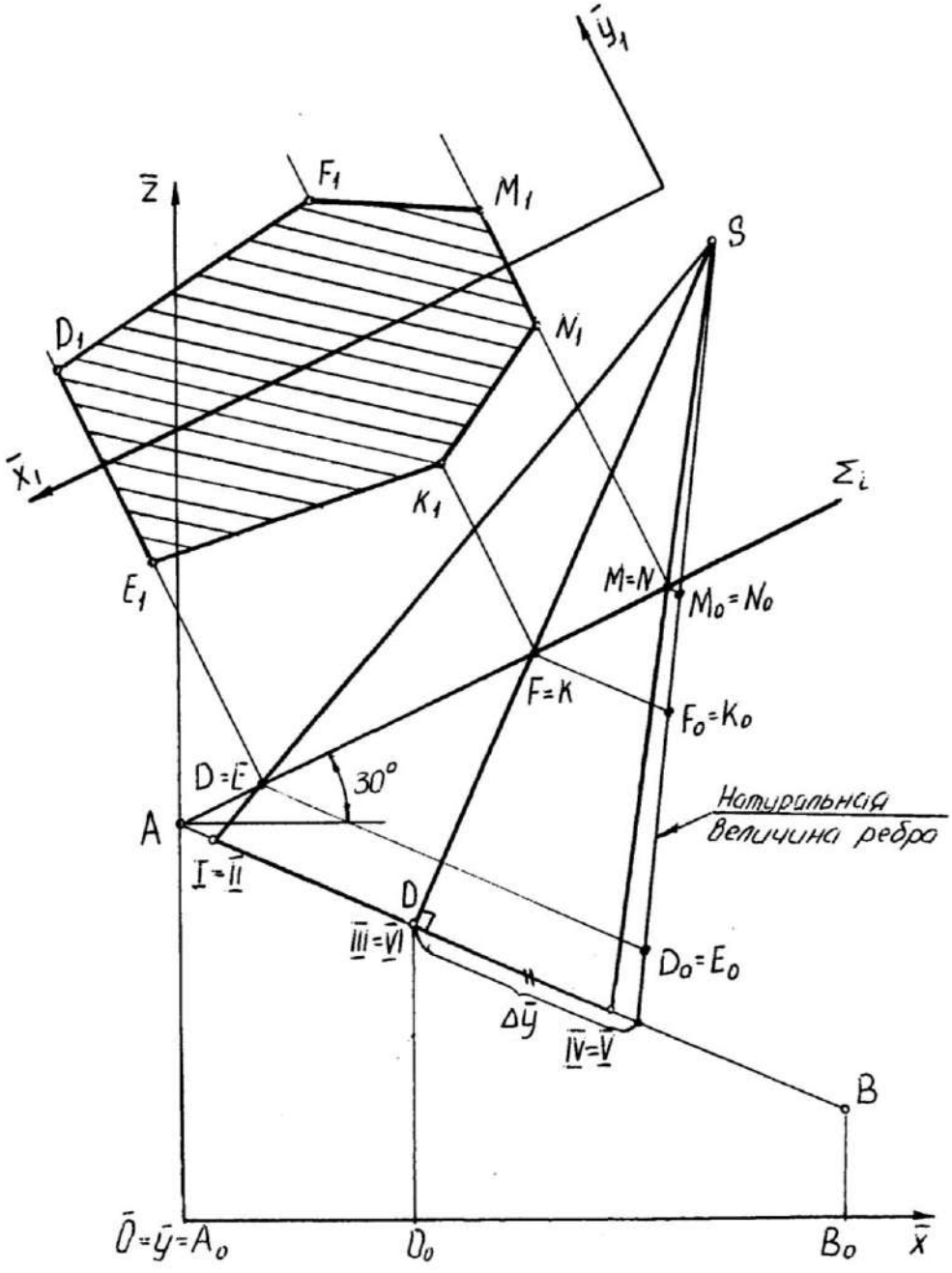


Рис. 7

Новую ось $\bar{x}_1$ выбираем параллельно секущей плоскости Σ_i в удобном для нас месте. Из точек **D,E,F,K,N,M** проводим линии связи перпендикулярно к оси $\bar{x}_1$, на которых откладываем (от оси $\bar{x}_1$) координаты $\bar{y}$ каждой точки, взятой с плана (рис. 5), причем точки E_1, K_1, N_1 имеют отрицательные координаты. Полученные точки последовательно соединяем ломаной линией и получаем натуральную величину фигуры сечения.

Задача 1.4 Построение развертки боковой поверхности пирамиды

Для построения развертки строим натуральную величину ребра правильной пирамиды на профиле (рис. 7) методом прямоугольного треугольника - одним катетом которого является ребро **S III** (**S YI**), другим катетом прямого угла, который совпадает с основанием пирамиды, является разность координат $\Delta \bar{y}$ концов отрезка, взятых с плана (рис.5). Гипотенуза прямоугольного треугольника есть натуральная величина всех ребер пирамиды.

Для определения линии сечения на развертке, на натуральную величину ребра переносим (в пропорциональном отношении) точки сечения $D_0E_0F_0K_0M_0N_0$ (рис. 7).

На свободном поле чертежа выбираем произвольную точку **S** и проводим дугу окружности радиусом, равным натуральной величине ребра пмрамиды (рис. 8).

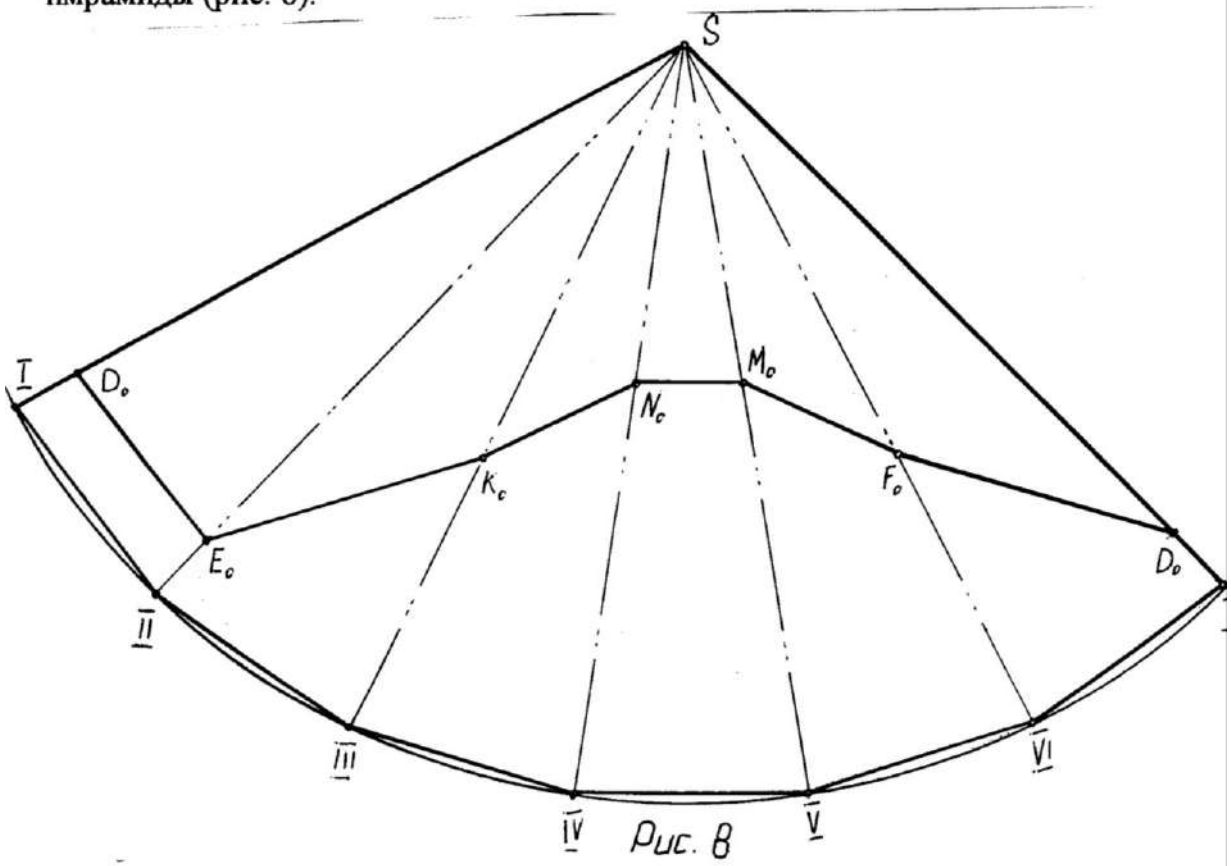


Рис. 8

На полученной дуге откладываем шесть одинаковых отрезков, равных стороне основания правильной пирамиды. Последовательно соединяем найденные точки и получаем развертку боковой поверхности пирамиды.

Для построения линии сечения на развертке переносим точки $\mathbf{D_0\ E_0\ F_0\ K_0\ N_0\ M_0}$, взятые с профиля натуральной величины (рис. 7), на соответствующие ребра развертки пирамиды. Полученные точки последовательно соединяем ломаной линией. Построение развертки боковой поверхности пирамиды осуществляется таким образом, так как у правильной пирамиды все боковые ребра одинаковые.

Пример 2

Задание:

В проекциях с числовыми отметками:

1.Построить трехгранную призму, основание которой принадлежит плоскости **OAB**. Точка **O** - центр описанной окружности правильного треугольника нижнего основания, одна сторона которого параллельна основной плоскости проекций H_0. Радиус описанной окружности **R**=50.

Точка **O′** - центр описанной окружности правильного треугольника (тяжести) верхнего основания. Координаты точек:

точка **O** (150; 90; 60);

точка **O′** (100; 120; 190);

точка **A** (100; 0; 80);

точка **B** (25; 110; 20).

2.Построить сечение заданной призмы плоскостью Σ_i. Плоскость Σ_i проходит через точку **L** и перпендикулярна к боковым ребрам призмы. Точка **L** задана координатами: **L** (110; 160; 70).

3.Построить натуральную величину фигуры сечения призмы плоскостью Σ_i .

4.Построить развертку боковой поверхности призмы с нанесением линии сечения.

Задача 2.1 Построение призмы

По заданным координатам на плане строим точки **O**, **A**, **B**, **O′**. В плоскости **Δ OAB** находим горизонталь, проходящую через точку **O** (см. задачу 1.1).

Для построения нижнего основания призмы на плане строим профиль плоскости **OAB** методом замены плоскостей проекций (рис. 9) и натуральную величину правильного треугольника **I II III** (рис. 10).

На плане (рис. 9) наносим новую декартову систему координат $\bar{O}\bar{x}\bar{y}\bar{z}$, где ось $\bar{x}$ перпендикулярна горизонтали плоскости $O_{60}C_{60}$ (выбирается в удобном для нас месте). Ось $\bar{y}$ перпендикулярна оси $\bar{x}$ и проходит через точку **A**.

В новой системе координат $\bar{O}\bar{x}\bar{y}\bar{z}$, строим профиль плоскости нижнего основания, проходящие через точки $A_1O_1B_1$ (при правильном построении эти точки лежат на одной прямой). На построенном профиле находим нижнее основание призмы (рис. 9). Причем, сторона II_1-III_1 на профиле проецируется в точку (по заданию). На профиле определяем высотные отметки точек нижнего основания. Полученные точки с помощью линий связи переносим на план (сторона **II-III** проецируется в натуральную величину, а вершина **I** находится на линии ската, которая проходит через точку O_{60}). Точки I_{40} II_{70} III_{70} определяют нижнее основание призмы.

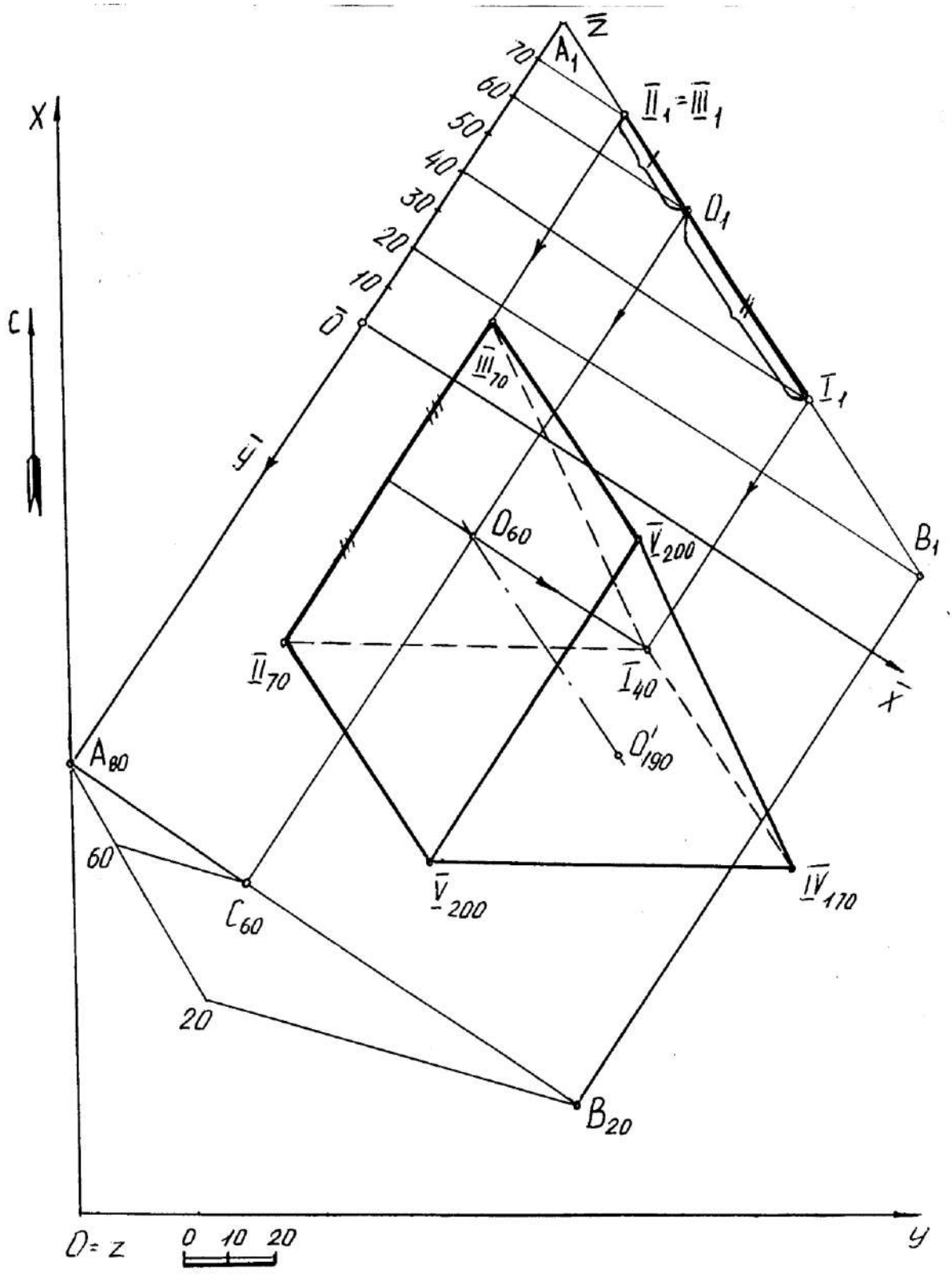

z
A1
70
60
50
40
30
20
10
0
II1 = III1
O1
I1
III70
O60
V200
B1
II70
I40
x
y'
x
c
A80
O'190
60
C60
V200
IV170
20
B20
O = z
0 10 20
y

Рис 9

Строим центр описанной окружности (центр тяжести) верхнего основания призмы **O′** по заданным координатам. Соединяем точки **O** и **O′** прямой линией. Из точек **I II III** нижнего основания призмы проводим прямые, параллельные и равные оси призмы **OO′**. Найденные точки **IV V VI** определяют верхнее основание искомой призмы. Последовательно соединяем найденные точки ломаной линией и определяем видимость ребер построенной призмы.

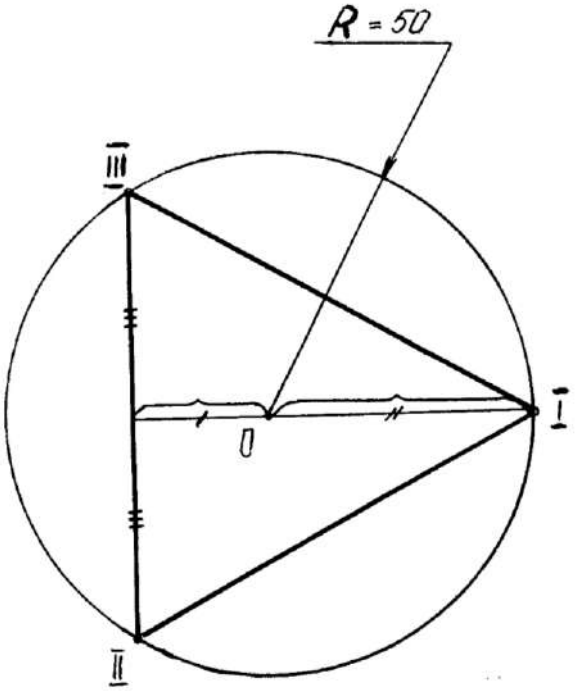


Рис 10

Задача 2.2. Сечение призмы плоскостью

По заданным координатам на плане строим точку L, через которую проходит плоскость Σi, перпендикулярная к боковым ребрам призмы (рис. 11).

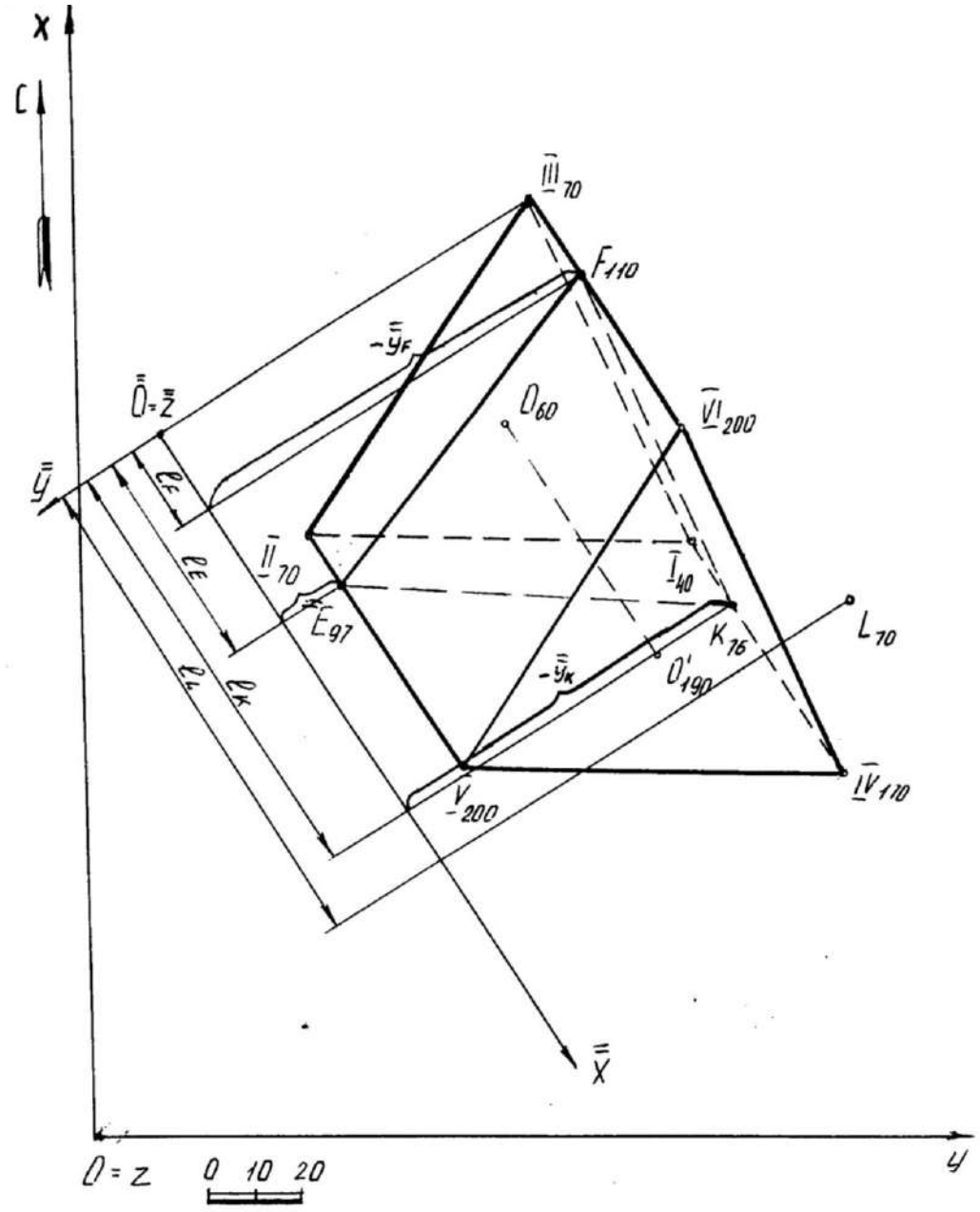


Рис. 11

Для нахождения плоскости $\boldsymbol{\Sigma_i}$ и сечения призмы этой плоскостью вводим новую декартову систему координат $\overline{\overline{\mathbf{Oxyz}}}$ таким образом, чтобы боковые ребра призмы в этой системе (профиле) проецировались в натуральную величину. Следовательно, ось $\overline{\overline{\mathbf{x}}}$ на плане проводим параллельно

боковым ребрам, ось $\bar{\bar{y}}$ перпендикулярна оси $\bar{\bar{x}}$ и проходит через точку $\mathbf{III_{70}}$. Ось $\bar{\bar{z}}$ совпадает с началом отсчета новой системы координат $\bar{\bar{O}}$ (рис. 11).

На свободном поле чертежа строим профиль призмы и секущей плоскости Σ_i в системе $\overline{\overline{Oxyz}}$ (рис. 12). Секущая плоскость Σ_i проходит через точку **L** и проецируется в виде прямой, перпендикулярной к боковым ребрам призмы (по заданию). Найденное сечение **FEK** переносим на план с помощью интервалов ($\mathbf{l_F}$, $\mathbf{l_E}$, $\mathbf{l_K}$) и принадлежности. Определяют видимость сечения (если грань является видимой, то и линия, принадлежащая ей, видима).

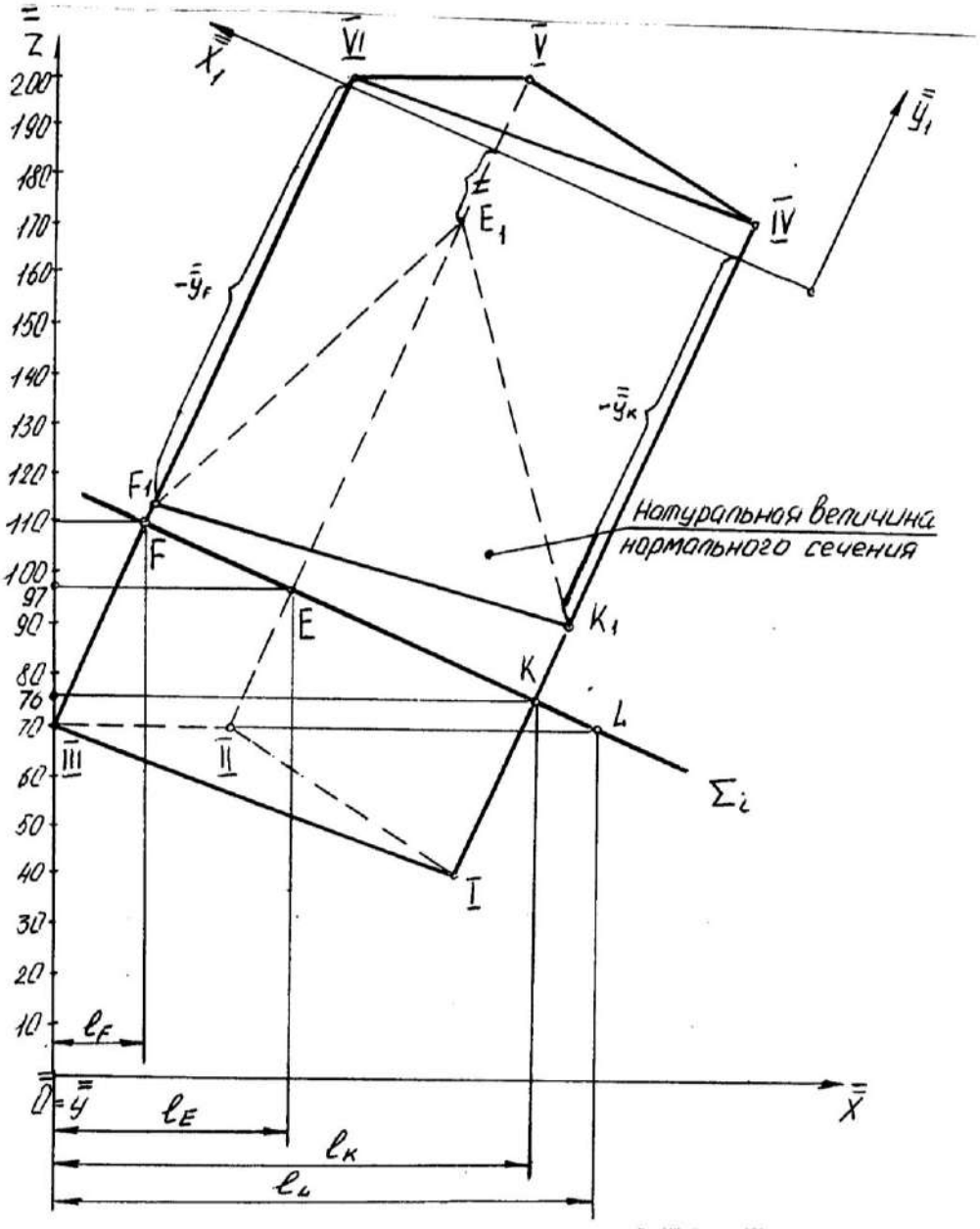


Рис. 12

Задача 2.3 Построение натуральной величины фигуры сечения (нормального сечения)

Для определения натуральной величины фигуры сечения воспользуемся методом замены плоскостей проекций на профиле (рис.12), т.к. сечение на этой проекции является проецирующим. Новую ось $\overline{\overline{x}}_1$ выбираем параллельно секущей плоскости Σ_i в удобном для нас месте. Из точек **F**, **E**, **K** проводим линии связи, перпендикулярные к $\overline{\overline{x}}_1$, на которых откладываем (от оси $\overline{\overline{x}}_1$) координаты $\overline{\overline{y}}$, взятые с плана (рис. 11). Причем, координаты $\overline{\overline{y}}$ точек являются отрицательными. Полученные точки последовательно соединяем ломаной линией и получаем натуральную величину фигуры сечения.

Задача 2.4 Построение развертки боковой поверхности призмы

Для построения развертки боковой поверхности призмы воспользуемся методом нормального сечения, т.к. плоскость Σ_i проходит перпендикулярно к боковым ребрам призмы, поэтому сечение **FEK** является нормальным. На свободном поле чертежа разворачиваем в прямую линию натуральную величину нормального сечения. Через точки **FEKF** проводим вертикальные линии и откладываем на них (от этих точек) расстояния, равные натуральной величине ребер до верхнего и нижнего основания призмы, взятые с профиля (рис. 13). Найденные точки последовательно соединяют ломаной линией.

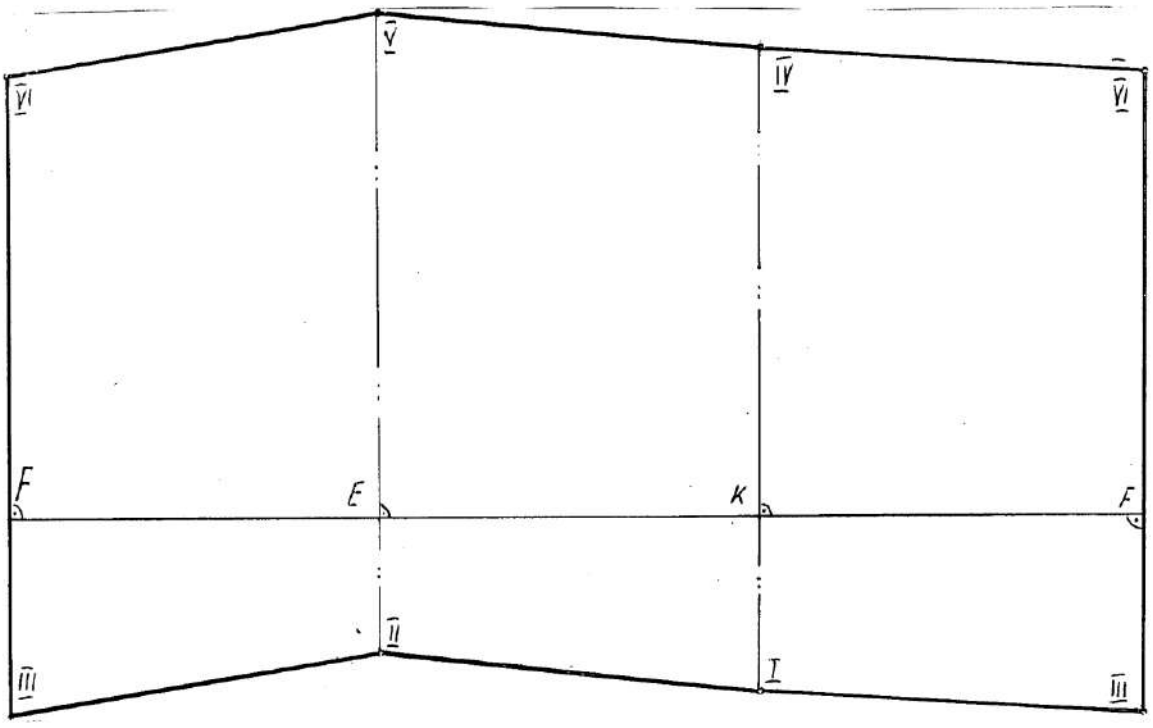


Рис. 13

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

ТАБЛИЦА 1

Номер варианта	Секущая плоскость (угол падения) Σ_i	Пирамида		
		сторона основания (a)	высота (h)	Координаты точек A, B, O
1	30°	40	150	A: $x_A = 100$, $y_A = 0$, $z_A = 80$ B: $x_B = 25$, $y_B = 110$, $z_B = 20$ O: $x_O = 150$, $y_O = 90$, $z_O = 60$
3	25°	45	150	
5	20°	50	150	
7	15°	55	150	
9	10°	60	150	
11	0°	40	155	
13	5°	45	155	
15	10°	50	155	
17	15°	55	155	
19	20°	60	155	
21	5°	40	160	
23	10°	45	160	
25	15°	50	160	
27	20°	55	160	
29	25°	60	160	
31	30°	40	150	A: $x_A = 100$, $y_A = 0$, $z_A = 80$ B: $x_B = 30$, $y_B = 115$, $z_B = 250$ O: $x_O = 140$, $y_O = 80$, $z_O = 50$
33	25°	45	150	
35	20°	50	150	
37	15°	55	150	
39	10°	60	150	
41	0°	40	155	
43	5°	45	155	
45	10°	50	155	

Продолжение табл. 1

Номер варианта	Призма													Нормальная плоскость		
	R	O			O’			A			B			L		
		x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
2	40	100	50	50	65	125	180	150	30	100	100	130	30	30	110	50
4	40	100	55	50	65	130	185	150	35	100	100	125	30	35	110	55
6	45	100	60	60	65	140	190	150	40	100	100	120	30	30	110	60
8	45	100	65	65	65	145	180	150	20	100	100	115	30	30	110	65
10	50	100	70	70	65	150	170	150	15	100	100	110	30	30	110	65
12	50	150	90	60	95	115	195	110	0	70	20	120	25	105	155	75
14	55	145	85	60	110	120	190	100	0	80	25	110	20	110	160	75
16	45	155	85	60	95	115	195	105	0	80	15	105	20	100	150	80
18	50	110	50	45	50	130	160	160	5	110	110	105	40	30	100	50
20	45	110	55	50	50	135	165	160	10	110	110	110	40	25	100	45
22	40	110	60	55	50	140	170	160	15	110	110	115	40	20	100	55
24	35	110	65	60	50	145	175	160	20	110	110	120	40	35	100	60
26	50	110	70	65	50	150	180	160	25	110	110	125	40	30	100	45
28	40	95	40	60	120	130	160	170	0	120	120	100	50	80	130	60
30	35	95	45	65	120	135	165	170	5	120	120	105	50	85	135	65
32	40	95	50	70	120	140	170	170	10	120	120	110	50	90	140	70
34	40	95	55	75	120	145	175	170	15	120	120	115	50	80	130	70
36	35	95	60	80	120	150	180	170	20	120	120	120	50	85	135	60
38	35	80	30	55	130	135	185	140	10	90	90	110	20	80	150	70
40	30	80	35	60	130	140	190	140	15	90	90	115	20	85	150	75
42	35	80	30	65	130	145	195	140	20	90	90	120	20	80	150	70
44	40	80	35	70	130	150	100	140	25	90	90	125	20	85	150	75
46	40	80	40	75	130	150	105	140	30	90	90	130	20	90	150	80

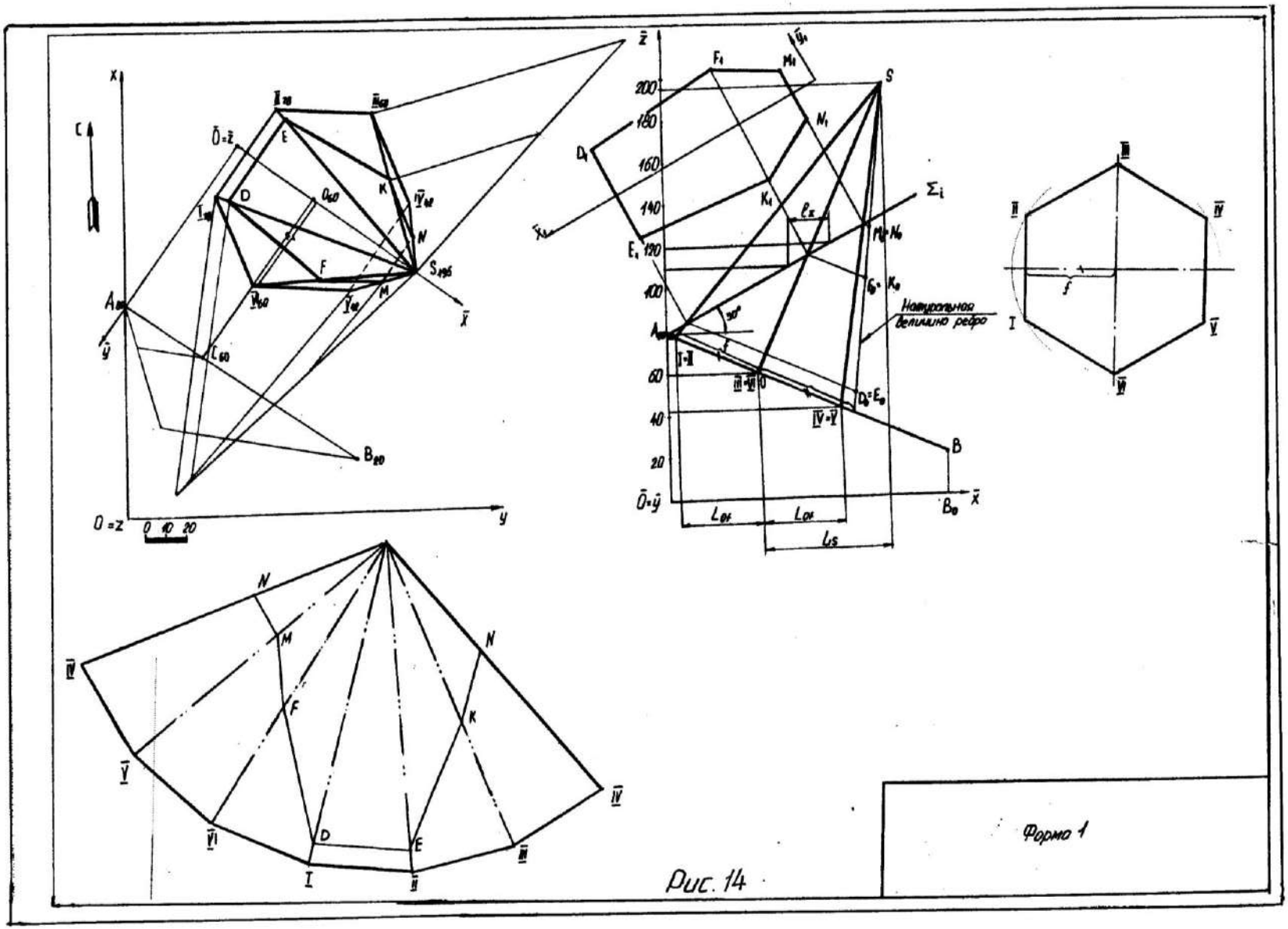


Рис. 14

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабич В. Н., Шангина Е. И. Начертательная геометрия в проекциях с числовыми отметками: Учебное пособие.- Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1999. – 152 с.
2. Горная графическая документация. – Издание стандартов, 1983. – 200 с.
3. Ломоносов Г. Г. Инженерная графика. – М.: Недра, 1984. – 287 с.
4. Русскевич Н. Л. Начертательная геометрия. – Киев: «Вища школа», 1978. – 312 с.
5. Тарасов Б. Ф. Методы изображения в транспортном строительстве. – Ленинград: Стройиздат, 1987. – 248 с.

Шангина Елена Игоревна

Методическое пособие
по выполнению индивидуальной графической
работы «Эпюр № 2» по дисциплине
«Начертательная геометрия. Инженерная графика»
для студентов направления 553200 –
«Геология и разведка полезных ископаемых»

2-е издание, стереотипное

Корректура кафедры инженерной графики

Подписано в печать 17.10.2003 г.
Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/8
Печ. л. 1,6 Уч. - изд. 1,39. Тираж 150 экз. Заказ №128

Лаборатория педагогики
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральская государственная горно-геологическая академия
Лаборатория множительной техники

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Горно-технологического

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
Горно-технологического факультета
_____Н. В. Колчина

Е. И. Шангина

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.

ЭПЮР №1

Методическое пособие
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

Издание УГГУ

Екатеринбург, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5
1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ 5
2. МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЭПЮРА 5
3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭПЮРА 7
4. ПРИЛОЖЕНИЕ 1 15
5. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 16

ВВЕДЕНИЕ

Методическое пособие «Эпюр № 1выполнено на основе учебного пособия А. И. Образцова, изданного в 1953 году.

Данное пособие предназначено для оказания помощи студентам при выполнении графической работы «Эпюр №1» по курсу «Начертательная геометрия».

Цель работы - научиться строить линию пересечения заданных плоских фигур, определять видимость этих фигур на проекциях.

Графическая работа «Эпюр №1» является первым самостоятельным заданием студента по дисциплине «Начертательная геометрия». Для выполнения этой работы студент должен изучить следующие разделы начертательной геометрии: «Точка и прямая», «Плоскость», «Взаимное положение прямой и плоскости», «Взаимное положение двух плоскостей».

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Графическая работа «Эпюр №1» выполняется в масштабе 1:1 на формате А3 (297×420 мм). В правом нижнем углу формата А3 студент выполняет основную надпись – форма 1 по ГОСТ 2.104-68. Пример заполнения основной надписи приведен в Приложении I. В левом верхнем углу формата выполняется дополнительная графа 26 (14×70 мм). Пример выполнения графической работы дан в Приложении I.

В соответствии с ГОСТ 2.303-68 задание выполняется следующими типами линий:

- линии видимого контура толщиной S, равной 0,6÷0,8 мм;
- линии построения – сплошные тонкие, толщиной от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$;
- линии невидимого контура – штриховые, толщиной от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$;
- следы вспомогательных плоскостей-посредников изображаются разомкнутыми линиями, длиной 8-10 мм, толщиной от 1,5 *S* до 2*S*.

2. МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЭПЮРА

Вариант задания включает в себя три различные геометрические плоские фигуры:

- фигура № 1 задана координатами трех точек, фигура № 2 (многоугольник) полностью задана координатами трех точек и оставшимися точками, у которых одна из координат заменяется условием их принадлежности к плоской фигуре № 2;

- фигура № 3 занимает проецирующее положение (фронтально-проецирующее или горизонтально-проецирующее) и задается очерком в виде кольца, серпа, круга или его части.

Выполнение эпюра состоит из графического решения нескольких задач:

1) достроить недостающую проекцию многоугольника;
2) построить проекции линии пересечения треугольника *ABC* и многоугольника;
3) построить проекции линии пересечения: треугольника с плоскостью частного положения; многоугольника с плоскостью частного положения;
4) определить видимость элементов фигур на чертеже, считая фигуры непрозрачными.

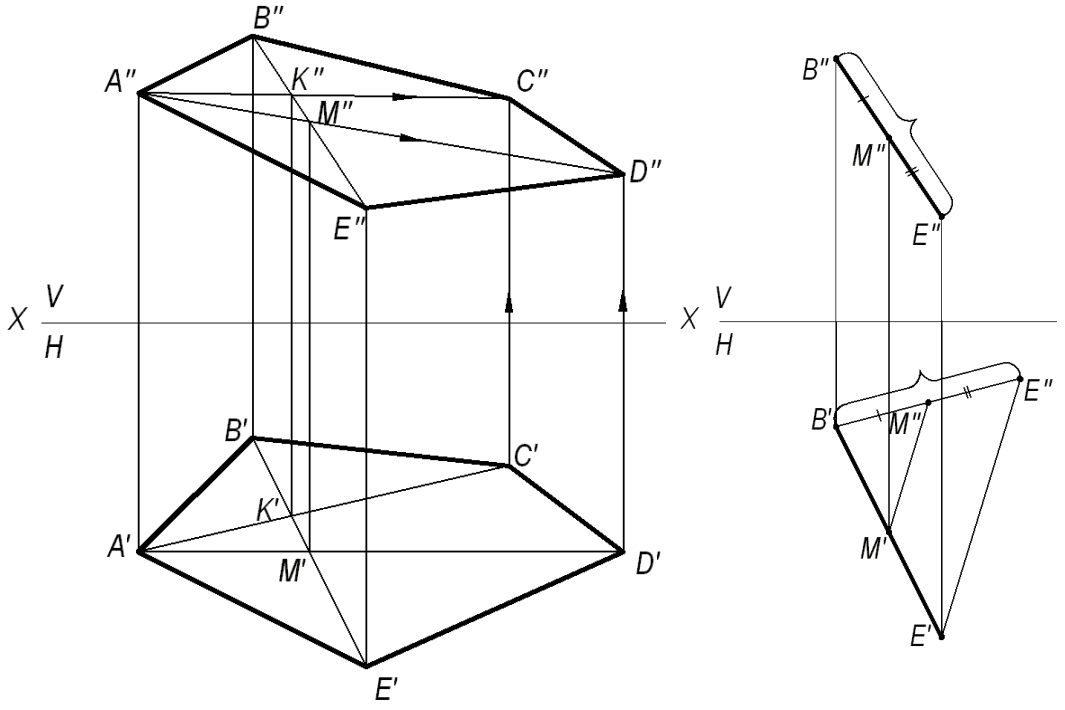
Исходные данные заданы численными значениями координат и сведены в таблицу.

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭПЮРА

Для выполнения графической работы студенту необходимо решить ряд задач.

Задача 1. Построение исходного чертежа многоугольника (рис. 1).

Горизонтальная проекция многоугольника *ABCDE* задана полностью, а фронтальная проекция только тремя проекциями точек *A″B″E″*. Необходимо достроить фронтальную проекцию точек *C* , *D*. При построении недостающей проекции заданного многоугольника необходимо соблюдать условие принадлежности точек данной фигуры к плоскости. Чтобы точки *C*, *D* лежали в плоскости, определенной тремя точками *A*, *B* и *E*, необходимо, чтобы они находились на прямых, лежащих в этой плоскости. Этими прямыми являются диагонали *AC*, *AD* и *BE*, горизонтальные проекции которых можно построить (рис. 1*а*).



а) *б*)

Рис. 1. Построение исходного чертежа многоугольника:

а- построение недостающих проекций вершин многоугольника; *б*- пропорциональное деление отрезка *BE*

На фронтальной проекции пятиугольника проводят проекцию диагонали *B″E″*. В плоскости пятиугольника лежат точки пересечения диагоналей *K* и *M*, горизонтальные проекции которых *K′* и *M′* имеются, а фронтальные проекции получаются в результате пересечения линий проекционной связи, проведенных из *K′* и *M′*, с диагональю *B″E″*. По двум точкам строятся фронтальные проекции других двух диагоналей *A″K″* и *A″M″*, на них должны лежать проекции точек *C″* и *D″*, которые определяются по их горизонтальным проекциям.

В случае, если линия совпадает по направлению с линией проекционной связи или круто наклонена к оси проекций, то недостающая проекция точки строится из условия пропорционального деления отрезка: если точка делит отрезок на пропорциональные части, то проекция этой точки делит проекции этого отрезка в том же отношении. На рис. 1*б* нужно построить горизонтальную проекцию точки *M′*. Из проекции точки *B′* проводят линию под углом меньше 90° к *B′E′* и на ней от проекции точки *B′* откладывают отрезки равные *B″M″* и *B″E″*. Соединяют *E′* и *E″* и параллельно этому направлению проводят от M″ линию до пересечения с *B′E′*. Получают искомую горизонтальную проекцию *M′*.

Задача 2. Построить точку пересечения прямой *MN* с плоскостью треугольника *ABC*.

Если прямая линия не параллельна плоскости, то она пересекает эту плоскость в действительной точке (см. рис. 2).

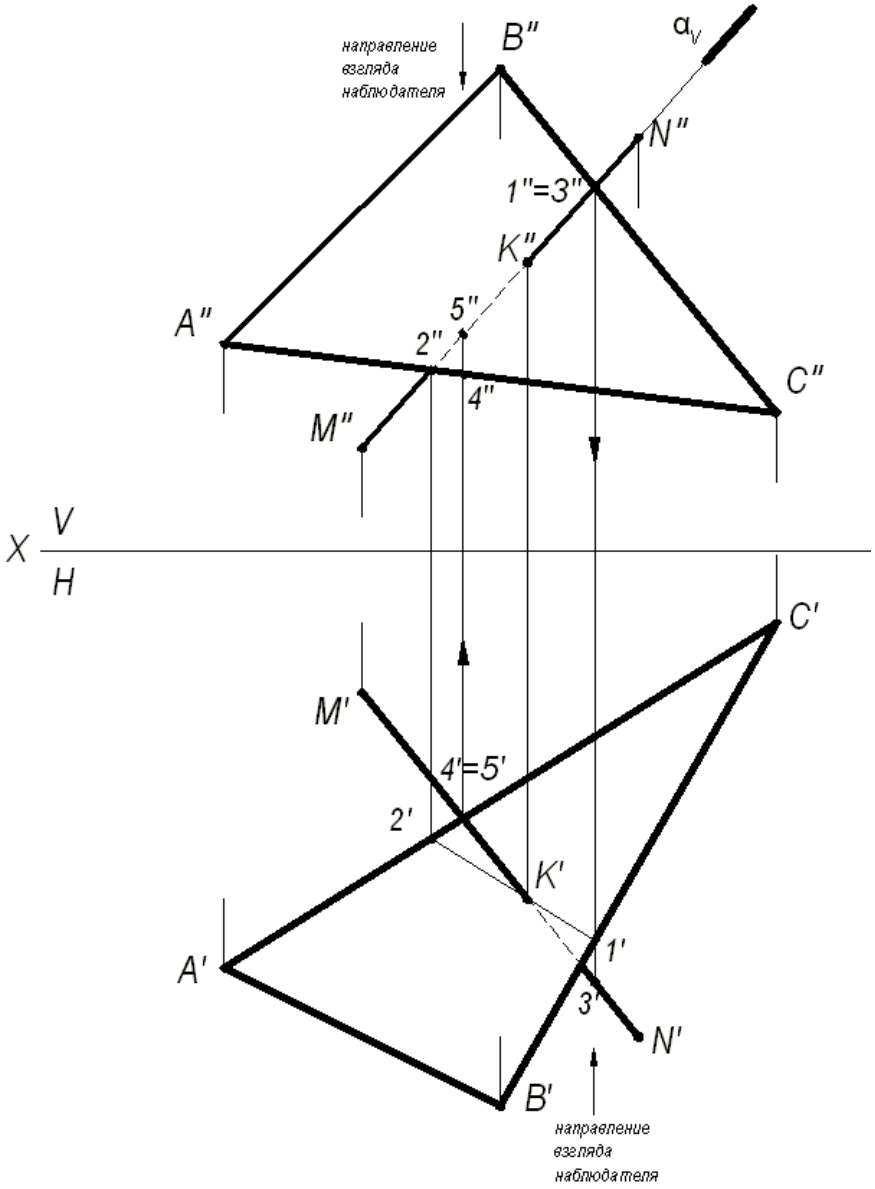


Рис. 2. Построение точки пересечения прямой с плоскостью

Алгоритм решения задачи:

1) Через заданную прямую *MN* проводим вспомогательную плоскость-посредник α, перпендикулярную фронтальной плоскости проекций. Следовательно, на фронтальной плоскости проекций *V* все точки плоскости-посредника α будут проецироваться в прямую линию, совпадающую с фронтальной проекцией прямой *M″N″*.

2) Находим линию пересечения вспомогательной плоскости-посредника α с заданной плоскостью треугольника *ABC*. На чертеже линия (1,2).

3) Находим искомую точку пересечения *K* прямой *MN* с плоскостью треугольника *ABC*. Она определяется как пересечение искомой прямой с найденной линией пересечения вспомогательной плоскости-посредника с плоскостью треугольника *ABC*.

Определение видимости на чертеже.

В начертательной геометрии плоскости считаются непрозрачными, поэтому необходимо на проекциях определить видимость.

Для определения видимости на чертеже используем метод конкурирующих точек, сущность которого заключается в выборе двух скрещивающихся прямых.

Для определения видимости на фронтальной плоскости проекций *V* поступают так. Выбираем две скрещивающиеся прямые *B″C″* и *M″N″*, фронтальные проекции которых пересекаются в точках 1 и 3. По горизонтальной проекции определяем, что проекция точки 3′, лежащая на проекции прямой *M′N′*, будет закрывать проекцию точки 1′, лежащую на проекции прямой *B′C′*, т. к она будет ближе к наблюдателю. На чертеже направление взгляда наблюдателя показано стрелкой. Следовательно, на фронтальной плоскости проекций проекция *M″N″* будет закрывать проекцию *B″C″*. Границей видимости является проекция точки пересечения К″.

Для определения видимости на горизонтальной плоскости проекций *H* выбираем две скрещивающиеся прямые *A′C′* и *M′N′*, горизонтальные проекции которых пересекаются в точках 4′ и 5′. По фронтальной проекции определяем, что проекция точки 5″, лежащая на проекции прямой *M″N″*, будет закрывать проекцию точки 4″, лежащую на проекции прямой *A″C″*, т. к. она будет ближе к наблюдателю. На чертеже направление взгляда наблюдателя показано стрелкой. Следовательно, на горизонтальной плоскости проекций проекция *M′N′* будет закрывать проекцию *A′C′*. Границей видимости является проекция точки пересечения *K′*.

Задача 3. Построение линии пересечения двух плоскостей, одна из которых занимает частное положение.

Даны две плоскости: плоскость Δ*ABC* – плоскость общего положения, плоскость Δ*DEK* – плоскость частного положения, которая расположена перпендикулярно фронтальной плоскости проекций (рис. 3).

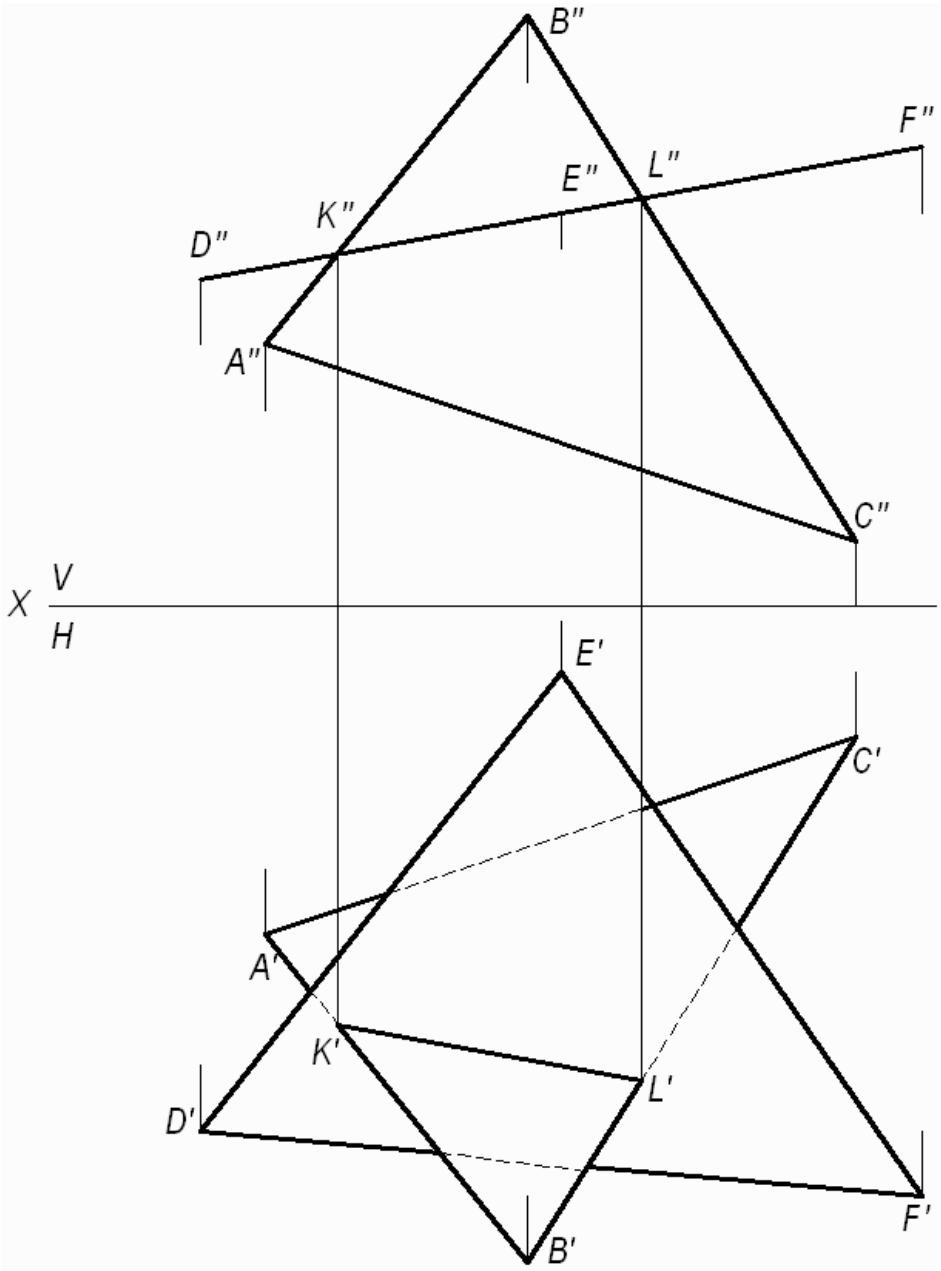


Рис. 3. Построение линии пересечения двух плоскостей, одна из которых занимает частное положение

Фронтальная проекция Δ*DEK* совпадает с фронтальным следом плоскости и фронтальной проекцией линии пересечения треугольников.

(*KL*) - линия пересечения двух треугольников. Проекции этой линии пересечения – фронтальную и горизонтальную строят исходя из свойства принадлежности точек *K* и *L* сторонам (*AB*) и (*BC)*, соответственно. Видимость треугольников на горизонтальной плоскости проекций определяем методом конкурирующих точек, рассмотренном в задаче 2.

Задача 4. Построение линии пересечения двух плоскостей общего положения.

Даны две плоскости общего положения, заданные треугольниками *ABC* и *DEK*. Построить линию пересечения двух треугольников, определить видимость треугольников на проекциях.

Прямая линия, получаемая при взаимном пересечении двух плоскостей, определяется двумя точками, каждая из которых одновременно принадлежит обеим плоскостям. Общие точки определяются решением основной позиционной задачи начертательной геометрии – построение точки пересечения прямой с плоскостью (см. рис. 2).

Для решения данной задачи проводят вспомогательные плоскости-посредники частного положения (проецирующие плоскости). Решение задачи приведено на рис. 4.

Алгоритм решения задачи:

1. Определяют первую точку линии пересечения двух треугольников – точку *M*.

1.1. Фронтально-проецирующая плоскость α проведена через сторону *DK* и задана на чертеже фронтальным следом α_V.

1.2. Плоскость α пересекает плоскость треугольника *ABC* по прямой (1,2), на чертеже строят две проекции этой прямой.

1.3. Прямая (1,2) пересекает сторону *DK* в точке *M*, строят две проекции точки M'' и M'.

2. Определяют вторую точку искомой линии пересечения двух треугольников – точку *N*.

2.1. Горизонтально-проецирующая плоскость β проведена через сторону *AB* и задана на чертеже горизонтальным следом β_H.

2.2. Плоскость β пересекает плоскость треугольника *DEK* по прямой (3,4), на чертеже строят две проекции этой прямой.

2.3. Прямая (3,4) пересекает *AB* в точке *N*, строят две проекции точки N'' и N'.

Плоскости треугольников *ABC* и *DEK* пересекаются по прямой *MN*.

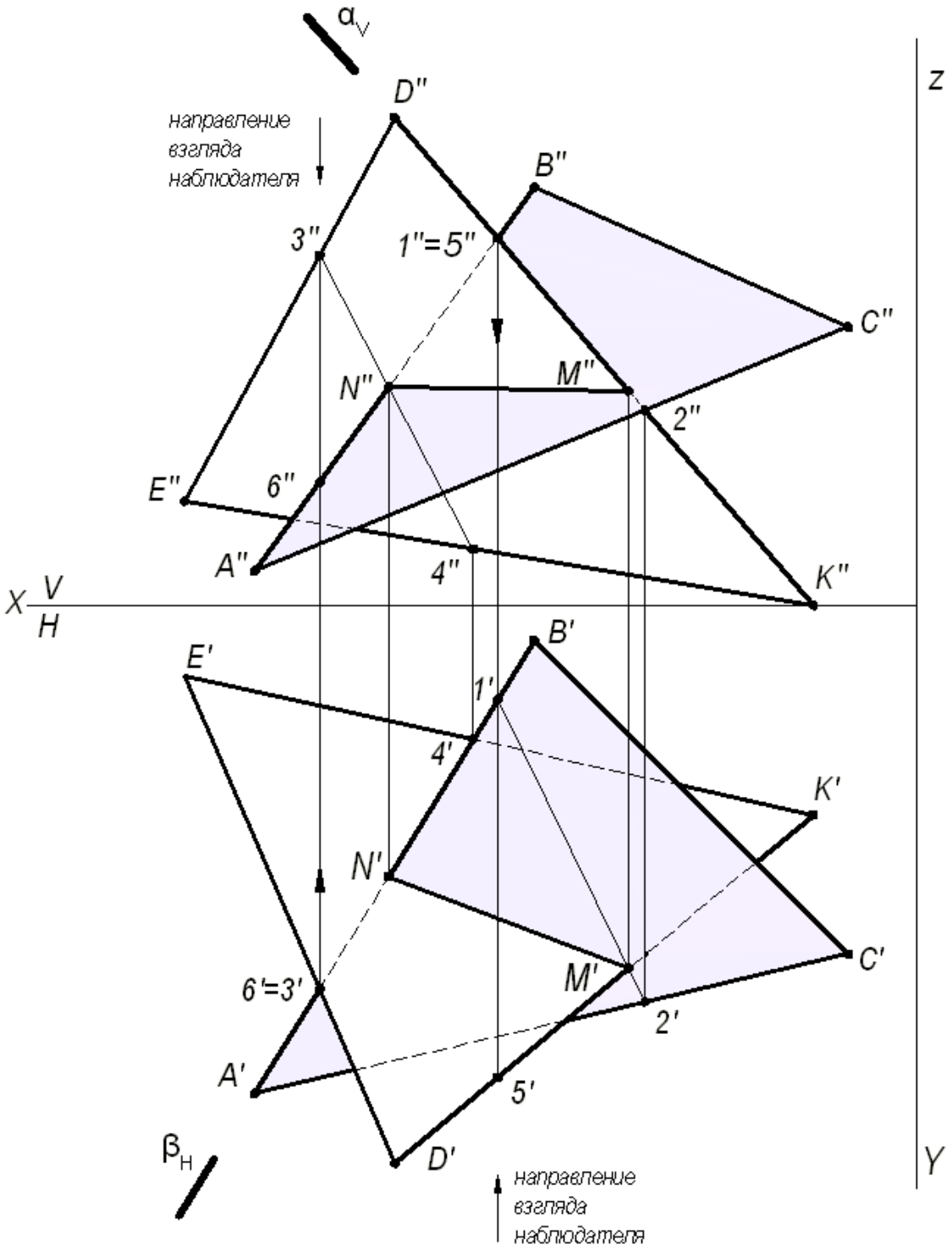


Рис. 4. Построение линии пересечения двух треугольников

3. Видимость плоских фигур на проекциях определяют методом конкурирующих точек.

Для определения видимости на фронтальной плоскости проекций *V* выбираем две скрещивающиеся прямые *D″K″* и *A″B″*, фронтальные проекции которых пересекаются в точках 1″ и 5″. По горизонтальной проекции определяем, что проекция точки 5′, лежащая на проекции прямой *D′K′*, будет закрывать про-

екцию точки 1′, лежащую на проекции прямой $A'B'$, т. к. она будет ближе к наблюдателю. Следовательно, на фронтальной плоскости проекция $D''K''$ будет закрывать проекцию $A''B''$. Границей видимости является проекция линии пересечения $M''N''$.

Для определения видимости на горизонтальной плоскости проекций H выбираем две скрещивающиеся прямые $A'B'$ и $D'E'$, горизонтальные проекции которых пересекаются в точках 3′ и 6′. По фронтальной проекции определяем, что проекция точки 3″, лежащая на проекции прямой $D''E''$, будет закрывать проекцию точки 6″, лежащую на проекции прямой $A''B''$, т.к. она будет ближе к наблюдателю. Следовательно, на горизонтальной плоскости проекция $D'E'$ будет закрывать проекцию $A'B'$. Границей видимости является проекция линии пересечения $N'M'$.

Задача 5. Построить две проекции линии пересечения плоскости α - общего положения, заданной следами и плоскости β - общего положения, заданной параллельными прямыми a и b.

Для решения данной задачи проводят вспомогательные плоскости-посредники частного положения (плоскости уровня), пересекающие заданные плоскости по прямым, недостающие проекции которых легко строятся и пересекаются в пределах чертежа.

Графическое решение задачи приведено на рис. 5.

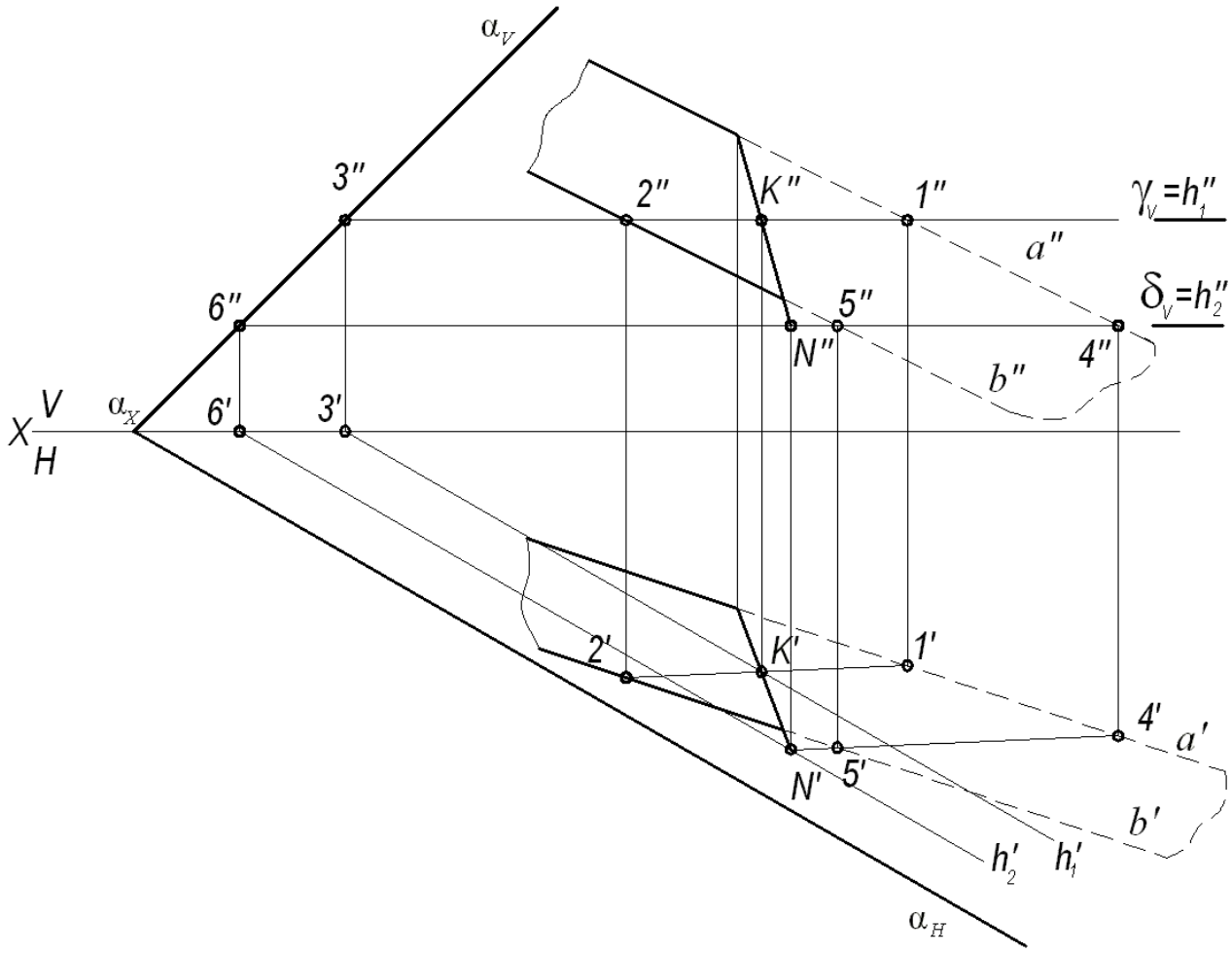
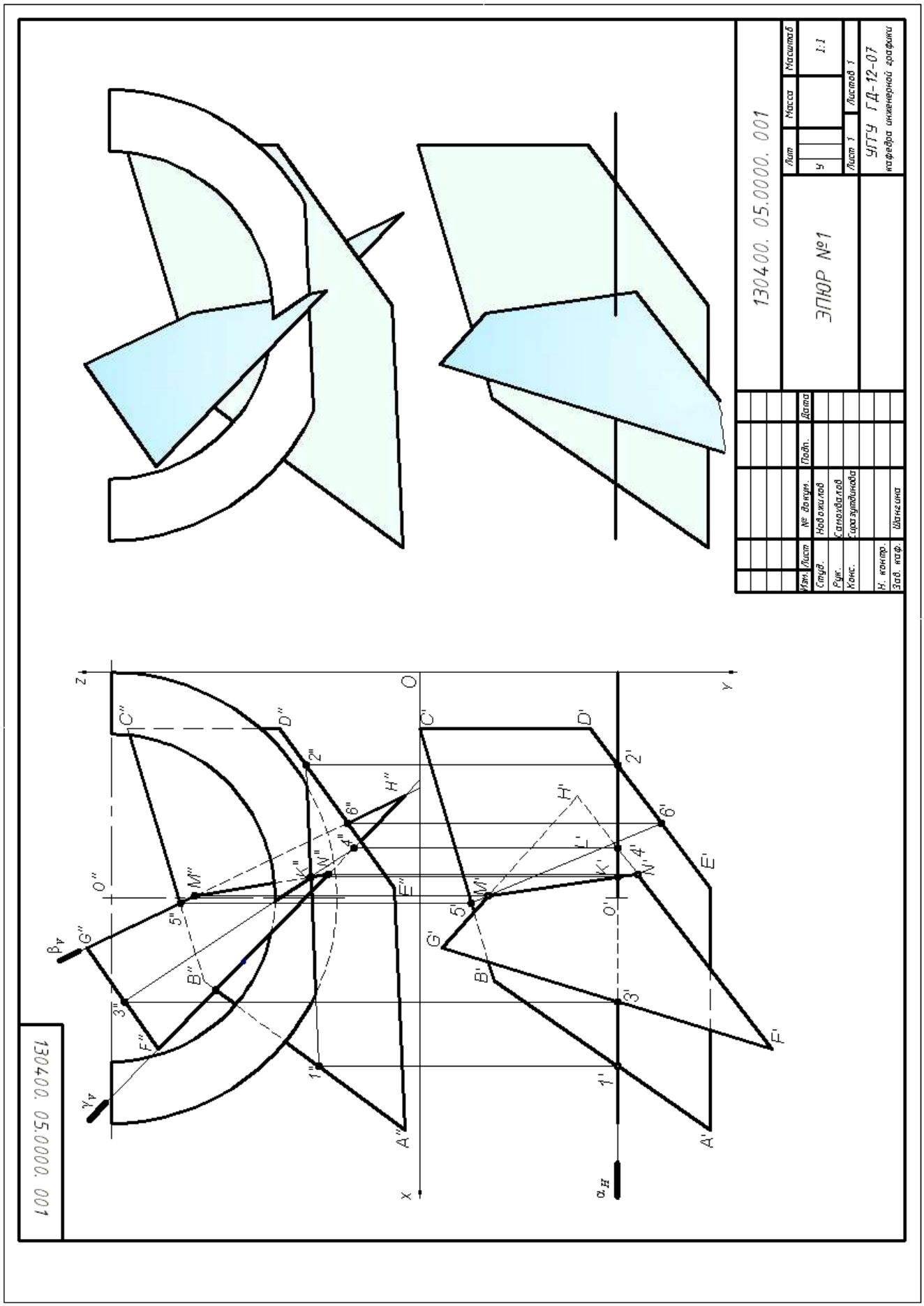


Рис. 5. Построение линии пересечения двух плоскостей

Вспомогательная горизонтальная плоскость-посредник γ задана следом γ_V и пересекает плоскость α по горизонтали, проходящей через точку 3, а плоскость β по горизонтали (1, 2). Горизонтальные проекции этих горизонталей пересекаются в точке *K*. Строят фронтальную проекцию точки *K*, используя свойство принадлежности точки прямой линии. Точка *K* принадлежит обеим плоскостям α и β. Вторая точка *N*, общая для двух плоскостей α и β, определяется второй вспомогательной плоскостью-посредником частного положения δ (на чертеже задана следом δ_V). Искомая прямая (*KN*) является линией пересечения двух плоскостей α и β.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1



СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М. А. Курс начертательной геометрии. Учеб. пособие. М.: Высшая школа. 2007.272 с.

2. Самохвалов Ю. И. Начертательная геометрия. Учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ. 2011. 121 с.

3. Самохвалов Ю. И., Шангина Е. И. Начертательная геометрия. Инженерная графика. Учебно-методическое пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ. 2011. 96 с.

Министерство образования и науки
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Т. Е. Савина

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ «СОЗДАНИЕ ПРОЕКЦИОННОГО ЧЕРТЕЖА СРЕДСТВАМИ AUTOCAD»

по дисциплинам:

«Инженерная и компьютерная графика»,

«Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика»

Екатеринбург – 2021

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-технологического
факультета
« 08 » октября 2021 г.
Председатель комиссии
_____ Колчина Н.В.

Т. Е. Савина

Методическое пособие по выполнению практической работы «Создание проекционного чертежа средствами AutoCAD» по дисциплинам: «Инженерная и компьютерная графика», «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика»

Издание УГГУ Екатеринбург, 2021

Ш20

Рецензент: *Е. И. Шангина*, д-р пед. н., к.т.н., профессор кафедры ИГр УГГУ.

Пособие рассмотрено на заседании кафедры инженерной графики 07.09.2017 г. (протокол № 1) и рекомендованы для издания в УГГУ

Савина Т. Е.

Ш20 Методическое пособие по выполнению практической работы «СОЗДАНИЕ ПРОЕКЦИЕННОГО ЧЕРТЕЖА СРЕДСТВАМИ AUTOCAD» курсу «Компьютерная графика» для студентов всех специальностей /Т. Е. Савина. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. – 31 с.

В методическом пособии изложена последовательность и порядок построения проекционного чертежа в системе AutoCAD. Варианты индивидуальных заданий приведены в приложении. Дан пример выполнения графической работы.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ……3

1. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ……..4

2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ……6

3. ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ 2D ЧЕРТЕЖА……..8

4. ПРИЛОЖЕНИЕ…… …19

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ…… …….32

СОЗДАНИЕ ПРОЕКЦИОННОГО ЧЕРТЕЖА СРЕДСТВАМИ AUTOCAD

Цель задания:

-закрепление навыков работы с командами построения и редактирования системы AutoCAD в процессе выполнения чертежа, оформленного в соответствии с требованиями стандартов Единой Системы Конструкторской Документации (ЕСКД).

Задание содержит 12 вариантов, приведённых в приложении.

По двум заданным изображениям детали построить проекционный чертеж в трех проекциях, на месте соответствующих видов выполнить необходимые разрезы (ГОСТ 2.305-68). Выполнить компоновку чертежа на формате А3 (ГОСТ 2.301-68), с основной надписью формы 1 (ГОСТ 2.104-68).

1. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

При выполнении задания необходимо опираться на ГОСТ 2.305-68, 2.307-68, знать интерфейс, основные понятия и принципы работы в системе AutoCAD.

Используя проекционную связь между данными в варианте изображениями, выявить геометрические формы элементов детали, с четким разграничением внутренних и наружных поверхностей. В задании внутренний контур показан штриховыми линиями, для его выявления необходимо использовать разрезы и сечения. Разрезы располагать на месте соответствующих видов. При наличии плоскости симметрии, совмещать половину вида с половиной разреза на одном изображении. После выполнения разрезов штриховые линии на видах не показывают.

Изображения на чертеже располагать равномерно, расстояния между ними выбирать с учетом простановки размеров в соответствии с ГОСТ 2.307-68. При простановке размеров необходимо помнить:

1.Размеры указывают истинные, независимо от масштаба, в котором выполнен чертеж.

2.Линейные размеры проставляют в миллиметрах, без указания размерности, угловые – с единицами измерения (градусы, минуты, секунды).

3.В машиностроительном черчении не допускается замкнутая размерная цепочка.

4.Минимальное расстояние между размерной линией и линией контура – 10 мм, между последующими размерными линиями – 7 мм. Чтобы размерные линии не пересекались сначала (ближе к контуру) ставят меньшие размеры.

5.Если изображения состоят из половины вида и половины разреза, то размерные линии обрывают за осью симметрии, при этом размерное число ставят полным и ближе к середине.

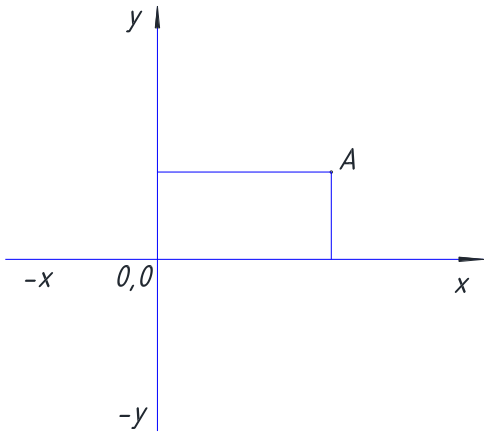
6. Размеры, относящиеся к наружным и внутренним поверхностям, группируют отдельно: наружные – со стороны вида, внутренние – со стороны разреза.

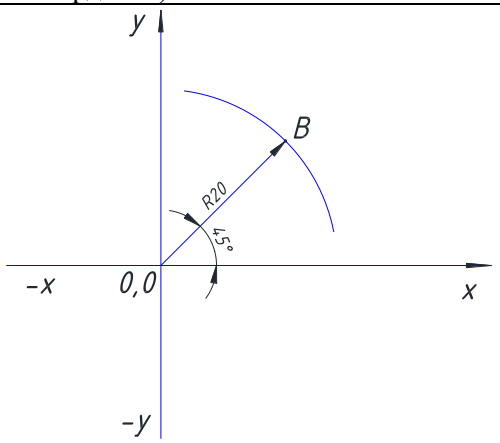
7.Размеры относящиеся к одному и тому же элементу (отверстию, пазу и т.п.), располагают в одном месте того изображения, где наиболее полно читается его форма.

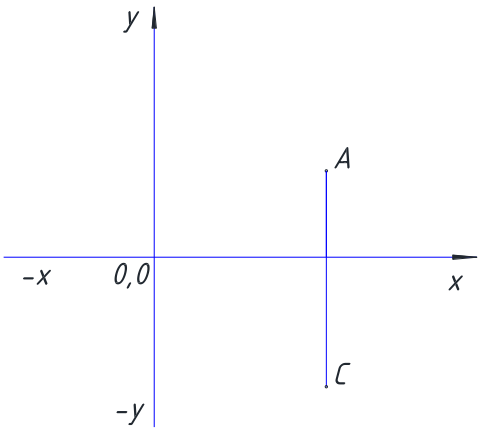
2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

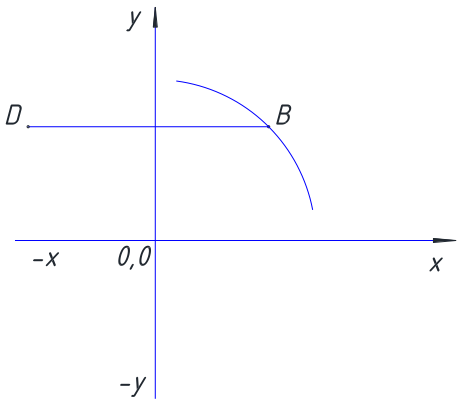
- Все изображения строятся в пространстве модели, в масштабе 1:1.
- Фрагменты чертежа: осевые и центровые линии, вспомогательные построения, чистовая обводка, размерные лини и т.д. принято размещать на разных слоях. Послойная грамотная организация чертежа позволяет сократить время по его разработке.
- Точность геометрических построений обеспечивается способами задания точки:

1. Координатный (ввод с командной строки)

<table>
<tr><th>Прямоугольные координаты</th><th>Полярные координаты</th></tr>
<tr><td colspan="2">Абсолютные
(отсчет от начала системы координат)</td></tr>
<tr><td> 

x, y
т.A: 20,10</td><td> 

R< φ
т.B: 20<45</td></tr>
<tr><td colspan="2">Если в строке состояния включен режим ДИН (динамический ввод), то перед абсолютными координатами необходимо указывать символ #</td></tr>
<tr><td colspan="2">Относительные
(отсчет от последней введенной точки, первую точку задать НЕЛЬЗЯ)</td></tr>
<tr><td> 

@x,y
т.C: @0,-25</td><td> 

@R< φ
т.D: @30<180</td></tr>
</table>

2. Применение режимов рисования таких, как **СЕТКА** и **ШАГ**, **ОРТО** или **ПОЛЯРНОЕ ОТСЛЕЖИВАНИЕ**, **ОБЪЕКТНЫЕ ПРИВЯЗКИ**.
Соответствующие кнопки находятся на строке состояния.

Кнопка  режима **СЕТКА (F7)** позволяет включать или выключать отображаемую на экране сетку из линий с настраиваемым шагом. Эта видимая сетка может не совпадать с невидимой сеткой, используемой в режиме **ШАГ**.

Кнопка  режима **ШАГ (F9)** дает возможность включать или выключать шаговую привязку к точкам невидимой сетки с определенным настраиваемым шагом (перемещение курсора тогда осуществляется не непрерывно, а только по узлам этой сетки) или полярную привязку (в этом случае, при включении **ПОЛЯРНОГО ОТСЛЕЖИ-ВАНИЯ,** движение курсора вблизи заданных углов осуществляется с заданными направлением и шагом).

Кнопка  **ОРТО (F8)** включает и выключает режим ортогональности (курсор перемещается вертикально и горизонтально).

Кнопка  режима **ПОЛЯРНОЕ ОТСЛЕЖИВАНИЕ (F10)** является расширением режима ОРТО на углы с некоторым настраиваемым шагом.

Кнопка  режима **ПРИВЯЗКА (F3)** позволяет включить или выключить постоянное действие объектных привязок (привязок к характерным точкам существующего объекта).

3. Быстрый метод «**Направление + расстояние**». Направление фиксируется с помощью одного из режимов **ОРТО** или **ПОЛЯРНОЕ ОТСЛЕЖИВАНИЕ**, а расстояние задается с клавиатуры без символа @.

Любое изображение создается с помощью базового набора графических примитивов. К наиболее часто используемым примитивам относятся **ОТРЕЗОК (LINE)**, **ОКРУЖНОСТЬ (CIRCLE)**, **ДУГА (ARC)**, **ПОЛИЛИНИЯ (POLYLINE)** и т.д.

При выполнении задания важную роль играют команды редактирования:

- Для четкой разметки элементов изображения целесообразно использовать команду **ПОДОБИЕ (OFFSET)** позволяющую создавать параллельные отрезки и полилинии, концентрические дуги и окружности, подобные существующим и отстоящие от исходных на заданное расстояние.
- При наличии симметрии достаточно построить половину изображения и отобразить с помощью команды **ЗЕРКАЛО (MIRROR)** относительно заданной оси, которая определяется двумя точками.

- Повторяющиеся объекты размножить командами **КОПИРОВАТЬ** (**COPY)** или **МАССИВ (ARRAY).**
- Для построения фасок и сопряжений применить команду **ФАСКА (CHAMFER)** и **СОПРЯЖЕНИЕ (FILLET).**
- Для удаления части объекта использовать команду **ОБРЕЗАТЬ (TRIM),** которая удаляет объект с помощью пересекающих его других объектов (режущих кромок) или команда **РАЗОРВАТЬ (BREAK),** позволяющий удалить части примитива в 2х указанных точках.
- После завершения всех построений необходимо выполнить компоновку изображений внутри выбранного формата. Для этого применяется команда **ПЕРЕНЕСТИ (MOVE)** и при необходимости **МАСШТАБ (SCALE).**

Завершающий этап – простановка размеров и выполнения текстовых надписей. Предварительно необходимо настроить текстовый и размерный стили в соответствии с ЕСКД.

3. ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ 2D ЧЕРТЕЖА

Порядок построения чертежа рассмотрим на примере варианта 13

1. Запустить AutoCAD. Создать новый файл-чертеж на основе шаблона **Acadiso.dwt** (папка *Template*) с именем соответствующим названию детали. Файл сохранить в предварительно созданной папке, названной по фамилии студента в папке *Мои документы*. Например:*Основание.dwg/Иванов_ЭЭТ/Мои документы*
2. Настройки и рабочая среда чертежа
Выбранный шаблон позволит сэкономить время на настройку единиц измерения и лимитов (границ) чертежа. Шаблон **Acadiso.dwt** уже имеет необходимые настройки: метрические единицы и границы 420х297мм.
3. Настроить интервал видимой сетки -10 мм, интервал шаговой привязки - 5мм. Диалоговое окно **Режимы рисования** (рис 1) можно вызвать, щелкнув правой кнопкой мыши на одной из кнопок соответствующих режимов, например, **ШАГ.** После настройки параметров шага и сетки перейти на вкладку **Объектная привязка** и выбрать следующие привязки: кон. точка; точка пересечения ; центр; касательная.

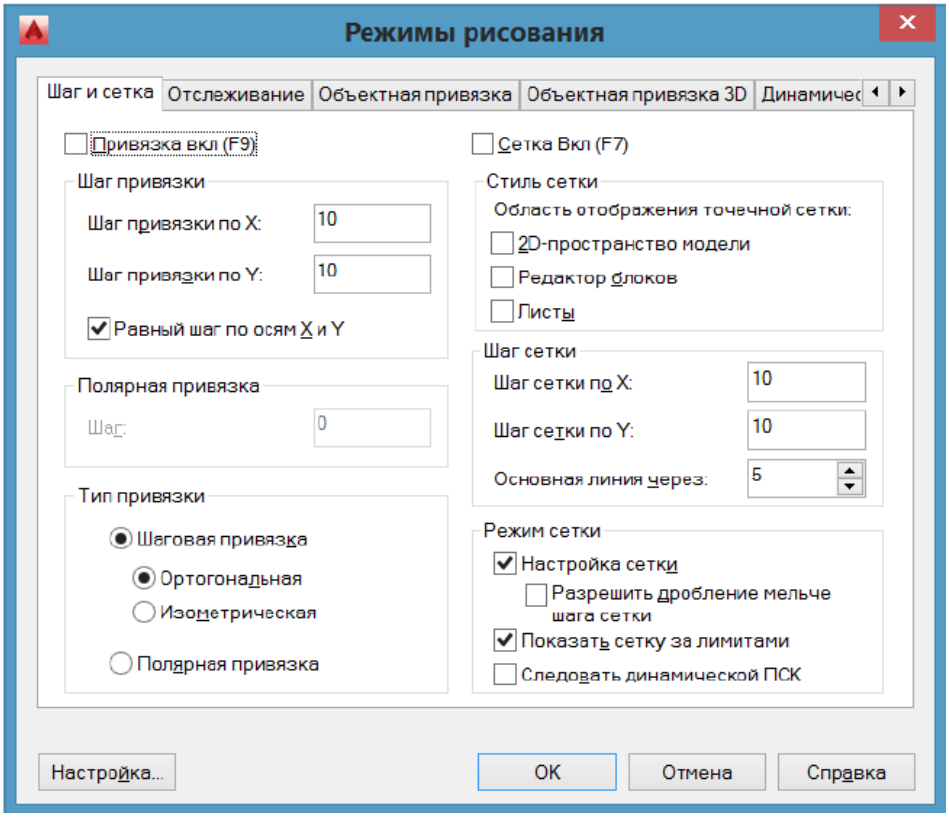


Рис.1

4. Создать слои. Открыть диалоговое окно **Диспетчер свойств слоев,** рис.2 (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Слои** →  **),** выбрать команду **СОЗДАТЬ СЛОЙ** 

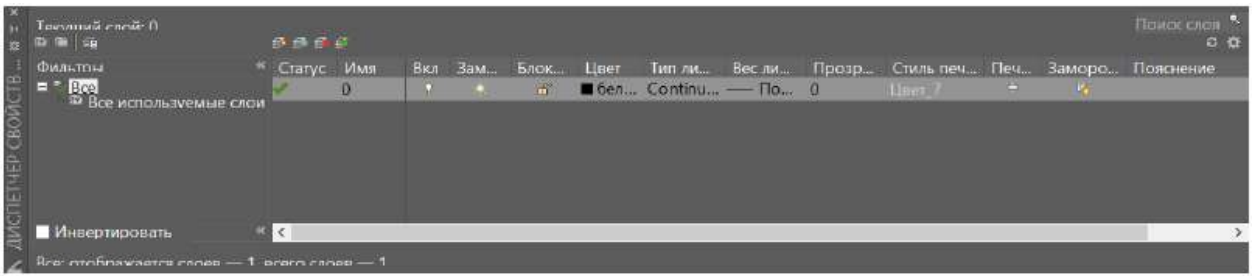


Рис.2

Название	Цвет	Тип линии	Вес (толщина) линии, мм
Слой ***Оси***	красный	штрихпунктирная	0.15
Слой ***Черновик***	зеленый	сплошная	0.15
Слой ***Контур***	белый или черный (контрастный по отношению к фону в окне чертежа)	сплошная	0.5
Слой ***Штриховка***	синий	сплошная	0.15
Слой ***Размеры***	синий	сплошная	0.15
Слой ***Рамка***	белый или черный	сплошная	0.15

*Обратите внимание на свойства объекта (примитива): цвет, тип и толщина линий должны быть настроены «по слою» (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Свойства**). Толщина линий отображается при включенном режиме **отображение/скрытие веса линий** 

5. Сделать текущим слой «Оси».

Проведем осевые и центровые линия вида сверху с которого удобнее начать построение .

Команда **ОТРЕЗОК**  (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Рисование**): построить горизонтальную линию от т.1 (50;100) длиной 220 мм (т.2). Вертикальную линию от т.3 (85,50) длиной 108мм (т.4), рис.3.

Проведем с помощью команды **ПОДОБИЕ**  (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Редактирование**) вторую вертикальную линию на расстояние 110 мм справа от первой, рис.3.

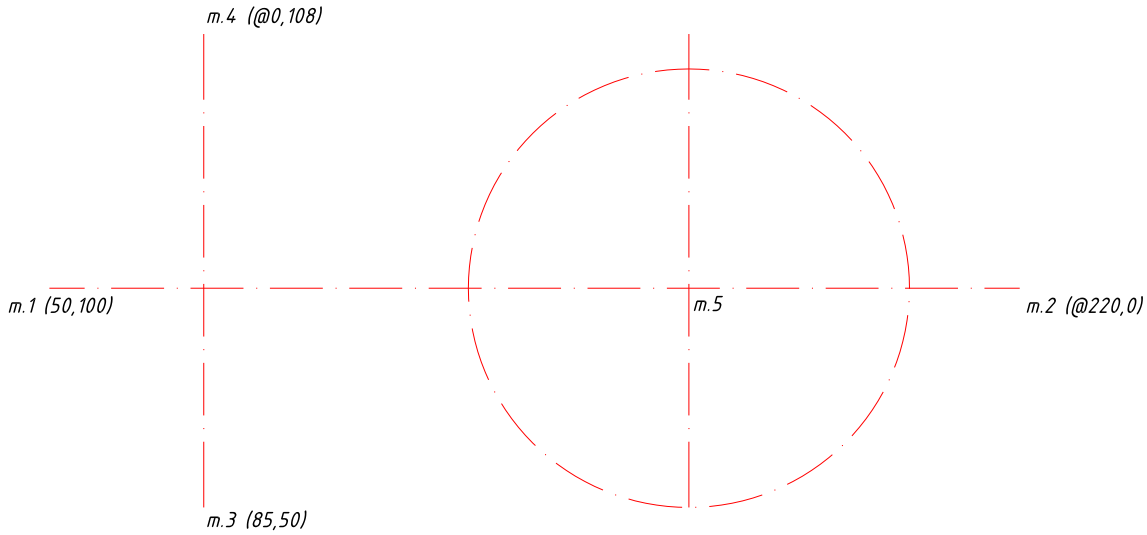


Рис. 3

Построить окружность (команда **ОКРУЖНОСТЬ**  **- Лента:** вкладка **Главная** → панель **Рисование**) с центром в т.5 ,которая выбрана с помощью объектной привязки пересечение, и R 50.

6. Текущий слой «Контур»

Построить 4 окружности, см рис.4:

- окружность O_1, R70
- окружность O_2, R10
- окружность O_3, R16
- окружность O_3, R32

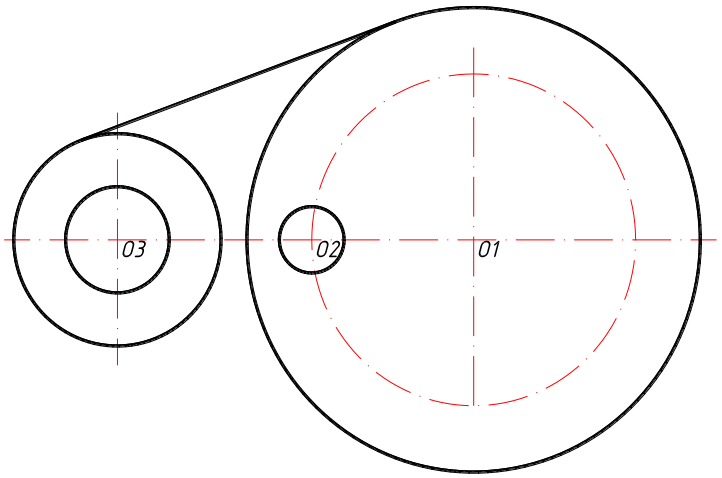


Рис. 4

Провести внешнюю касательную к окружности (O_3, R32) и окружности (O_1, R70):

Команда **ОТРЕЗОК:**

от точки : указать т-ку на окружности задающую первую касательную (объект. привязка «кас» включена)

След. точка: указать точку на другой окружности, задающий вторую касательную рис.4.

Зеркально отобразить построенный отрезок. Команда **ЗЕРКАЛО** (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Редактирование**):

Выбрать отрезок, подтвердить выбор (клавиша «Enter»).

Указать с помощью объектной привязки пересечение т. O_1 и O_3. Исходный объект не удалять.

Удалить часть окружности (O_3, R32) между касательными. Команда **ОБРЕЗАТЬ** (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Редактирование**): сначала указать «режущие кромки» - все касательные, подтвердить выбор нажатием клавиши «Enter».В ответ на следующий запрос необходимо выбрать ту часть окружности, которую надо удалить. Результат см. на рис. 5.

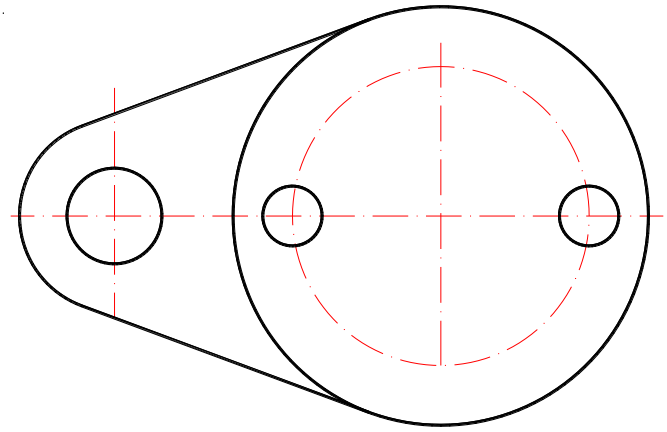


Рис. 5.

Скопировать окружность R=10. Команда **КОПИРОВАТЬ**  (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Редактирование**): позволяет выбрать выбранные объекты параллельно вектору переноса, который задается начальной и конечной точкой.

7. Текущий слой «Черновик», на котором нужно выполнить вспомогательные построения для отверстия со шпоночным пазом и ребра жесткости. Построить окружность с центром O_1 и R=30. Наметить ширину и глубину шпоночного паза.

Команда **ПОДОБИЕ**: величина смещения 8 мм, выбрать вертикальную центровую линию, указать произвольную точку сначала справа, затем слева от этой линии.

Команда **ПОДОБИЕ:** величина смещения 36 мм, выбрать горизонтальную штрих пунктирную линию, указать точку ниже исходной линии, (рис 6).

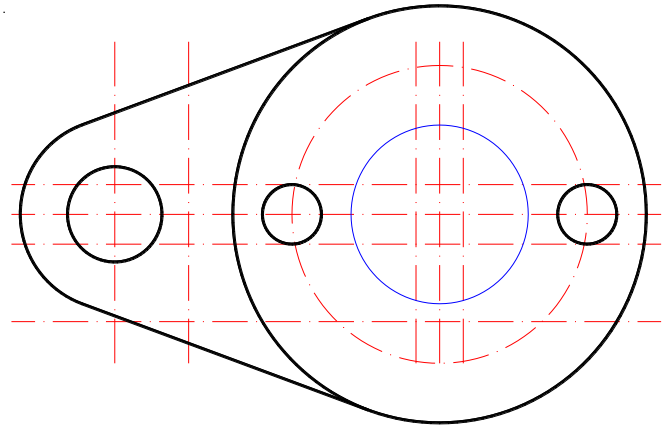


Рис. 6

Толщину и длину ребра жесткости так же наметить с помощью команды **ПОДОБИЕ** в соответствии с размерами элемента, заданными на исходном чертеже (см. задание).

Все полученные, в результате выполнения этой команды, линии находятся на слое «оси», так же как и исходный объект.

Чтобы перенести эти линии на слой «Черновик», необходимо выбрать линии и изменить слой на ленте меню или в окне свойства.

8. Текущий слой «Контур»

Произвести чистовую обводку контуров отверстия со шпоночным пазом. Используя команду **ПОЛИЛИНИЯ**  (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Рисование**): построить линейные и дуговые сегменты, точки задать с помощью объектной привязки **пересечение**. Обводку дуги удобнее выполнить против часовой стрелки. Контур ребра жесткости так же выполнить командой **ПОЛИЛИНИЯ**, рис. 7.

9. На месте главного вида необходимо построить фронтальный разрез.

Текущий слой «черновик».

Наметить длину с помощью линий проекционной связи. Построить вертикальные линии: от точки – указать первую точку с помощью объектной привязки **пересечение** на виде сверху; вторая точка – указать курсором при включенном режиме **Орто**, либо задать через относительные координаты (длина 210 мм), рис. 8.

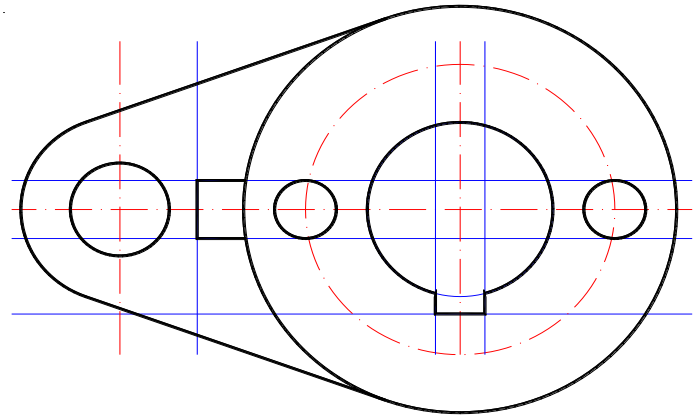


Рис.7

Разметку по высоте удобно выполнить с помощью команды **ПОДОБИЕ**. Выбрать горизонтальную осевую линию и построить подобную ей на расстоянии 130мм к верху от исходной. Построить еще две параллельные линии на расстоянии соответственно 30 и 50 мм к верху от предыдущей. Все три построенные линии перенести на слой «Черновик», рис.8.

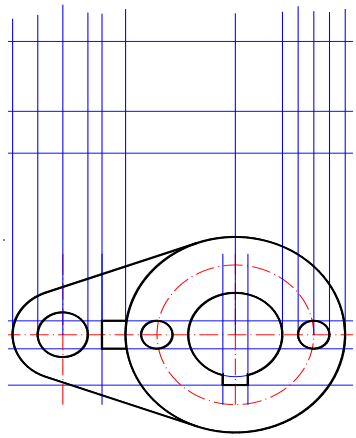


Рис.8

10. Текущий слой «Контур».
Командой **ПОЛИЛИНИЯ** выполнить:

-обводку внешнего контура, указав точки с помощью объектной привязки **пересечение**;

-ребра жесткости;

-обвести очерковые образующие отверстий в основании и цилиндрической части. Для построения отверстий в цилиндрической части рекомендуется использовать команду **ЗЕРКАЛО**, рис.9.

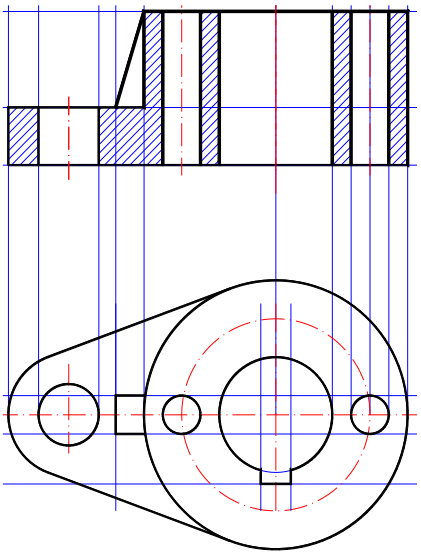


Рис.9

11. Текущий слой «Штриховка».

Команда **ШТРИХОВКА**  (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Рисование**): выбрать образец ANSI и указать по одной точке внутри каждой из замкнутых областей, подлежащих штриховке, рис. 10.

12. Текущий слой «Оси».

Командой **ОТРЕЗОК** провести осевые линии поверх линий проекционной связи, выходя за контур на 3-5 мм, рис. 10.

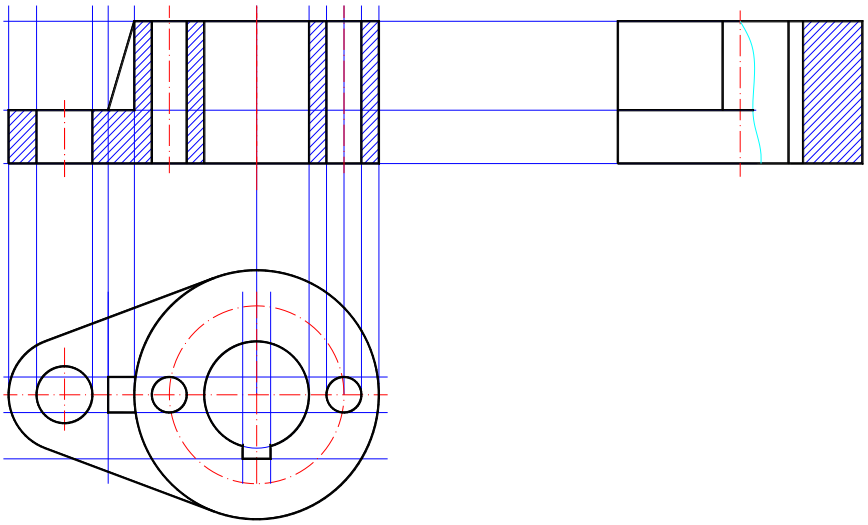


Рис. 10.

13. Строим вид слева, используя местный разрез для выявления шпоночного паза.

Текущий слой «Черновик».

Наметить высоту элементов с помощью линий проекционной связи.

Команда **ОТРЕЗОК**: провести три горизонтальные линии (рис. 10), длиной примерно 250мм.

Для разбивке по ширине применить команду **ПОДОБИЕ**.

Дальнейшие построения выполнить самостоятельно по вышеописанной схеме (см. построение фронтального разреза).

Разграничить вид и разрез сплошной волнистой линией. Так как это линия сплошная тонкая выполнить ее можно на слое «Штриховка» командой **СПЛАЙН**  (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Рисование**).

14. Оформить 2D чертеж возможно как в пространстве листа, так и в пространстве модели. В целях облегчения усвоения материала выберем второй вариант.

Для оформления чертежа необходима рамка формата А3 с основной надписью формы1. Если готовая рамка с основной надписью есть, то вставить ее в текущий файл можно через буфер обмена или как внешний блок.

Чтобы вычертить рамку надо сделать текущим слой «Рамка». Толщина линий на этом слое равна 0.2 мм, толщину основных линий зададим командой **ПОЛИЛИНИЯ.**

С помощью команды **ПРЯМОУГОЛЬНИК**  **(Лента:** вкладка **Главная** → панель **Рисование)** наметим границы формата (первый угол:0, 0; второй угол:420, 297)

Команда **ПОЛИЛИНИЯ.** Задать координаты первой точки рамки: 20,5; затем перейти на опцию **ширина** и задать начальную ширину:0.6; конечную ширину: 0.6. После указания ширины нужно указать координаты 2-й точки: @395,0;

координаты 3-й точки: @0,287;

координаты 4-й точки: @-395,0

и перейти на опцию **замкни.**

Основная надпись содержит линии различной толщины. Сначала вычертить границы рамки тонкими линиями.

Команда **ОТРЕЗОК.** Начертить последовательно вертикальный и горизонтальный отрезки

от точки: 215,50

до точки:@0,55

до точки:@185,0

Размножить построенные линии командой **ПОДОБИЕ,** удалить лишние фрагменты командой **ОБРЕЗАТЬ** и выполнить обводку основных толстых линий командой **ПОЛИЛИНИЯ** (рис. 11)

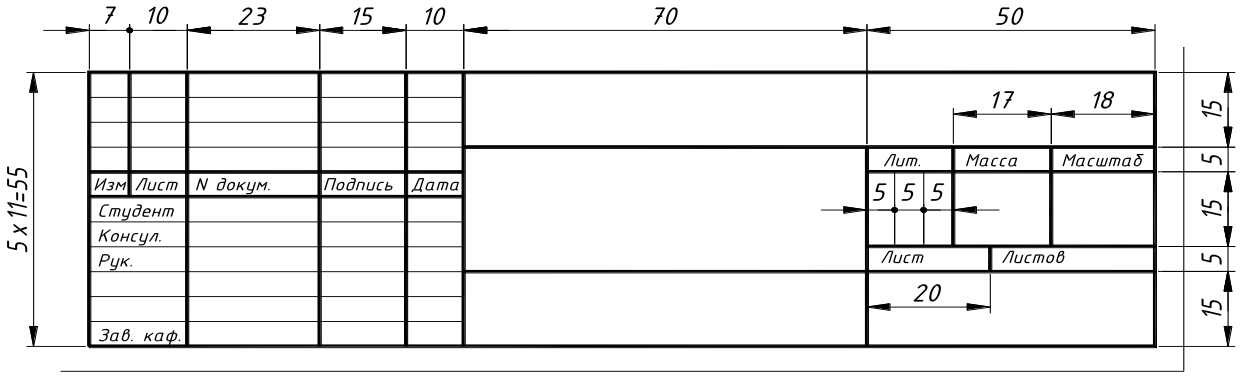


Рис.11.

Перед заполнением основной надписи необходимо настроить стиль текста. Диалоговое окно «Стиль текста» можно открыть через **Ленту:** вкладка **Главная** → панель **Аннотации** →  **.** Это окно позволяет редактировать текущий или создать новый текстовый стиль, который определяется выбором шрифта *isocpeur*, наиболее соответствующего ЕСКД, высотой букв (в окне высоту задать о), углом наклона 15 градусов от вертикали.

Надписи выполнять командой **ТЕКСТ (Лента:** вкладка **Главная**→панель **Аннотации▼**→ ) высотой 2,5; 7; 5мм, высоту удобнее менять непосредственно в команде **ТЕКСТ.**

Компоновка чертежа. Изображения должны отстоять друг от друга, а также от рамки чертежа примерно на одинаковое расстояние по вертикали и горизонтали. Расстояния должны быть достаточными для простановки размеров и обозначений. Передвинуть изображения, при необходимости, позволяет команда **ПЕРЕМЕСТИТЬ,** уменьшить или увеличить команда **МАСШТАБ.** В нашем случае воспользуемся командой **МАСШТАБ**  **(Лента:** вкладка **Главная →** панель **Редактирование)** и уменьшим изображения в 2 раза. После выбора объектов, указать базовую точку (точка, не меняющая своего положения, после масштабирования)

Простановка размеров. Размеры представляют собой сложные примитивы, состоящие из размерных чисел (текстовая составляющая), выносных и размерных линий. По умолчанию AutoCAD создает ассоциативные размеры, то есть зависимые от объектов, к которым они привязаны. Это означает, что при редактировании основного объекта будут автоматически изменяться и связанные с ним размеры.

Перед простановкой размеров рекомендуется настроить размерный стиль соответствующий требованиям ЕСКД через диалоговое окно «Диспетчер размерных стилей» (**Лента:** вкладка **Главная →** панель **Аннотации▼ →**  **.** В окне отображается список размерных стилей

текущего чертежа, текущий стиль выделен. Стиль определяет внешний вид размеров. Кнопка **Редактировать,** вызывает диалоговое окно **Изменение размерного стиля,** в котором производится изменение параметров стиля.

Вкладка **Текст** этого окна позволяет выбрать стиль и высоту текста (3,5 мм), ориентацию текста – согласно ИЗО.

Вкладка **Основные единицы** позволяет задать единицы измерения, точность и масштаб размерных чисел. В нашем примере масштаб равен **2**!

После настройки размерного стиля переходим непосредственно к простановке размеров.

Текущий слой «Размеры»

Проставим сначала высоту детали на главном виде. Команда **РЗМЛИНЕЙНЫЙ** (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Аннотации** → ):

Начало первой выносной линии или<выбор объекта>: с помощью объектной привязки указать правую нижнюю точку на главном виде

Начало второй выносной линии: указать верхнюю правую точку

Положение размерной линии или [МТекст/Текст/Угол/Горизонтальный/Вертикальный/Повернутый]:требуется щелчком мыши указать точку на расстоянии не менее 10мм от крайней правой вертикальной контурной линии главного вида

Размерный текст<80>

По указанным на объекте точкам, система сама определяет какой тип размера (вертикальный, горизонтальный) необходимо проставить. Опции **МТекст** (многострочный текст**)** и **Текст** позволяют редактировать размерный текст. Можно полностью изменить текст или сохранить выведенное значение с помощью угловых скобок < > и добавить, когда необходимо, текст до или после скобок. Так для указания знака диаметра перед размерным числом указывают символы %%c, а для простановки угла в градусах - %%d.

Проставить все оставшиеся линейные размеры самостоятельно, рис.11.

Нанести радиальный размер – команда **РЗМРАДИУС (Лента:** вкладка **Главная** → панель **Аннотации** →  **):**

Выберите дугу или круг: указать курсором дугу на виде сверху

Размерный текст <32>

Положение размерной линии или [МТекст/Текст/Угол]: указать точку местоположения размерной линии (она определяет внутри или снаружи будет расположен размер)

Обозначение фронтального разреза выполнить на слое «Размеры», используя команды **ПОЛИЛИНИЯ, ЗЕРКАЛО, ТЕКСТ,** самостоятельно, рис.12.

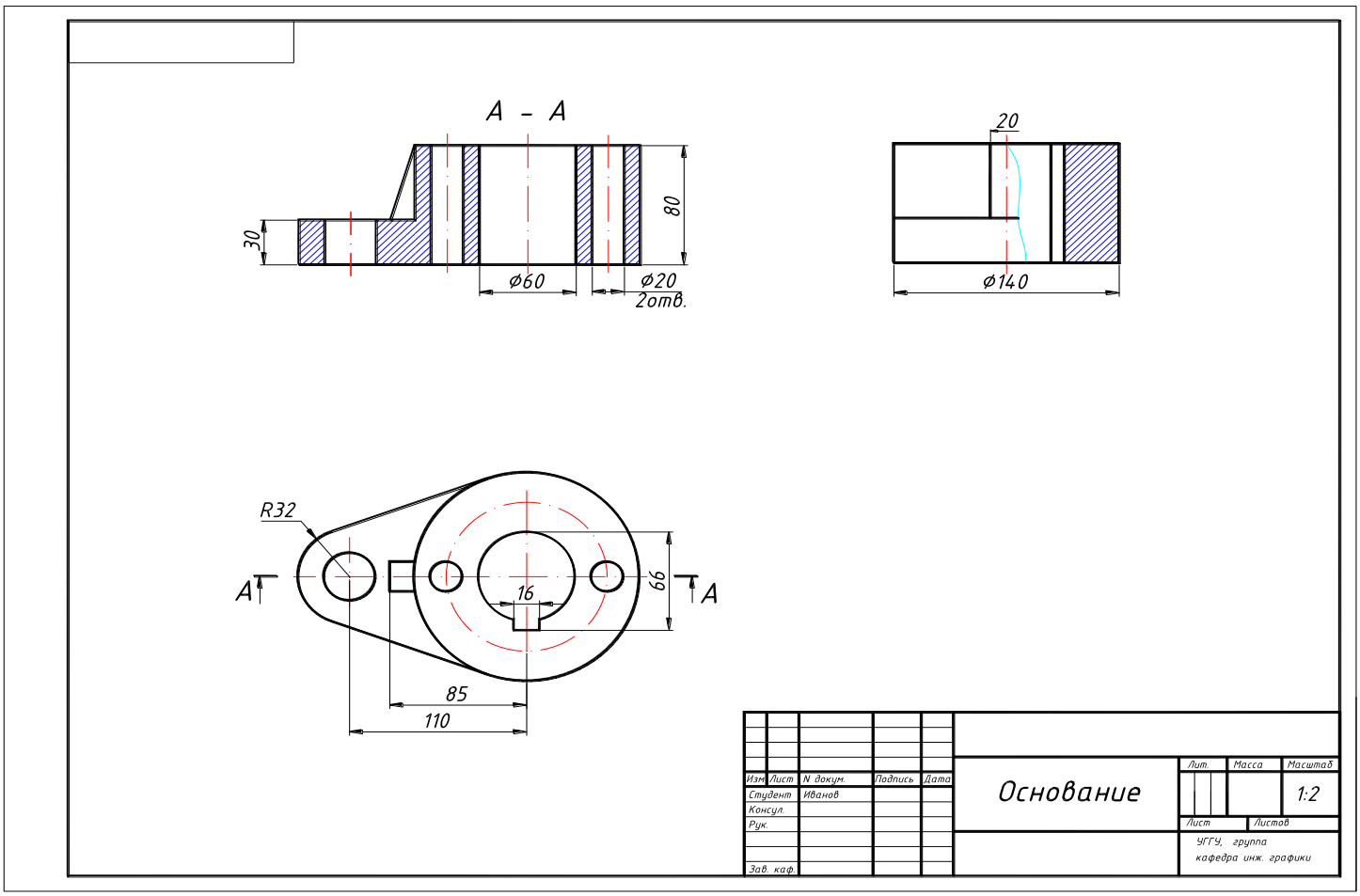
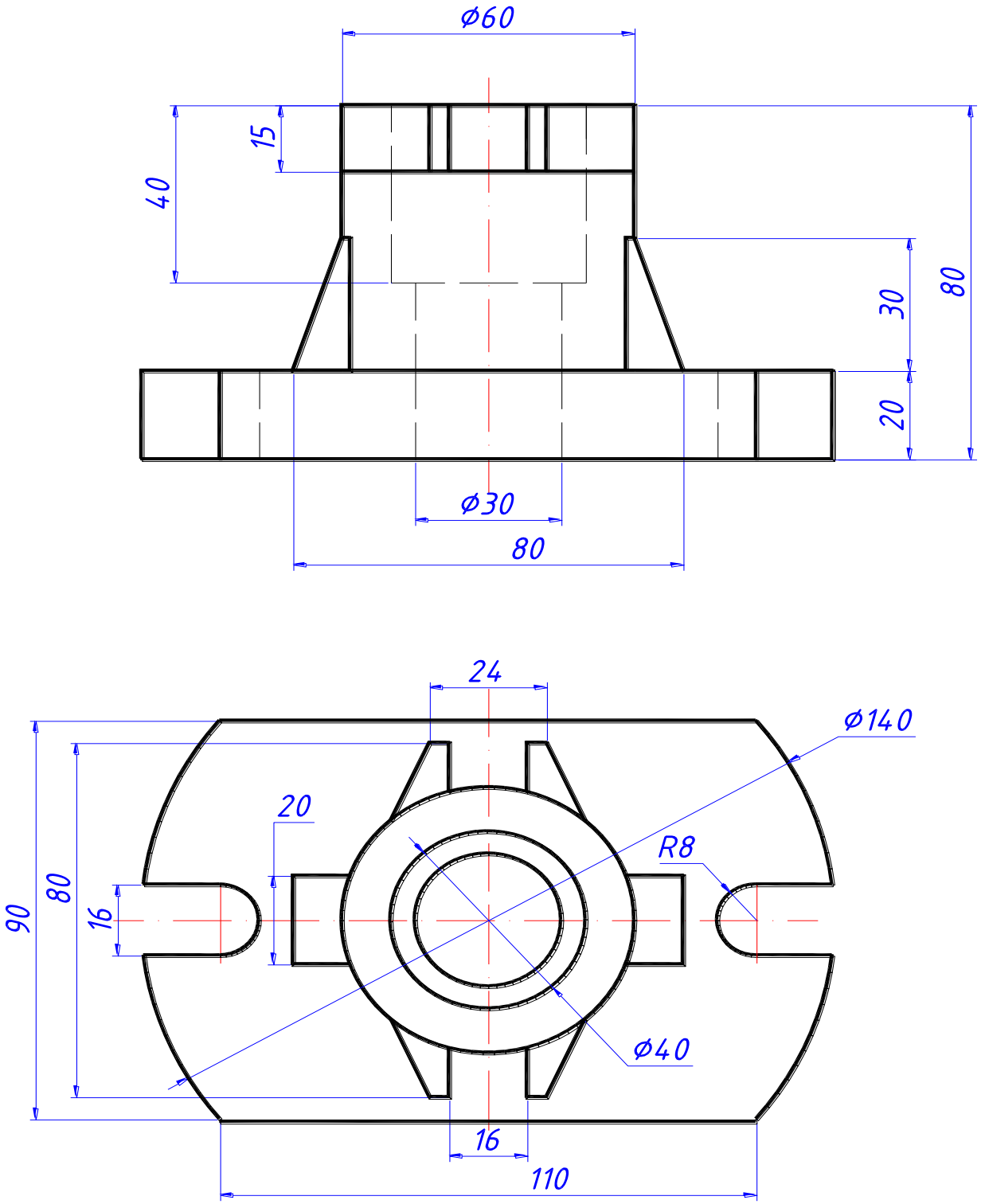

А - А
30
80
ø60
ø20
2отв.
20
ø140
R32
А
А
16
66
85
110
Изм Лист N докум. Подпись Дата
Студент Иванов
Консул.
Рук.
Зав. каф.
Основание
Лит. Масса Масштаб
1:2
Лист Листов
УГГУ, группа
кафедра инж. графики

Рис.12

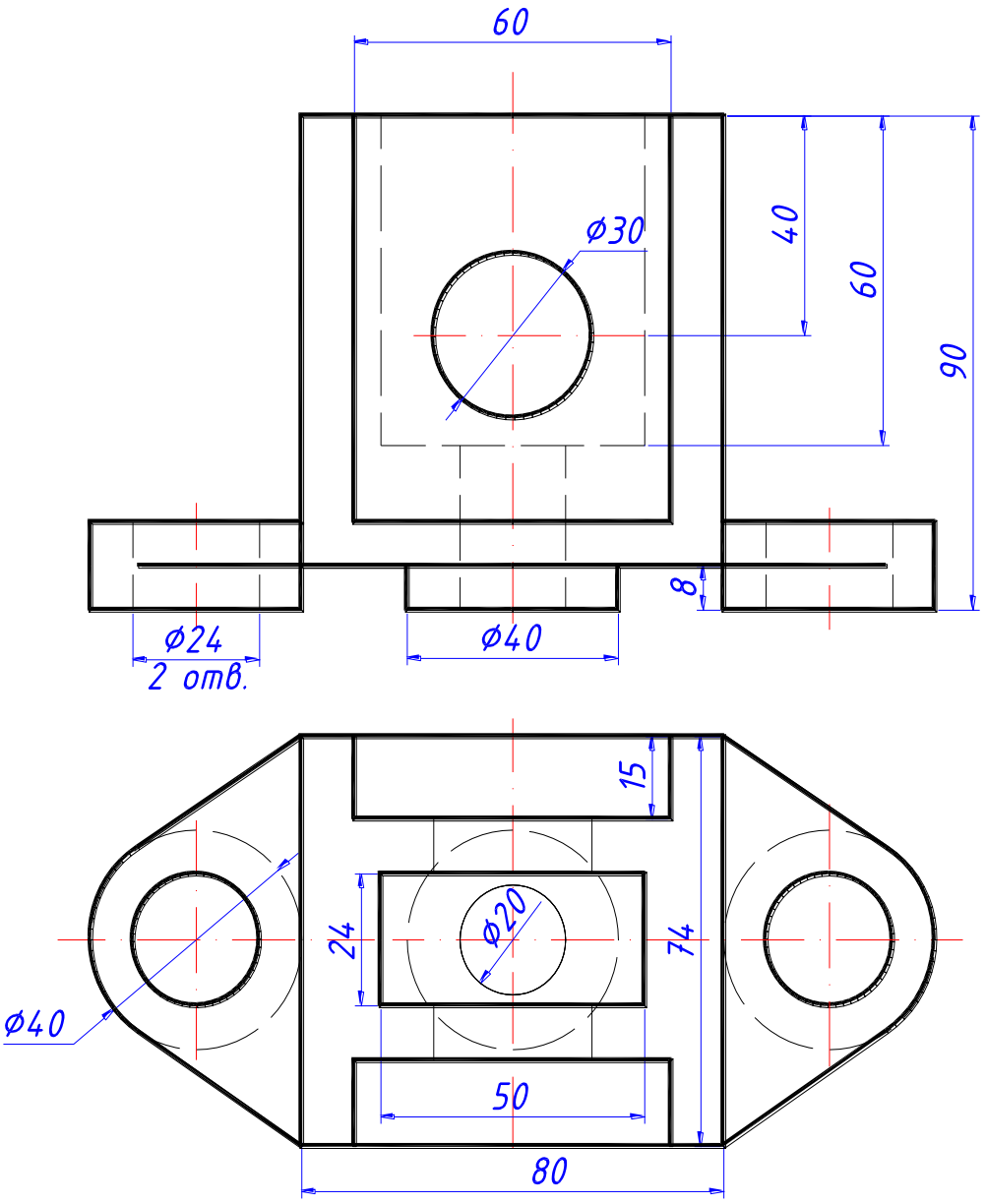
4. ПРИЛОЖЕНИЕ

Вариант1



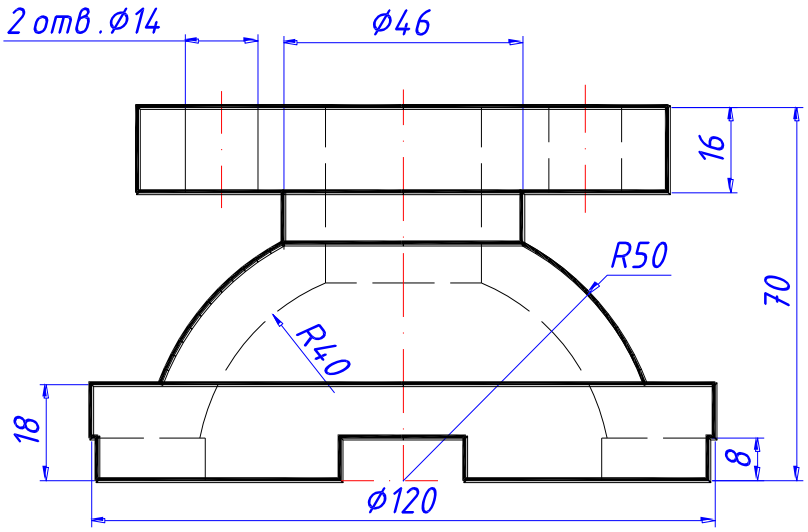
Корпус

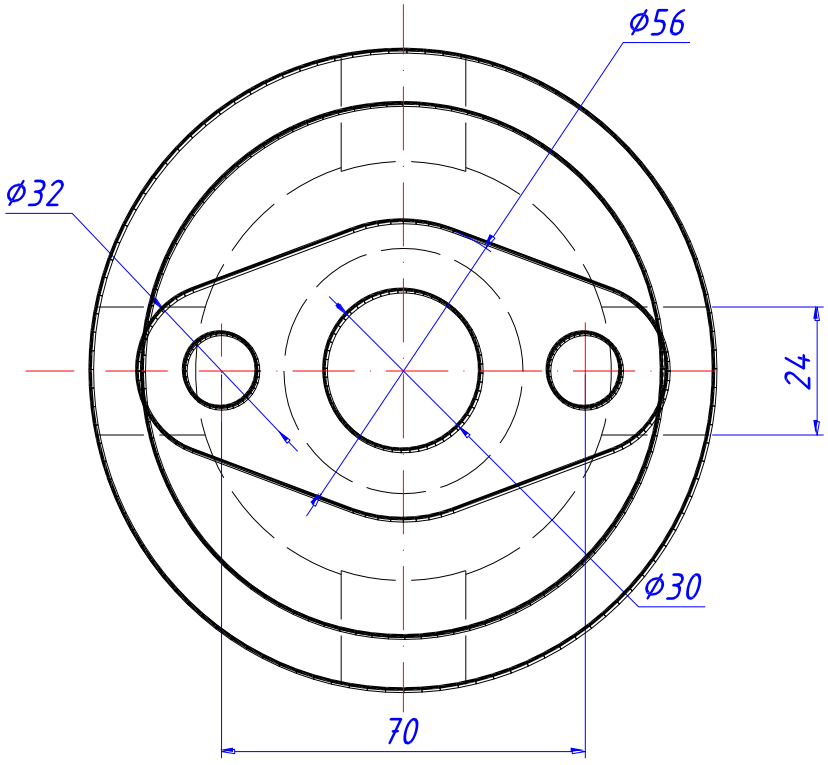
Вариант 2



Основание

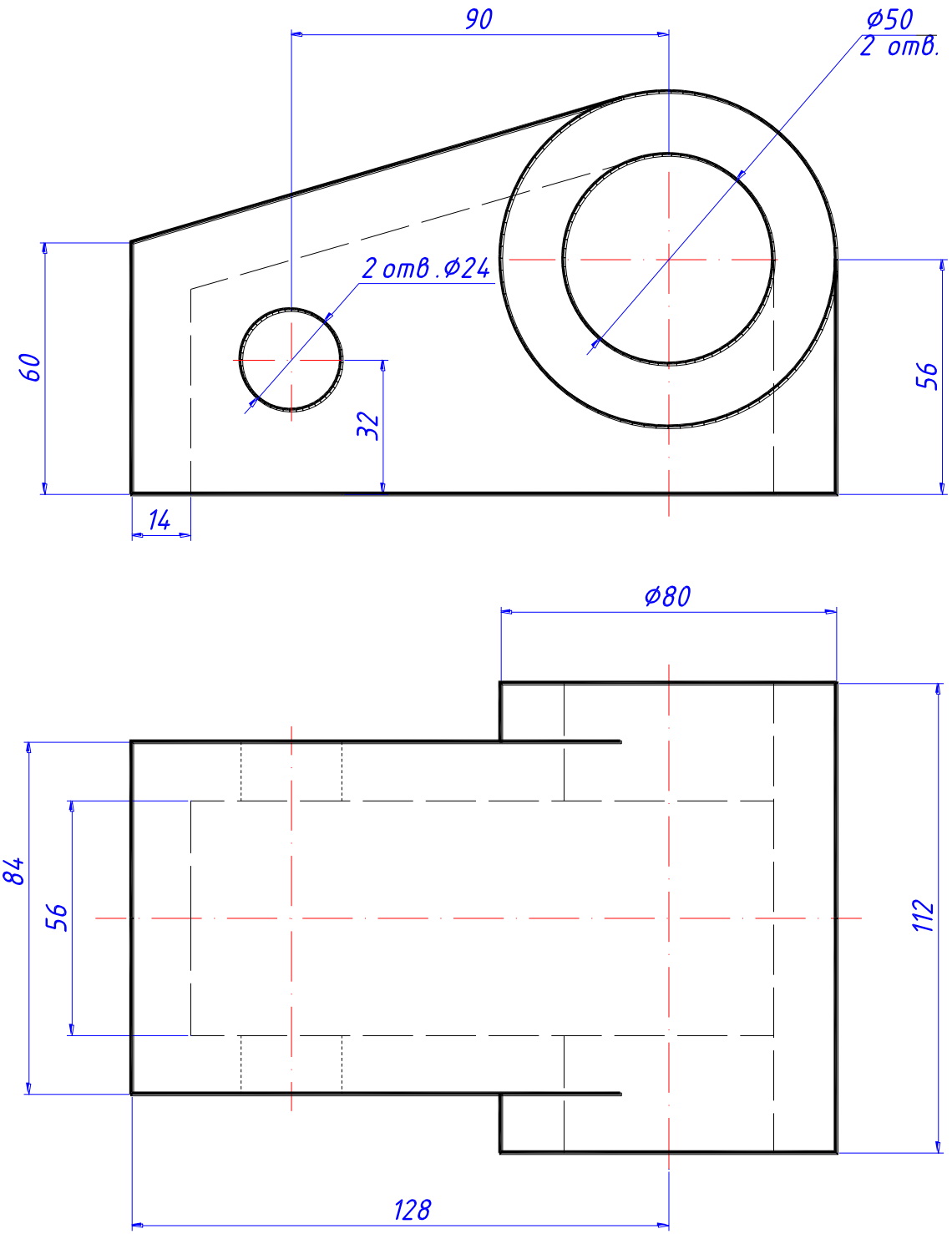
Вариант 3





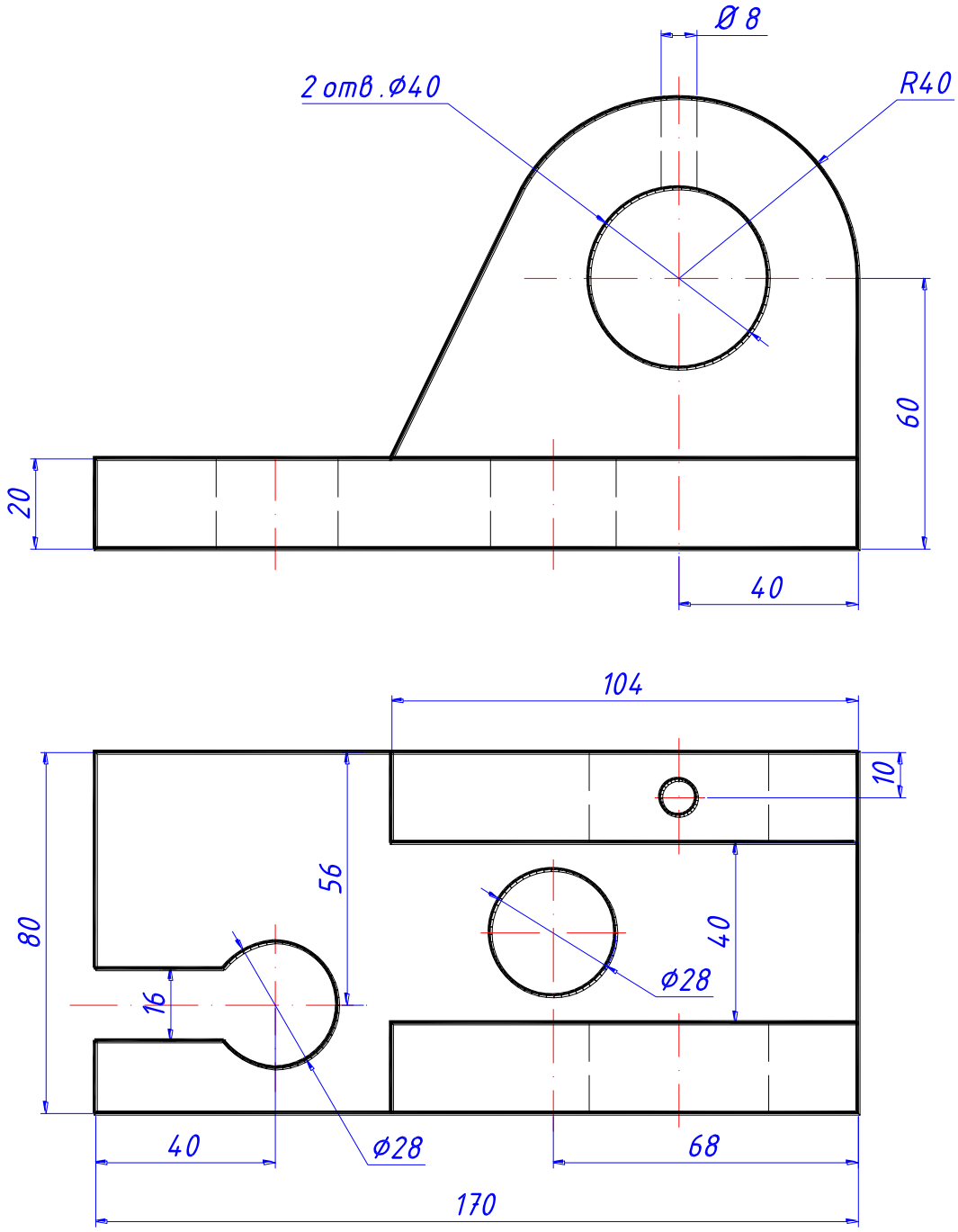
Крышка

Вариант 4



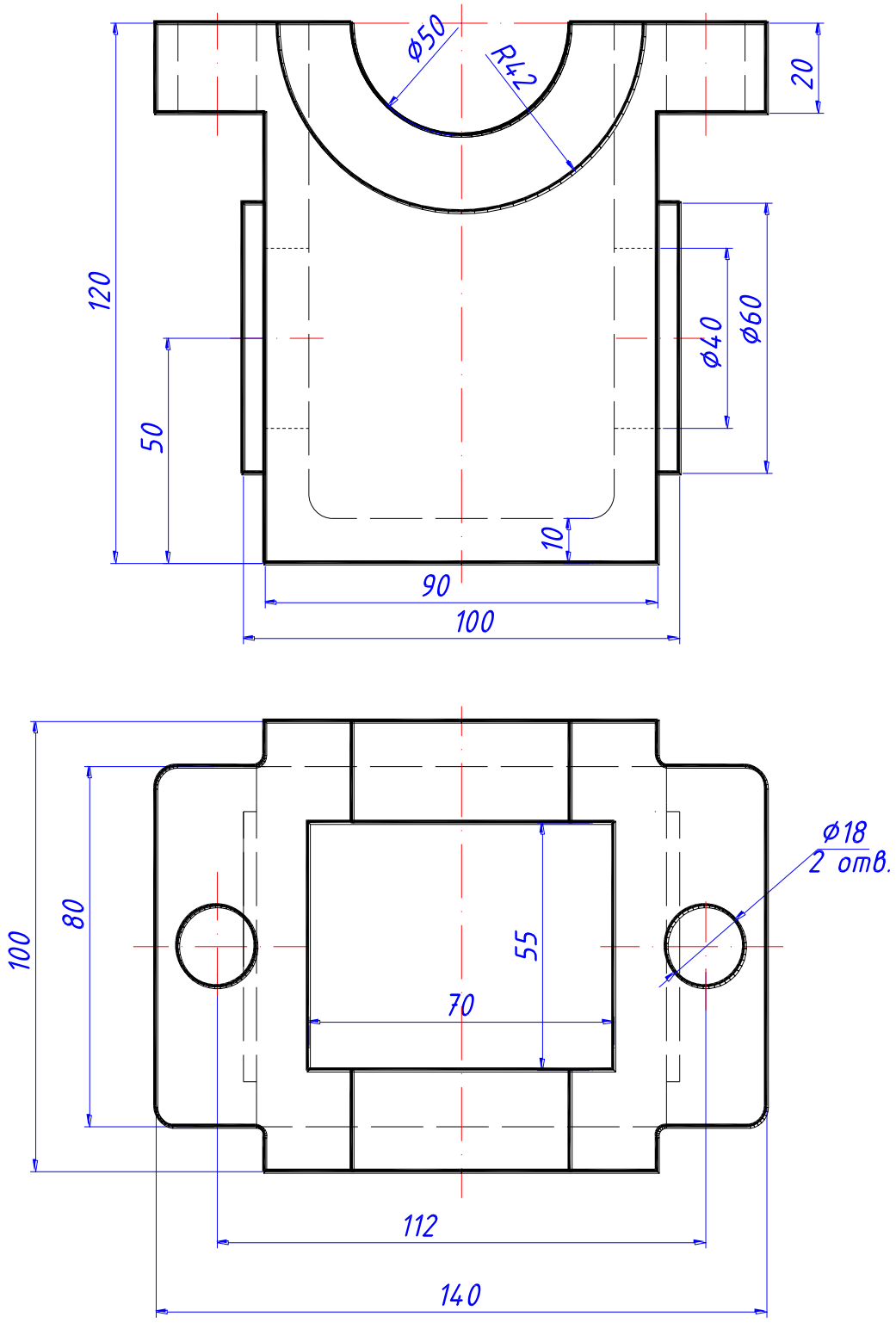
Кожух

Вариант 5



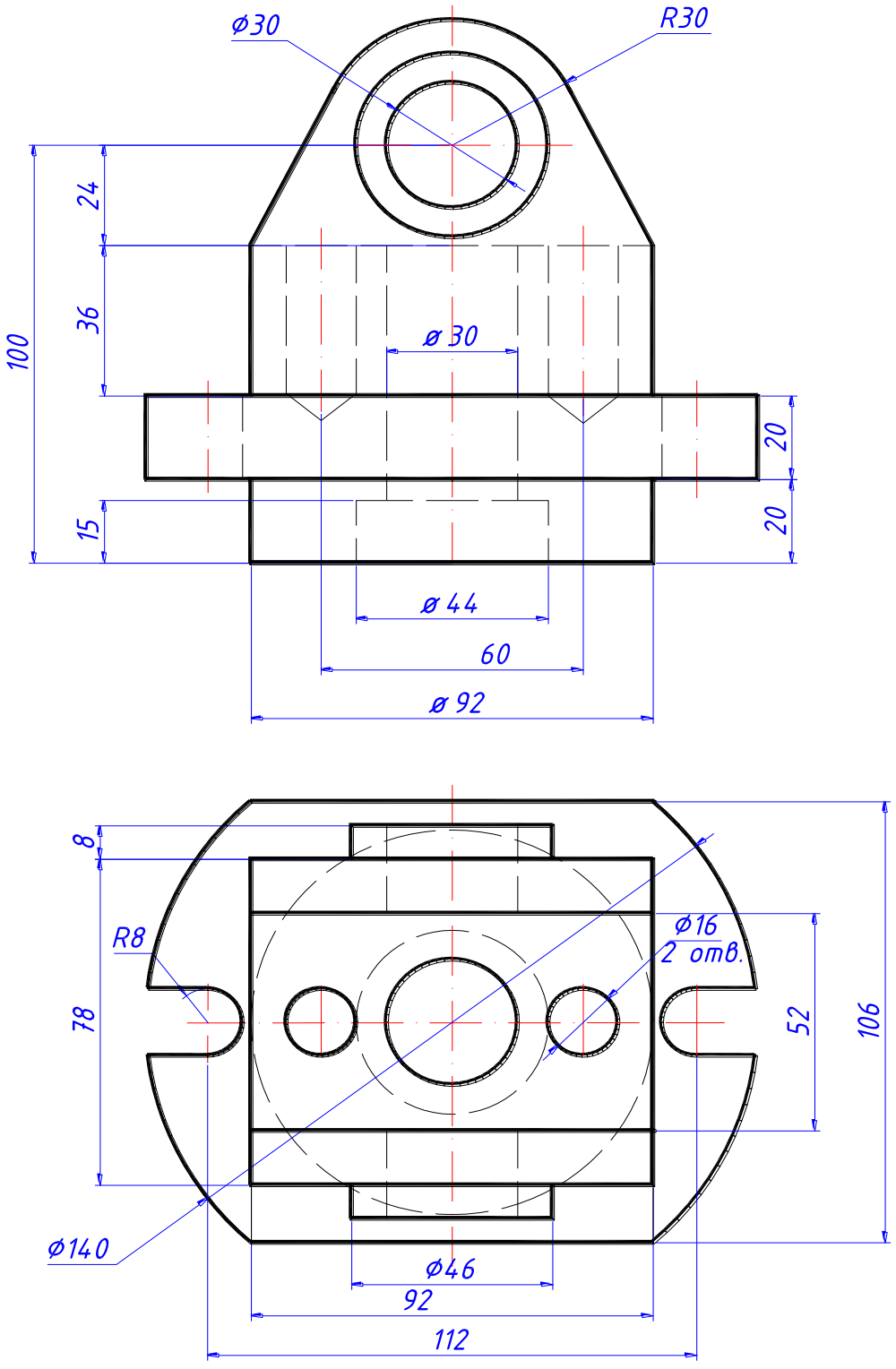
Проушина

Вариант 6



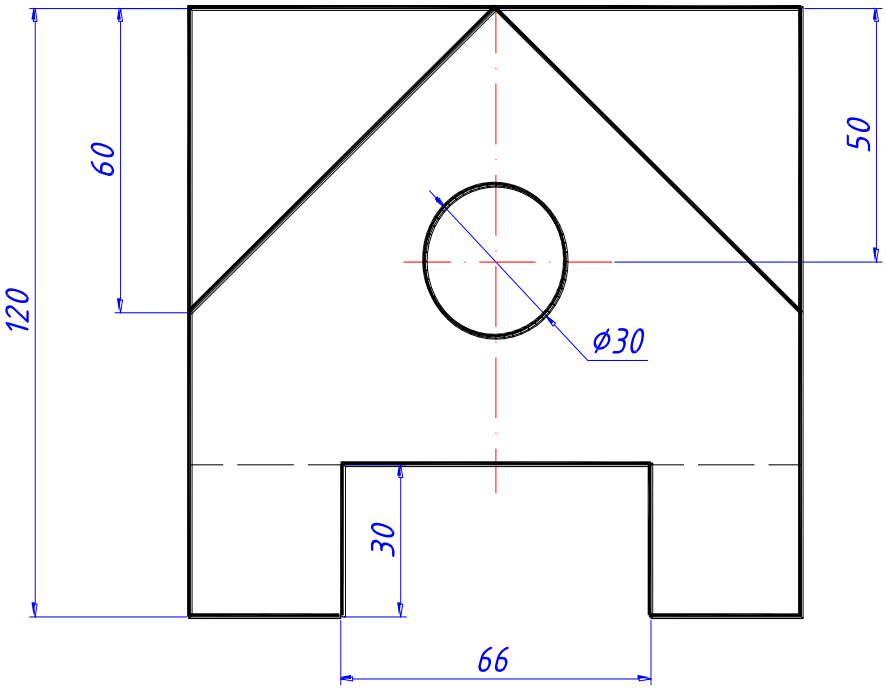
Корпус

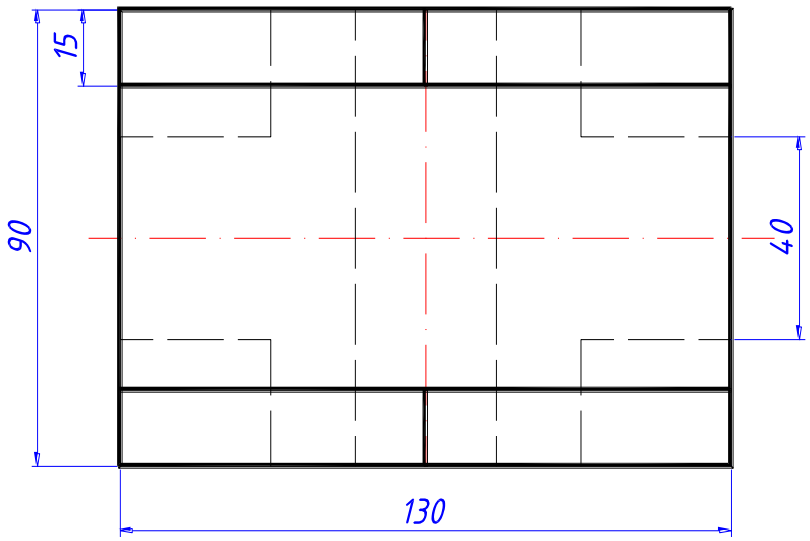
Вариант 7



Проушина

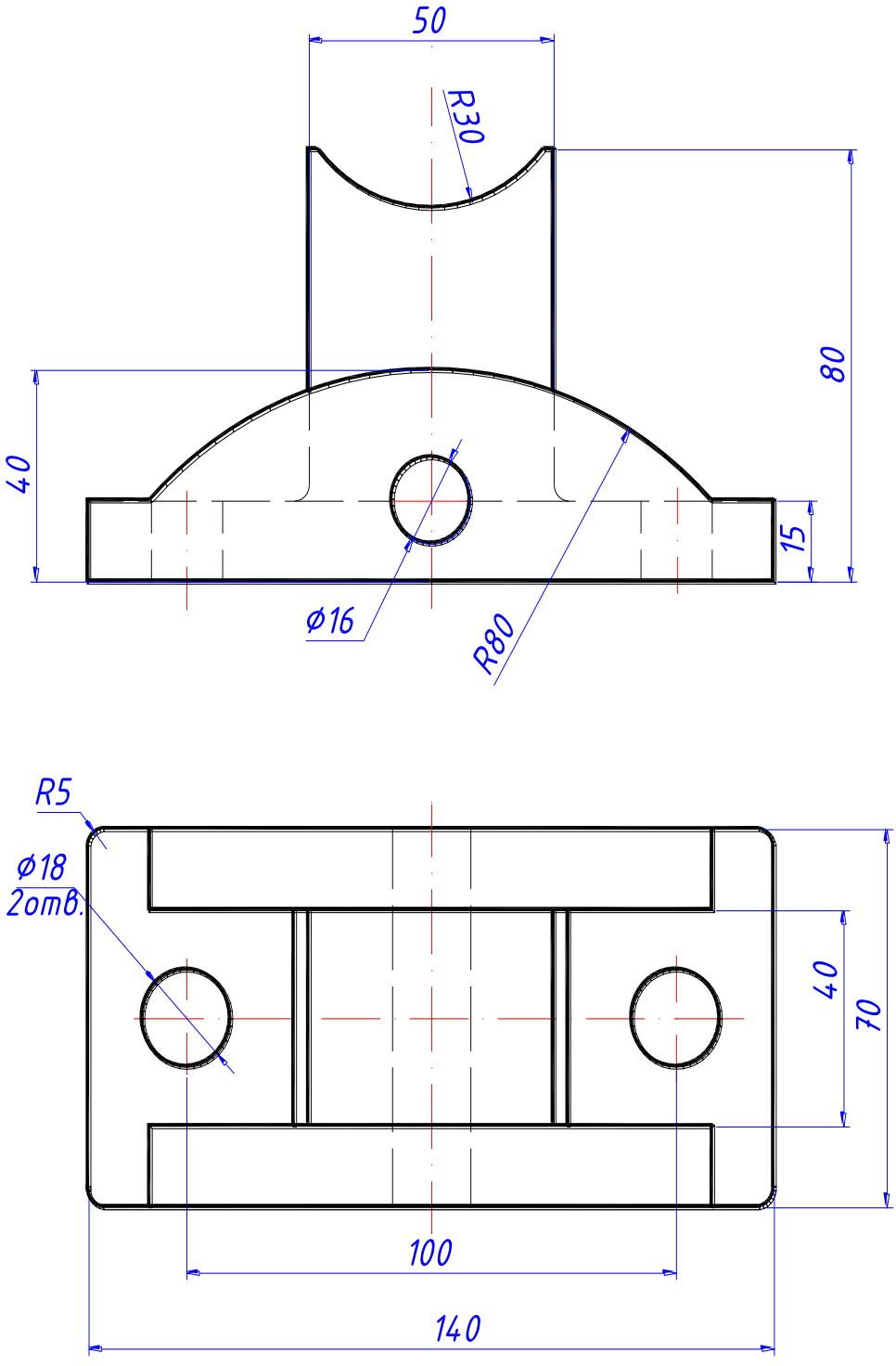
Вариант 8





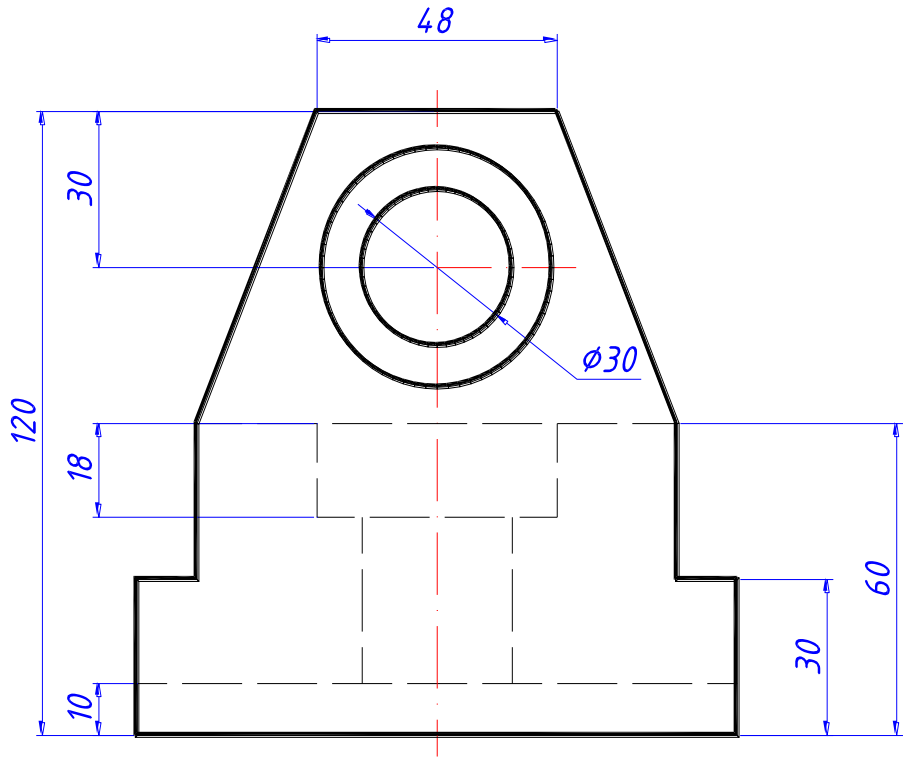
Колодка

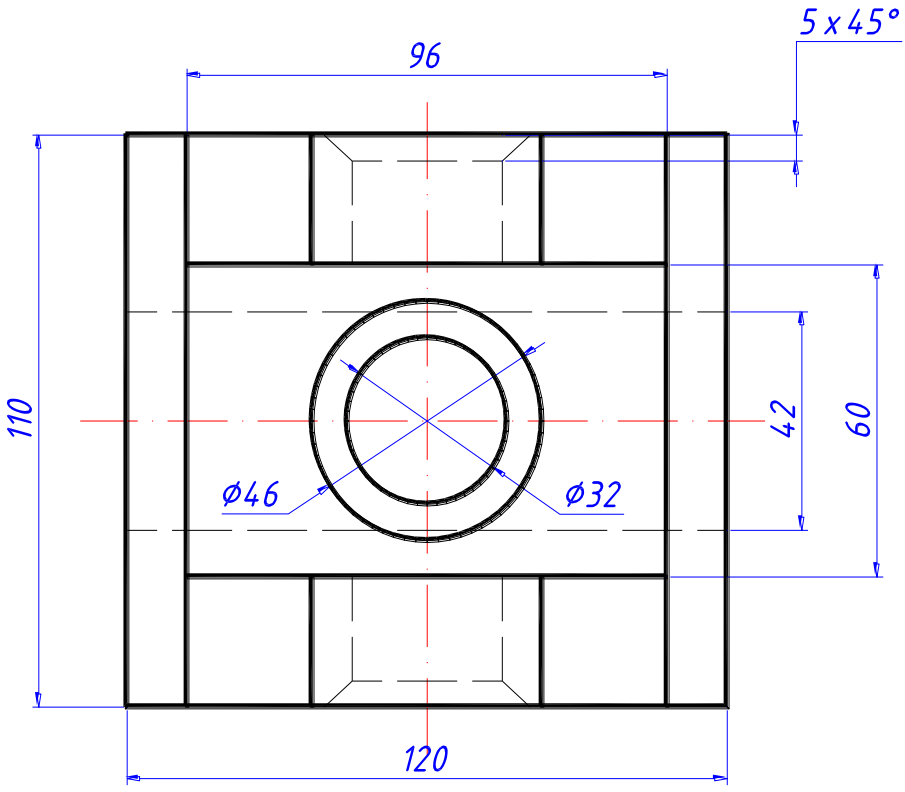
Вариант 9



Опора

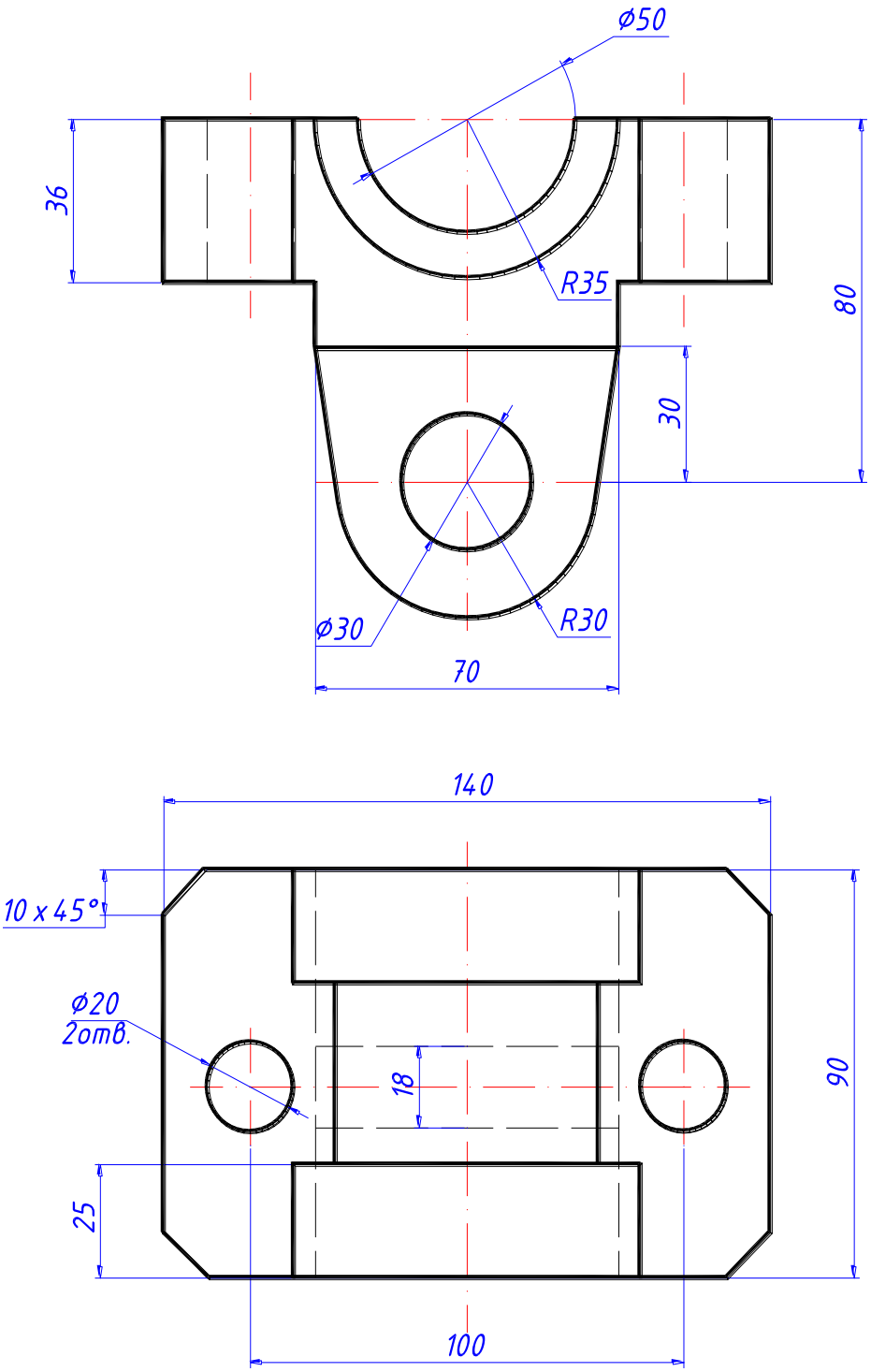
Вариант 10





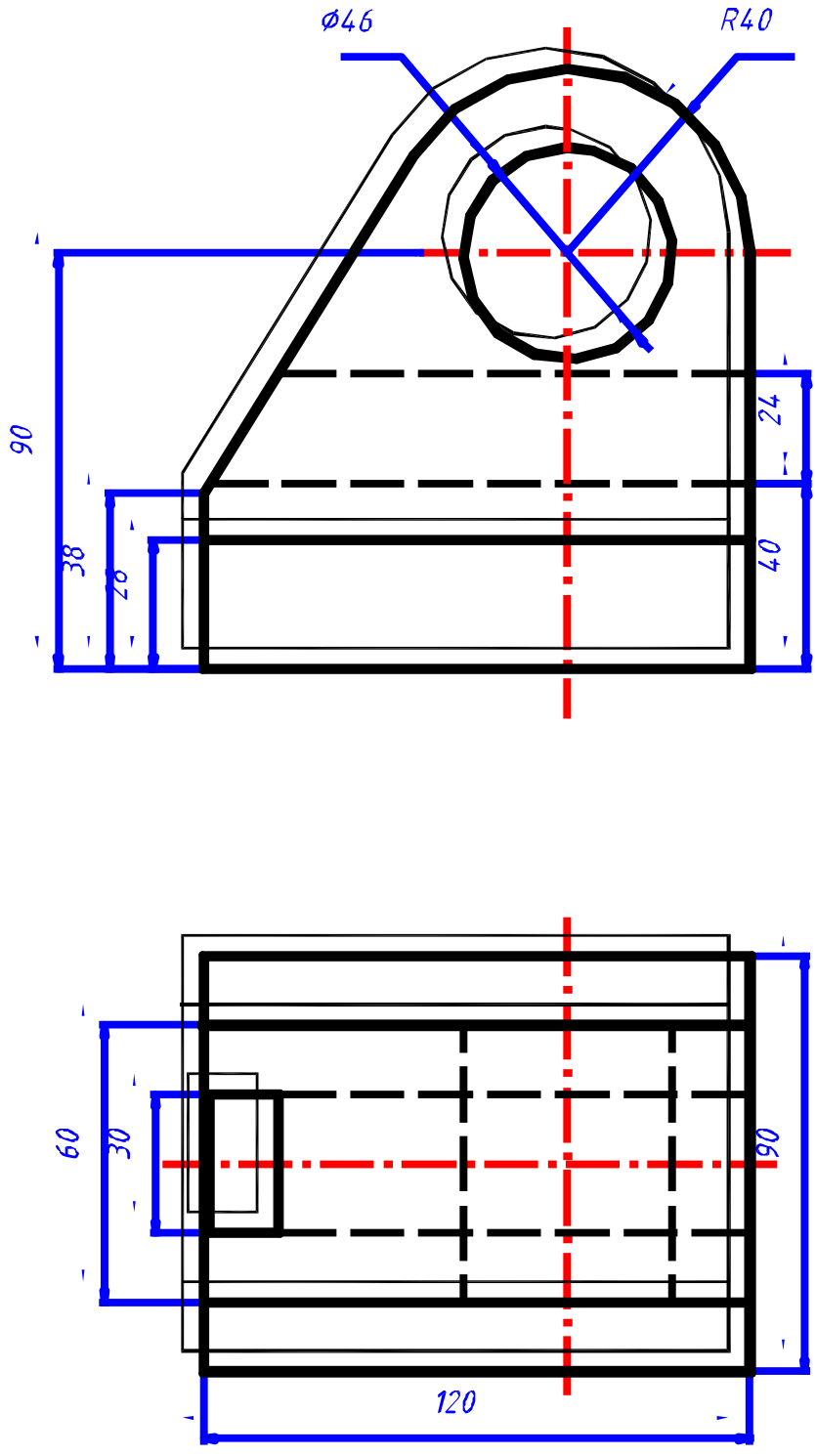
Вилка

Вариант 11



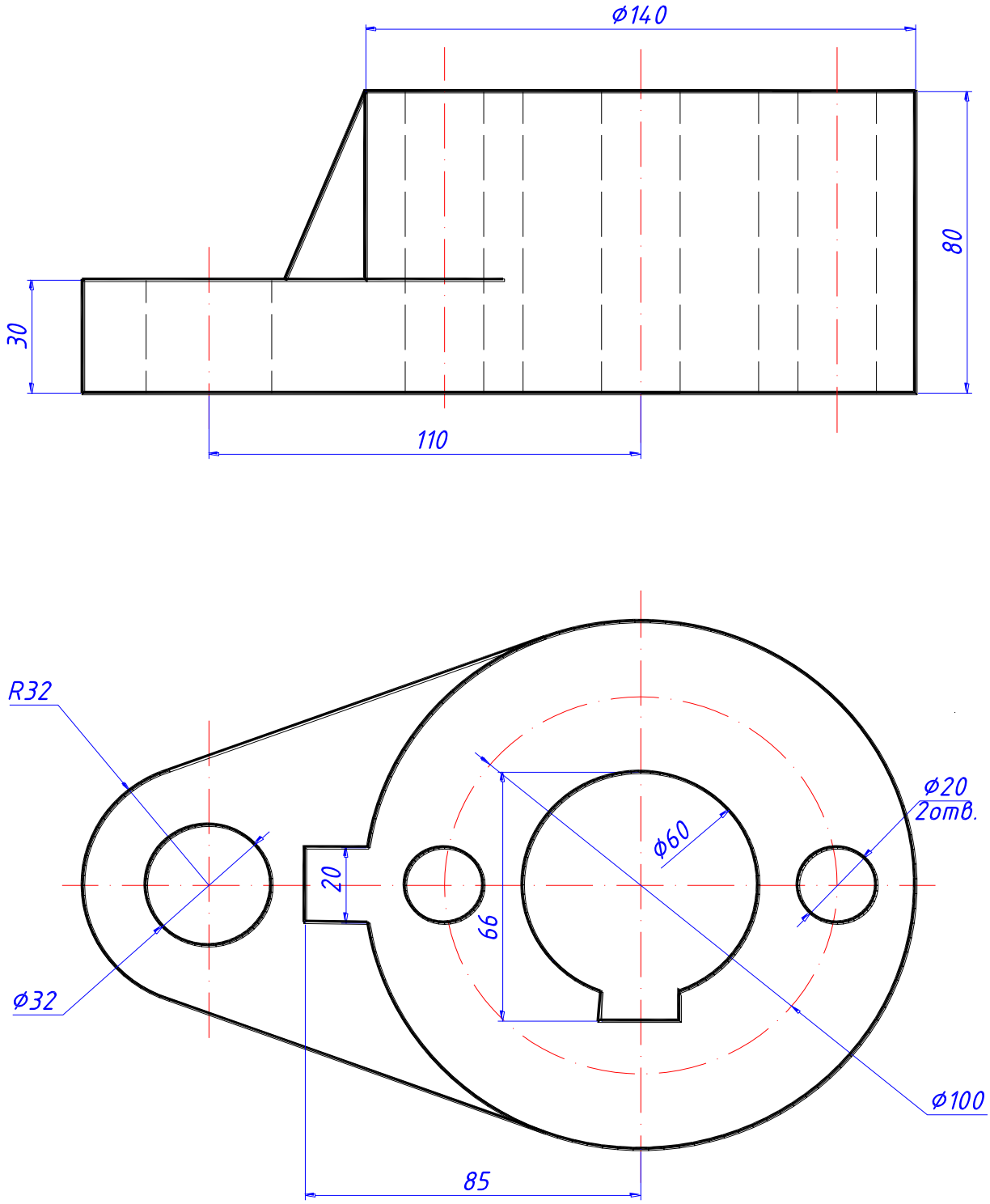
Серьга

Вариант 12



Вилка

Вариант 13



Основание

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полещук Н. Самоучитель AutoCAD 2016. – Санкт-Петербург: Издательство БХВ-Петербург, 2016. – 464с.

2. Шангина Е.И. Компьютерная графика. Учебное пособие. – Екатеринбург: Издательство УГГУ, 2006. – 188с.

3. Хейфец А. Л. Инженерная компьютерная графика. Учебно-справочное пособие.— М.: ДИАЛОГ -МИФИ , 2002, 428 с.

Савина Татьяна Евгеньевна

Методическое пособие
по выполнению практической
работы «Создание проекционного чертежа средствами AutoCAD» по дисциплинам:
«Инженерная и компьютерная графика»,
«Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика».

Редактор

Подписано в печать_____.2017 г.
Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/8. Печать на ризографе.
Гарнитура Times New Roman .Печ. л. ___. Уч.- изд. 0,83. Тираж 150 экз.
Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинала – макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров
13.10.2021 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.О.17 ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ И УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ

Направление подготовки
05.03.06 Экология и природопользование

Профиль
Рациональное природопользование и экологический инжиниринг

год набора: 2022

Автор: Михеева Е.В., кбн, Бадьина Т.А.

Одобрено на заседании кафедры
Иностранных языков и деловой коммуникации
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Юсупова Л. Г.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 28.09.2021 г.
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией
горно-технологического факультета
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 2 от 08.10.2021 г.
(Дата)

Екатеринбург

Наименование	Стр
Введение	2
Практическое занятие №1	3
Практическое занятие №2	4
Практическое занятие №3	6
Практическое занятие №4	12
Практическое занятие №5	16
Практическое занятие №6	17
Практическое занятие №7	21
Практическое занятие №8	22
Практическое занятие №9	26
Темы для стендовых докладов (рефератов)	29
Примерные вопросы для экзамена, раздел «Учение о биосфере»	30
Список литературы	32

Введение

Биосфера — область земной коры, занятая жизнью, в которой по выражению В.И. Вернадского «находятся все организмы, всегда резкой, непроходимой гранью отделенные от окружающей их косной материи. Никогда живой организм в ней не зарождается. Он, умирая, живя и разрушаясь, отдает ей свои атомы и непрерывно берет их из нее, но охваченное жизнью живое вещество всегда имеет свое начало в живом же» [5].

Биосфера – это сложная внешняя оболочка Земли, населенная организмами. Биосфера качественно отличается от всех других сфер Земли, так как в ее пределах проявляется геологическая деятельность живых существ: растений, животных, микроорганизмов, а на последнем этапе истории Земли – и человека [10].

Настоящий практикум предназначен для проведения практических работ по дисциплине «Учение о биосфере». Рассмотрены фундаментальные положения учения о биосфере, разработанные В.И. Вернадским, новые идеи его последователей. Биосфера изучается как целостная система, эволюционирующая под влиянием деятельности живого вещества.

Содержание практикума базируется на биологических, геологических, экологических знаниях, заложенных в полном школьном курсе биологии, и раскрывает фундаментальные представления наук о жизни.

Основная цель всех практических занятий – формирование у студентов биосферного мышления, органичного мировоззрения естественнонаучного направления, направленного на сохранение биосферы. Кроме того, рассматриваются важнейшие философско-нравственные проблемы, связанные с пониманием и признанием самоценности любой формы жизни.

Практические занятия «Учение о биосфере» формируют у студентов представление о взаимодействии атмосферы, почвы, океана и других природных систем как частей единого целого – биосферы, о главном механизме, определяющем единство и целостность биосферы, - биологическом круговороте атомов, который является основным агентом химической работы, источником энергии для которой служит солнечный свет.

Практикум содержит теоретические сведения, необходимые для осуществления практических и лабораторных работ, описание оборудования и материалов работ, поэтапную методику их проведения. Методические рекомендации по каждой из представленных работ дополнены контрольными вопросами с целью повышения качества усвоения учебного материала.

Практическое занятие №1

Тема: Теоретические основы Учения о биосфере. В.И. Вернадский: биография, основные научные достижения

Цель: С помощью текста первоисточников ознакомиться с основополагающими для изучаемого курса идеями В.И. Вернадского.

Оборудование:

- распечатки словарей содержащих основные термины предмета «Учение о биосфере»;
- проектор для демонстрации презентаций;
- основные источники о личности В.И. Вернадского:

а) Баландин Р. К. Вернадский: жизнь, мысль, бессмертие / Р. К. Баландин. - 2-е изд., доп. - М.: Знание, 1988. - 208 с.

б) В. И. Вернадский и современность: научное издание / Академия наук СССР, Секция наук о Земле, Комиссия по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского, Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского; гл. ред.: Б. С. Соколов, А. Л. Яншин; отв. ред. А. Г. Назаров. - М.: Наука, 1986.

в) Мочалов И. И. Владимир Иванович Вернадский (1863-1945): биография отдельного лица / И. И. Мочалов. - М.: Наука, 1982. - 488 с.

Ход работы

1. Подготовить доклад о личности В.И. Вернадского на основе основных литературных источников [2, 9, 21].
2. Подготовьте презентацию, кратко опишите основные заслуги величайшего экофилософа – В. И. Вернадского по формированию учения о биосфере.
3. Проанализируйте определение «Жизнь» в словарях разных авторов.
4. Выпишите, на ваше усмотрение, наиболее полное и точное определение.

Практическое занятие №2

Тема: Теоретические основы Учения о биосфере. Работа с первоисточниками

Цель:С помощью текста первоисточников ознакомиться с основополагающими для изучаемого курса идеями В.И. Вернадского.

Оборудование:

- распечатки словарей содержащих основные термины предмета «Учение о биосфере»;
- распечатки некоторых трудов В.И. Вернадского:

а) В.И. Вернадский Биосфера: очерки / В. И. Вернадский. - Л.: Науч. химико-техн. изд-во, 1926.

б) Вернадский В. И. Биосфера: избр. труды по биогеохимии / В. И. Вернадский; ред. А. И. Перельман. - М.: Мысль, 1967. - 376 с.

в) Вернадский В.И. Живое вещество. М.: Наука, 1978.

г) Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения / В. И. Вернадский; отв. ред. А. А. Ярошевский. - 2-е изд. - М.: Наука, 1987.

д) Философские мысли натуралиста/В.И. Вернадский. М.: Наука, 1988.

Ход работы

1. Работа с первоисточником Вернадского В.И. «Живое вещество» [11].

а) Прочитайте текст «Еще раз об определении «живого» (стр. 178-205).

- Проанализируйте данный текст и объясните, как подходит к понятию жизни, живого В. И. Вернадский?

б) Прочитайте текст «Определение живого вещества (разное понимание термина «живое вещество» (стр. 219-236).

в) Прочитайте текст «Значение живого вещества» (стр.21-56).

- Выпишите названия основных процессов, связанных с живым веществом.
- Какое влияние оказывает жизнь, живые организмы, на неживую природу?

г) Прочитайте главы 8-9 «Науки о жизни в системе научного знания» (стр. 153-182) книги В.И. Вернадского «Философские мысли натуралиста»[28].

- Заполните таблицу (табл.1.1.) и выпишите кратко различия между живыми и косными естественными телами и их проявлениями в биосфере.

Таблица 1.1.

Сравнительная характеристика живых и костных естественных тел

Косные естественные тела	Живые естественные тела
1.	1.
2.	2.
3….	3….

д) Прочитайте очерк «Живое вещество в биосфере» на странице 24-30 и «Область жизни» на странице 108-146 по книге В. И. Вернадского «Биосфера: очерки» [6].

- Сделайте схему о границе живого в биосфере и дайте пояснения. Сформулируйте общий вывод.

ж) Прочитайте текст на страницах 45-58 «Общее понятие о биосфере» и текст «Неоднородность строения биосферы» по книге Вернадского В.И. «Химическое строение биосферы Земли и ее окружения» [12].

- Составьте схему строения биосферы.

з) Прочитайте текст на страницах 64-81 «Живые организмы в земной коре» и текст на страницах 127-134 «Распространение живого вещества в биосфере» по книге В.И. Вернадского «Биосфера: избр. труды по биогеохимии» [7].

- В чем заключаются основные закономерности распространения живого вещества по В.И. Вернадскому? Составьте план ответа на данный вопрос.

е) Прочитайте текст «Два синтеза Космоса (вместо введения)» (стр. 12-26), «Неразрывная связь живого и мертвого» (стр. 213-219) Вернадского В.И. «Живое вещество» [11].

- Определите основную идею этих двух текстов.

2. Сделайте общий вывод: перечислите кратко научные концепции и идеи, которые объединяют труды В. И. Вернадского.

Практическое занятие №3

Тема: Живое вещество биосферы

Введение понятия живого вещества позволило оценить совокупные результаты деятельности живых организмов и оценить их роль как наиболее активную по сравнению с действиями всех других природных факторов, действующих на поверхности нашей планеты. В результате стало ясно, что жизнь отнюдь не пассивно приспосабливается к существующей среде, она ее активно изменяет и создает совершенно новую среду, с качественно иными характеристиками, чем те, которые должны были бы существовать на Земле в отсутствие жизни.

Вернадский определил живое вещество как «совокупность организмов, выраженную в единицах массы и энергии». В дальнейшем к числу количественных параметров, характеризующих живое вещество, добавился химический состав, что также было сделано самим Вернадским (и, таким образом, заложены основы нового раздела науки – биогеохимии).

Особую экологическую роль в биосфере играют граничные поверхности. Это границы между основными компонентами географической оболочки (ГО): литосфера – атмосфера, гидросфера - атмосфера, гидросфера – литосфера. Это не просто поверхности, где соприкасаются между собой оболочки с разными свойствами. Это зоны, где сконцентрирован основной объем процессов взаимодействия между компонентами ГО. Именно здесь протекает обмен веществом и энергией между ними. Здесь же сосредоточена основная часть массы живого вещества биосферы.

Главное физическое значение деятельности живого вещества, по В.И. Вернадскому, состоит в том, что оно, используя солнечную энергию, *создает аккумулирующие* эту *энергию химические соединения*, которые потом распадаются, и высвобождающаяся энергия производит химическую работу. В итоге, «… все бытие земной коры, по крайней мере, 90% массы ее вещества, в своих существенных с геохимической точки зрения чертах обусловлено жизнью». Этот тезис не только подтвержден всеми дальнейшими исследованиями на протяжении почти уже сотни лет.

С информационной точки зрения, живые организмы создают огромное количество новых органических веществ. Плюс к этому – собственно биологическая информация (строение органов и их функциональные связи между собой, строение организмов, число видов которых насчитывает миллионы, связи между организмами и организация сообществ). Соответственно, общий объем информации на несколько порядков выше, чем в неживой природе.

Таким образом, при образовании живого вещества происходит аккумуляция энергии; увеличивается разнообразие, т.е. растет объем информации (включая появление ее качественно нового вида – информации биологической); возрастают сложность и упорядоченность организации материи; уменьшается энтропия.

Еще одно специфическое свойство живого вещества – *занимать в результате размножения все пригодные для данной формы жизни участки* (по В.И. Вернадскому – «давление жизни»). Скорость распространения жизни максимальна для микроорганизмов (для холерного вибриона – 33 000 см/с), и даже для крупных животных имеет порядок десятые сантиметра в секунду.

Другой важный показатель – *продуктивность,* то есть количество биомассы создаваемое за единицу времени (за 1 год).

Биосфера не является замкнутой системой. Замкнутые системы вообще не могут быть устойчиво динамичными и развиваться. Биосфера нуждается в притоке энергии извне, которая обеспечивается солнечным излучением. В.И. Вернадский назвал биосферу «областью взаимодействия земного и космического, где лучистая энергия Солнца превращается живым веществом Земли в химическую, тепловую, механическую и другие формы».

Ведущая в современных земных условиях форма аккумуляции энергии живым веществом – фотосинтез. Это процесс формирования органических соединений (углеводов и др.) из CO_2 и H_2O под влиянием хлорофилла или другого катализатора. Далее, перемещаясь по органам растения, продукты фотосинтеза вступают в разнообразные химические реакции, в результате которых создается все разнообразие органических соединений в растениях. При этом используются и минеральные вещества, получаемые растением из почвы. В результате, заимствуемые из окружающей среды вещества входят в состав новых более сложных и богатых энергией органических соединений. При этом они становятся геохимически менее подвижными (биогенная аккумуляция).

В целом, рассмотрев влияние деятельности живых организмов на развитие всех внешних оболочек земли, можно выделить три основных аспекта:

1. Организмы являются непосредственными концентраторами химических элементов. В результате их накопления формируются толщи горных пород биогенного происхождения (угли, известняки, кремнистые и др. породы).
2. Живое вещество формирует физико-химические условия среды, в которой протекают природные процессы.
3. Живое вещество изменяет вещественный состав всех внешних геосфер – от формирования современной атмосферы до образования гранитно-метаморфического слоя земной коры.

Закон Вернадского (формулировка А.И. Перельмана): *Все процессы в биосфере осуществляются или при непосредственном участии живого вещества либо в среде, основные черты вещественного состава которой обусловлены живым веществом – как тем, которое в настоящее время населяет данную биокосную систему, так и тем, которое действовало на протяжении всей геологической истории.*

Итак, роль живых организмов в трансформации окружающей среды заключается в следующем:

1. Формирование состава атмосферы и гидросферы (газовая фаза, состав солей).
2. Формирование химизма ландшафтных сред на поверхности суши (химическая активность продуктов жизнедеятельности и разложение органического вещества (ОВ); вторичное возникновение восстановительных обстановок в областях накопления неразложившегося ОВ).
3. Биогенное выветривание.
4. Почвообразование.
5. Появление новых ветвей в геохимических круговоротах: новые ветви и качественные особенности в круговороте воды (биологическое поглощение, с целью использования воды для создания ОВ и как носителя, обеспечивающего биохимические и физиологические процессы в организме; транспирация; возможность задержания воды в почвах и рыхлых грунтах под защитой растительного покрова);
6. Влияние на геологический круговорот (концентрация отдельных элементов живыми организмами, биогенное осадконакопление);
7. Новый тип круговорота вещества – биологический круговорот, осуществляемый в процессах жизнедеятельности организмов и разложения органических веществ.

Цель: Сравнительный анализ химического состава живого вещества, гидросферы, атмосферы, литосферы через графическое представление.

Оборудование:

- таблицы химического состава живого вещества, гидросферы, атмосферы и земной коры.
- циркули, линейки, простые и цветные карандаши.

Ход работы

1 часть

1. По таблице (табл. 3.2-3.6.) «Химический состав живого вещества, гидросферы, атмосферы, литосферы» выявите %-ое содержание основных химических элементов (O; H; C; N; P; S) в живом веществе биосферы.
2. Полученные данные запишите в обобщающую сводную таблицу (табл. 3.1) «Сравнение химических элементов живого вещества биосферы и сфер Земли».
3. Сравните %-ое содержание химических элементов O; H; C; N; P; S в живом веществе и клетках живых организмах.

Таблица.3.1

Обобщающая таблица

«Сравнение химических элементов живого вещества биосферы и сфер Земли»

Основные элементы	**Живое вещество**	**Гидросфера**	**Атмосфера**	**Литосфера**
O				
H				
C				
N				
P				
S				
и др.				
Особенности				

Вывод:

2 часть

1. По таблице (табл. 3.2-3.6.) «Химический состав живого вещества, гидросферы, атмосферы, литосферы» выявите %-ое содержание основных химических элементов (O; H; C; N; P; S почему веществами а не элементами записаны) в гидросфере.
2. Полученные данные запишите в обобщающую сводную таблицу(табл.3.1) «Сравнение химических элементов живого вещества биосферы и сфер Земли».
3. Сравните %-ое содержание химических элементов в живом веществе и гидросфере.

3 часть

1. По таблице (табл. 3.2-3.6.) «Химический состав живого вещества, гидросферы, атмосферы, литосферы» выявите %-ое содержание основных химических элементов (O; H; C; N; P; S) в атмосфере.
2. Полученные данные запишите в обобщающую сводную таблицу (табл.3.1) «Сравнение химических элементов живого вещества биосферы и сфер Земли».
3. Сравните %-ое содержание химических элементов в живом веществе и атмосфере.

4 часть

1. По таблице (табл. 3.2-3.6.) «Химический состав живого вещества, гидросферы, атмосферы, литосферы» выявите %-ое содержание основных химических элементов (O; H; C; N; P; S) в литосфере (земной коре).
2. Полученные данные запишите в обобщающую сводную таблицу (табл.3.1) «Сравнение химических элементов живого вещества биосферы и сфер Земли».
3. Сравните %-ое содержание химических элементов в живом веществе и в литосфере

5 часть

1. По обобщающей сводной таблице (табл. 3.1.) сделайте анализ получившихся результатов.
2. С помощью линеек циркулей и карандашей оформите графическое представление распределения изученных химических элементов в биосфере.
3. Сформулируйте вывод о соотношении основных химических элементов в живом веществе и неживой природе.

Таблица.3.2.

Средний химический состав живого вещества (по А.П. Виноградову)

Элемент	%	Элемент	%	Элемент	%	Элемент	%
O	70,0	Cl	$2x10^{-2}$	Zn	$5x10^{-4}$	As	$3x10^{-5}$
C	18,0	Fe	$1x10^{-2}$	Rb	$5x10^{-4}$	Co	$2x10^{-5}$
H	10,5	Al	$5x10^{-3}$	Cu	$2x10^{-4}$	Li	$1x10^{-5}$
Ca	$5x10^{-1}$	Ba	$3x10^{-3}$	Br	$1,5x10^{-4}$	Mo	$1x10^{-5}$
K	$3x10^{-1}$	Sr	$2x10^{-3}$	V	$1x10^{-4}$	Y	$1x10^{-5}$
N	$3x10^{-1}$	Mn	$1x10^{-3}$	Cr	$1x10^{-4}$	Cs	$1x10^{-5}$
Si	$2x10^{-1}$	B	$1x10^{-3}$	Ge	$1x10^{-4}$	Se	$1x10^{-6}$
P	$7x10^{-2}$	Tr	$1x10^{-3}$	Ni	$5x10^{-5}$	U	$1x10^{-6}$
S	$5x10^{-2}$	Ti	$8x10^{-4}$	Pb	$5x10^{-5}$	Hg	$1x10^{-7}$
Mg	$4x10^{-2}$	F	$5x10^{-4}$	Sn	$5x10^{-5}$	Ra	$1x10^{-12}$
Na	$2x10^{-2}$						

Таблица.3.3.

Средний химический состав морской воды (по А.П. Виноградову)

Элемент	%	Элемент	%	Элемент	%	Элемент	%
O	85,70	F	$1,3x10^{-4}$	Sn	$3,0x10^{-7}$	As	$1,3x10^{-8}$
H	10,80	Si	$3,0x10^{-5}$	U	$3,0x10^{-7}$	Ce	$6,0x10^{-9}$
Cl	1,90	Rb	$2,0x10^{-5}$	V	$3,0x10^{-7}$	Se	$4,0x10^{-9}$
Na	1,05	Li	$1,5x10^{-5}$	Ni	$2,0x10^{-7}$	Ga	$3,0x10^{-9}$
Mg	$1,3x10^{-1}$	N	$1,0x10^{-5}$	Mn	$2,0x10^{-7}$	Pb	$3,0x10^{-9}$
S	$8,8x10^{-2}$	P	$7,0x10^{-5}$	Ti	$1,0x10^{-7}$	Ho	$3,0x10^{-9}$
Ca	$4,0x10^{-2}$	I	$5,0x10^{-6}$	Co	$5,0x10^{-7}$	Th	$1,0x10^{-9}$
R	$3,8x10^{-3}$	Ba	$2,0x10^{-6}$	Cs	$3,7x10^{-7}$	Au	$4,0x10^{-10}$
Br	$6,5x10^{-3}$	Fe	$1,0x10^{-6}$	Y	$3,0x10^{-8}$	La	$2,9x10^{-10}$
C	$2,8x10^{-3}$	Al	$1,0x10^{-6}$	Ag	$3,0x10^{-8}$	Cl	$1,3x10^{-10}$
Sr	$0,8x10^{-3}$	No	$1,0x10^{-6}$	Bi	$2,0x10^{-8}$	Eu	$1,0x10^{-10}$
B	$4,6x10^{-4}$	Cu	$3,0x10^{-7}$	Su	$1,0x10^{-8}$	Ra	$1,0x10^{-14}$

Таблица.3.4.

Средний химический состав атмосферы (по А.П. Виноградову)

Элемент	% (по объему)	% (по весу)
N_2	78,8	75,51
O_2	20,95	23,15
Ar	0,93	1,28
CO_2	0,03	0,046
Ne	$1,8x10^{-5}$	$1,25x10^{-3}$
He	$5,2x10^{-5}$	$0,72x10^{-4}$
CH_4	$2,2x10^{-5}$	$1,2x10^{-4}$
Kr	$1,0x10^{-5}$	$2,9x10^{-4}$
N_2O	$1,0x10^{-5}$	$1,5x10^{-4}$
H_2	$5,0x10^{-5}$	$0,3x10^{-5}$
Xe	$8,0x10^{-5}$	$3,6x10^{-5}$
O_3	$1,0x10^{-6}$	$3,6x10^{-5}$

Таблица.3.5.

Химический состав земной коры

Компонент	Земная кора (в среднем), %	Континентальная кора, %	Океаническая кора, %
Sio_2	55,24	56,23	48,17
TiO_2	0,86	0,71	1,40
Al_2O_3	14,55	14,46	14,90
Fe_2O_3	2,42	2,36	2,64
FeO	5, 86	5,41	7,37
M_nO	0,15	0,13	0,24
M_gO	5,37	4,77	7,42
C_aO	8,12	6,98	12,19
Na_2O_3	2,44	2,40	2,58
K_2O	1,61	1,98	0,33
P_2O_5	0,17	0,16	0,22
C_{org}	0,07	0,08	0,05
CO_2	1,44	1,48	1,37
SO_3	0,09	0,12	-
$S_{пир}$	0,08	0,08	0,05
Cl	0,03	0,03	0,02
Fe	0,03	0,03	0,02
H_2O	1,46	1,57	1,05

Таблица.3. 6.

Химический состав основных сфер Земли (в весовых %) С.В. Комов

Элемент	Земля в целом	Земная кора	Атмосфера	Гидросфера	Живое вещество
H	–	–	–	10,8	8,0
Fe	39,8	6,4	–	–	–
Si	14,5	26,5	–	–	0,2
O	27,7	46,0	23,3	85,3	70,0
C	0,04	0,1	0,04	0,01	18,0
Ca	2,32	4,8	–	–	0,48
K	0,14	1,2	–	–	0,2
N	–	0,01	75,3	–	0,5

Контрольные вопросы по теме: « Живое вещество биосферы»

1. *Кто ввел в науку термин «биосфера»? Кто изложил основы учения о биосфере?*
2. *Сформулируйте определение биосферы, постарайтесь доказать, что биосфера представляет собой наиболее сложный уровень организации жизни.*
3. *В чем разница меж ду экосист емами, биомами, биот ой и биосферой?*
4. *Охарактеризуйте условия, определяющие границы существования жизни (биосферы).*
5. *Где сосредоточена основная масса живых организмов?*
6. *Из каких компонентов состоит биосфера?*
7. *Что такое живое вещество биосферы?*
8. *Перечислите функции живого вещества, раскройте их взаимосвязь*
9. *Почему в течение миллиардов лет на Земле не иссякают запасы химических элементов, обеспечивающих жизнь огромного количества живых организмов?*
10. *Сформулируйте закон Вернадского.*

Вопросы для обсуждения:

1. Необходимость аксиологических ориентиров, несущих в себе общечеловеческие ценности, была утверждена уже в русле таких научных течений, как русский космизм (Н.Ф. Федоров, К. Э. Циолковский, А. Л. Чижевский, П.А. Кропоткин,

Пьер Тейяр де Шарден), учение о ноосфере (В.И. Вернадский), экологизм (А. Швейцер). Почему данные направления вновь становятся актуальными?

2. На основе доступных литературных источников проанализировать современное состояние биосферы.

Практическое занятие №4

Биогеохимические циклы важнейших химических элементов

Биохимический круговорот – основа поддержание жизни на Земле. Растения, животные и микроорганизмы связаны постоянным обменом веществ и энергией с окружающей их средой.

Наряду с образованием живого вещества и аккумуляцией энергии в биосфере постоянно и повсеместно протекают и противоположные процессы – разрушение сложных органических соединений и их превращение в простые минеральные: CO_2 ; H_2O и др.

Чтобы биосфера могла существовать и чтобы процессы в ней не прекращались, должен функционировать непрерывный круговорот биологически важных веществ. Процессы синтеза и распада живого вещества не происходят на нашей планете один без другого, они идут только при наличии единого биологического круговорота атомов.

Энергетической основой существования биологических круговоротов на Земле и их начальным звеном является процесс фотосинтеза.

В энергетическом отношении представляет *восходящую ветвь* биологического круговорота веществ, запасается огромное количество солнечной энергии, преобразованной в потенциальную химическую энергию органических веществ.

Все остальные жизненные процессы, в которых происходит превращение созданных при фотосинтезе биологических соединений и использование запасенной энергии, являются в энергетическом отношении *нисходящей ветвью* биологического круговорота.

Завершаются они окислением минерализацией органических веществ, деградацией и превращением в тепло энергии, запасенной в химических связях этих веществ (часть этой энергии превращается в химическую энергию природных вод, газов и т.д.) [10].

Отличительная черта биологических круговоротов – их *неполная замкнутость.* Каждый новый цикл круговорота того или иного элемента или соединения не является точным повторением предыдущего. Часть химических элементов и соединений постоянно выпадает из общей циркуляции и скапливается вне организмов, создавая своего рода запасы биогенных веществ. Так были накоплены кислород и азот в атмосфере, горючие ископаемые и другие породы земной коры. В масштабах геологического времени даже небольшое неравновесие в создании и разрушении органических веществ приводит к направленному преобразованию поверхностных слоев Земли.

Запасы биогенных веществ, малодоступные для живых организмов и медленно вовлекающиеся поэтому в биологический круговорот, составляют так называемый *резервный фонд* того или иного химического элемента в биосфере (например, кальция в карбонатных породах). Другая часть, интенсивно циркулирующая между телами организмов и окружающей средой, называется подвижными, или *обменными фондом.* Соотношение между резервным и обменным фондами в биосфере у всех биогенных элементов различны [16,29].

Биологический круговорот *обратим не полностью.* В ходе эволюции биосферы часть процессов имела необратимый характер, в результате чего происходило образование и накопление биогенных осадков (образование осадочных пород в виде известняков, гумуса, торфа и других пород и минералов) увеличение количества кислорода в атмосфере, изменение количественных соотношений изотопов ряда элементов и т.д. Часть вещества в повторяющихся процессах превращения рассеивается и отвлекается в частные круговороты или захватываются временными равновесиями, а другая часть, которая возвращается к прежнему состоянию, имеет уже новые признаки.

Живое вещество является основой движущей силой круговоротов веществ на планете и только в результате его деятельности через систему этих круговоротов осуществляется поступательное развитие биосферы Земли [1, 10, 16 ,23].Часто различают

два типа биогеохимических круговоротов: круговороты газов (CO_2, O_2 , N_2 и др.) и осадочные круговороты (S, P, Ca и др.).

В целом все вещество интенсивно подвергается превращениям, участвуя в большом и малом круговороте веществ.

Биологический круговорот (БИК) связан с жизнедеятельностью организмов: питание и выделение, трофические цепи, жизненный цикл) – малый круговорот (Рис.4.1). БИК не является полностью замкнутым, т.к. происходит перемещение вещества между ландшафтами, полное выведение части вещества из малого оборота в пределах географической оболочки как результат процессов осадконакопления – но сохранение его в большом круговороте. Малый круговорот является составной частью геологического круговорота вещества – большого круговорота (Рис.4.2).

Абиогенные циклы сложились на нашей планете значительно ранее биогенных. Они включают весь комплекс геологических, геохимических, гидрологических, атмосферных процессов. Он включает накопление, удержание и перераспределение космической энергии Солнца на планете через нагревание водных масс, образование и конденсацию паров, выпадение атмосферных осадков и движение поверхностных и грунтовых вод по уклону от областей питания к областям испарения. Неравномерное нагревание воздуха и воды вызывает планетарные перемещения водных и воздушных масс, формирование градиентов плотности и давления, океанические течения и грандиозные процессы атмосферной циркуляции.

В добиогенных геохимических круговоротах определяющая роль принадлежала водной и воздушной миграции и аккумуляции [15].

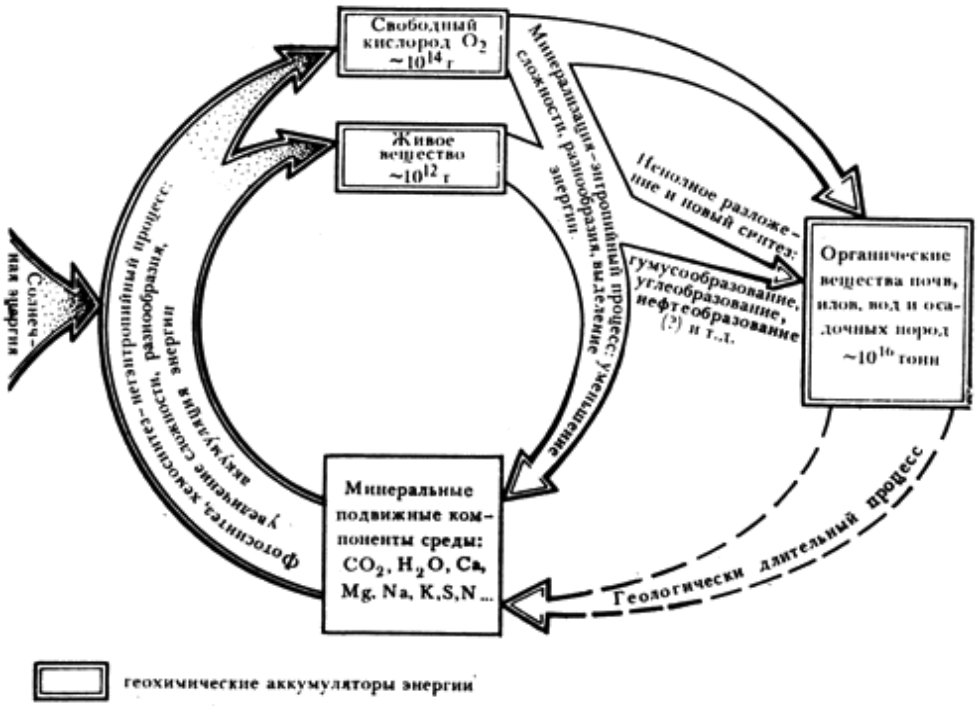


Рис. 4.1. Общая схема биологического круговорота (БИК)

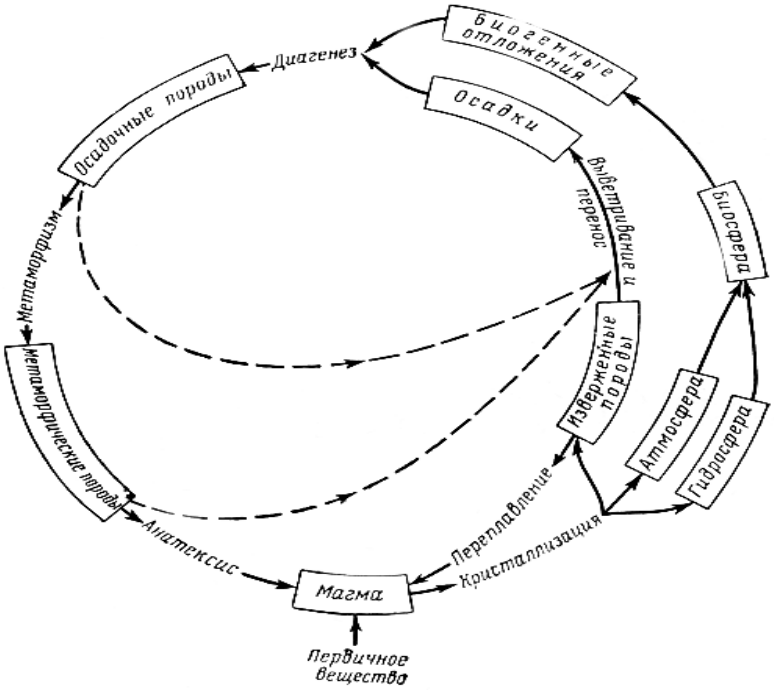


Рис. 4.2. Геологический круговорот вещества – большой круговорот.

Биогеохимические циклы тяжелых металлов

Тяжелыми металлами обычно называют химические элементы, имеющие атомную массу более 50 единиц. Несмотря на сравнительно низкую распространенность этих элементов в природе, они оказывают большое влияние на биогеохимические процессы в биосфере. Так как многие из них оказывают выраженное токсическое действие на живые организмы.

Исследованиями установлено, что наиболее токсичными являются следующие 9 элементов: Cr, As, Ni, Sb, Pb, Vo, Cd, Hg, Ta.

Польские ученые провели ранжирование тяжелых металлов по потенциалу загрязнения на 4 группы. К группе элементов с очень высоким потенциалом загрязнения отнесены кадмий, ртуть, свинец, медь, таллий, олово, хром, сурьма, серебро, золото.

К группе элементов с высоким потенциалом загрязнения относятся висмут, уран, молибден, барий, марганец, титан, железо, селен, теллур.

К группе элементов со средним потенциалом загрязнения относятся фтор, бериллий, ванадий, рубидий, никель, кобальт, мышьяк, германий, индий, цезий, вольфрам.

Элементы со слабым потенциалом загрязнения – стронций, цирконий, лантан, ниобий. Приоритетные загрязнители биосферы – ртуть, свинец, кадмий, цинк, медь. Увеличение их концентрации в воде, почве, воздухе и биоте является прямым показателем опасности для животных и человека [15].

Изучение круговорота веществ на Земле представляет практический интерес. Воздействие человека на природные процессы становится все значительнее. Последствия этого воздействия стали сравнимы с результатами геологических процессов: в биосфере возникают новые пути миграции веществ и энергии, появляются многие тысячи химических соединений, прежде ей не свойственных. Создаются новые водные бассейны и меняется круговорот воды. В руках человека концентрируется огромные запасы металлов, фосфатов, серы, синтезируются колоссальные количества азотосодержащих веществ для удобрения полей и т.д. Меняется обычный ход геохимических процессов. Глубокое изучение всех природных превращений веществ на Земле – необходимое условие рационального воздействия человека на среду его обитания и изменения природных условий в желаемом для него направлении.

Цель: Продемонстрировать особенности биогеохимических циклов биосферы на примере круговоротов химических элементов.

Оборудование: схемы круговоротов химических элементов.

Ход работы.

1. Заранее ознакомьтесь с теоретическим материалом по теме: «Круговорот веществ» [1, 4, 10, 16, 17, 23, 29].
2. Обратите внимание на особенности обмена веществ и энергией между компонентами биосферы (C; N_2; O_2;P; S и др.), механизм обмена, переход ведущих биогенных химических элементов из одних форм нахождения в другие, основные механизмы передачи и трансформации энергии в биосферных процессах.
3. На основе этих данных составьте конспект по плану:
   а) особенности химического элемента;
   б) значение химического элемента для биосферы;
   в) чем представлен данный элемент в литосфере, гидросфере, атмосфере, в живых организмах;
   г) кратко опишите биогеохимический круговорот каждого элемента.
4. В рабочих тетрадях составьте зарисовки схем, соответствующих круговоротам: углерода, азота, серы, фосфора и др. в биосфере. –тогда задание г) и это дублируют друг друга
5. Сформулируйте вывод о важнейших особенностях передачи энергии между компонентами биосферы и круговорота того или иного химического элемента.
6. Подготовьте защиту работы в форме коллективного собеседования групп студентов с преподавателем (или в форме презентации).
7. Подготовить краткое сообщение о влиянии тяжелых металлов на биосферу.

Контрольные вопросы по теме: «Круговорот веществ в биосфере»

1. *Когда на Земле возник биологический (биотический) круговорот веществ?*
2. *Почему круговорот веществ в природе является главной функцией биосферы?*
3. *Охарактеризуйте движущие силы, обеспечивающие перемещение, концентрацию и перераспределение огромных масс химических элементов во всей биосфере?*
4. *Круговорот веществ в биосфере осуществляется в виде восходящего и нисходящего потоков. Какие компоненты относятся к этим потокам?*
5. *Какое участие в круговороте принимают живые организмы?*
6. *Каковы особенности биогеохимического цикла кислорода?*
7. *Охарактеризуйте круговорот углерода в любой экосистеме вашей местности.*
8. *Каковы особенности биогеохимического цикла водорода, азота, серы и фосфора?*
9. *Каковы особенности биогеохимического цикла калия и натрия, кальция и магния?*
10. *Каковы особенности цикла алюминия, железа, марганца, кремния?*
11. *Какие элементы называются тяжелыми металлами? Особенности биогеохимического цикла тяжелых металлов?*
12. *Что такое «дефицитные» и «избыточные» химические элементы?*

Вопросы для обсуждения:

1. Как тема «Круговорот веществ в биосфере» может повлиять на формирование нравственного отношения к природе студентов по специальности 022000 «Экология и природопользование».
2. В экосистемах биосферы в результате антропогенной деятельности человека происходит резкое накопление тяжелых металлов. Высокие концентрации данных элементов в окружающей среде могут приводить к возникновению тяжелых заболеваний людей и других живых организмов. Как вы считаете как можно повлиять на уровень накопления тяжелых металлов в окружающей среде?

Практическое занятие №5

Круговорот воды в биосфере

Цель: сформировать представление о круговороте воды, как важнейшем явлении в биосфере.

Оборудование:

- видеофильм ВВС «Приключение капли воды», «Секреты воды»;
- схемы круговоротов воды.

Ход работы.

1. Заранее ознакомитесь с теоретическим материалом по теме: «Круговорот воды в биосфере» [1, 4, 10, 16, 17, 29]. Обратите внимание на особенности химико-физических свойств воды и приспособлений живых организмов к ней.
2. На основании этих данных составьте конспект по плану:
   а) химико-физические особенности воды;
   б) значение воды для биосферы;
   в) создайте в рабочих тетрадях зарисовки схемы малого и большого круговорота воды.
3. На основании данного материала и по сюжету видеофильма ВВС «Приключение капли воды» и«Секреты воды» напишите эссе «Круговорот воды в биосфере».
4. Сформулируйте вывод о важных особенностях круговорота воды для биосферы.
5. На основе литературных источников провести анализ состояния и запасов пресной воды на Земле, в России, в Свердловской области, в г. Екатеринбурге.

Контрольные вопросы по теме: «Круговорот воды в биосфере»

1. *В чем заключаются экологические функции Мирового океана?*
2. *Охарактеризуйте круговорот воды в любой экосистеме вашей местности.*
3. *Почему на земле исчезают запасы питьевой воды, а куда делся круговорот...?*
4. *Могут ли высохнуть моря? Может ли вода исчезнуть с Земли?*

Вопросы для обсуждения:

1. Почему проблема чистой воды на Земле становится все более актуальной?
2. Какие глобальные и региональные последствия возникли в Мировом океане в результате антропогенной деятельности?

Практическое занятие №6

Геохронологическое развитие биосферы

Возраст Земли, определяемый методами изотопной геологии, составляет около 5 млрд. лет. Под влиянием тепла, выделяющегося при радиоактивном распаде атомов, вещество Земли постепенно дифференцировалось на ядро, мантию и верхние слои. На ранней Земле предполагают активный вулканизм. За счет лав, выплавляющихся из верхней мантии, постепенно сформировалась земная кора, а дегазация лав привела к возникновению первичной атмосферы и жидкой воды. В первый миллиард лет существования Земли океан был, примерно в 5 раз меньше по глубине и объему. Ландшафт представлял вулканические конусы на плоских пространствах. Состав древней атмосферы считают близким к составу газов, выделяющихся из современных вулканов. Они содержат водяной пар (70–80 %), CO_2-(6-19%), Cl-(7%), метан, аммиак, соединения серы и др. Анализ газовых пузырьков в древнейших породах Земли показал полное отсутствие в них свободного кислорода, около 60 % CO_2, около 35% H_2S, SO_2, NH_3, HCl и HF, немного азота и инертных газов.

Ранняя атмосфера Земли была без кислородной. Ультрафиолетовое излучение Солнца свободно достигало поверхности воды и суши из-за отсутствия озонового экрана. Вулканические газы, растворяясь в воде, переходили в первичный океан, имевший в результате сильно кислую реакцию. Возникшая на Земле жизнь постепенно изменила, эти условия и преобразовала химию верхних оболочек планеты [29].

Геохронология. Для удобства изучения и описания вся история Земли разделена на отрезки времени, имеющие различную длительность и отличающиеся друг от друга климатом, интенсивностью геологических процессов, появлением одних и исчезновением других групп организмов.

В геологической летописи эти отрезки времени соответствуют разным слоям осадочных пород с включенными в них ископаемыми остатками.

Самые крупные подразделения геологической летописи – *эоны.* Их два *криптозой* (от греч. – kryptos – тайный и zoe – жизнь), т. е. эрой скрытой жизни (*архей, протерозой*), поскольку древние породы не содержат скелетных отпечатков ископаемых и *фанерозой* (от греч. – phaneros – явный). Фанерозой включает в себя три «эры явной жизни» – *палеозой* (palaios – древний), *мезозой* (mesos – средний) и *кайнозой* (kainos– новый). В свою очередь, эры разделены на периоды.

Геохронологическая шкала представляет интерес с точки зрения последовательности этапов развития биосферы, так как позволяет датировать историю возникновения видов организмов.

Архей – время примитивных одноклеточных бактерий, протерозой – время разнообразных бактерий и водорослей.

С началом палеозоя связывают первое появление беспозвоночных, имеющих раковину, окаменевшие останки которых находят в горных породах. В палеозое (ордовик) появились первые позвоночные (450 млн. лет назад)

Таблица. 6.1

Геохронологическая таблица (по Маркову, 1951 с изменениями)

Эон (эонотема)	**Эра** (группа)	**Период,** длительность, млн. лет	**Начало периода,** млн. лет назад	**Эпоха** (отдел)
Фанерозой, 570	Кайнозой, 66	Антропоген	1,5	Голоцен Плейстоцен
		Неоген, 25	25	Плиоцен Миоцен
		Палеоген,41	66	Олигоцен Эоцен Палеоцен
	Мезозой, 169	Мел, 66	132	Верхнемеловая

				Нижнемеловая
		Юра, 53	185	Верхнеюрская Среднеюрская Нижнеюрская
		Триас,50	235	Верхнетриасовая Среднетриасовая Нижнетриасовая
	Палеозой, 340	Пермь,45	280	Верхнепермская Нижнепермская
		Карбон, 65	345	Верхнекарбоновая Среднекарбоновая Нижнекарбоновая
		Девон,55	400	Верхнедевонская Среднедевонская Нижнедевонская
		Силур,35	435	Готланд
		Ордовик,55	490	-
		Кембрий,80	570	Верхнекембрийская Среднекембрийская Нижнекембрийская
Криптозой	Протерозой, 2500	Рифей (ок.1000)	1650	-
		Венд, 110	2600	-
	Архей,1000		3500	-

насекомые – 350 млн. лет назад (девон), первые рептилии – 300 млн. лет назад (каменноугольный период), первые хвойные – 220 млн. лет назад (пермский период).

Мезозой связан с появлением первых динозавров, птиц, млекопитающих (200 млн. лет назад в триасе) и голосеменных растений (160 млн. лет назад в юрском периоде).

В развитии биосферы важную роль сыграл рост концентрации O_2. Первичная атмосфера была почти без кислорода (0,1% от современного уровня). Изменение состава атмосферы началось 2 млрд. лет назад, когда появились первые фотосинтезирующие организмы. Этот процесс развивался до появления современных хлорофилловых клеток, которые стали выделять большое количество O_2 и поглощать CO_2. Их предшественники – прокариоты были первыми фотосинтезирующими организмами (сине-зеленые водоросли, обнаруженные в докембрийских отложениях в Онтарио). Примерно 1 млрд. лет назад количество O_2 составляло 1% от современного уровня. В эту эпоху важной была роль фотосинтезирующей активности фитопланктона, появился озоновый слой, что способствовало развитию органической жизни в слое воды.

Воздействие на эволюцию биосферы оказал дрейф континентов. Согласно теории дрейфа континентов, выдвинутой Альфредом Вегенером в двадцатых годах XX века, современные континенты возникли из единого массива суши Пангея (палеозое). Примерно 200–250 млн. лет назад в начале мезозоя Пангея «раскололась» на два крупных массива суши, которые стали расходиться и формировать новые океаны. Индия и континенты, находящиеся сейчас в Южном полушарии (Южная Америка, Африка, Антарктида, Австралия), составляли вместе единый материк Гондвана. Нынешняя Северная Америка, Европа и Азия образовали материк Лавразия. В юрский период Гондвана и Лавразия отделились друг от друга в конце мезозоя, около 110 млн. лет назад.

Условно выделяют последовательные этапы эволюции биосферы: синтез простых органических соединений, биогенез, антропогенез, техногенез и ноогенез.

1. Синтез простых органических соединений (химическая эволюция) в геосферах Земли совершался под действием ультрафиолетовой радиации: метана, аммиака, водорода, паров воды 3,5–4,5 млрд. лет.

2. Биогенез – преобразование косного вещества геосферы земли в живое вещество биосферы (образование высокомолекулярных органических соединений из простых соединений под действием геофизических факторов). Начало этапа 2,5–3,5 млрд. лет назад (появление живого вещества биосферы).
3. Антропогенез – появление человека и превращение его в социальное существо, формирование общественной организации человеческих сообществ в процессе производственной трудовой деятельности 1,5–3 млн. лет назад.
4. Техногенез – преобразование природных комплексов биосферы в процессе производственной деятельности человека и формирование техногенных и природно-технических комплексов, т.е. техносферы как составной части биосферы. Начало этапа 10–15 тыс. лет назад (появление городских поселений).
5. Ноогенез – процесс превращения биосферы в состояние разумно управляемой социально-природной системы (ноосферы). Это состояние биосферы, при котором осуществляются: а) рациональное использование природы; б) устойчивое развитие мирового человеческого сообщества [30,31,32,33].

Цель: Сформировать представление о взаимомодействии и взаимовлиянии основных компонентов биосферы через основные ее этапы развития.

Оборудование:

- Общая стратиграфическая (геохронологическая) шкала;
- схема «Развитие жизни на планете»;
- видефильм: «Почему вымерли динозавры».

Ход работы

1. С помощью текста учебного материала [10, 16, 18, 22, 29] и видеофильма познакомиться с основными этапами развития биосферы.
2. На основании имеющихся данных определить основные события в развитии литосферы, атмосферы, биосферы.
3. Полученную (информацию) внести в таблицу (табл. 6.2) «Основные события в развитии биосферы».

Таблица 6.2.

Основные события в развитии биосферы

Эра	Период	Основные события			
		Литосфера	Атмосфера	Развитие	
				растений	животных
Архей					
Протерозой	Рифей				
	Венд				
Палеозой	Пермь				
	Карбон				
	Девон				
	Силур				
	Ордовик				
	Кембрий				
Мезозой	Мел				
	Юра				
	Триас				
Кайнозой	Антропоген				
	Неоген				
	Палеоген				

4. Сформулируйте общий вывод

Закрепление знаний по теме: **«Геохронологическое развитие биосферы»**

1. *С какими процессами связано понятие относительный и абсолютный возраст Земли.*
2. *Какие методы, характеризуют относительный и абсолютный возраст земли?*
3. *В чем сущность геохронологической и стратиграфической шкалы.*
4. *Как формировалась кислородная атмосфера Земли?*
5. *Чем можно объяснить возникновение большого разнообразия многоклеточных животных в конце протерозоя?*
6. *Объясните, почему в протерозое жизнь стала геологическим фактором.*
7. *Почему голосеменные не заняли господствующего положения во флоре кайнозоя?*

Вопросы для обсуждения:

1. Почему погибли динозавры?
2. Вид: Человек разумный: прошлое, настоящее и будущее

Практическое занятие №7

Органогенные горные породы и минералы

Органогенные горные породы (от греч. Organon – орган и – genes – рождающий, рожденный) или биогенные горные породы – осадочные горные породы, состоящие из остатков животных, растений и продуктов их жизнедеятельности. Организмы обладают способностью концентрировать определенные вещества, не достигающие насыщения в природных водах, образуя скелеты или ткани, которые сохраняются в ископаемом состоянии.

По вещественному составу среди органогенных горных пород можно выделить карбонатные, кремнистые, некоторые фосфатные породы, а также угли, горючие сланцы, нефть, твердые битумы. Органогенные горные породы карбонатные (известняки) состоят из раковин фораминифер, кораллов, мшанок, брахиопод, моллюсков, водорослей и других организмов.

По условиям образования (применительно к карбонатным породам) можно различать биогермы – скопление остатков организмов в прижизненном положении, танато- и тафроценозы – совместное захоронение мертвых организмов, живших здесь же или перенесенных волнами и течениями; породы, возникшие из планктонных организмов, называются планктоногенными (например, диатомит, мел, фораминиферовый известняк).

Если органические остатки подвергаются раздроблению в результате действия волн и прибоя, образуются органогенно-обломочные породы, состоящие из обломков (детрита) раковин и скелетов, скрепленных каким-либо минеральным веществом (например, кальцитом) [36].

Минералы — природные тела, приблизительно однородные по химическому составу и физическим свойствам, образующиеся в результате физико-химических процессов, которые протекают в недрах или на земной поверхности. Минералы слагают горные породы, руды. Большинство минералов твердые, с кристаллическим строением, способные образовывать многогранники (кристаллы), а также аморфные, не обладающие этой способностью. Существуют твердые, жидкие и газовые минералы. Часть минералов образуется в результате магматической (эндогенной) деятельности как продукты кристаллизации магмы, а также за счет выделяющихся из нее химических веществ. Возникают минералы и в результате поверхностных (экзогенных) процессов: при химическом выветривании неустойчивые вещества превращаются в другие, более устойчивые [8, 13, 20, 24, 34, 35].

Цель: Ознакомление с горными породами биогенного происхождения

Оборудование:

- физическая и контурная карта Мира и России;
- виды осадочных горных пород и минералов органогенного происхождения;
- видеофильм «Узники пермского моря».

Ход работы

1. Подготовьте доклад (презентацию) по одному из видов горных пород и минералов органогенного происхождения [3, 8, 13, 20, 24].
2. Сообщение-доклад об Уральском Березниковском калийном месторождении соли.
3. Просмотр видеофильма «Узники пермского моря».
4. Заполните таблицу (табл.7.1), используя материал докладов, литературных печатных и электронных источников.

Таблица.7.1

Основные осадочные породы органогенного происхождения

Название	Физико-	Виды растений,	Месторожд	Использовани

	химические свойства	животных образующие данную породу	ение страна	е в народном хозяйстве
Карбонатные (органогенные известняки)				
Раковинный известняк (ракушечник) Брахиоподовый известняк Коралловый известняк Фузулиновый Нуммулитовый Детритусовый (сильно-битый ракушечник) Писчий мел Макроскопический мел Мерил (порода смешанного типа)				
Каустоболиты				
Горючий сланец Сапропелевый уголь Сапропель (перегнивший ил) Кероген Диатомиты (ил) Трепел Опоки Торф Гумусовые угли Каменный уголь Бурый уголь Торф Нефть Природный газ Озокерит («горный воск») Природный асфальт				
Галоидные соединения				
Агат Малахит Бирюза Орлец (родонит)				
Сульфаты				
Гипс Ангидрит Фосфаты Апатит Фосфорит				
Органические соединения				
Янтарь Жемчуг				

5. На контурной карте Мира и России условными обозначениями покажите основные месторождения органогенных горных пород или минералов.
6. Сформулируйте общий вывод.

Закрепление знаний по теме: **«Органогенные горные породы и минералы»**

1. *По геологической карте определите, в какой геологической эре, периоде произошло образование осадочных горных пород: а) распространенных на большей*

части Западно-Сибирской равнины; б) преобладающих на востоке Восточно-Европейской равнины; в) распространенных в Уральском регионе.

2. *Где в России распространены осадочные породы, образовавшиеся в меловой период мезозойской эры?*
3. *На каких территориях России находятся самые древние породы? Сколько лет назад произошло формирование этих пород?*
4. *По тектонической карте определите на территории каких гор России складкообразование произошло: а) в герцинскую эпоху; б) в байкальскую эпоху. Какие из этих гор более древние?*
5. *В какие эпохи происходило складкообразование на территории современных Алтайских гор?*
6. *Где в России находятся области мезозойской складчатости? Какие полезные ископаемые там можно обнаружить?*

Вопросы для обсуждения:

1. В чем состоит экологическая функция литосферы?
2. Какие выводы можно сделать, изучая происхождение осадочных пород?
3. Каковы последствия антропогенного воздействия на геологическую среду?

Практическое занятие №8

Исследование процессов фотосинтеза с основами планирования эксперимента

Миллиарды лет назад в атмосфере Земли не было свободного кислорода. Весь кислород, которым дышат почти все живые существа нашей планеты, выделен растениями в процессе фотосинтеза. Фотосинтез сумел изменить весь облик нашей планеты.

Растения – настоящие фабрики органических веществ, работающие на солнечной энергии. Животные лишь преобразуют вещества, первоначально созданные растениями.

До атмосферы Земли доходит около 47% поступающей солнечной радиации. Основной (более 50%) объем энергии используется в процессах фотосинтеза. Энергетическая суть процесса – использование солнечной энергии для расщепления молекул CO_2, извлечения из них свободного углерода и создания углеводородных соединений. В результате происходит биогенная аккумуляция солнечной энергии, затрачиваемой на создание сложных и энергоемких органических соединений.

Фотосинтез (от греч. «фото» - свет, «синтез» - образование) **–** процесс образования органических веществ из углекислого газа и воды при участии энергии солнечного света.

$$\mathbf{6CO_2 + 12H_2O + 673\ ккал = C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O}$$

Процесс фотосинтеза многоступенчатый. Он запускается, когда на молекулу хлорофилла попадает частица света (фотон). В процессе фотосинтеза ученые выделяют две фазы. Световая фаза идет только на свету. Более длительная, темновая фаза, в свете не нуждается.

Другой энергетический источник биологических процессов – энергия хемосинтеза. В настоящее время доля энергии хемосинтеза в энергетическом балансе сообществ живых организмов в целом несущественна. На ранних этапах существования биосферы именно этот источник был основным, может и единственным. Во всяком случае, наличие в биосфере первых фотосинтезирующих организмов – цианобионтов – достоверно фиксируется около 3,5 миллиарда лет назад. А признаки существования жизни на Земле отмечаются в самых древних горных породах, возраст которых –3,8 миллиарда лет. Возможно, жизнь на нашей планете первоначально зародилась на основе энергии хемосинтеза, и лишь потом живые организмы «научились» усваивать энергию солнечной радиации.

Таким образом, в природе органические вещества создают не только фотосинтетики, но и бактерии, бактерии не содержащие хлорофилла. Этот автотрофный процесс называют *хемосинтезом*, потому что осуществляется он благодаря энергии, выделяющейся при химических реакциях окисления различных неорганических соединений: водорода, сероводорода, аммиака, оксида железа (II) и др. Энергия, получаемая при окислении, запасается в организме в форме АТФ. Хемосинтез открыл (в 1889-1890гг.) знаменитый русский микробиолог С.Н. Виноградский.

Цель: исследование фотосинтетической функции растений; овладение навыками планирования эксперимента и интерпретации результатов эксперимента.

Оборудование:

- дневники наблюдений, линейки, лупы;
- микропрепараты листьев;
- совки, гербарные сетки, рамки для фотографий (гербарий), 20Х30 см.;
- семена, растения для эксперимента с чехлами,
- чехлы для листьев из полупрозрачного и непрозрачного материалов, скрепки.

Ход работы

1. Анализ морфологических особенностей нормальных и этиолированных проростков (гороха).

Прорастить семена в различных условиях освещенности (на свету, в тени, в отсутствии освещения). Проростки выдерживаются до появления 2-3 междоузлий. В дневниках необходимо отмечать морфологические особенности проростков с заданной периодичностью. По завершении экспонирования проростков необходимо их выкопать и описать подробно морфологические признаки, сделать вывод о связи морфологии растения с освещенностью. Оформление гербарных образцов: нормальный и этиолированный проростки.

2. На одном растении на некоторые листья надеть чехлы из полупрозрачного материала, на некоторые – из непрозрачного, остальные оставить незакрытыми. Выдерживать в таком состоянии в условиях привычных для растения освещенности заданное время. После экспозиции необходимо описать окраску листьев и сделать вывод об изменении фотосинтетических пигментов в условиях принудительного затенения листовой пластинки.

3. Исследование морфологических особенностей световых и теневых листьев. Необходимо отобрать листья гелиофитов и сциофитов либо теневые и световые листья одного растения (дуб, сирень) и описать их морфологические особенности. Осуществить анализ микропрепаратов световых и теневых листьев. Необходимо сделать вывод о связи структуры листа с выполняемой функцией и требованиям растения к условиям освещенности.

4. Составить подробный план исследования, представить полученные результаты наблюдений, сформулировать выводы согласно пунктам 1-3.

Закрепление знаний по теме: **«Исследование процессов фотосинтеза»**

Вопросы для обсуждения:

1.Почему фотосинтез возможен только у зеленых растений и цианобактерий?
2.В каких условиях протекает фотосинтез? Где осуществляется фотосинтез?
5.С помощью каких химических веществ осуществляется связь световой и темновой фаз?
6.Как можно усилить фотосинтез?

Практическое занятие №9

Трансформация энергии в биосфере. Трофические уровни и цепи

Энергия – общая количественная мера движения и взаимодействия всех видов материи, благодаря чему все явления природы связаны воедино. Изменение энергии в системе происходит при совершении работы.

Первый закон термодинамики – закон сохранения энергии – гласит, что энергия в природе не возникает из ничего и не исчезает, она только переходит из одной формы в другую, но не исчезает и не создается заново.

Количество энергии при этом остается постоянным. Этому закону подчиняются все известные процессы в природе.

Второй закон термодинамики формулируется так: поскольку некоторая часть энергии всегда рассеивается в виде недоступной для использования тепловой энергии, эффективность самопроизвольного превращения кинетической энергии (например, энергии солнечного излучения) в потенциальную (энергию химических связей синтезируемых органических веществ) всегда меньше 100% [4, 14, 16].

В биосфере происходит использование аккумулированной солнечной энергии: высвобождение ее при разложении органических соединений и преобразование в тепловую энергию и энергию химических процессов.

Другая ветвь энергетического потока (неиспользованной при фотосинтезе): преобразование в тепловую энергию. В более высоко организованных органических соединениях аккумулируется существенная часть поступающей в биосферу энергии Солнца. Далее эта энергия передается по трофическим цепям. А после разложения органических тканей она высвобождается. Частью – в тепловой форме. Частью – преобразуется в энергию химических процессов.

Организмы в природе связаны общностью энергии и питательных веществ. Всю экосистему можно уподобить единому механизму, потребляющему энергию и питательные вещества для совершения работы. Питательные вещества первоначально происходят из абиотического компонента системы, в который, в конце концов, и возвращаются либо в качестве отходов жизнедеятельности, либо после гибели и разрушения организмов.

Внутри экосистемы содержащие энергию органические вещества создаются автотрофными организмами и служат пищей (источником вещества и энергии) для гетеротрофов. Типичный пример: животное поедает растения. Это животное в свою очередь может быть съедено другим животным, и таким путем может происходить перенос энергии через ряд организмов – каждый последующий питается предыдущим, поставляющим, поставляющим ему сырье и энергию. Такая последовательность называется пищевой цепью, а каждое ее звено – трофическим уровнем.

- Пищевая цепь - это путь движения вещества (источник энергии и строительный материал) в экосистеме от одного организма к другому.
- Трофический уровень - это совокупность организмов, занимающих определенное положение в общей цепи питания. К одному трофическому уровню принадлежат организмы, получающие свою энергию от Солнца через одинаковое число ступеней.

Существует 2 основных типа трофических цепей – пастбищные и детритные. *В пастбищной трофической цепи* (цепь выедания) основу составляют автотрофные организмы, затем идут потребляющие их растительноядные животные (например, зоопланктон, питающийся фитопланктоном), потом хищники (консументы) 1-го порядка (например, рыбы, потребляющие зоопланктон), хищники 2-го порядка (например, щука, питающаяся другими рыбами). Особенно длинны трофические цепи в океане, где многие виды (например, тунцы) занимают место консументов 4-го порядка.

В *детритных трофических цепях* (цепи разложения), наиболее распространенных в лесах, большая часть продукции растений не потребляется непосредственно растительноядными животными, а отмирает, подвергаясь затем разложению

сапротрофными организмами и минерализации. Таким образом, детритные трофические цепи начинаются от детрита, идут к микроорганизмам, которые им питаются, а затем к детритофагам и к их потребителям - хищникам. В водных экосистемах (особенно в эвтрофных водоемах и на больших глубинах океана) часть продукции растений и животных также поступает в детритные трофические цепи.

В экосистемах обмен веществом и энергией обеспечивается взаимодействием трех групп организмов.

Первая группа – продуценты, или производители (от лат. Produsent – производить). К ним относятся автотрофные организмы, производящие пищу в процессе фото- или хемосинтеза, т. е. первичные органические вещества.

Вторая группа представлена консументами, т. е. потребителями (от лат. Consume – потреблять), – гетеротрофными организмами, главным образом животными, поедающими другие организмы. Различают первичных консументов (животных, питающихся зелеными растениями, травоядных) и вторичных консументов (хищников, плотоядных, которые поедают растительноядных). Вторичный консумент может служить источником пищи для другого хищника – консумента третьего порядка

Третья группа – редуценты, или деструкторы (reducens - возвращать). Это гетеротрофные организмы, разлагающие органические остатки всех трофических уровней (остатки пищи, мертвые организмы). К ним относятся грибы, бактерии, беспозвоночные (например, черви). Минеральные вещества и диоксид углерода, образующиеся при деятельности редуцентов, опять поступают в воду, воздух и почву, а затем в распоряжение продуцентов.

Таким образом, при передаче вещества и энергии от продуцентов – к консументам и далее на каждом из звеньев трофической цепочки большая часть вещества и энергии теряется. Поэтому при переходе на очередной уровень всегда скачкообразно уменьшается видовое разнообразие организмов, их биомасса и продуктивность. Под биомассой понимается общая масса организмов какой-либо из групп в рамках сообщества или всех организмов сообщества в целом. Под продуктивностью понимается прирост биомассы за единицу времени. Уменьшение этих характеристик при переходе на очередной трофический уровень можно выразить графически, изобразив соотношения звеньев в трофических цепях в форме трофической пирамиды.

Функциональная система, включающая в себя сообщество живых существ и их среду обитания, называется экологической системой (или экосистемой). В такой системе связи между ее компонентами возникают прежде всего на пищевой основе. Пищевая цепь указывает путь движения органических веществ, а также содержащихся в ней энергии и неорганических питательных веществ.

В экологических системах в процессе эволюции сложились цепи взаимосвязанных видов, последовательно извлекающих материалы и энергию из исходного пищевого вещества. Такая последовательность называется пищевой цепью, а каждое ее звено – трофическим уровнем. Первый трофический уровень занимают организмы автотрофы, или так называемые первичные продуценты. Организмы второго трофического уровня называются первичными консументами, третьего – вторичными консументами и т. д. Последний уровень обычно занимают редуценты или детритофаги. Пищевые связи в экосистеме не являются прямолинейными, так как компоненты экосистемы находятся между собой в сложных взаимодействиях.

Цель:

Оборудование:

Ход работы

1. Оформить презентации и представить сообщения, иллюстрирующие детритную и пастбищную пищевые цепи. Привести примеры.
2. Из представленных цепей составить пищевую сеть

Закрепление знаний «Трансформация энергии в биосфере. Трофические уровни и цепи»
Вопросы для обсуждения:
1.Какими особенностями обладают урбанистические пищевые цепи по сравнению с природными?
2.От чего зависит длина пищевой цепи?

Темы для стендовых докладов (рефератов)

- В.И. Вернадский – крупнейший естествоиспытатель и мыслитель двадцатого века.
- Биосфера – продукт долгой истории развития жизни на Земле
- Функции живого вещества.
- Круговорот веществ и превращение энергии в биосфере.
- Человечество и биосфера
- Формы и виды охраны природы.
- Заповедники и заказники России.
- Экологическое сознание – основа выживания людей в XXI веке.
- Международное сотрудничество в охране окружающей среды.
- Пути решения экологических проблем.
- История учения о возникновении жизни на Земле.
- Этапы возникновения жизни на Земле.
- Жизнь, ее важнейшие свойства.
- Первые живые существа на нашей планете.
- Эпохи развития органического мира.
- Удивительный палеозой.
- Эра динозавров.
- Почему вымерли динозавры?
- Происхождение птиц, их разнообразие.
- Происхождение млекопитающих.
- Флора кайнозоя.
- Многообразие органического мира.
- Вирусы – жизнь на грани неживого.

Примерные вопросы для экзамена, раздел «Учение о биосфере»

1. Концепция устойчивого развития человечества. Основные положения.
2. Концепция устойчивого развития. Предпосылки создания.
3. Основные характеристики устойчивого развития. Неустойчивое развитие.
4. Особенности перехода России к устойчивому развитию.
5. Устойчивое развитие и безопасность.
6. Устойчивое развитие и безопасность. Принцип коэволюции природы и общества.
7. Устойчивое развитие. Системно-синергетический и информационно-консенсусный аспекты обеспечения безопасности.
8. Традиции русского космизма. Философско-религиозный космизм в работах Н.Ф. Федорова.
9. Традиции русского космизма. Естественнонаучный космизм в работах К.Э. Циолковского и А.Л. Чижевского.
10. Вклад Ж.Б. Ламарка, Э.Ф. Зюсса и Э. Леруа в становление понятия «биосфера».
11. Понятие жизни в работах В.И. Вернадского.
12. В.И. Вернадский. Биография.
13. Единство биосферы и человека.
14. Биосфера и Ноосфера. Различные трактовки терминов.
15. Классификация веществ, входящих в биосферу, по В.И. Вернадскому.
16. Связь живого и косного веществ в биосфере.
17. Пищевые цепи и сети. Превращение энергии. Примеры.
18. Биосфера как область превращения космической энергии.
19. Органогенный генезис минералов. Основные породы органогенного происхождения.
20. Продуценты, консументы и редуценты. Примеры.
21. Границы биосферы.
22. Биогеохимические функции живого вещества.
23. Геологический и биологический круговороты веществ.
24. Круговорот воды в биосфере.
25. Круговорот азота в биосфере.
26. Круговорот серы в биосфере.
27. Круговорот углерода в биосфере.
28. Круговорот кислорода в биосфере.
29. Мониторинг окружающей среды. Задачи, виды.
30. Организмы-индикаторы для мониторинга окружающей среды.
31. Живое вещество биосферы. Основные характеристики и виды.
32. Однородное живое вещество, смеси живого вещества.
33. Эволюция биосферы по В.И. Вернадскому.
34. История развития человечества как геологической силы.
35. Концепция коэволюции Н.Н. Моисеева.
36. Гипотеза Геи Д. Лавлока и Л. Маргулис.
37. Геохронологическая шкала и руководящие ископаемые.
38. Биогеохимия: трактовка В.И. Вернадского.
39. Характеристики научного знания по В.И. Вернадскому.
40. Принципы организованности биосферы.
41. Наука как планетарное явление.
42. Филетическая эволюция человека. Общие принципы.
43. Филетическая эволюция человека. Факторы эволюции.
44. Филетическая эволюция человека. Культура как адаптация.
45. Закрытая и открытая биологические программы по Э. Майру.

46. Филетическая эволюция человека. Генетические предпосылки для создания культуры.
47. Филетическая эволюция человека. Смена направлений отбора.
48. Филетическая эволюция человека. Непрерывность эволюции.
49. Химические элементы живых организмов. Макро-, микро-, ультрамикроэлементы.
50. Фотосинтез. Основные понятия и процессы, значение для биосферы.
51. Фотосинтез и хемосинтез. Значение для биосферы.

Список литературы

1. Акимова Т.А. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда: учебник для студентов вуза/ Т.А. Акимова, В.В. Хаскин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА,2007.
2. Баландин Р. К. Вернадский: жизнь, мысль, бессмертие / Р. К. Баландин. - 2-е изд., доп. - М.: Знание, 1988. - 208 с.
3. Бондаренко О. Б. Палеонтология. В 2-х т. Т 1,2: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / О. Б. Бондаренко, И. А. Михайлова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательский центр «Академия», 2011. (Сер. Бакалавриат).
4. Бродский А.К. Общая экология: Учебник для студ. высш. учеб. заведений/ А.К. Бродский. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2010.
5. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. М.: Айрис-пресс, 2009. 576 с.
6. Вернадский В.И. Биосфера: очерки / В. И. Вернадский. - Л.: Науч. химико-техн. изд-во, 1926.
7. Вернадский В. И. Биосфера: избр. труды по биогеохимии / В. И. Вернадский; ред. А. И. Перельман. - М.: Мысль, 1967. - 376 с.
8. Вернадский В. И., История минералов земной коры, Избр. соч., т. 4, кн. 1, М., 1959.
9. В. И. Вернадский и современность: научное издание / Академия наук СССР, Секция наук о Земле, Комиссия по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского, Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского; гл. ред.: Б. С. Соколов, А. Л. Яншин; отв. ред. А. Г. Назаров. - М.: Наука, 1986.
10. Верзилин Н.Н. и др. Биосфера, ее настоящее, прошлое и будущее. Пособие для учителей. М., «Просвещение», 1976.
11. Вернадский В.И. Живое вещество. М.: Наука, 1978.
12. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения / В. И. Вернадский; отв. ред. А. А. Ярошевский. - 2-е изд. - М.: Наука, 1987.
13. Воронин Ю. А., Еганов Э. А., Фации и формации. Парагенезис, Новосиб., 1972.
14. Геоэкология: Учеб. пособие/ В.В. Братков, Н.И. Овдиенко. – М.: Высш.шк., 2006.
15. Геохимия биосферы. Электронный учебно-методический комплекс. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации ФГОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет». Институт Агроэкологического менеджмента Кафедра Геоэкологии Геохимия биосферы, г. Красноярск 2009.
16. Еремченко О.З. Учение о биосфере: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений/ О.З. Еремченко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2006.
17. Короновский Н.В. Геоэкология: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / Н.В. Короновский, Г.В. Брянцева, Н.А. Ясаманов. – М.: Издательский цетр «Академия», 2011(Сер. Бакалавриат).
18. Коропкин В.И., Передельский Л.В. Экология. – Ростов н/Д: изд-во «Феникс», 2001.
19. Липунов И.Н., Василенко Л.В., Первова И.Г., Васильева Л.Д. Охрана окружающей природной среды: Учебное пособие для технических вузов / Липунов И.Н., Василенко Л.В., Первова И.Г.; Под ред. И.Н. Липунова. – Урал. гос. лесотехн. акад. Екатеринбург, 2001.С 538.
20. Михайлов Ю.В., Семячков А.И., Парфенова Л.П. Гидрогеологические исследования месторождений полезных ископаемых Урала. / – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2010. -205с.
21. Мочалов И. И. Владимир Иванович Вернадский (1863-1945): биография отдельного лица / И. И. Мочалов. - М.: Наука, 1982. - 488 с.
22. Основы экологии: учебное пособие/ А.Ф. Фадеичев; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009.

23. Полищук О.Н. Основы экологии и природопользования: учебное пособие/ О.Н. Полищук. – СПб.: Проспект Науки, 2011.
24. Савцова Т.М. Общее землеведение: учебник для студ. учреждений высш. пед. проф. образования/ Т.М. Савцова. – 5-еизд., испр. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2011.
25. Семячков А.И., Парфенова Л.П., Почечун В.А., Копенкина О.А. Теория и практика ведения локального экологического мониторинга окружающей среды меднорудных горно-металлургических комплексов. / Под ред. А.И. Семячкова. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2008.
26. Семячков А.И., Фоминых А.А., Почечун В.А. Мониторинг и защита окружающей среды железорудных горно-металлургических комплексов / Под ред. О.А. Романовой. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2008.-243с.
27. Семячков А.И. Методология оценки техногенной трансформации окружающей среды под воздействием горно-металлургических комплексов. Научное издание / Под редакцией академика РАН А.И, Татаркина.– Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2007. - 348с.
28. Философские мысли натуралиста/В.И. Вернадский. М.: Наука, 1988.
29. Чернова Н.М. Общая экология: учебник для студентов педагогических вызов/ Н.М. Чернова, А.М. Былова. – 2-е изд., стереотип. – М.:Дрофа, 2007.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

30. http://www.unesco.org
31. http://www.priroda.ru
32. http://www.biobat.ru
33. http://www.kgau.ru/distance/ebtf_01/mahlaev/geohimiya-bad/lab_5.html
34. http://geo.web.ru/db/msg.html?mid=1163814.
35. http://chat.omen.perm.ru/learn/pgu1k/minerals.html
36. http://www.mining-enc.ru/

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров
13.10.2021 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.О.19 ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Направление подготовки
05.03.06 Экология и природопользование

Профиль
Рациональное природопользование и экологический инжиниринг

год набора: 2022

Авторы: Михеева Е.В., к.б.н., Малкова Е.А., к.б.н., Кучин В.В.

Одобрено на заседании кафедры

Иностранных языков и деловой коммуникации
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Юсупова Л. Г.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 28.09.2021 г.
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

горно-технологического факультета
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 08.10.2021 г.
(Дата)

Екатеринбург

Е.В. Михеева, Е.А. Малкова, Кучин В.В.

Подготовлен в соответствии с программой лабораторных занятий по дисциплине «Почвоведение» и самостоятельных занятий по дисциплине «Экология почв». Приведены методические рекомендации для проведения практических и лабораторных работ. Изложены теоретические сведения, необходимые для выполнения работ. Практикум дополнен вопросами для самостоятельной работы студентов.

Предназначен для подготовки студентов по специальности «Экология и природопользование».

Оглавление

Введение……...4

Основы почвоведения:

Практическое занятие №1. География почв……..……...5

Практическое занятие №2. Основные морфологические признаки почвы

Почвенный разрез…….....8

Практическое занятие №3. Гранулометрический состав почвы…….....12

Практическое занятие №4. Окраска почвы……14

Практическое занятие №5. Кислотность почвы. Актуальная кислотность.....16

Практическое занятие №6. Кислотность почвы. Обменная кислотность...…18

Практическое занятие №7. Структура почвы…...……..20

Практическое занятие №8. Почвенные горизонты и их символика.…….....22

Практическое занятие №9. Морфологические признаки различных типов почв…….25

Практическое занятие №10. Элементарные почвообразовательные процессы (ЭПП)……..28

Основы экологии почв:

Практическое занятие №11. Антропогенное воздействие на биосферу…….....

Практическое занятие №12. Биологический круговорот атомов…….

Практическое занятие №13. Биогеохимический метод поиска полезных ископаемых……

Список литературы……..……..…...

Введение

Почва – это обладающая плодородием сложная полифункциональная и поликомпонентная открытая многофазная структурная система в поверхностном слое коры выветривания горных пород, являющаяся комплексной функцией горной породы, организмов, климата, рельефа и времени [1].

Почва представляет особой уникальное природное тело, выполняет следующие глобальные функции: обеспечение существования жизни, регулирование плотности представителей растительного и животного миров на земной поверхности, взаимосвязь геологического и биологического круговоротов веществ, поддержание постоянного химического состава атмосферы и гидросферы, аккумулирование химической энергии на поверхности.

Дисциплина «Почвоведение» формирует у студентов представления о различных характеристиках почв, их географии, классификации, генезисе, историческом развитии почвоведения как науки.

Настоящий практикум предназначен для проведения практических и лабораторных работ по дисциплине «Почвоведение». Практикум содержит теоретические сведения, необходимые для осуществления полевых и лабораторных работ, описание оборудования и материалов работ, пошаговую методику их проведения. Методические рекомендации по каждой из представленных работ дополнены контрольными вопросами с целью повышения качества усвоения учебного материала.

Основы почвоведения

Практическое занятие № 1

География почв

Почвенно-географическое районирование – деление определенной территории на провинции, округа, районы и подрайоны, проводимое с учетом структуры почвенного покрова, факторов почвообразования и характера возможного сельскохозяйственного использования земель. Необходимо для решения вопросов специализации и концентрации сельскохозяйственного производства, разработки зональных систем охраны и рационального использования земельных ресурсов, повышения их продуктивности.

Среди принципов, положенных в основу классификации почв, основными являются принципы генетичности, историчности, воспроизводимости, открытости, изменчивости и стабильности, сочетания объективности и субъективности и, наконец, принцип иерархичности.

Классификация почв направлена на объединение почв в таксономические (классификационные) группы по строению, составу, свойствам, происхождению и плодородию. Отечественная классификация является генетической, т.к. учитывает не только признаки и свойства почв, но и особенности их генезиса (происхождения). Современная классификация почв включает систему таксономических единиц и диагностические показатели.

Под таксономической единицей (таксоном) понимают почвенную единицу, определяющую последовательность учета генетических характеристик и точность установления места почвы в классификационной системе. В современной классификации почв основная классификационная единица – тип почвы.

Тип почвы. Это группа почв, которые характеризуются однотипностью поступления и трансформации органического вещества, минеральной массы, процессов миграции и аккумуляции вещества, сходством строения почвенного профиля и характером мероприятий по воспроизводству почвенного плодородия. К почвенным типам относятся подзол, чернозем, солонец и т.д. В пределах типа выделяют подтипы почв.

Подтип почвы – это группа почв, которые представляют собой переходные почвенные образования между типами почв.

Род почвы. В пределах подтипа выделяют роды почв, которые уточняют генетическую характеристику почв, учитывая влияние различных местных условий (состав почвообразующих пород, состав и глубину залегания грунтовых вод, наличие реликтовых и антропогенных характеристик).

Виды почвы. В пределах рода выделяют виды почв, которые устанавливают количественные различия в проявлении основного почвообразовательного процесса.

Почвы разделяют на виды также по мощности гумусового или подзолистого горизонтов, уровню гумусированности.

Разновидность почвы. В пределах вида выделяют разновидности почв, которые отражают различия почв по гранулометрическому составу верхних почвенных горизонтов.

Разряд почвы разделяет почвы по характеру почвообразующих пород.

Полное название почв производится с учетом их таксономических уровней, начиная с типа. При этом если таксоны более низкого уровня характеризуются свойствами вышестоящего, то их названия опускаются.

Пример:

тип *чернозем*

подтип *типичный*

род *обычный* (из названия опускается)

вид *среднегумусный*

разновидность *среднесуглинистый*

разряд *на тяжелом лессовидном суглинке.*

Почвы лесной зоны

Почвы лесной зоны Европейской части России относятся к Европейско-Западно-Сибирской таежно-лесной области. Они объединяются в основные типы: подзолистый, дерновый, болотный, дерново-подзолистый, болотно-подзолистый.

Почвы лесостепной и степной зон

Центральная лесостепная и степная почвенно-биоклиматическая область включает лесостепь с серыми лесными почвами и черноземами оподзоленными, выщелоченными и типичными, собственно степь с черноземами обыкновенными и южными и сухую степь с темно-каштановыми и каштановыми почвами. Светло-каштановые почвы в настоящее время относятся к полупустынной и пустынной почвенно-биоклиматической области.

Цель: ознакомление с основами номенклатуры, классификации и географии почв.

Оборудование и материалы:

почвенная карта Российской Федерации,

контурная карта Российской Федерации,

цветные карандаши.

План работы:

1. В таблицу «Почвы различных природных зон РФ» (табл. 1) внести названия преобладающих типов почв и соответствующих им таксонов более низкого ранга (подтип, род, вид и т.д.).

Таблица 1

Почвы различных природных зон РФ

Природные зоны	Зональные типы почв	Почвенные таксоны более низкого ранга
1. Арктическая		
2. Лесная		
3. Лесостепная и степная		
4. Полупустынная и пустынная		

2. На контурную карту РФ нанести границы распространения почв:
а. лесной зоны,
б. лесостепной и степной зон.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Что лежит в основе закономерностей размещения почв на земной поверхности?
2. Назовите задачи почвенно-географического районирования.
3. Назовите основные законы географического распространения почв, описанные В.В. Докучаевым.
4. Опишите основные закономерности горизонтальной и вертикальной почвенной зональности.

Практическое занятие № 2

Основные морфологические признаки почвы. Почвенный разрез

К основным морфологическим признакам почвы, поддающимся описанию в полевых условиях относятся: характеристики почвенного профиля, окраска, структура, гранулометрический (механический) состав, сложение почв, новообразования и включения.

Почва состоит из последовательно сменяющих друг друга вниз от земной поверхности слоев генетических **горизонтов**, образовавшихся в результате изменения исходной горной породы в процессе почвообразования. Вертикальная последовательность горизонтов образует **почвенный профиль**.

Морфологические признаки почвенного профиля приобретаются в процессе формирования почвы. Они отражают физические, химические и другие свойства почвы. Изучение морфологических свойств почв и отдельных генетических горизонтов дает возможность судить о почвообразовательном процессе.

Генетические почвенные горизонты — это формирующиеся в процессе почвообразования однородные, обычно параллельные земной поверхности слои почвы, составляющие почвенный профиль и различающиеся между собой по морфологическим признакам, составу и свойствам. Генетическими они называются потому, что образуются в процессе генезиса почв.

Следуя традиции, заложенной в трудах В.В. Докучаева, почвенные горизонты обозначают индексами – буквами латинского алфавита – A, B, C, D. Внутри каждого горизонта выделяют подгоризонты, которые обозначают арабскими цифрами (A_1, A_2; B_1, B_2). Кроме того, выделяют горизонты, совмещающие признаки соседних горизонтов (A_1B; A_1A_2 и т.п.) [1].

Первая функциональная зона почвы – аккумулятивная включает следующие горизонты.

Горизонт А 0 – самая верхняя часть почвенного, в лесу – это лесная подстилка, на лугах и в степях – степной войлок или дернина (**Ад**) – опавшие стебли и листья.

Горизонт Т – **торфяной** представляет собой слои торфа разной мощности.

Горизонт П – **перегнойный,** образуется в менее влажных условиях и представляет собой сильно разложившиеся органические остатки.

Нижний слой первой функциональной зоны почвенного профиля представлен либо **горизонтом А** – или **гумусово-аккумулятивным**, либо **горизонтом А1** – или **гумусово-элювиальным.** Горизонты А и А1 – наиболее темно окрашенные в почвенном профиле.

Ко второй функциональной зоне почвы – элювиальной – относится **горизонт А2** – **элювиальный** (горизонт вымывания). Это горизонт, из которого в процессе почвообразования выносится ряд веществ в нижележащие горизонты или за пределы почвенного профиля. Это сильно осветленный, бесструктурный или рыхлый горизонт.

В **третьей функциональной зоне** почвенного профиля – иллювиальной происходит послойное накопление вымытых из второй зоны веществ. Горизонты этой зоны обозначаются индексом **В** и называются **иллювиальными.**

Горизонт В – это бурый, охристо-бурый, красновато-бурый, уплотненный и утяжеленный, хорошо оструктуренный горизонт, характеризующийся накоплением глины окислов железа, алюминия и других коллоидных веществ. Горизонт В может подразделяться на **В1** – подгоризонт с преобладанием гумусовой окраски, **В2** – подгоризонт с более слабой и неравномерной гумусовой окраской и **В3** – подгоризонт окончания гумусовых затеков.

Четвертая функциональная зона – не затронутая почвообразованием почвенного профиля может быть представлена одним или несколькими горизонтами, в зависимости от однородности свойств минеральной основы почвы на разных глубинах. Чаще всего выделяют два горизонта **материнскую (С)** и **подстилающую породы (D)**. Горизонт С представляет собой незатронутую или слабо затронутую почвообразовательными процессами породу. Горизонт D выделяется в том случае, когда почвенные горизонты образовались на одной породе, а ниже нее расположена порода с другими свойствами.

Мощность почвы и отдельных ее горизонтов Мощностью почвы называется ее вертикальная протяженность, т.е. толщина от ее поверхности вглубь до неизмененной почвообразовательными процессами части материнской породы.

Окраска почвенных горизонтов определяется визуально (см. лаб. работу № 4 «Окраска почвы»).

Влажность почвы. По степени влажности почву подразделяют на **мокрую** – при сжатии вытекает вода; **сырую** – смачивает руку (остается мокрый след), но не стекает между пальцев, **влажную** – явно ощущается влага, увлажняет фильтровальную бумагу; свежую – холодит руку, почва мажется; **сухую** – не мажется, на ощупь кажется теплой, пылит [2, 3].

Методика заложения почвенного разреза

Почвенный разрез – яма для изучения морфологических характеристик почвы, у которой три стенки отвесные, а четвертая спускается ступеньками (рис. 1).

Разрез необходимо закладывать в наиболее характерном месте обследуемой территории. Разрезы не должны закладываться вблизи дорог, рядом с канавами, на нетипичных для данной территории элементах микрорельефа.

Узкая сторона разреза – **передняя (лицевая)** стенка разреза, которая предназначается для описания и последующего взятия образцов (при необходимости). По окончании земляных работ эта стенка должна быть обращена **к солнцу,** поэтому располагать разрез следует сразу же с учетом сторон света.

Ни в коем случае нельзя складировать землю на переднюю стенку разреза – это может привести к ее загрязнению, разрушению верхних горизонтов и изменению показателей их мощности.

По окончании копки всю переднюю стенку ямы зачищают лезвием лопаты. Ширина передней стенки (и всего разреза в целом) должна быть достаточна для работы в ней одного человека и составляет обычно от 70 до 100 см.

После завершения описания разреза и отбора образцов (см. ниже) необходимо разрез закопать: складывать почву нужно аккуратно в порядке, противоположном выемке, завершить укладкой дерна.

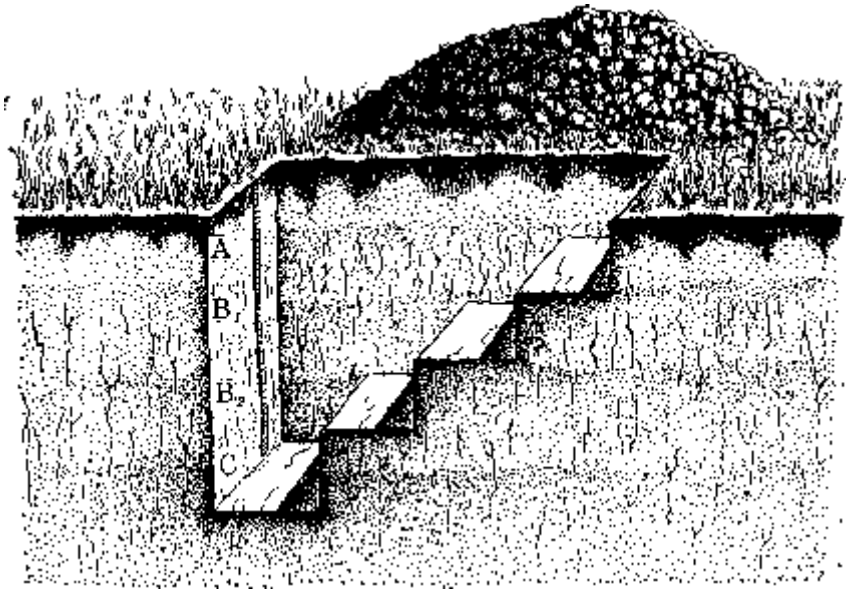


Рис. 1. Схема почвенного разреза [2].

Описание морфологических признаков почвы

1. Характеристика рельефа и фитоценоза в месте заложения разреза.
2. Снятие дерна.
3. Характеристика степени влажности почвы (мокрая, сырая, влажная, свежая, сухая).
4. Описание (сверху вниз) горизонтов почвы:
    - индекс,
    - мощность (описывается дробью в см: в числителе указывается расстояние от поверхности до верхней границы горизонта, через тире – от поверхности до нижней границы; в знаменателе указывается мощность горизонта):

$$\frac{\mathbf{20\text{-}25}}{\mathbf{5}}$$

    - окраска горизонта,
    - новообразования,
    - включения (корни, черепки и пр.),

- границы и характер перехода от одного горизонта к другому (переходы бывают: **резкими** – при ширине границы между горизонтами в пределах 1 см, **ясными** – при ширине границы 1-3 см, **заметными** – 3-5 см и **постепенными** – граница выделяется неопределенно в пределах 5-10 см; форма границ может быть: **ровная**, **волнистая** – отношение глубины к ширине затеков менее 0,5, **карманистая** – отношение от 0,5 до 2; **языковатая** – более 2; **затечная** – более 5; и **размытая** – неопределенная.

5. Фотографирование разреза, составление его схемы.
6. Отбор образцов почвы из различных горизонтов для дальнейших лабораторных исследований.
7. Закапывание разреза (необходимо складывать почву аккуратно в порядке, противоположном выемке), укладка дерна.

Цель: приобретение практических навыков заложения почвенного разреза, описания основных морфологических признаков почвы, отбора образцов для лабораторного анализа.

Оборудование и материалы:
лопаты,
ножи,
измерительные ленты,
укрывной материал,
бюксы,
мешки,
полевые дневники,
карандаши.

План работы:
1. Выкопать почвенный разрез.
2. Описать разрез и отдельные горизонты.
3. Определить влажность почвы.
4. Отобрать образцы почвы, начиная с нижнего горизонта.

Вопросы для самостоятельной работы:
1. Какие типы почвенных разрезов Вы знаете?
2. Чем почвенные новообразования отличаются от почвенных включений?
3. Как определить границы почвы?
4. В чем разница между почвенными разрезами (ямами) разного вида?

Практическое занятие № 3

Гранулометрический состав почвы

Гранулометрический состав почвы – относительное содержание в почве частиц разного размера. Близкое по смыслу понятие «механический состав» обозначает соотношение в почве фракций «физической глины» (частиц размером менее 0,01 мм) и «физического песка» (частицы крупнее 0,01 мм). Количественно этот показатель определяют в лабораторных условиях. В полевых условиях часто используют «мокрый» способ качественного определения гранулометрического состава. «Мокрый» способ еще называют «методом шнура» (Табл. 2). По гранулометрическому составу выделяют песчаные, супесчаные, суглинистые и глинистые почвы.

Песчаные почвы состоят только из песчаных зерен с небольшой примесью пылеватых и глинистых частиц. Почва бесструктурная, не обладает связностью.

Супесчаные почвы легко растираются между пальцами. В растертом состоянии явно преобладают песчаные частицы, заметные даже на глаз. Во влажном состоянии образуются только зачатки шнура.

Суглинистые почвы при растирании в сухом состоянии дают тонкий порошок, в котором прощупывается некоторое количество песчаных частиц. Во влажном состоянии раскатываются в шнур, который разламывается при сгибании в кольцо. Легкий суглинок не дает кольца, а шнур растрескивается и дробится при раскатывании. Тяжелый суглинок дает кольцо с трещинами.

Глинистые почвы в сухом состоянии с большим трудом растираются между пальцами, но в растертом состоянии ощущается однородный тонкий порошок. Во влажном состоянии эти почвы сильно мажутся, хорошо скатываются в длинный шнур, из которого можно сделать кольцо [1, 3].

Таблица 2

Определение гранулометрического состава почв полевым методом раскатывания шнура (А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина, 1973) [1]

Группа почв по механическому составу	Поведение шнура при раскатывании и свертывании в кольцо
Песок	Почва не скатывается
Супесь	При скатывании почвы распадается на мелкие кусочки и не дает шнура
Легкий суглинок	При раскатывании формируется легко распадающийся на дольки шнур
Средний суглинок	При раскатывании формируется сплошной шнур, который при свертывании в кольцо распадается на дольки.
Тяжелый суглинок	При раскатывании легко образуется шнур, который свертывается в кольцо с трещинами
Глина	Шнур легко свертывается в нерастрескивающееся кольцо

Цель: определение гранулометрического состава почвы полевым методом раскатывания шнура.

Оборудование и материалы:
образцы почвы,
фарфоровые чашки,
стаканы с водой,
коллекция «Почва и ее состав» (глина, песок).

План работы:

1. Ознакомиться с коллекционными образцами глины и песка.
2. Смочить почву (почвенный образец) до консистенции густой сметаны, скатать шар диаметром 2-3 см, раскатать его в шнур, шнур свернуть в кольцо.
3. Определить тип почвы по гранулометрическому составу.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. В чем суть «сухого» метода определения гранулометрического состава почвы?
2. Какие лабораторные методы определения гранулометрического состава почвы Вы знаете?
3. Какое влияние на плодородие почвы оказывает ее гранулометрический состав?

Практическое занятие № 4

Окраска почвы

Окраска – один из важнейших морфологических и диагностических признаков почвы. Многие почвенные типы получили свои названия по окраске: бурая лесная почва, серая лесная почва, чернозем, каштановая почва, краснозем. В почвенной окраске отражаются особенности почвообразовательного процесса. Окраска почвы определяется окраской и концентрацией веществ, которыми она слагается, а также физическим состоянием почвы. Окраска сильно меняется от степени влажности и характера освещения, поэтому окончательное ее определение принято делать при рассеянном дневном свете по образцам, находящимся в воздушно-сухом состоянии (почвенные монолиты, образцы почв в ящиках и т.д.), или по мазкам в бланке описания образца почвы. Окраска нижних горизонтов почвенного профиля в основном определяется окраской почвообразующих пород, их составом и степенью выветривания.

Для унифицирования определений окраски почвы С.А. Захаровым (1931) предложен **треугольник цветов** (рис. 2), в вершинах которого расположен белый, черный и красный цвета, а по сторонам и медианам нанесены названия возможных цветов, производных от смешивания трех основных.

Точная оценка окраски в лабораторных условиях может быть получена с использованием **фотометра** – прибора, позволяющего определить степень отражения или поглощения световых волн разной длины от образца почвенной массы [1].

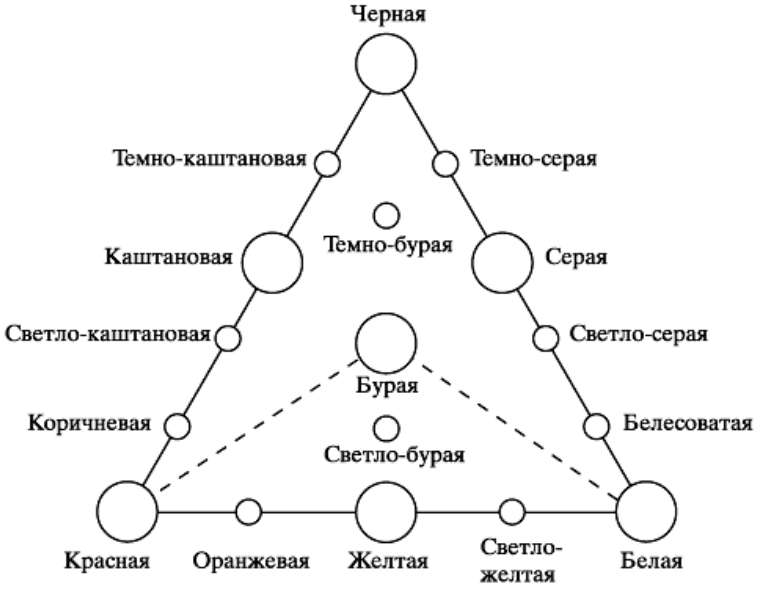


Рис. 2. Треугольник цветов С.А.Захарова

Для определения окраски необходимо:
1. установить преобладающий цвет;

2. определить насыщенность этого цвета (темно - или светлоокрашенная);
3. отметить оттенки основного цвета (буровато светло-серый, коричневато-бурый, светлый серовато-палевый.

Если оттенки цвета выделить проблематично, то останавливаются только на указании основного цвета и его насыщенности.

После определения окраски (фоновой) дают характеристику **пятнистости** почвы, если она имеется. Выделяют следующие градации (степени) контрастности пятен:

слабая (основная окраска и окраска пятен имеют близкий цветовой тон и насыщенность, пятна обнаруживаются лишь при внимательном рассмотрении);

отчетливая – пятна хорошо заметны (основная окраска и окраска пятен отличаются заметно);

сильная – пятна бросаются в глаза (пятнистость является характерной чертой горизонта (подгоризонта).

Для описания количества пятен используются следующие градации частоты их встречаемости: пятна единичные, очень редкие, редкие, частые, очень частые, господствующие [1, 2].

Цель: определение окраски почвенных образцов.

Оборудование и материалы:
образцы почвы,
ступки с пестиками,
колбы с водой,
бланки для мазков.

План работы:
1. Очистить образец почвы от примесей (корни, камни и т.п.).
2. Растереть образец почвы в ступке.
3. Просеять почву через сито с величиной отверстий 1 мм.
4. Увлажнить почву до консистенции густой сметаны.
5. Сделать мазок почвы, высушить.
6. Определить окраску почвы.
7. Оценить пятнистость почвы.

Вопросы для самостоятельной работы:
1. Охарактеризуйте связь химического состава и окраски почвы. Приведите примеры.
2. Какие современные лабораторные методы определения окраски почвы Вы знаете?
3. Назовите основные факторы, от которых зависит окраска почвы.

Практическое занятие № 5

Кислотность почвы. Актуальная кислотность

Кислотность почвы, одно из важнейших свойств почв, обусловленное наличием водородных ионов в почвенном растворе, а также обменных ионов водорода и алюминия в почвенном поглощающем комплексе [1].

Источники подкисления почв могут быть как внутренними, так и внешними.

Водородный показатель (pH) — величина, характеризующая концентрацию ионов водорода; равна отрицательному десятичному логарифму концентрации ионов водорода.

В нейтральной среде Ph = 7, в кислых средах < 7, в щелочных > 7.

Измерения pH проводятся с помощью pH-метра или лакмусовой бумаги.

Различают **актуальную** (активную, реальную) и **потенциальную** (пассивную, резервную).

Актуальная кислотность обусловлена наличием свободных ионов водорода в почвенном растворе. Она определяется в водной вытяжке (при соотношении почва: вода 1: 5 или 1: 2,5). Актуальную кислотность определяют как для кислых, так и для щелочных почв. Обозначают символом pH (H2O) [3].

Цель: определение актуальной кислотности водной вытяжки почвы

Оборудование, материалы и реактивы:
образцы почвы,
фарфоровые ступки с пестиками,
сита (1 мм),
безугольные фильтры,
колбы конические (100 мл),
мешалки,
стаканы химические,
воронки,
вода дистиллированная,
буферные растворы для калибровки pH-метра.

План работы:

1. Подготовить дистиллированную воду для приготовления почвенной вытяжки (прокипятить в течение 30 мин для очистки от CO_2).
2. Среднюю пробу почвы растереть в ступке, просеять через сито с диаметром отверстий 1 мм.
3. Приготовить водную вытяжку почвы (навеску почвы, массой 10 г, залить дистиллированной водой, объемом 50 мл; мешать 5 мин, отстаивать 5 мин, профильтровать).

4. Определить кислотность вытяжки с помощью pH-метра (pH (H_2O).

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Каковы агротехнические приемы устранения избыточной кислотности почвы?
2. Что такое «щелочность почв»?
3. Что такое буферная способность?

Практическое занятие № 6

Кислотность почвы. Обменная кислотность

Потенциальная кислотность обусловлена ионами водорода и алюминия, находящимися в обменно-поглощенном состоянии в ППК. По способу определения ее подразделяют на обменную и гидролитическую.

Обменная кислотность — это та часть потенциальной кислотности, которая определяется при взаимодействии с почвой 1 н. раствора гидролитически нейтральной соли KCI (pH 5,6). При этом взаимодействии ионы H^+ и Al^{3+} в ППК (почвенно-поглощающем комплексе) замещаются ионом K^+:

По значениям обменной кислотности производят оценку кислотности почв (табл. 3).

Таблица 3

Группировка почв по степени кислотности

Класс	Степень кислотности	Величина pH (KCI)
I	очень сильнокислые	менее 4,0
II	сильнокислые	4,1-4,5
III	среднекислые	4,6-5,0
IV	слабокислые	5,1-5,5
V	близкие к нейтральной	5,6-6,0
VI	нейтральные	более 6,0

С процессами ионного обмена связано и такое свойство почв, как кислотно-основная буферность, то есть сопротивляемость почвы изменению pH при действии кислоты или основания. Почва является «буферной» средой, поскольку противостоит резким изменениям pH. Буферная способность почвы зависит от емкости поглощающего комплекса, который выполняет важную функцию регулятора концентрации почвенного раствора.

Гидролитическая кислотность – дает более полное представление о потенциальной кислотности почв, т. к. замещение H^+ и Al^{3+} в ППК производится при воздействии на почву 1 н. раствором гидролитически щелочной соли ацетата натрия [3].

Цель: определение потенциальной кислотности солевой вытяжки почвы.

Оборудование, материалы и реактивы:
образцы почвы,
фарфоровые ступки с пестиками,
сита (1 мм),
колбы конические (100 мл) с крышками,
мешалки,
стаканы химические,

воронки,
пипетки химические (10 мл),
вода дистиллированная,
KCl кристаллический,
буферные растворы для калибровки pH-метра.

План работы:

1. Среднюю пробу почвы растереть в ступке, просеять через сито с диаметром отверстий 1 мм.
2. Приготовить 1н раствор KCl (74,5 г хлорида калия растворить в 1 л дистиллированной воды).
3. К навеске почвы, массой 20 г, прилить 1н раствор KCl, объемом 50 мл, колбу взболтать, закрыть крышкой и оставить отстаиваться на 24 часа.
4. Отобрать отстоявшийся раствор с помощью пипетки на 10 мл.
5. Определить кислотность вытяжки с помощью pH-метра (pH (KCl).
6. Определить степень и класс кислотности почвы.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Дайте понятие почвенно-поглощающего комплекса.
2. Почему для приготовления водной или солевой вытяжки почвы используют воду, лишенную CO_2?
3. Дайте определение термину «нормальность раствора». Как еще можно выразить концентрацию?

Практическое занятие № 7

Структура почвы

Структура почвы — это форма физического проявления ее сложения, т. е. естественной организации твердых компонентов почвы и промежутков между ними. Структура почвы характеризует наличие и взаимное расположение в почвенном теле агрегатов определенной формы и размеров. Если в почве имеются естественные агрегаты какой-то формы, она называется **структурной**. Если почва не распадается на естественные структурные отдельности, а имеет сыпучее состояние, как песок или пыль, то она называется **бесструктурной раздельно-частичной**; если же почва не распадается на агрегаты, а выламывается большими бесформенными массами, то она будет характеризоваться как **бесструктурная массивная**. Практически все почвы полиагрегатны, в них содержатся агрегаты различной формы, некоторые типы агрегатов преобладают.

Распределение структурных агрегатов в массе почвы в соответствии с их размерами называется **структурным составом почвы**, который может быть определен ситовым анализом (% макро-, мезо- и микроагрегатов). К макроагрегатам относятся частицы размером более 10 мм, к мезоагрегатам – от 10 до 0,25 мм, к микроагрегатам – менее 0,25 мм.

Форма и размеры структурных агрегатов (отдельностей) имеют диагностическое значение (рис. 3).

I. Кубовидная структура:	Размер ребра куба	II. Призмовидная структура:	Диаметр	III.Плитовидная структура:	Толщина
1. Крупнокомковатая	5-3 см	11.Столбчатая	5-3 см		
2. Среднекомковатая	3-1 см	12.Столбовидная	5-3 см	17.Сланцевая	> 5 см
3. Мелкокомковатая	1-0,5 см	13.Крупнопризматическая	> 5 см	18.Пластинчатая	3-1 мм
4. Пылеватая	< 0,5 мм	14.Призматическая	5-3 см	19.Листовая	< 1мм
5. Крупноореховатая	> 10 мм	15.Мелкопризматическая	3-1 см	20.Грубочешуйчатая	3-1 мм
6. Ореховатая	10-7 мм	16.Тонкопризматическая	< 1 см	21.Мелкочешуйчатая.	< 1мм
7. Мелкоореховатая	7-5 мм				
8. Крупнозернистая	5-3 мм				
9. Зернистая	3-1 мм				
10. Порошистая	1-0,5 мм				

Рис 3. Виды структурных отдельностей почвы по (С.А. Захарову)

В полевых условиях структуру определяют в процессе препарирования передней стенки, когда из исследуемого горизонта ножом извлекается небольшой кусочек почвы и подбрасывается несколько раз на ладони, листе бумаги или лопате до тех пор, пока не распадется на структурные отдельности [1. 2].

Цель: анализ почвенной структуры.

Оборудование и материалы:

таблицы «Структура почвы», «Виды структурных отдельностей почвы»,
образцы почвы,
сита с поддонами и крышками,
стаканы для различных почвенных фракций,
пинцеты,
весы,
лупы.

План работы:

1. Зарисовать основные типы структурных отдельностей, представленных в таблицах и раздаточном материале.
2. Определить структуру почвенного образца (используя лист бумаги для выделения почвенных агрегатов).
3. Определить содержание (%) макро-, мезо- и микроагрегатов в воздушно-сухом образце почвы (очистить почву от включений и мусора, аккуратно просеять почву, не повреждая ее агрегаты, рассчитать содержание).

Вопросы для самостоятельной работы:

1. На какие группы делятся почвы по степени плотности?
2. для чего используется коэффициент структурности почвы, как его рассчитать?
3. дайте определение термину «порозность почвы».

Практическое занятие № 8

Почвенные горизонты и их символика

Теоретическая информация о расположении, характеристиках и символике основных почвенных горизонтов приведена в описании Лабораторной работы № 2 «Основные морфологические признаки почвы. Почвенный разрез».

Часть гумусово-аккумулятивного горизонта, подвергающегося вспашке, обозначают как пахотный горизонт **Апах** (или **Аа**, или **Ар**). Если мощность пахотного слоя превышает мощность горизонта A_1, то в него войдут и расположенные ниже горизонты.

Aal – так называемая, водорослевая корочка, характерна для сухостепных, полупустынных и пустынных почв.

В зависимости от мигрирующих по профилю продуктов почвообразования, иллювиальный горизонт может обогащаться различными соединениями:
гумусом **(Bh)**,
илом **(Bi)**,
карбонатами **(Вк)**,
соединениями железа **(Bfe)**
или иметь признаки оглеения **(Bg)**.

Горизонт **Вк** – горизонт максимальной аккумуляции карбонатов, обычно располагается в средней или нижней части профиля и характеризуется видимыми вторичными выделениями карбонатов в виде налетов, прожилок, псевдомицелия, белоглазки, редких конкреций.

В некоторых почвах особое место в третьей функциональной зоне почвы занимает **горизонт G – глеевый.** Он образуется в почвах с постоянным избыточным увлажнением, например на болотах. Характерные черты глеевого горизонта: сизая, серовато-голубая или грязно-зеленая окраска, слитость, вязкость.

Серой окраске глеевого горизонта обычно сопутствуют охристые пятна, образовавшиеся в результате попеременного проявления аэробных и анаэробных процессов в почве, а также черные и темно-бурые пятна из железомарганцевых соединений.

Если признаки глеевого процесса проявляются и в других горизонтах, то к их обозначению добавляют букву **g**, например **A_2g, Bg** и т.д.

Некоторые особенности генезиса почвенных горизонтов отражают следующие индексы:

m – метаморфический (измененный, вторичный) горизонт,

f – иллювиально-железистый горизонт,

c – накопление легкорастворимых солей,

k – накопление карбонатов,

г – накопление гипса [1, 3, 4].

Цель: углубление и закрепление знаний об основных характеристиках генетических горизонтов почв.

Оборудование и материалы:
полевой дневник с характеристикой почвенного разреза,
фотографии почвенного разреза,
конспекты лекций.

План работы:

1. Записать последовательность горизонтов профиля символами:
Пахотный (на целине) – Гумусово-аккумулятивный – Элювиальный – Иллювиальный, обогащенный карбонатами – Переходный между иллювиальным и материнской породой – Материнская порода – Подстилающая горная порода.

2. Расшифровать обозначения горизонтов почвенного профиля:

а.
A0
A1c
A2
B1
B2
B3
C

б.
Ад
A1
A2g
Bi
C
D

в.
T
A1A2
G
C

г.
Aal
Am
B1c
B2
C

3. Заполнить таблицу 4. Исходный материал – текст лекций.

Таблица 4

Функциональные зоны почвенного профиля

Название функциональной зоны	Горизонты зоны (символы)	Морфологические признаки	Мощность зоны, см
Аккумулятивная (зона накопления)			
Элювиальная (зона вымывания)			
Иллювиальная (зона вмывания)			
Незатронутая почвообразованием зона			

4. Заполнить таблицу 5. Исходный материал – данные полевых наблюдений.

Таблица 5

Функциональные зоны почвенного профиля опытного участка

Название функциональной зоны	Горизонты зоны (символы)	Морфологические признаки	Мощность зоны, см
Аккумулятивная (зона накопления)			
Элювиальная (зона вымывания)			
Иллювиальная (зона вмывания)			
Незатронутая почвообразованием зона			

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Какие типы строения почвенного профиля Вы знаете?
2. Назовите основные стадии почвообразовательного процесса.
3. Назовите основные стадии выветривания пород и минералов.

Практическое занятие № 9

Морфологические признаки различных типов почв

Черноземные почвы образуются в условиях сухого умеренного климата степной зоны под многолетней травяной растительностью. Черноземы – это богатые темноокрашенным гумусом почвы. Распространены в центральных областях России, на Северном Кавказе, в Западной Сибири. Почти полностью распахиваются. Генетический профиль этих почв характеризуется ясно выраженной верхней толщей с накоплением гумуса, обменных оснований, биогенных зольных элементов. Ниже находятся карбонатно-иллювиальные горизонты.

Подзолистые почвы распространены в таежной зоне. Образуются под хвойными и смешанными лесами. Водный режим промывной. Генетический профиль формируется под воздействием нисходящих токов, что обусловливает вынос продуктов распада минералов из верхней части почвенной толщи. Морфологический профиль представлен системой горизонтов. Широко используются в сельском хозяйстве.

Болотные торфяные почвы распространены в северной части лесостепной и таежной зон. Формируются в условиях избыточного увлажнения под влаголюбивой растительностью. Неполное разложение растительных остатков приводит к процессам торфообразования. Малопродуктивны для лесного и сельского хозяйства. Используются, в основном, под сенокосы и пастбища [5].

Цель: сравнительный анализ морфологических признаков различных типов почв.

Оборудование и материалы:
Коллекция «Почва и ее состав»,
сита с поддонами и крышками,
стаканы для различных почвенных фракций,
пинцеты,
весы,
лупы,
фарфоровые чашки,
стаканы с водой.

План работы:
1. Ознакомиться с коллекционными образцами почвы.
2. Оценить морфологические признаки почв, результаты внести в таблицу (табл. 6).

Таблица 6

Морфологические признаки различных типов почв

Морфологические признаки	Черноземная почва	Подзолистая почва	Болотная почва
окраска			
гранулометрический состав			
тип почвенной структуры			

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Какие типы почв, кроме представленных в коллекции, Вы знаете?
2. Что такое фациальный подтип почвы?
3. Как делятся почвы по степени засоления; что такое «солонец», «солончак»?
4. Назовите основные функции почвы, охарактеризуйте ее значение для биосферы и человека.

Практическое занятие № 10

Элементарные почвообразовательные процессы

Специфические проявления общих процессов А.А. Роде назвал частными почвообразовательными процессами, а И.П. Герасимов дал им название элементарных почвенных процессов (ЭПП), подчеркнув, что это процессы присущи только почвам. Согласно концепции Роде и Герасимова к ЭПП относятся те природные и антропогенные почвенные процессы, которые: 1)специфичны только для почв и не характерны для других природных явлений; 2) в своей совокупности составляют явление почвообразования; 3) определяют образование в профиле специфических почвенных горизонтов; 4) определяют строение профиля, соотношение системы генетических горизонтов; 5) имеют место в нескольких типах почв в различных сочетаниях.

ЭПП, определенным образом сочетаясь друг с другом, определяют строение профиля и свойства почв на уровне генетических типов. Каждый генетический тип почвы характеризуется определенным, только ему одному свойственным сочетанием или комплексом ЭПП. Комплекс ЭПП – это их комплект с определенным соотношением интенсивностей их проявления.

На основании оценки генетической роли конкретного ЭПП в формировании почвенного профиля они делятся на:

Ведущие ЭПП – создают основные диагностические свойства (горизонты, серию горизонтов) данной группы почв, являясь общими для всей группы.

Сопряженные ЭПП – это процессы «спутники» ведущих ЭПП, определяющие степень проявления последних.

Фоновые (зональные) ЭПП – это обязательные процессы для той или иной общности почв, обусловленные главным образом макробиоклиматическими и литологическими условиями их формирования. Они создают определенный тип геохимической обстановки в почвенном профиле, т. е. условия для появления определенных наборов ведущих и сопряженных ЭПП в каждой данной генетической группе почв.

В зависимости от степени выраженности в каждой подгруппе ЭПП выделяют: высоко интенсивные, средне, мало интенсивные. Т.е. и ведущий и сопряженный и фоновый ЭПП может быть высоко, средне и мало интенсивным.

Генезис, строение, состав и свойства черноземов

Генезис. Современные представления о происхождении черноземных почв сложились на основании трудов В.В.Докучаева, П.А. Костычева, А.А. Измаильского, Г.Н. Высоцкого, Л.И. Прасалова, П.Г. Адерихина, Е.А. Афанасьевой и других исследователей.

Ведущим процессом формирования черноземов является дерновый процесс, сущность которого заключается в накоплении гумуса, аккумуляции биофильных элементов и формировании водопрочной структуры под воздействием травянистой растительности.

Ведущим ЭПП в черноземах является гумусообразование, для которого в этих почвах складываются наиболее оптимальные условия:

- высокое количество ежегодного опада (8-20 т/га);
- преобладающая часть опада (более 60%) поступает в почву в виде корней;
- высокое содержание оснований и азота в составе опада;
- высокое содержание оснований в почвообразующих породах;
- насыщенность минеральной части почв кальцием и магнием и близкая к нейтральной реакция среды;
- умеренная биологическая активность;
- ярко выраженная контрастность режима влажности при периодически промывном водном режиме.

Перечисленные условия являются оптимальными для образования гуминовых кислот и их прочного закрепления минеральной частью. Вместе с гуминовыми кислотами, которые преобладают в составе гумуса, накапливаются фульвокислоты. Большая мощность гумусового профиля определяется глубиной проникновения корней травянистой растительности.

Процесс оструктуривания в черноземах связан с интенсивным образованием "свежих" гумусовых веществ, большим количеством микробной плазмы в ризосфере и насыщенностью ППК кальцием.

Дерновый процесс в черноземах сочетается с целым рядом ЭПП: элювиальных (выщелачивание, оподзоливание, лессиваж, осолодение), метаморфических (оглеение, оглинение, слитизация), гидрогенно-аккумулятивных (олуговение, засоление), иллювиально-аккумулятивных (карбонатно-иллювиальный) и др. В результате этих процессов формируются свойства, позволяющие разделять черноземы на разных таксономических уровнях (подтип, род, вид).

Черноземы разделяют на пять подзональных подтипов, которые расположены с севера лесостепной зоны к югу степной в таком порядке: черноземы лесостепи — оподзоленные, выщелоченные, типичные; черноземы степной зоны — обыкновенные, южные.

Строение профиля. Профиль черноземов имеет следующее строение: А — АВ — В(В1 Вк) — ВСк — Ск. А — гумусовый, однородно темноокрашенный с зернистой структурой; АВ — гумусовый, темноокрашенный с общим осветлением (побурением) книзу и более светлый, чем горизонт А, с зернистой или комковато-зернистой структурой;

В — бурый, преимущественно с неравномерно затечной, языковатой, ослабевающей книзу гумусированностью. Может подразделяться на горизонты В1, В2, а в ряде подтипов выделяют оглиненные (Bt) или иллювиально-карбонатные (Вк) подгоризонты; ВСк — переходный к почвообразующей породе, карбонатный; Ск — почвообразующая порода, содержит карбонаты. Мощность гумусовых горизонтов составляет 60-100 (180) см.

Черноземы оподзоленные являются ближайшей, генетически родственной группой к темно-серым лесным почвам, характеризуются сочетанием гумусонакопления и слабой элювиально-иллювиальной дифференциацией почвенного профиля под влиянием оподзоливания и лессиважа. Отличительные морфологические признаки — наличие осветленной мучнисто-белой (кремнеземистой) присыпки в нижней части горизонта А и в верхней —

горизонта АВ. Для этого подтипа характерно также глубокое залегание карбонатов (глубина вскипания от HCl 150 см и глубже).

Черноземы выщелоченные характеризуются вымытостью карбонатов из гумусового слоя (А + АВ) и из верхней половины переходного горизонта В1, ниже которого залегает карбонатный горизонт Вк (рис. 28.1). В профиле выщелоченных черноземов наблюдается слабая элювиально-иллювиальная дифференциация ила и полуторных оксидов.

Черноземы типичные характеризуются наиболее сильным проявлением процесса гумусообразования и отсутствием элювиально-иллювиальной дифференциации по илу и полуторным оксидам. Они имеют наиболее высокое содержание гумуса и самую большую мощность гумусовых горизонтов (А + АВ), которая может достигать 100-180 см. Вскипают в горизонте АВ. Имеют следующее строение профиля: А — АВ — АВк — Вк — ВСк — Ск.

Черноземы обыкновенные формируются в северной части степной зоны, в более засушливых условиях, чем типичные, и поэтому с более ослабленным, чем у типичных, накоплением гумуса и более высоким залеганием карбонатного горизонта. Карбонаты в горизонте Вк проявляются в форме белоглазки.

Черноземы южные — наиболее ксероморфные, характеризуются неглубоким залеганием карбонатного горизонта (карбонаты в форме белоглазки), небольшой мощностью гумусового горизонта, наличием гипсового горизонта в пределах двух-трехметровой толщи; имеют определенное сходство с профилем каштановых почв.

Состав и свойства черноземов. Несмотря на значительное варьирование свойств различных подтипов черноземов, можно отметить определенные закономерности зональных и подзональных изменений состава и свойств. В направлении от оподзоленных к типичным черноземам увеличивается мощность гумусового слоя, содержание гумуса, емкость катионного обмена, степень насыщенности ППК основаниями; снижается кислотность, глубина вскипания. В направлении от типичных к южным — снижается мощность гумусового слоя, содержание и запасы гумуса, емкость катионного обмена, в ППК появляется обменный натрий и реакция становится слабощелочной, продолжает снижаться глубина залегания карбонатов.

Таким образом, наиболее ярко главные свойства черноземов проявляются в черноземах типичных.

В составе гумуса всех подтипов черноземов преобладают гуминовые кислоты. В минералогическом составе черноземов преобладают первичные минералы. В составе вторичных минералов содержатся минералы группы монтмориллонита, гидрослюды, вермикулит, хлорит и др. Черноземы характеризуются высокой степенью обеспеченности элементами питания, в том числе микроэлементами, что обусловлено биогенной аккумуляцией азота, фосфора, серы и других элементов. Они обладают рыхлым сложением, высокой влагоемкостью, хорошей водопроницаемостью и структурностью. Плотность гумусовых горизонтов — 1,0-1,3 г/см3, общая порозность 50-60%, некапиллярная

(межагрегатная) порозность составляет, примерно, 18-20%, что обеспечивает хорошую воздухо- и водопроницаемость.

Часто проявляющийся недостаток влаги для растений в черноземных почвах является следствием невысокого количества атмосферных осадков, летние осадки увлажняют только пахотный слой. Запас влаги создается осенью и весной при снеготаянии.

Генезис, строение, состав и свойства каштановых почв

Генезис. В формировании каштановых почв участвуют те же процессы, что и в формировании черноземов, но протекают они в более засушливых условиях. Поэтому дерновый процесс здесь проявляется слабее в связи с активной минерализацией источников гумуса и самого гумуса почв. Аридность обусловливает слабую выщелоченность от карбонатов, гипса и водорастворимых солей, которые в каштановых почвах залегают ближе к поверхности почвы и вызывают дифференциацию почвенного покрова по степени засоления и солонцеватости.

В светло-каштановых почвах солонцовый процесс является зональным, наряду с дерновым. Многие ученые светло-каштановые почвы выделяют в отдельную группу аридосолей.

Строение профиля. Каштановые почвы имеют следующую систему генетических горизонтов: А — АВ — В — Вк — ВСк — Ск (рис. 29.1).

А — гумусовый горизонт каштанового цвета, порошисто-комковатый; мощностью 15-30 см;

АВ — переходный гумусовый, слабее прокрашен гумусом; мощность 10-15 см, вскипает от HCl;

В — неоднородно окрашенный горизонт гумусовых затеков, мощность 15-20 см, вскипает от HCl;

Вк — горизонт максимального содержания карбонатов, которые выделяются в форме белоглазки, прожилок или мучнистых скоплений;

ВСк — переходный к породе;

Ск — почвообразующая порода, карбонатная. Может содержать гипс и водорастворимые соли.

Состав и свойства. Темно-каштановые почвы близки по свойствам к южным черноземам, светло-каштановые — к бурым пустынно-степным почвам. Основным критерием для разделения каштановых почв на подтипы является степень их гумусированности (табл. 29.2).

В составе гумуса доля гуминовых кислот снижается, а фульвокислот постепенно возрастает — от темно-каштановых к светло-каштановым. В пахотных каштановых почвах наблюдается снижение содержания гумуса по сравнению с целинными, но значительно в меньшей степени, чем в черноземах. Это объясняется низким содержанием детрита и более высокой устойчивостью гумуса каштановых почв.

В составе ППК каштановых почв содержатся поглощенные катионы Ca^{2+}, Mg^{2+} и Na^{+} Реакция среды — близкая к нейтральной или слабощелочная, pH H_2O — 7,1-7,5 в гумусовом слое, до 8 и выше — в нижележащих горизонтах. С увеличением доли поглощенного натрия реакция среды становится более

щелочной. Распределение ила и полуторных оксидов в профиле каштановых почв равномерное, за исключением солонцеватых разностей. Водно-физические свойства каштановых почв удовлетворительные. Основным лимитирующим фактором возделывания сельскохозяйственных культур является недостаток влаги.

Кроме подзональных выделяются фациальные подтипы каштановых почв, аналогичные фациальным подтипам черноземов степной зоны. Наиболее существенные отличия в свойствах характерны для умеренных длительно промерзающих подтипов почв Восточной Сибири, у которых существенно снижается мощность гумусовых горизонтов и усиливается промытость профиля от водорастворимых солей и гипса. Различия в сельскохозяйственном использовании фациальных подтипов сводятся к набору культур и сортов разных сроков созревания. Каштановые почвы подразделяются на роды, аналогичные черноземам степной зоны. Выделяют следующие роды: обычные, карбонатные, осолоделые, слитые, неполноразвитые, солонцеватые, солончаковатые. Среди каштановых почв много солонцеватых и солончаковатых, содержащих повышенные количества обменного натрия и водорастворимых солей.

Солонцеватые каштановые почвы содержат в ППК от 3 до 15% от ЕКО обменного натрия. Они характеризуются уплотненным горизонтом АВ с комковато-призмовидной или глыбистой структурой. По содержанию натрия (% от ЕКО) делятся на виды: слабосолонцеватые — 3-5%, среднесолонцеватые 5-10 и сильносолонцеватые — 10-15. Профиль этих почв более дифференцированный по содержанию ила, SiO_2 и R_2O_3, что обусловлено проявлением солонцового процесса. Солонцеватые каштановые почвы имеют повышенную щелочность. Использование их под требовательные к условиям питания культуры (плодовые, виноград, овощные) без химических мелиораций неэффективно.

Солончаковатые каштановые почвы содержат в профиле водорастворимые соли: от 0,15 до 0,6% при содовом засолении, от 0,2 до 1% — при хлоридном и от 0,3 до 2% — при сульфатном. Количественные различия в верхнем и нижнем пределах содержания солей связано с их вредностью для растений. Наиболее вредным является содовое засоление, наименее — сульфатное. Солончаковатые каштановые почвы для эффективного использования под пахотные угодья нуждаются в рассолении.

На уровне отдельного типа выделяют полугидроморфные лугово-каштановые почвы, которые формируются при близком залегании грунтовых вод в понижениях рельефа. Они характеризуются повышенной мощностью гумусовых горизонтов (до 45-50 см), более высоким содержанием гумуса (4-6%), лучшей оструктуренностью и обеспеченностью элементами питания. При отсутствии солонцеватости и водорастворимых солей в профиле эти почвы более плодородны по сравнению с каштановыми.

На виды каштановые почвы делятся по мощности гумусовых горизонтов А+АВ, см: мощные (>50), среднемощные (30-50), маломощные (20-40), очень

маломощные (<20). Деление по степени эродированности каштановых почв аналогично делению черноземов степной зоны.

Каштановые почвы потенциально плодородны. Урожай сельскохозяйственных культур лимитирует недостаток влаги. В этой зоне возделывают твердые сорта пшеницы, кукурузу, подсолнечник, бахчевые, виноград, плодовые и другие культуры. Основные мероприятия при использовании каштановых почв можно объединить в следующие группы.

1. Мероприятия по накоплению влаги: снегозадержание, полезащитное лесоразведение, чистые пары, глубокая зяблевая вспашка, глубокое безотвальное рыхление, посев кулис и др.

2. Орошение каштановых почв позволяет получать гарантированные урожаи сельскохозяйственных культур, резко повышает эффективность органических и минеральных удобрений. На светло-каштановых почвах земледелие без орошения неэффективно, а удобрения вообще не дают прибавки урожая. При орошении появляется опасность вторичного засоления в связи с большими площадями засоленных почв и минерализацией грунтовых вод.

3. Противоэрозионные и противодефляционные мероприятия в зоне каштановых почв остаются актуальными. Особенно подвержены ветровой эрозии легкие каштановые почвы.

4. Организация территории зоны сухих степей определяется, в первую очередь, большой комплексностью почвенного покрова. Эффективность использования почв зависит от состава почвенных комплексов, содержания в них солонцов, солончаков, а также в разной степени солонцеватых и солончаковатых почв. В ряде случаев целесообразно исключение таких почв из пашни и использование их под пастбища.

Генезис, строение, состав и свойства серых лесных почв

Генезис. Серые лесные почвы образовались под воздействием дернового процесса почвообразования в сочетании с подзолистым, под пологом широколиственных лесов. Работами В.В.Докучаева, а впоследствии Н.П. Ремезова, С.В. Зонна показано, что широколиственные леса с обогащенным основаниями опадом способствуют развитию дернового процесса. Существовала также точка зрения, в которой серые лесные почвы рассматривались как переходные стадии развития дерново-подзолистых почв в черноземы или наоборот (С.И. Коржинский, В.И. Талиев).

По Б.П. Ахтырцеву, серые лесные почвы формируются под влиянием следующих процессов: гумусонакопление, биологической аккумуляции зольных веществ, выщелачивания карбонатов и легкорастворимых солей, сочетания оподзоливания, лессиважа — в элювиальной и оглинивания — в иллювиальной части профиля.

Строение профиля. Серые лесные почвы имеют следующее строение: А0 — А1В— А1 — А2В — В1 — В2 — ВС — С (рис. 27.1). В пахотных аналогах горизонты А1 и А1А2 распахиваются и образуют пахотный слой (Апах). Особенности морфологического строения профиля серых лесных почв:

- отсутствие резкой дифференциации на горизонты и постепенные переходы между ними;

- большая мощность почвенного профиля — более 1,5-2 м;
- отсутствие подзолистого горизонта и проявление оподзоливания в виде переходных горизонтов A1A2 и A2B;
- наличие ореховатой структуры по всему почвенному профилю;
- наличие карбонатов в почвообразующей породе, иногда в почвенном профиле с глубины 120-250 см.

Состав и свойства целинных почв. В типе серых лесных почв выделяют три подзональных подтипа: светло-серые, серые и темно-серые лесные почвы. Светло-серые лесные почвы близки по свойствам к дерново-подзолистым, а темно-серые лесные — к черноземам лесостепи, поэтому в целом тип серых лесных почв рассматривается как переходный между дерново-подзолистыми и черноземами.

От светло-серых лесных почв к темно-серым усиливается проявление дернового процесса и ослабевает — подзолистого. В таком же направлении нарастает мощность гумусового слоя, содержание гумуса, а в его составе — содержание гуминовых кислот, емкость катионного обмена; снижаются кислотность и глубина залегания карбонатов.

В составе поглощенных катионов в серых лесных почвах - Ca^{2+}, Mg^{2+}, H^{+} и Al^{3+}. Степень насыщенности ППК основаниями превышает 70-80%. В составе вторичных минералов — гидрослюды, вермикулит, монтмориллонит, хлорит.

Наблюдается элювиально-иллювиальная дифференциация ила и полуторных оксидов в профиле, которая уменьшается от светло-серых к темно-серым лесным почвам.

Состав и свойства пахотных почв. При освоении серых лесных почв под пашню изменяются условия почвообразования: усиливается степень промачивания при периодически-промывном водном режиме, условия увлажнения становятся более контрастными—в летнее время сильнее проявляется иссушение верхних горизонтов, снижается поступление источников гумуса. При этом в наибольшей степени изменяются свойства светло-серых лесных почв, в меньшей степени — серых и темно-серых. Во всех подтипах освоенных почв существенно снижается содержание гумуса в пахотном слое по сравнению с гумусовым горизонтом целинных. Это связано, с одной стороны, с процессом выпахивания при пониженном поступлении послеуборочных остатков и органических удобрений, а также с тем, что при распашке наиболее гумусированный слой A1 перемешивается с менее гумусированным слоем A1A2.

Окультуренные почвы выделены только в подтипе светло-серых, в серых и темно-серых лесных почвах выделяются только освоенные.

Цель – закрепить знания о роли ЭПП в формировании различных типов почв

Задания:

1) Изучить предлагаемый теоретический материал и заполнить таблицу.

В столбце /подтип почвы / и далее по таблице первая строка предназначена для описания общих особенностей по каждому типу почвы, т.е. те ЭПП и особенности генезиса, которые соответствуют в целом типу, например, чернозему.

Тип почвы	подтип почвы	ЭПП			Особенности генезиса
		ведущие	сопряженные	фоновые	
чернозем					
	типичный				
	обыкновенный				
	выщелоченные				
	оподзоленный				
	южный				
Каштановые почвы					
	Солонцеватые				
	Солончаковатые				
Серые лесные почвы					
	Светло-серые лесные				
	Серые				
	Темно-серые лесные				

2) В конце таблицы сделать вывод по результатам работы.
3) Используя дополнительную литературу, развернуто ответить на следующие вопросы:

1. Почва формируется под пологом хвойного леса. Дайте характеристику почве и водному режиму в ней, если содержание глинистых частиц в почве 20%, объемный вес 1,0 г. Ответ обоснуйте.
2. Почва формируется под суходольным лугом. Дайте характеристику почве, если содержание глинистых частиц в почве 25%, объемный вес 1,1 г. Как можно охарактеризовать тепловой режим при этих условиях?
3. В каких условиях формируется почва с четко выраженными процессами оглеения? По каким признакам его можно узнать? Какие почвенные профили могут служить примером наличия таких процессов?
4. Какие почвы содержат подзолистый горизонт? В каких условиях идет процесс подзолообразования? Какими признаками характеризуются подзолистые почвы?
5. Что такое водопроницаемость? От чего она зависит?

4) Работу оформить в виде мини-реферата (печатный вариант на А4).

Основы экологии почв

Экология почв изучает многообразие соотношений и связей, между почвами и факторами почвообразования, включая антропогенные воздействия. Первое, традиционное направление изучает закономерные соотношения, существующие в естественных условиях между почвой и фактора- ми почвообразования. Большое значение при этом придается исследова- нию роли почв как среды обитания живых организмов и их реакции на из- менения почвенных процессов. Второе направление рассматривает совре- менные проблемы взаимоотношений человека и почв и исходит из кон- цепции антропогенной динамики биологических систем. Основоположник почвоведения В.В. Докучаев, не используя термин «экология почв», считал, что в науке о почвах фундаментальным является «…интереснейший вопрос о закономерных соотношениях между характе- ром и распределением почв и факторами почвообразователями…» [11]. Л.И. Прасолов под «педоэкологией» понимал науку об «отношении почв к окружающим их условиям». Базовые научные концепции экологии почв были сформулированы в трудах В.Р.Волобуева, созвучны им и идеи Э.О. Эвальда (Германия). Экология почв, по мнению И.А. Соколова [18], может рассматриваться как связующее звено между учением о генезисе (механизме образования поч- венных свойств) и учением о географии почв (законах распределения почв в пространстве). Это наука о почве как экологической системе, наука о за- кономерностях функционирования почв в биосфере. Предметом современной экологии почв является изучение законо- мерных соотношений между почвой и средой ее формирования в их есте- ственной и антропогенной динамике по системе «свойства – процессы – факторы». Наиболее актуальна при этом проблема взаимоотношений че- ловека и почвенного покрова, негативного антропогенного воздействия на почвы (загрязнение и деградация почв) (Жарикова, 2005).

Постоянно возрастающее антропогенное воздействие на биосферу Земли, вызывающее деградацию природы, поставило человечество перед необходимостью поиска путей сохранения биоразнообразия на нашей планете, одним из непременных условий которого является сбережение почвенного покрова. Почва является центральным звеном экологических связей, объединяющим в единое целое гидросферу, атмосферу, живой мир и литосферу Земли и естественной средой обитания человечества. Г.В. Добровольский и Е.Д Никитин подчеркивают, что почва – это главная экологическая ниша организмов суши, с которой связана жизнедеятельность подавляющего большинства организмов, населяющих планету, и попытки сохранить отдельные организмы без сохранения их среды обитания обречены на провал. Они предлагают следующую систему природоохранных мероприятий.

1. Защита почв от прямого уничтожения и полной гибели: – ограничение отведения новых земель под строительство различных объектов; – ограничение и запрещение открытых разработок полезных ископаемых; – максимальное использование для промышленности и других объектов ранее выведенных из

биосферы территорий и их участков установление объективных цен на земли, отводимые под строения, водохранилища, свалки; – своевременное проведение рекультиваций в полном объеме и правовая ответственность за их невыполнение.

2. Защита освоенных почв от качественных деградация: – защита почв от водной эрозии; – защита почв от дефляции; – предотвращение деградации почв из-за нерационального проведения водных мелиораций; – предотвращение химического и радиоактивного загрязнения почв; – защита почв от биологического загрязнения.

3. Предотвращение негативных структурно-функциональных изменений освоенных почв: – регулирование пищевого режима почв; – регулирование водного и теплового режима почв; – регулирование газового состава почв; – поддержание биохимической активности и сохранение полноценной биоты почв; – регулирование физического состояния почв и предотвращение их обесструктуривания и уплотнения.

4. Восстановление деградированных освоенных почв: – диагностирование патологии почв; – снятие дальнейшего действия факторов, вызывающих дегра- цию почв; – временное исключение деградированных земель из активного сельскохозяйственного использования; – очищение загрязненных почв; – биологизация почв и восстановление устойчивости их плодородия: внесение органических удобрений, травосеяние и др.

5. Сохранение и восстановление естественных почв: – резервирование целинных почв с целью ограничения и исключения их из хозяйственного использования; – полное соблюдение требований охраны почв особо охраняемых территорий; – исключение части освоенных редких и эталонных почв из хозяйственного использования и восстановление их естественного состояния; – соблюдение особого режима использования и охраны высокобонитетных и «опытных» почв; – организация новых комплексных и почвенных заказников, заповедников, памятников природы и др.

Практическое занятие № 11

Антропогенное воздействие на биосферу

Формы влияния хозяйственной деятельности человека на биосферу можно классифицировать следующим образом:

1) изменение рельефа и структуры почвенного покрова (к таким изменениям часто приводят следующие виды работ: распахивание степей, вырубка лесов, мелиорация, создание искусственных водоемов);

2) нарушения биогеохимических циклов биосферы (добывание полезных ископаемых, создание отвалов, выбросы и сбросы загрязнителей, синтез и распространение ксенобиотиков);

3) изменение энергетического, в частности, теплового, баланса планеты;

4) изменения, которые вносятся в биоту (совокупность живых организмов) в результате уничтожения некоторых видов, разрушения их естественных мест существования, создания новых пород животных и сортов растений, их интродукции, переноса видов растений и животных (инвазивные виды) в несвойственные им ранее места произрастания и обитания.

Под загрязнением окружающей среды понимают поступление в биосферу любых твердых, жидких и газообразных веществ или видов энергии (теплоты, звука, радиоактивности и т.п.) в количествах, которые отрицательно влияют на качество окружающей среды, как непосредственно, так и непрямым путем.

Непосредственно объектами загрязнения являются основные компоненты экосистемы: атмосфера; вода; почва.

Опосредствованными объектами загрязнения являются составляющие биогеоценоза: растения; животные; грибы; микроорганизмы [1, 8, 9].

Существует несколько классификаций антропогенных (техногенных) воздействий на окружающую среду.

Согласно классификации Н.П. Солнцевой все воздействия можно разделить на две крупные группы: изъятие веществ из ландшафтно-геохимических систем и привнос веществ в ландшафтно-геохимические системы (рис.).

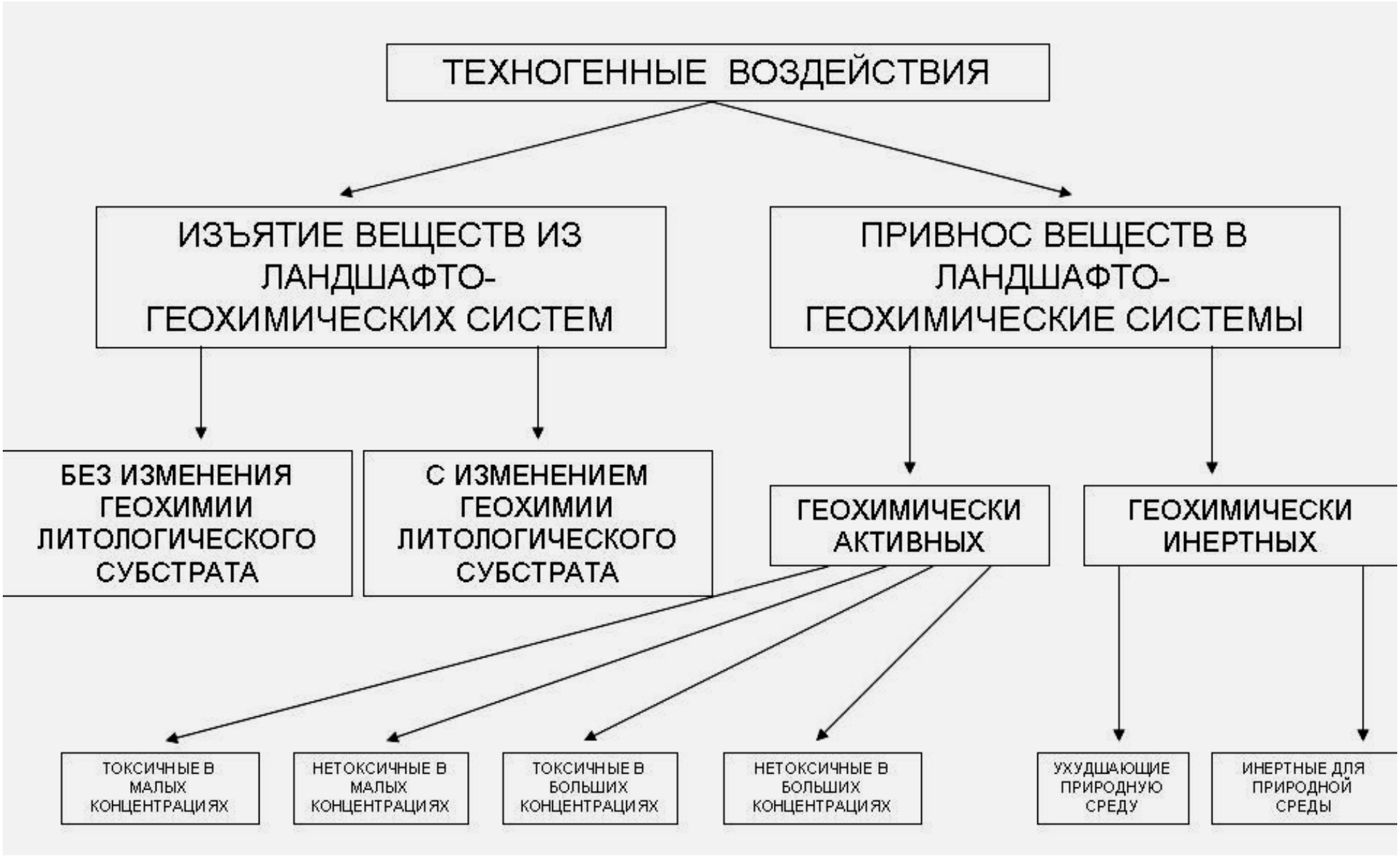


Рисунок. Классификация техногенных воздействий по Н.П. Солнцевой

Цель: провести оценку воздействия Уральского государственного горного университета на окружающую природную среду в районе расположения университетских зданий и сооружений.

Ход работы:

1. Проанализировать воздействия, оказываемые при функционировании УГГУ на окружающую природную среду.
2. Используя текст записей практических занятий; схемы, приложенные к заданию; рекомендованные учебники по курсу «Экология почв»; другие источники информации, охарактеризовать антропогенные воздействия, заполнив таблицу.
3. Объекты воздействия необходимо нанести на план-схему.
4. Сформулировать вывод по результатам заполнения таблицы: прогноз изменения компонентов окружающей природной среды под воздействием УГГУ. Вывод должен содержать конкретный прогноз изменения конкретных компонентов окружающей среды, а не общие фразы об «ухудшении экологической ситуации».
5. Подготовить обзор литературных источников по теме «Антропогенные и техногенные воздействия: различия». Рекомендуемый объем обзора 2 страницы А4 формата.

Требования к заполнению таблицы:

форма представления – письменная или печатная, легко читаемая.

ПРИМЕР: Вид механического воздействия: УПЛОТНЕНИЕ ПОЧВЫ ПОД СТОЯНКОЙ АВТОТРАНСПОРТА.

Таблица. Воздействие УГГУ на окружающую природную среду

Источник воздействия	Воздействие		Компонент природной среды, на который оказывается воздействие (атмосфера, гидросфера, педосфера, фитоценоз, зооценоз)	Частота и периодичность воздействия (постоянно, с конкретной периодичностью и т.п.)
	Вид воздействия	Принадлежность к группе		
1.Автотранспорт на парковке университета 2. ...	1.Уплотнение почвы 2. ...	механическое		
1. 2.	1. 2.	физическое		
1. 2.	1. 2.	химическое		
1. 2.	1. 2.	биологическое		

Практическое занятие № 12

Биологический круговорот атомов

Биологический круговорот — миграция атомов, включающая поступление химических элементов из воды, почвы и атмосферы в живые организмы; превращение поступающих элементов в новые сложные соединения и возвращение их в почву, воду и атмосферу с продуктами жизнедеятельности, ежегодным опадом части органического вещества или с полностью отмершими организмами, входящими в состав биогеоценоза. Полного замкнутого круговорота веществ в пределах биогеоценоза не происходит, так как часть веществ всегда уходит за его пределы. Обмен веществ сопровождается передачей и превращением энергии. Передача энергии — это поступление энергии от продуцентов через консументов к редуцентам. Основная часть энергии расходуется живыми организмами в процессе жизнедеятельности [1, 8, 9].

Образование живого вещества из неорганических соединений окружающей среды происходит преимущественно в результате фотосинтеза зеленых растений.

Однако растения состоят не только из углерода, кислорода и водорода, но также из ряда других, к примеру: N, P, K, Ca, Fe, которые они получают в виде сравнительно простых минеральных соединений из почв или водоемов. Поглощаясь растениями, э**ти элементы входят в состав сложных богатых энергией органических соединений** (азот и сера — в белки, фосфор — в нуклеопротеиды и т.д.) и также становятся **геохимическими аккумуляторами**. Данный процесс называется **биогенной аккумуляцией минеральных соединений**, благодаря которой элементы переходят в менее подвижное состояние, т.е. миграционная способность их понижается. Все остальные организмы — животные, подавляющая часть микроорганизмов и бесхлорофильные растения (например, грибы) являются гетеротрофами, т.е. они не способны создавать органические вещества из минеральных и необходимые органические соединения получают от зеленых растений.

Содержание большинства элементов в золе живых организмов значительно отличается от их среднего содержания в земной коре, так как растения избирательно поглощают элементы.

Интенсивность поглощения характеризуется отношением количества элемента в золе растений к его количеству в почве или горной породе. Этот предложенный Б.Б. Полыновым показатель А.И. Перельман назвал коэффициентом биологического поглощения $\mathbf{A_x}$:

$$A_x = l_x/n_x,$$

где l_x – содержание элемента x в золе растения, n_x – в горной породе или почве, на которой произрастает растение [7].

Наиболее широко используется следующая вариация параметра $\mathbf{A_x}$ — отношение содержания элементов в золе растений к их *валовым содержаниям в почвах*. Однако этот показатель отражает скорее потенциальную биогеохимическую подвижность элементов [7].

Цель работы – углубить и закрепить знания о круговороте химических элементов в биосфере.

Ход работы:

1. На основе выданной схемы БИК составить схему биологического круговорота атомов (указать каких) **с указанием видов живого вещества**, участвующего в круговороте, для перечисленных ниже биогеоценозов: луг, сельскохозяйственное поле, действующее месторождение полезных ископаемых; завод по переработке мусора, смешанный лес, пресное озеро.

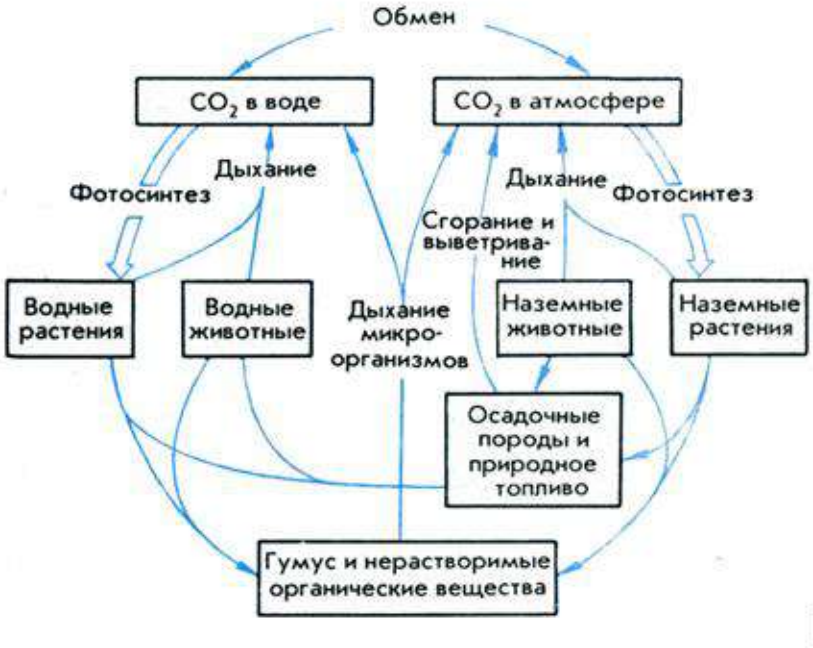


Рис. Круговорот углерода в природе

2. Сформулировать вывод о схожести и отличительных чертах биологического круговорота атомов в различных биогеоценозах.
3. Решить задачи:
   - Вычислите коэффициент биологического поглощения хрома, если его концентрация в золе одуванчика равна 5 мкг/г, а в почве составляет 60 г/кг (1)
   - Вычислите коэффициент биологического поглощения хрома, если его концентрация в золе одуванчика равна 5 мг/г, а в почве составляет 60 г/кг (2)

- Вычислите коэффициент биологического поглощения никеля, если его концентрация в золе печени полевки составляет 0,44 мг/г, а в почве – 350 мг/г (3)
- Вычислите коэффициент биологического поглощения никеля, если его концентрация в золе печени полевки составляет 4,4 мкг/г, а в почве – 350 мг/г (4)
- Вычислите коэффициент биологического поглощения хрома, если его концентрация в золе печени полевки составляет 6,2 мкг/г, а в почве – 280 мг/г (5)
- Вычислите коэффициент биологического поглощения хрома, если его концентрация в золе печени полевки составляет 0,62 мг/г, а в почве – 280 мг/г (6).

Практическое занятие №13

Биогеохимические методы поиска полезных ископаемых

Учение о поисках и разведке полезных ископаемых – прикладная геологическая наука, изучающая условия нахождения и пути наиболее эффективного выявления промышленных месторождений полезных ископаемых.

Месторождение полезных ископаемых – скопление минерального вещества на поверхности или в недрах Земли. По количеству, качеству и условиям залегания пригодны для промышленного использования в народном хозяйстве.

Полезные ископаемые бывают **газовые, жидкие, твердые.** К газовым принадлежат горючие месторождения газов и не горючих газов (Ge, Ne и др.). Жидкие - месторождения нефти, подземных вод. Твердые. Большинство полезных ископаемых используется для извлечения ценных элементов минералов, кристаллов, горных пород.

По промышленному использованию полезные ископаемые разделяют на

1) рудные (металлические)
2) нерудные;
3) горючие (каустобиолиты);
4) гидроминеральные.

Биогеохимические (бгх) поиски полезных ископаемых основаны на изучении аномальных концентраций химических элементов в различных продуктах биосферы или реакции организмов на их воздействие.

Впервые предложены в конце 1920-х гг. В. И. Вернадским, применены в СССР в 1938 (С. М. Ткалич), в 1939 в Швеции (К. Бурднин).

В зависимости **от вида живого вещества различают** фитогеохимические, торфогеохимические, зоогеохимические **поиски** и **почвенные методы поисков**.

Фитогеохимические (фитометаллометрические) поиски основаны на определении содержаний химических элементов в золе травянистых, кустарниковых и древесных растений.

При **торфогеохимических поисках** используют результат анализа торфов и болотных вод.

При зоогеохимических поисках проводят анализы веществ, обусловленных жизнедеятельностью животных, а также используют иные результаты изучения различных животных организмов.

В основе **почвенного метода** лежит определение содержания химических элементов в гумусовом слое или изучение специфических видов и форм микроорганизмов в почве. Применение Биогеохимических поисков эффективно на болотах и торфяниках, где **отбор литохимических проб затруднён**, а также в условиях погребённых или выщелоченных литогеохимических ореолов рассеяния при мощностях отложений 5-20 м.

Пробы отбираются по профилям, ориентированным вкрест простирания предполагаемых рудных структур. Массы проб определяются требованиями спектрального и др. анализов к навескам золы.

Интерпретация результатов биогеохимических поисков проводится с учётом форм нахождения элементов в рудах и ореолах, характера контакта лито- и гидрохимических ореолов с корнями растений, наличия у растений физиологических барьеров поглощения (по отношению к высоким концентрациям элементов в почвах) и масштабов оруденения. Выявленные рудоперспективные биогеохимические аномалии проверяются другими поисковыми методами (геофизическими, бурением и т.п.).

Биогеохимические поиски наиболее эффективны при проведении мелкомасштабных и среднемасштабных поисковых работ в комплексе с геоботаническими поисками, при которых изучаются биологические реакции растений на изменение концентраций элементов во внешней среде.

Растения делятся на ТИПИЧНЫЕ (ПРИВЫЧНЫЕ) и НЕТИПИЧНЫЕ (НЕПРИВЫЧНЫЕ) концентраторы химических элементов.

Типичные концентраторы накапливают определенный элемент при широком диапазоне его содержания в почве (от низких до высоких значений) и не пригодны в качестве индикаторов при биогеохимических методах поиска полезных ископаемых.

В отличие от них непривычные концентраторы обычно накапливают искомый элемент лишь в случае его избыточного содержания в почве или материнской породе.

Именно такие растения и представляют наибольшую ценность как индикаторы избыточного содержания химических элементов.

К привычным (типичным) концентраторам относятся злаки. Например, злаки содержат одинаковое количество бора как на почвах, богатых этим элементом, так и на почвах с низким его содержанием. Аналогична реакция злаков на молибден, никель и кобальт [7, 9].

Нетипичные концентраторы (индикаторы) содержания избыточных количеств химического элемента встречаются среди представителей различных семейств растений. Так, например, молибден и серу концентрируют бобовые растения. Бор и натрий концентрируется в свекле.

Цель работы – закрепить полученные знания о биогеохимических методах поиска полезных ископаемых.

Ход работы:

1. Сформулируйте развернутые ответы на следующие вопросы:
   - На чем основаны биогеохимические (бгх) поиски полезных ископаемых?
   - Назовите 4 группы бгх методов поиска?
   - Кто первым предложил бгх методы поиска?
   - Дайте определение термину «типичные концентраторы».
   - Дайте определение термину «нетипичные концентраторы».

- Назовите 5 растений-индикаторов нахождения избыточных количеств химического элемента в почве.

2. Указать, какие растения из предложенного списка могут использоваться в качестве индикаторов при поиске полезных ископаемых. Для каждого растения указать: элементы, перспективные к поиску с помощью растения, ареал произрастания растения, условия произрастания, основные морфологические признаки:

1) Астрагал золотистый
2) Альтернантера сидячая
3) Бурачок (без указания вида)
4) Береза повислая
5) Береза пушистая
6) Вишня тяньшаньская
7) Донник белый
8) Донник лекарственный
9) Кипрей узколистный
10) Лиственница Сукачева
11) Осина (без указания вида)
12) Полынь горькая
13) Полынь душистая
14) Полынь тяньшаньская
15) Сосна обыкновенная
16) Таволга вязолистная
17) Таволга зверобоелистная
18) Черемуха (без указания вида)

Литература:

1. Жарикова Е.А. Экология почв в вопросах и ответах: учебн. пособие. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2005. – 150 с.
2. Почвоведение Изд-во ДВГТУ, 2005. – 150 с. 1. / Под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова: В 2-х т. – Ч.1. – М.: Высш. школа, 1986. – 402 с.
3. Простейшая методика описания почв: Методическое пособие / сост.: А.С.Боголюбов, М.В.Кравченко. – М.: Экосистема, 1998. – 22с.
4. Практикум по почвоведению с основами бонитировки почв. Методическое пособие. / сост.: Г.И. Уваров, П.В. Голеусов. – Белгород: Изд-во БГУ, 2004. – 85 с.
5. Практикум по почвоведению / Под ред. И.С. Кауричева. 3-е изд. / сост.: М.: Колос, 1980. – 272 с.
6. Классификация и диагностика почв СССР. – М.: Колос, 1977. – 223 с.
7. Геохимия окружающей среды/Ю. Е. Сает, Б. А. Ревич, Е. П. Янин и др.— М.: Недра, 1990.—335 с.
8. Добровольский Г.В. и др. Почвы в биосфере и жизни человека. – М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2012. – 584 с.

9. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв. Учение об экологических функциях почв. Издательство: МГУ, 2012 г. 413 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров
13.10.2021 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.О.22 БИОРАЗНООБРАЗИЕ

Направление подготовки
05.03.06 Экология и природопользование

Профиль
Рациональное природопользование и экологический инжиниринг

год набора: 2022

Автор: Малкова Е.А., кбн, Михеева Е.В., кбн

Одобрено на заседании кафедры
Иностранных языков и деловой коммуникации
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Юсупова Л. Г.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 28.09.2021 г.
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией
горно-технологического факультета
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 2 от 08.10.2021 г.
(Дата)

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

Наименование	**Стр**
САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. ЦЕННОСТЬ ЖИЗНИ	3
САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ № 2. РАБОТА С ПЕРВОИСТОЧНИКОМ А. ШВЕЙЦЕРА	7
САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ № 3. ВИД, ЕГО КРИТЕРИИ И СТРУКТУРА	11
САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ № 3. ВИД, ЕГО КРИТЕРИИ И СТРУКТУРА	20
САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ №5. ФОРМЫ БИОТИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ	21
САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ № 6. ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ	25
САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ № 7. ОСНОВЫ ПОПУЛЯЦИННОЙ ГЕНЕТИКИ	29
САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ № 8. ВИДОВОЕ И ЭКОСИСТЕМНОЕ БИОРАЗНООБРАЗИЕ	36
САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ № 9. РАБОТА С ПЕРВОИСТОЧНИКОМ «КОНВЕНЦИЯ О БИОЛОГИЧЕСКОМ РАЗНООБРАЗИИ»	39
ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ, ТЕМЫ ЭССЕ, ПРИМЕРНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЧЕТА	43
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	45

САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ № 1
ЦЕННОСТЬ ЖИЗНИ

Дайте определение понятию «Жизнь»?

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Как Вы понимаете выражение: «Благоговение перед жизнью».

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Почему в современное время ценность жизни, живого становится актуальной?

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Подумайте и объясните, что общего у человека с животными? Какие качества характерны только для человека?

Животные	Человек

Сделайте вывод об общих и отличительных свойствах человека и животных:

……
……
……
……

Как Вы понимаете выражение:
«Человечество должно понять, что нужно уважительно относиться к любой жизни на планете Земля»?

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Чем больше знаний, тем разумнее действия? Так ли это?

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Почему ученые должен быть в двойне ответственными людьми?

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Что для Вас означает сущность принципа «не нанесения вреда»?

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Опишите, что Вы вкладываете в понятия добра и зла?

……
……
……
……
……
……
……
……

……
……

Подумайте и напишите, почему поэты, писатели стали часто акцентировать внимание людей на проблемах Земли, природы, общечеловеческих ценностях?

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Как Вы думаете, почему в современное время люди все чаще начинают говорить о нравственности, духовности, об экологическом обучении, воспитании?

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Дата выполнения: «__»_____20__г.

САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ № 2
РАБОТА С ПЕРВОИСТОЧНИКОМ А. ШВЕЙЦЕРА

Прочитайте первоисточник, труд А. Швейцера:

Швейцер А. Благоговение перед жизнью / пер. с нем. А. А. Гусейнова, М. Г. Селезнева. – М.: Прогресс, 1992.

Прочитайте текст А. Швейцера «Благоговение перед жизнью» и найдите ответы на вопросы:

1. **Что значит, стать поистине нравственным человеком**

……
……
……
……
……
……
……
……

2. **Что обозначают универсальные понятия добра и зла?**

……
……
……
……
……
……
……
……

3. **Сущность этики благоговения перед жизнью.**

……
……
……
……
……
……
……
……

4. **Как можно вести борьбу против зла?**

……
……
……
……
……

……
……

5. **Как оправдывает этика жесткую необходимость уничтожения растений и животных?**

……
……
……
……
……
……
……
……

6. **Что говорит этика благоговения перед жизнью об отношениях между человеком и творением природы?**

……
……
……
……
……
……
……
……

7. **В чем заключается безграничная великая ответственность во взаимоотношениях с людьми?**

……
……
……
……
……
……
……
……

Найдите в тексте А. Швейцера «Благоговение перед жизнью» его понимание добра и зла.

……
……
……
……
……
……
……
……
……

……
……

Выпишите из текста основные цитаты, доказывающие сущность швейцеровского универсального понятия добра:

……
……
……
……
……
……
……
……

Сущность универсального понятия зла с точки зрения А. Щвейцера:

……
……
……
……
……
……
……
……
……

Как Вы считаете, почему швейцеровские понятия добра и зла приняты как универсальные?

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Выясните отношение позиции церкви к пониманию добра и зла

……
……
……
……
……
……
……
……

……
……

Как Вы понимаете выражение: «Я жизнь, которая хочет жить среди жизни, которая также хочет жить»

……
……
……
……
……
……
……

Дата выполнения: «__»_____20__г.

САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ № 3
ВИД, ЕГО КРИТЕРИИ И СТРУКТУРА

До XVI учёные опирались на представление о виде, созданное ещё *Аристотелем,* который воспринимал виды, как совокупность всех сходных особей. Термин «вид» (лат. – взгляд, образ) указывает на способ выделения этих совокупностей. Такой подход без принципиальных изменений был использован многими учёными, выдающимися биологами.

Английский ботаник *Джон Рей (1628-1705)* впервые в биологии вводит термин «Вид». Шведский естествоиспытатель, ботаник, врач *Карл Линней (1707-1778)* – основоположник науки систематики. Он правильно полагал, что виды – универсальные дискретные и объективно существующие в природе образования. Считал, что виды постоянны, вечны и неизменны.

Он правильно установил, что в пределах вида многие существенные признаки меняются постепенно, так, что их можно выстроить в ряд. Между двумя разными видами можно обнаружить перерыв постепенности – хиатус.

Во времена К. Линнея эволюционная идея еще не была сформулирована, его система классификации видов в значительной мере основывалась не на родстве видов, а на их сходстве по наиболее четко различимым признакам. Поэтому он классифицировал виды по внешним формальным признакам. В качестве аналогии можно рассмотреть классификацию минералов по цвету, не обращая внимания на их химический состав; тогда совершенно далёкие минералы – белый мрамор и поваренная соль могут оказаться в одной группе, а чёрный мрамор окажется в совершенно в другой. Такая классификация искусственна, хотя и может быть удобной.

Спустя 100 лет французский ученый естествоиспытатель *Ж-Б. Ламарк* построил систему классификации, в которой он проводил иной принцип эволюционного родства видов. Однако он не смог, верно, оценить изменчивость видов и пришёл к представлению об искусственности вида, придуманной для удобства классификации.

Возникла дилемма: если виды неизменны, то они дискретны и поэтому реальны, напротив, если они меняются во времени, то нет дискретности, и в природе они как реальные образования не встречаются.

Ч. Дарвин, как и многие его последователи, столкнулся с этой трудной проблемой и не мог ее полностью разрешить. Он писал: «Термин «вид» я считаю совершенно произвольным, придуманным ради удобства, для обозначения группы особей, близко между собой схожих», отказываясь, по существу, от признания реальности Ч. Дарвин утверждал: «Все виды, как это мы видим, хорошо разграничены».

Современное представление о виде сложилось только к середине XX века в рамках *синтетической теории эволюции*, благодаря трудам многих выдающихся биологов: Н.И. Вавилова, Э. Майера, Ф.И. Добжанского, Н.В. Тимофеева-Ресовского, Дж. Хаксли.

Американский биолог германского происхождения *Эрнст Вальтер Майер (5.07.1904 -03.02.2005).* Его работа «Систематика и происхождение видов» 1942 г. оказала существенное влияние на развитие СТЭ, явившейся синтезом генетики и других наук. Он исследовал механизмы видообразования в области орнитологии. Его теоретические изыскания в вопросах систематики и видообразования базировались на изучении птиц. В 60-е годы XX века предложил *Биологическую концепцию вида.*

Основные идеи биологической концепции вида:

1. *Виды состоят не из особей, а из популяций.*

2. *Виды характеризуются не различием, а обособленностью*

3. *Главной особенностью вида является его репродуктивная изолированность от других видов (виды между собой не скрещиваются, следовательно, нет плодовитого потомства).*

Таким образом, его взгляды укрепили понятие о виде как многообразной политипической системе (такая система состоит из популяций). Современное учение об эволюции раскрывается через биологическую концепцию вида.

Из биологической концепции вида вытекают конкретные положения – критерии. Критерии, позволяют отличать один вид от другого или по которым особи объединяются в один вид.

В разных литературных источниках выделяют от 4 до 8 критериев.

Морфологический критерий вида – указывает на сходство внешнего и внутреннего строения особей данного вида.

Долгое время этот критерий был главным и единственным. С его помощью легко определяем, особи вида, которые не являются близкородственными. Например: кошка и собака; собака и лисица; лисица и писец (различит не каждый (только знающий)).

Вопрос об определения близких видов, внешне почти не различающихся, во многих случаях вырастает до сложной научной проблемы. Например: Род: Земляника включает в себя Вид: Земляника лесная Вид: Земляника зеленая Вид: Земляника полевая Вид: Земляника мускусная.

Очень важно для различения особей 2-х видов обнаружения ***хиастуса*** *т.е. разрыва в непрерывном изменении признака. Например: если количество зубчиков и ноготков варьирует у одной группы особей от 2-7, а у другой от 12-20 – это и есть разрыв в непрерывном варьировании.*

Морфологический критерий вида не абсолютен т. к.

а) существуют ***виды-двойники***, морфологически неразличимые.

* малярийный комар (анафелес) включает 6 (до 15) видов-двойников (их отличают по количеству хромосом).

* два вида «черных крыс». Они между собой не скрещиваются. Установлено, что под названием два вида двойника черная крыса скрываются крысы

с 38 хромосомами	с 42 хромосомами
обитают в Ю-В Азии, Северном Китае, Индии, Африке	(обитают в Европе, во многих странах Азии, Африки, Америки, Австралии)

*виды-двойники полевок – по внешнему виду ничем не отличаются, но разные по количеству хромосом.

Обыкновенная полевка (2n=46 хромосом)	Восточно-европейская полевка (2n=54 хромосомы)

б) Существует явление **мимикрия** (подражание, маскировка) – случаи чрезвычайного сходства между различными видами животных принадлежащих к разным родам, семействам, отрядам.

* мимикрия цвета (муха-журчалка подражает осе)

* мимикрия формы, звук (хищник-жертва)

*некоторые животные-жертвы изображают самих животных-хищников, чтобы избежать нападения.

в) появляются **особи-альбиносы**

г) индустриальный **меланизм** (березовая пяденица)

д) особи одного вида могут различаться по **половому диморфизму** – внешние различия разнополых особей одного вида (жук-олень, утка-кряква, особи светляков, пауков (у самок есть крылья, у самцов их нет).

е) фазовый диморфизм, когда в организме происходит изменения, способные привести к переменам во внешнем виде.

Например: одиночные и мигрирующие особи саранчи (пустынная саранча); этапы линьки (цвет животного меняется); палочник – малоподвижное существо вступает в фазу размножения, и становиться круглосуточно активным.

ж) ***возрастной диморфизм*** (личиночная стадия) – развитие отличается от взрослой особи (у насекомых не существует деления по возрастам, только по формам развития – личинка, куколка…) развитие майского жука, развитие бабочки; «молодые» личинки колорадского жука имеют красновато бурую окраску, а «старые» желто-розовую.

з) ***сезонный диморфизм*** связан с температурным режимом. Представители одного и того же вида, проживающих на разных территориях с немного отличающимся климатом могут быть не похожи

друг на друга. Более того, в некоторых условиях изменчивость встречается даже среди насекомых одного вида населяющих один и тот же ареал. Например:

- клопы-солдатики (желтоватый цвет весной, летом; ярко-красная осенью) – температура может влиять на части тела, в частности на длину крыльев;
- медоносная пчела, дрозофила, жук-скакун (в начале жизни-зеленые, а в конце серовато-бурый оттенок);
- у личинок вредителей увеличиваются количество линек (мучной хрущак, платяная моль); чем выше температура при развитии личиночной стадии, тем больше будут размеры имаго (*имаго* – взрослое насекомое или членистоногое. Конечная фаза индивидуального развития, несущая функцию размножения, а у большинства насекомых и расселения).

2. Географический критерий вида – свидетельствует, что каждый вид обладает своим ареалом (территория обитания).

Критерий не абсолютен так как

а) в одном ареале могут жить особи разных видов

б) особи одного вида могут занимать разные ареалы (островные популяции)

в) существуют виды-космополиты, проживающие повсеместно (таракан, домовая муха)

г) Ареалы видов быстро изменяются (ареал зайца-русака).

д) существуют биареальные виды (перелетные птицы)

3.Экологический критерий вида – показывает, что каждый вид может существовать только в определенных условиях, занимая свою экологическую нишу.

Экологическая ниша – положение вида в биоценозе и его подразделениях, включающие не только место вида в пространстве, но и его функциональную роль в сообществе и положение, но его функциональную роль в сообществе и положение относительно абиотических условий существования *(принцип Гаузе утверждает, что два вида не могут устойчиво существовать ели они занимают одну экологическую нишу).*

Экологический фактор позволяет различать виды по комплексу абиотический условий, в которых они сформировались, приспособивших к жизни. Например: смородина черная возникла в условиях почвенного увлажнения, следовательно, естественные заросли встречаются по берегам рек, на заливных лугах. Цветет ранней весной. Смородина золотистая сформировалась в засушливых районах остепенённых предгорий. Цветет в середине лета.

Экологический критерий не абсолютен так как:

а) в одной экологической нише могут существовать разные виды (виды-двойники с перекрывающимся ареалом)

б) в природе существует много близкородственных видов с совмещенным ареалом. Однако гены не могут перейти из одного вида в другой из-за наличия специальных барьеров (неполноценность или гибель гамет, зигот, эмбрионов и потомков).

в) разные виды могут быть приспособлены к одинаковым условиям.

г) особи одного вида могут жить в нескольких различающихся условиях. Одуванчик – растет в лесу, на лугах; речной окунь – глубоководный, прибрежный.

4. Генетический критерий вида – показывает, что виды различаются по количеству и самое главное по структуре хромосом.

Использование генетического критерия позволяет надежно различать виды, почти не отличающиеся по морфологическим признакам – виды-двойники. Анализ хромосомного набора позволил разделить единый вид полевки обыкновенной (Microtusarvalis) на пару видов-двойников.

Обыкновенная полевка Microtusarvalis (2n=46 хромосом)	Восточно-европейская полевка Microtussubarvalis (2n=54 хромосомы)

Виды-двойники отличаются по числу хромосом: два вида черных крыс имеют разное количество хромосом: у одного вида 38 хромосом, у другого-48; существует 6 видов-двойников у малярийных комаров.

Генетический критерий не абсолютен так как:

а) число и морфология хромосом могут меняться у особей одного вида в результате мутаций;

б) встречаются случаи, когда у разных видов имеются практически неразличимые по строению хромосом;

в) у разных видов количество хромосом может быть одинаковое (46 хромосом у тополя и 46 хромосом у человека);

г) особи одного вида могут иметь разное количество хромосом (у особей из видов долгоносиков набор хромосом может отличаться в 2-3 раза);

д) в природе имеются виды, которые успешно скрещиваются (некоторые виды синиц, канареек, зябликов; некоторые виды тополей).

5. Биохимический критерий вида – различает виды по биохимическим параметрам (состав и структура белков, ДНК и РНК различны).

За последние годы разработано несколько методов, значительно увеличивающих возможности четкого определения молекулярно-биологических критериев вида. К их числу относятся: сравнение последовательности ДНК; сравнение структур однотипных молекул белков (как физико-химический метод, так и иммунологический).

Не смотря на большие разрешающие возможности **биохимический критерий не абсолютен, так как** в результате изменчивости возможно изменение биохимических параметров в пределах вида.

6. Репродуктивный критерий вида – обуславливает репродуктивную (генетическую) изоляцию одного вида от других.

Все виды имеют механизмы, которые защищают их генофонд от притоков чужеродных генов:

- Различия в хромосомном наборе между особями разных видов
- Разные сроки размножения
- Разное ритуальное поведение при скрещивании
- По-разному устроены органы воспроизводства
- Мужские гаметы не могут поникнуть в женскую гамету
- Если оплодотворение произошло, то погибает зародыш или организм рождается не жизнеспособным (мертвым)
- Если гибрид жизнеспособен то он не плодовит

Репродуктивная изоляция является результатом эволюции данного вида и охраняет его от проникновения генетической информации извне.

Репродуктивная изоляция критерий не абсолютный так как отсутствие гибридизации между особями двух популяций, имеющих один ареал, – указание на их различную видовую принадлежность. Но и в тех случаях, когда возникает зоны гибридизации, разрушения генетических систем обоих видов, как правило, не происходит благодаря их высокой устойчивости.

Таким образом, **репродуктивная изоляция хотя и очень важный критерий,** но не абсолютный (лошак, мул, хонорик (хорек+норка)).

Таким образом, каждый критерий в отдельности недостаточен для определения вида, только в совокупности они позволяют точно выяснить видовую принадлежность живого организма.

Цель: Познакомить обучающихся с биологическими понятиями «Особь», «популяция», «вид», критерии вида и его структура.

Оборудование: презентация автора: «Вид, его критерии и структура», заготовки таблиц для проведения практического занятия, чистые листы бумаги для письменной проверочной работы.

Ход занятия

1. Объясните понятия как «особь», «популяция», «вид» и выясните их характерные особенности.

Особь……
……
……
……
……

Приведите примеры:
……
……
……
……

Вид……
……
……
……
……

Приведите примеры:
……
……
……
……

Популяция……
……
……
……

Приведите примеры:
……
……
……
……
……

В чем сущность эволюционной теории Ч. Дарвина? Докажите примерами.
……
……
……
……
……
……

Назовите результат механизма естественного отбора.

……
……
……
……
……
……

Раскройте сущность синтетической эволюционной теории.

……
……
……
……
……
……

В чём отличие современного учения об эволюции от эволюционной теории Ч. Дарвина? Заполните таблицу и сформулируйте вывод.

Ж.-Б. Ламарк	**Ч. Дарвин**	**Синтетическая эволюционная теория**

Вывод:……
……
……
……

Ситуации №1. *Две породы кроликов имеют одинаковое число хромосом (44), но не скрещиваются, отличаются по внешнему виду и времени полового созревания.*

а) К одному или разным видам следует отнести эти породы кроликов?

……
……
……
……

б) Какими критериями, указанными в тексте, следует руководствоваться?

……
……
……
……
……
……
……

Ситуации №2*. Два культурных растения ячмень и рожь имеют одинаковый набор хромосом (14), но не скрещиваются, отличаются по внешнему виду и химическому составу. Определите:*

а) К одному или разным видам следует отнести ячмень и рожь.

……
……
……
……
……
……
……
……

б) Какими критериями, указанными в тексте, следует руководствоваться?

……
……
……
……
……
……
……

САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ № 4.
МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ ВИДА

Цель: составить морфологическую характеристику двух растений одного рода, сравнить их и сделать вывод о причинах сходства и различий.

Оборудование: живые растения, гербарные материалы (рисунки), распечатка описания видов: земляника лесная и земляника зеленая.

Ход работы

1. Заполните таблицу, изучив два вида растения**:** Земляника лесная (Fragaria vesca L.) и Земляника зеленая (Fragaria viridis).

Параметры	Растение № 1 Земляника лесная (Fragaria vesca L.)	Растение № 2 Земляника зеленая (Fragaria viridis)
ТИП КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ:		
ЛИСТЬЯ:		
простые – сложные		
тип жилкования		
прикрепление на стебле		
листорасположение		
СТЕБЕЛЬ:		
травянистый или одревесневший		
прямостоячий, стелющийся, цепляющийся, вьющийся		
ЦВЕТОК		
СОЦВЕТИЕ		
ПЛОД		

Вывод: (о чем свидетельствуют черты сходства и различия).

……..……..……

……..……

……..……

……..…….

САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ №5
ФОРМЫ БИОТИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ

Трофические уровни и цепи. Энергия – общая количественная мера движения и взаимодействия всех видов материи, благодаря чему все явления природы связаны воедино. Изменение энергии в системе происходит при совершении работы.

Первый закон термодинамики – закон сохранения энергии – гласит, что энергия в природе не возникает из ничего и не исчезает, она только переходит из одной формы в другую, но не исчезает и не создается заново.

Количество энергии при этом остается постоянным. Этому закону подчиняются все известные процессы в природе.

Второй закон термодинамики формулируется так: поскольку некоторая часть энергии всегда рассеивается в виде недоступной для использования тепловой энергии, эффективность самопроизвольного превращения кинетической энергии (например, энергии солнечного излучения) в потенциальную (энергию химических связей синтезируемых органических веществ) всегда меньше 100%.

В биосфере происходит использование аккумулированной солнечной энергии: высвобождение ее при разложении органических соединений и преобразование в тепловую энергию и энергию химических процессов.

Другая ветвь энергетического потока (не использованной при фотосинтезе): преобразование в тепловую энергию. В более высоко организованных органических соединениях аккумулируется существенная часть поступающей в биосферу энергии Солнца. Далее эта энергия передается по трофическим цепям. А после разложения органических тканей она высвобождается. Частью – в тепловой форме. Частью – преобразуется в энергию химических процессов.

Организмы в природе связаны общностью энергии и питательных веществ. Всю экосистему можно уподобить единому механизму, потребляющему энергию и питательные вещества для совершения работы. Питательные вещества первоначально происходят из абиотического компонента системы, в который, в конце концов, и возвращаются либо в качестве отходов жизнедеятельности, либо после гибели и разрушения организмов.

Внутри экосистемы содержащие энергию органические вещества создаются автотрофными организмами и служат пищей (источником вещества и энергии) для гетеротрофов. Типичный пример: животное поедает растения. Это животное в свою очередь может быть съедено другим животным, и таким путем может происходить перенос энергии через ряд организмов – каждый последующий питается предыдущим, поставляющим, поставляющим ему сырье и энергию. Такая

последовательность называется пищевой цепью, а каждое ее звено – трофическим уровнем.

- Пищевая цепь - это путь движения вещества (источник энергии и строительный материал) в экосистеме от одного организма к другому.
- Трофический уровень – это совокупность организмов, занимающих определенное положение в общей цепи питания. К одному трофическому уровню принадлежат организмы, получающие свою энергию от Солнца через одинаковое число ступеней.

Существует 2 основных типа трофических цепей – пастбищные и детритные. *В пастбищной трофической цепи* (цепь выедания) основу составляют автотрофные организмы, затем идут потребляющие их растительноядные животные (например, зоопланктон, питающийся фитопланктоном), потом хищники (консументы) 1-го порядка (например, рыбы, потребляющие зоопланктон), хищники 2-го порядка (например, щука, питающаяся другими рыбами). Особенно длинны трофические цепи в океане, где многие виды (например, тунцы) занимают место консументов 4-го порядка.

В *детритных трофических цепях* (цепи разложения), наиболее распространенных в лесах, большая часть продукции растений не потребляется непосредственно растительноядными животными, а отмирает, подвергаясь затем разложению сапротрофными организмами и минерализации. Таким образом, детритные трофические цепи начинаются от детрита, идут к микроорганизмам, которые им питаются, а затем к детритофагам и к их потребителям - хищникам. В водных экосистемах (особенно в эвтрофных водоемах и на больших глубинах океана) часть продукции растений и животных также поступает в детритные трофические цепи.

В экосистемах обмен веществом и энергией обеспечивается взаимодействием трех групп организмов.

Первая группа – продуценты, или производители (от лат. Produsent – производить). К ним относятся автотрофные организмы, производящие пищу в процессе фото- или хемосинтеза, т. е. первичные органические вещества.

Вторая группа представлена консументами, т. е. потребителями (от лат. Consume – потреблять), – гетеротрофными организмами, главным образом животными, поедающими другие организмы. Различают первичных консументов (животных, питающихся зелеными растениями, травоядных) и вторичных консументов (хищников, плотоядных, которые поедают растительноядных). Вторичный консумент может служить источником пищи для другого хищника – консумента третьего порядка

Третья группа – редуценты, или деструкторы (reducens - возвращать). Это гетеротрофные организмы, разлагающие органические остатки всех трофических уровней (остатки пищи, мертвые организмы).

К ним относятся грибы, бактерии, беспозвоночные (например, черви). Минеральные вещества и диоксид углерода, образующиеся при деятельности редуцентов, опять поступают в воду, воздух и почву, а затем в распоряжение продуцентов.

Таким образом, при передаче вещества и энергии от продуцентов – к консументам и далее на каждом из звеньев трофической цепочки большая часть вещества и энергии теряется. Поэтому при переходе на очередной уровень всегда скачкообразно уменьшается видовое разнообразие организмов, их биомасса и продуктивность. Под биомассой понимается общая масса организмов какой-либо из групп в рамках сообщества или всех организмов сообщества в целом. Под продуктивностью понимается прирост биомассы за единицу времени. Уменьшение этих характеристик при переходе на очередной трофический уровень можно выразить графически, изобразив соотношения звеньев в трофических цепях в форме трофической пирамиды.

Функциональная система, включающая в себя сообщество живых существ и их среду обитания, называется экологической системой (или экосистемой). В такой системе связи между ее компонентами возникают прежде всего на пищевой основе. Пищевая цепь указывает путь движения органических веществ, а также содержащихся в ней энергии и неорганических питательных веществ.

В экологических системах в процессе эволюции сложились цепи взаимосвязанных видов, последовательно извлекающих материалы и энергию из исходного пищевого вещества. Такая последовательность называется *пищевой цепью*, а каждое ее звено – *трофическим уровнем*. Первый трофический уровень занимают организмы автотрофы, или так называемые первичные продуценты. Организмы второго трофического уровня называются первичными консументами, третьего – вторичными консументами и т. д. Последний уровень обычно занимают редуценты или детритофаги. Пищевые связи в экосистеме не являются прямолинейными, так как компоненты экосистемы находятся между собой в сложных взаимодействиях.

1. Перечислите и опишите типы внутривидовых взаимодействий, приведите примеры для каждого из типов.

……
……
……
……
……
……

2. Перечислите и опишите типы межвидовых взаимодействий, приведите примеры.

……
……
……
……
……
……
……
……

3. Ответить на вопросы:

Как проблему биоразнообразия следует рассматривать с точки зрения паразитолога?

……
……
……
……
……
……
……
……

Необходимо ли оценивать и сохранять биоразнообразие паразитов?

……
……
……
……
……
……

Какую роль выполняют паразиты в экосистемах?

……
……
……
……
……
……

САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ № 6
ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ

Биоразнообразие означает разнообразие живых организмов во всех его проявлениях: от генов до биосферы. Существует три основных типа биоразнообразия:

- генетическое разнообразие, отражающее внутривидовое разнообразие и обусловленное изменчивостью особей
- видовое разнообразие, отражающее разнообразие живых организмов (растений, грибов и микроорганизмов).
- экосистемное разнообразие (разнообразие местообитаний) охватывает различия между типами экосистем, разнообразием сред обитания и экологических процессов.

Генетическое разнообразие определяется варьированием последовательностей четырех комплементарных нуклеотидов в нуклеиновых кислотах, составляющих генетический код. Если судить об утере генофонда с точки зрения генной инженерии, то вымирание одного дикого вида означает безвозвратную потерю от тысячи до сотен тысяч генов с неизвестными потенциальными свойствами. Основной резервуар генетических ресурсов – природные экосистемы. Уменьшение генотипического разнообразия, происходящее под воздействием человека, ставит на грань риска возможность будущих адаптаций в экосистемах.

Добавьте еще теории до одной страницы.

Выполнение заданий направлено на закрепление базовых знаний, необходимых для понимания и усвоения основных закономерностей, определяющих генетическое разнообразие видов животных

Цель:

Ход работы

1. Изобразите схематично строение нуклеотида и подпишите основные его части.

……
……
……
……
……
……

2. Изобразите схематично строение нуклеотида ДНК и нуклеотида и-РНК, т-РНК и подпишите основные части.

Строение нуклеиновых кислот		
ДНК	**и-РНК**	**т-РНК**
Функции нуклеиновых кислот		

Вывод:

……
……
……
……

3. Схематично изобразите структуру молекулы ДНК и-РНК. Укажите водородные и ковалентные связи.

4. Опишите правило комплементарности.

……..……..……
……..……..……
……..……..……
……..……..…….
……..……..……
……..……..……

5. Придумайте нуклеотидную последовательность ДНК и постройте по принципу комплементарности и-РНК.

6. Схематично изобразить строение гена

7. Сформулируйте ответы на вопросы:
   Какая информация закодирована в конкретном гене?

   Что такое кроссинговер?

   Как возникают новые генетические вариации у особи?

   Почему появилось половое размножение?

САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ № 7

ОСНОВЫ ПОПУЛЯЦИННОЙ ГЕНЕТИКИ

Популяция является наименьшей формой существования вида, способной благодаря воспроизводству длительное время сохранять видовые признаки. Одновременно популяция является наименьшей структурой, способной к эволюционному развитию и преобразованию в новый биологический вид. К важнейшим критериям популяции относят следующие признаки:

• панмиксия – свободное скрещивание особей внутри популяции

• изоляция – обособленность особей популяции от других подобных совокупностей особей.

Популяция – это совокупность особей данного вида, в течение длительного времени (большого числа поколений) населяющих определенный ареал и имеющих возможность скрещиваться друг с другом, которая отделена от таких же соседних совокупностей одной из форм изоляции (пространственной, сезонной, физиологической или генетической).

Популяционная генетика – наука, изучающая генетические явления, происходящие в популяциях. Совокупность генов всех особей данной популяции называется генофондом популяции.

Популяционная генетика пытается ответить на следующие вопросы, связанные с особенностями генофонда:

• сколь велико генетическое разнообразие в каждой популяции,

• каковы генетические различия между географически разделенными популяциями одного вида и между различными видами,

• как генофонд изменяется под действием окружающей среды,

• как генофонд преобразуется в ходе эволюции,

• как распространяются наследственные заболевания,

• насколько эффективно используется генофонд культурных растений и домашних животных.

Изучение этих вопросов позволяет решать проблемы экологии, демографии, эволюции и селекции.

Цель:

Ход работы

1. Напишите формулы, описывающие закон Харди-Вайнберга для 2-х, 3-х и 4-х аллелей. Подписать каждый символ в уравнении.

Формула закона Харди-Вайнберга для 2-х аллелей

Формула закона Харди-Вайнберга для 3-х аллелей

Формула закона Харди-Вайнберга для 4-х аллелей

2. Кратко запишите научный вклад С.С. Четверикова, С. Райта, Р. Фишера, Дж. Холдейна в развитие популяционной генетики.

С.С. Четвериков

……
……
……
……
……
……

С. Райт

……
……
……
……
……
……

Р. Фишер

……
……
……
……
……
……
……
……

Дж. Холдейн

……
……
……
……
……
……
……
……

Дрейф генов или генетико-автоматические процессы – это явление ненаправленного изменения частот аллельных вариантов генов в популяции, обусловленное случайными статистическими причинами.

Мы можем рассматривать дрейф генов как один из факторов эволюции популяций. Благодаря дрейфу частоты аллелей могут случайно меняться в локальных популяциях, пока они не достигнут точки равновесия – утери одного аллеля и фиксации другого. Наиболее частым последствием дрейфа генов является обеднение генетического разнообразия внутри популяций за счет фиксации одних аллелей и утраты других. Одними из самых ярких примеров проявления дрейфа генов в популяциях являются эффект основателя и явление «бутылочного горлышка». Опишите на конкретных примерах эти явления.

……..……..……
……..……..……
……..……..……
……..……..……
……..……..……
……..……..……
……..……..……
……..……..……

Сформулируйте ответы на вопросы:

1. Чем отличаются понятия макроэволюция и микроэволюция.

……..……..……
……..……..……
……..……..……
……..……..……
……..……..……
……..……..……
……..……..……
……..……..……

2. Дайте определение понятию генетический гомеостаз. Опишите научный вклад таких ученых как Ю. П. Алтухов, Ю. Г. Рычков, М. Лернер в формирование этого понятия.

Генетический гомеостаз……..
……...……
……...……
……...……
……...……

……
……
……
……

Ю. П. Алтухов

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Ю.Г. Рычков

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

М. Лернер

……
……
……
……
……
……
……
……

……..
……..
……..

3. Для описания закономерностей изменения частот генов в популяционной генетике создано несколько математических моделей. Изобразите схематично суть 2-х моделей популяции:

1) Островная модель

……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..

2) Изоляция расстоянием

……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..

4.Примените полученные знания на практике, решив следующие задачи:

Задача на идентификацию идеальной популяции.

Задача 1. В одной популяции имеется три генотипа по аутосомному гену в соотношении 9 АА : 6 Аа : 1 аа. Находится ли данная популяция в состоянии генетического равновесия?

……..…….
……..
……..…….
……..

Пример задачи на прогнозирование генетической структуры искусственных популяций

Задача 2. В исходной искусственной популяции имеются следующие частоты генотипов: АА – 0,2, Аа – 0,6, аа – 0,2. Какими будут частоты этих генотипов через а) одно поколение, б) два поколения при условии панмиксии?

……..…….
……..
……..…….
……..

Пример задачи на прогнозирование изменения генетической структуры популяции при миграционных процессах или гибели особей с определенным генотипом.

Задача 3. В исходной равновесной популяции частота особей с рецессивным признаком равна 0,04. В течение одного поколения все особи с рецессивным признаком эмигрировали. Как изменится генетическая структура оставшейся популяции через одно поколение?

……..…….
……..
……..…….
……..
……..…….
……..

САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ № 8
ВИДОВОЕ И ЭКОСИСТЕМНОЕ БИОРАЗНООБРАЗИЕ

1. Составить список видов (русское и латинское название вида) одного из сообществ живых организмов (по-выбору), распределив представителей по экологическим группам (продуценты, консументы, редуценты).

2. Описать суть основных методов, используемых в современной геносистематике:

- цитологический

……..…….
……..
……..…….
……..

-молекулярно-биологический

……..…….
……..
……..…….
……..

-биохимический

……..…….
……..
……..…….
……..

-физико-химический

……..…….
……..
……..…….
……

3. Дать определение понятиям:

- структурное разнообразие

……..…….
……..
……..…….
……
……..……..……..……
……..……..……..…

- ареал (в том числе: репродуктивный, трофический, искусственный, восстановленный ареал)

……..…….
……..
……..…….
……..

- экологический фактор

……..…….
……..
……..…….
……..

-экологическая ниша (фундаментальная, реализованная)

……..…….
……..
……..…….
……..

4. Дать определение понятию БИОМ.

……..…….
……..
……..…….
……..

5. Заполнить таблицу

Биом	Географическое местоположение на карте Мира	Особенности климата (температура, влажность)	Жизненные формы доминирующих видов климаксовой растительности (указать жизненную форму и примеры организмов)	Основные жизненные формы животных
Тайга				
Тундра				
Сезонный тропический лес				
Саванна				
Лиственный лес				
Степи				
Пустыни				
Чапараль				
Вечнозеленый дождевой лес				

Вывод:

……..…….
……..
……..…….
……..

САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ № 9
РАБОТА С ПЕРВОИСТОЧНИКОМ
«КОНВЕНЦИЯ О БИОЛОГИЧЕСКОМ РАЗНООБРАЗИИ»

При изучении первоисточника документа «Конвенция о биологическом разнообразии» выявите швейцеровских принципов и ответьте на вопросы:

1. Перечислите три основных цели, которые преследует Конвенция о биологическом разнообразии (КБР)

……
……
……
……
……
……
……
……

2. Где расположен секретариат КБР?

……
……
……
……
……
……
……
……
……

3. Что такое Картахенский протокол?

……
……
……
……
……
……
……

4. С какой целью принят картахенский протокол?

……
……
……
……
……

……
……
……

5. В чем разница между подписанием и ратификацией Протокола?

……
……
……
……
……

6. Что такое Нагойский протокол?

……
……
……
……
……

7. Ратифицирован ли Нагойский протокол в РФ?

……
……
……
……
……

8. Что подразумевают под собой обязательства по обеспечению совместного использования выгод согласно Нагойскому протоколу?

……
……
……
……
……
……

9. Сколько тематических программ было учреждено Конференцией сторон в рамках конвенции о биологическом разнообразии. Что лежит в основе принятия данных тематических программ?

……
……
……
……
……
……

10. Опишите суть тематической программы: Биоразнообразие лесов

……
……
……
……
……

……
……

11. Опишите суть тематической программы: Биоразнообразие островов.……
……
……
……
……

12. Опишите суть тематической программы: Биоразнообразие горных районов
……
……
……
……
……
……

13. Какие стратегические цели по сохранению и устойчивому использованию биоразнообразия были приняты на десятом совещании Конференции Сторон, проводившееся с 18 по 29 октября 2010 года в Нагое (префектура Айти, Япония)
……
……
……
……
……
……
……

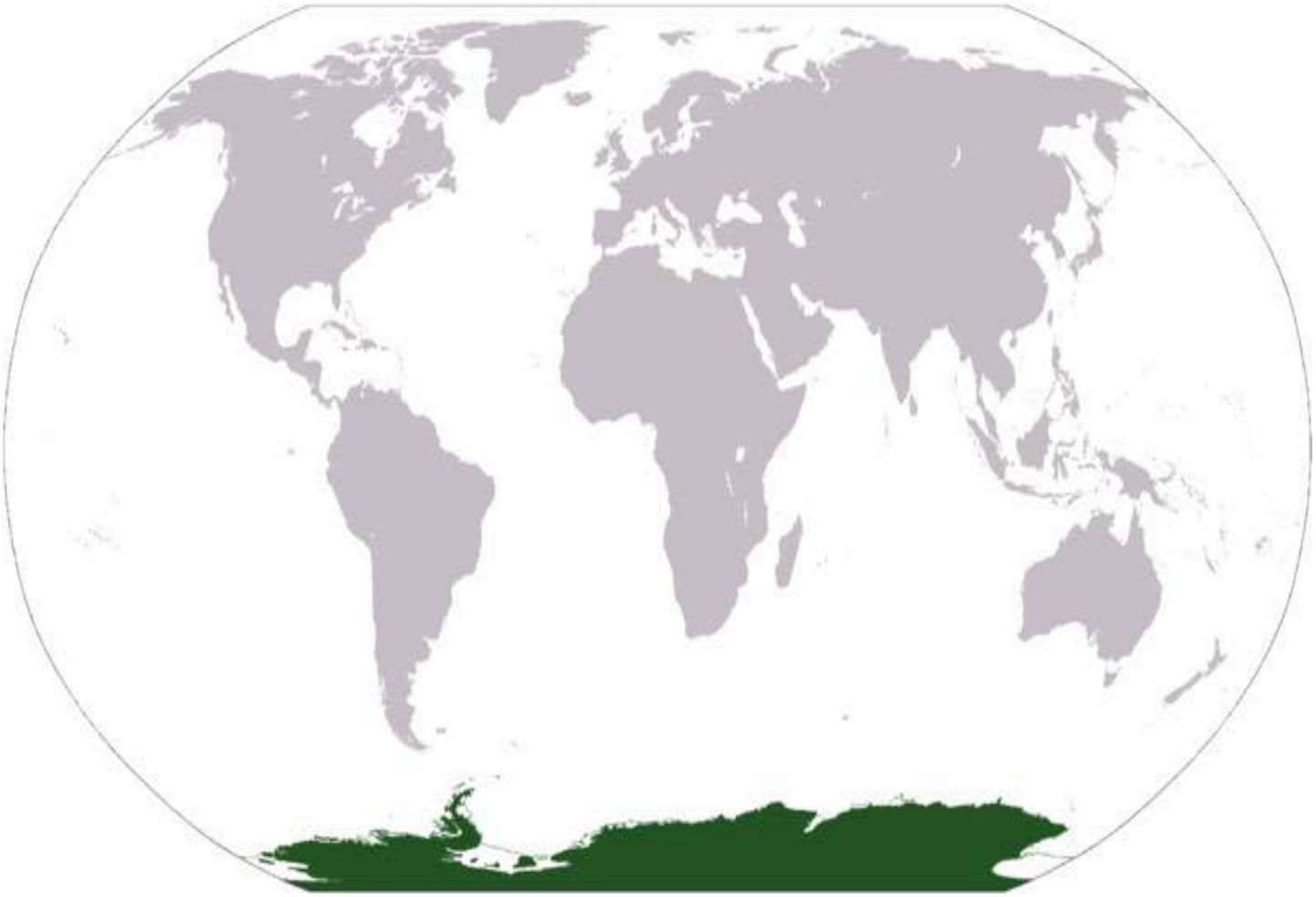
14. Перечислите цели и приведите примеры целевых задач по одной из стратегических целей.

……
……
……
……
……
……

15.Что такое Экологизация СКБР

……
……
……
……
……

САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ № 10
ООПТ МИРА



Как Вы думаете, зачем нужно создавать ООПТ?

……
……
……
……
……
……
……

Дата выполнения: «__»_____20__г.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ, ТЕМЫ ЭССЕ, ПРИМЕРНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЧЕТА

Темы эссе

1. Антропоцентризм или биоцентризм?
2. Проблемы биоэтики.
3. Истоки экологических проблем в современном обществе.
4. Техногенез и его влияние на природную среду.
5. НТП: за или против.
6. Клонирование: за или против?
7. Генномодифицированные продукты: за или против?
8. Проблемы, связанные с трансгенными растениями и животными.
9. Истоки негативного и позитивного отношения к животным.
10. Этические проблемы трансплантации органов и тканей человека.
11. Когда начинается жизнь?
12. Свободная тема.

Вопросы для повторения

1. Когда на Земле появился человек?
2. Каковы сходства и отличия человека от животных?
3. Чем различаются «Человек умелый», «Человек прямоходящий», «Человек разумный»?
4. Почему используют понятия «Человек умелый», «Человек разумный»?
5. Благодаря чему первобытный человек смог сосуществовать с окружающей средой?
6. Какие изменения в природе вызвало появление человека?
7. Как первобытные верования человека связаны с его отношением к природе?
8. Каковы этапы взаимоотношений человека и природы?
9. Что такое непосредственное единство человека с природой?
10. Какой результат постиндустриальной эпохи?
11. В чем заключается биологическая природа человека?
12. Где и при каких условиях возникали предпосылки для социального общения первобытных людей?

Примерные вопросы для зачета
по дисциплине «Биоразнообразие»

1. Русские философы о роли природы в развитии общества.
2. Основные этапы взаимоотношений человека и природы.
3. Основные тенденции воздействия современного человека на природу.
4. Современная экологическая ситуация.
5. Научно-техническая революция и экологический кризис.
6. Экологические катастрофы и их причины.
7. Экологическое право и права животных. Человек как единство природного и социального бытия.
8. Сущность и проблемы экологической этики.
9. Принципы экологического гуманизма.
10. Отношение к природе в русской культуре.
11. Экологическое настоящее и будущее России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бродский А.К. Общая экология: Учебник для студ. высш. учеб. заведений/ А.К. Бродский. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2010.

Василенко Л. И. Глобальные проблемы и общечеловеческие ценности. – М.: Прогресс, 1990.

Геоэкология: Учеб. Пособие / В.В. Братков, Н.И. Овдиенко. – М.: Высш.шк., 2006.

*Грин Н., Стаут У., Тейлор Д.*Биология: В 3-х т.Т3.:Пер.с англ. / Под ред. Р. Сопера. – М.: Мир, 1990. – 368с.

Гроховский В. И., Шарапова Л. В., Петрова В. С. Опыт подготовки студентами постеров (стендовых докладов) как альтернатива написанию рефератов // Новые образовательные технологии в вузе: сборник докладов пятой междунар. научно-метод. конф., 4-6 февраля 2008 г. В 2 ч. Ч. 2. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. – С. 105–108.

Еремченко О.З. Учение о биосфере: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений/ О.З. Еремченко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2006.

Николайкин Н. И. Экология: учебник для учреждений высш. проф. образования / Н. И. Николайкин, Н. Е. Николайкина, О. П. Мелихова. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд. «Академия», 2012. – 576 с.

Общая биология: Учеб. для 10-11 кл. с углубл. Изучением биологии в шк. / Л.В. Всоцкая, С.М. Глаголев, Г.М. Дымшиц и др.; Под ред. В.К. Шумного и др. – 3-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 2001. – 462.

Прохоров Б. Б. Социальная экология: учебник для студентов учреждений высшего профес. образования, обучающихся по направлению подготовки «Экология и природопользование» / Б. Б. Прохоров. – 6-е изд., перераб и доп. – М.: Академия, 2012. – 432 с.

Реймерс Н. Ф. Экология: Теории, законы, правила и гипотезы. – М.: Россия Молодая, 1994.

Швейцер А. Культура и этика: пер. с нем. Н. А. Захарченко и Г. В. Комианского / общ. ред. и предисл. В. А. Карпушина. – М.: Прогресс, 1973.

Интернет-ресурсы

http://nec-com.ru/index.htm – сайт крупной многопрофильной российской экологической корпорации «Национальная экологическая компания».

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров
13.10.2021 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.О.28 ГЕОХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Направление подготовки
05.03.06 Экология и природопользование

Профиль
Рациональное природопользование и экологический инжиниринг

год набора: 2022

Автор: Михеева Е.В., кбн, Малкова Е.А., кбн,

Одобрено на заседании кафедры

Иностранных языков и деловой коммуникации
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Юсупова Л. Г.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 28.09.2021 г.
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

горно-технологического факультета
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 08.10.2021 г.
(Дата)

Екатеринбург

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВПО
«Уральский государственный
горный университет»

Е. В. Михеева, Е. А. Малкова

Природные биогеохимические провинции

Учебно-методическое пособие
для студентов направления бакалавриата
022000 – «Экология и природопользование»
очного и заочного обучения

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5

Глава 1. Химическая гетерогенность биосферы и биогеохимическое районирование 6

1.1. Биогеохимические провинции: типология и классификация..... 8

1.2. Адаптации к действию геохимического фактора 11

1.3. Морфофизиологические особенности животных при действии различных факторов реды……..……12

1.4. Роль эндокринной системы в формировании адаптивных реакций...16

1.5. Адаптивные особенности репродуктивной системы……..24

Глава 2. Природные биогеохимические провинции в районах распространения ультраосновных горных пород Среднего Урала.... 27

2.1. Содержание металлов в почве, тканях растений и животных…….27 на территориях природных биогеохимических провинций..…….... 27

2.2. Адаптивные реакции животных в условиях природных биогеохимических провинций……34

2.2.1. Демографические характеристики популяций мелких млекопитающих (на примере рыжей полевки)……...34

2.2.2. Морфофизиологические показатели рыжей полевки……35

2.2.3. Морфофункциональные особенности коры надпочечника рыжей полевки……...39

2.2.4. Морфофункциональные особенности репродуктивной системы рыжей полевки……...51

Глава 3. Смертность и заболеваемость человека в условиях природной биогеохимической провинции……61

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 65

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 66

ВВЕДЕНИЕ

ЭКОЛОГИЯ ПОЧВ – это наука, изучающая взаимодействия между живыми и косными компонентами почвы, а также отношения между почвой и окружающей ее средой, включая абиотические факторы и живые организмы.

Определенное место в экологии почв занимает учение о биогеохимических провинциях, основы которого были заложены трудами отечественных ученых В. И. Вернадского и А. П. Виноградова. Формирование представлений о типологии биогеохимических провинций, их генезисе, географии, биологических эффектах продолжается и в настоящее время.

Уникальным полигоном для изучения биогеохимических аномалий и провинций является Урал благодаря своему геологическому своеобразию и индустриальному развитию. В данном издании изложены теоретические представления о биогеохимических провинциях в целом и представлены результаты практического изучения естественных биогеохимических провинций Урала, не вызывающих эндемических заболеваний.

Авторы выражают сердечную благодарность научным руководителям тех направлений исследований, результаты которых легли в основу учебно-методического пособия: доктору биологических наук, профессору Олегу Антоновичу Жигальскому, кандидату биологических наук Вере Павловне Маминой, доктору геолого-минералогических наук, директору ООО «Мавин» Владимиру Евгеньевичу Максимову, за всестороннюю помощь и поддержку. Авторы искренне признательны главе администрации п. Уралец Пригородного района Свердловской области Владимиру Ивановичу Лебедеву за содействие в организации полевых работ и сотрудникам Института экологии растений и животных УрО РАН за обсуждение результатов исследований и ценные консультации.

Глава 1. Химическая гетерогенность биосферы и биогеохимическое районирование

Тесная взаимосвязь геохимических условий среды и физиологического состояния живых организмов общеизвестна [14, 17, 45, 31, 80, 105, 107].

Значение геохимической среды для развития растений и животных определяется использованием химических элементов в процессах обмена веществ, вхождением их в состав биологически активных соединений [2, 15, 44, 56, 78], а также неспецифическим влиянием на метаболизм и регуляторные системы организма [31, 74, 75].

Избыток или недостаток химических элементов нарушает сбалансированность метаболических процессов в организме, что вызывает определенные изменения в эндокринной, иммунной, репродуктивной системах и может привести к различного рода заболеваниям, сокращению продолжительности жизни [1, 56]. При недостаточном или избыточном содержании в среде химических элементов, включение которых в обменные процессы связано со специфическим действием, возникают эндемические заболевания.

Первичные эндемии связаны непосредственно со специфическим действием геохимических факторов, вторичные представляют собой осложненные геохимической обстановкой неэндемические болезни [31].

В природных условиях геохимической среды существуют также добавочные геохимические факторы, которые влияют на обмен основного элемента, связанного с эндемией. Добавочные геохимические факторы определяют локальный характер нарушений метаболизма и эндемий.

В настоящее время распространение эндемических заболеваний расширилось в связи с техногенным воздействием человека на биосферу [31, 100].

В качестве нормативных величин при эколого-геохимических исследованиях чаще всего применяются фоновые содержания химических элементов. Под фоновым содержанием химического элемента понимается средняя его концентрация в природных телах (почвах, донных отложениях) однородного в ландшафто-геохимическом отношении участка, прямо не затронутого техногенезом [17, 68, 69]. Сведения о фоновом, природном, содержании микроэлементов в породах и почвах необходимы для предупреждения вредного воздействия геохимических условий на биоту, а также для оценки реального техногенного воздействия на окружающую среду [24].

Концентрации элементов, отличающиеся от фоновых, считаются аномальными. Геохимические аномалии могут быть отрицательными (концентрации элементов ниже фона) и положительными (концентрации элементов выше фона) [24, 69].

Биогеохимическое районирование, позволяющее выявить части биосферы различного размера с аномальным или фоновым (нормальным) содержанием химических элементов, связывает биологические реакции организмов коррелятивными и причинными связями с химическим составом окружающей среды. В составе биосферы выделяют биогеохимические регионы, субрегионы и биогеохимические провинции [31, 60, 69].

Биогеохимические регионы биосферы – таксоны первого порядка в системе биогеохимического районирования, имеющие по протяженности признаки почвенно-климатических зон или их сочетаний с учетом специфики трофической цепи и преобладающих биологических реакций на естественный химический состав среды или его техногенные изменения. Регионы биосферы характеризуются биогеохимической мозаичностью.

Биогеохимические субрегионы биосферы выделяются, как правило, по принципу географической непрерывности. Субрегионы могут сохранять типичные признаки региона, либо иметь характеристики, не соответствующие типичным признакам региона (азональные субрегионы). Азональные

субрегионы зачастую возникают над залежами полезных ископаемых или в районах интенсивного техногенного загрязнения.

Биогеохимические провинции – таксоны третьего порядка, являются частями субрегионов биосферы и характеризуются определенным качественным и количественным составом биогеохимических трофических цепей, а также типичными реакциями организмов, в некоторых случаях в виде эндемических заболеваний [14, 31, 69, 123].

1.1. Биогеохимические провинции: типология и классификация

Термин «биогеохимические провинции» был предложен А.П. Виноградовым. Биогеохимическими провинциями являются «области на Земле, тесно связанные с геохимическими провинциями, и отличающиеся более или менее одинаковой концентрацией в среде (почвах, воде, воздухе), отличной от соседних областей, одного или нескольких химических элементов (нормальной, избыточной или недостаточной), с чем связана характерная биологическая реакция флоры и фауны данной области» [16, 17].

По источнику поступления основных химических элементов, образующих провинцию, выделяют природные, техногенные и природно-техногенные биогеохимические провинции.

Возникновение **природных (естественных)** биогеохимических провинций определяется геохимическими условиями почвообразующих пород [14, 18, 48, 69].

Техногенные биогеохимические провинции образуются в регионах со значительной антропогенной нагрузкой [30, 100, 106, 122]. Человечество в процессе своей производственной деятельности выступает как мощный геохимический фактор, изменяющий и перераспределяющий огромные массы химических элементов. Производственная деятельность человека оказывает существенное влияние как на глобальные биогеохимические циклы, так и на биогеохимические процессы небольших территорий [27].

Природные и техногенные биогеохимические провинции отличаются друг от друга рядом особенностей: продолжительность существования природных аномальных территорий существенно больше, чем техногенных; избыточное поступление химических элементов в пищевую цепь природной провинции происходит преимущественно из подстилающей горной породы, в то время как источники техногенного загрязнения окружающей среды весьма разнообразны; распределение химических элементов в почве и породах на аномальных территориях различного происхождения также специфично [26, 48, 67].

Природно-техногенные биогеохимические провинции, как правило, возникают при интенсивной разработке месторождений полезных ископаемых. В целом техносфера регионов формируется обычно в соответствии с их металлогенической зональностью [24, 30, 69].

Первичные провинции возникают непосредственно над рудными телами или в зонах интенсивного техногенного загрязнения. При рассеянии химических элементов, чаще всего с водным стоком, возникают **вторичные** провинции, иногда на значительном удалении от первичного источника. В некоторых случаях биологические реакции организмов во вторичных биогеохимических провинциях выражены в большей степени, чем в первичных [31].

По уровню накопления химических элементов и связанной с ним реакции биоты выделяют **типичные** биогеохимические провинции, **потенциальные** и **фоновые.**

На территории **потенциальных (скрытых)** провинций концентрации основного химического элемента не достигают пороговых значений, но очень близки к ним. Характерные для данного элемента реакции в таких районах обычно не проявляются, но при действии неблагоприятных условий среды или в случаях ослабления регуляторных функций организма могут возникать эндемические заболевания.

В условиях **фоновых** биогеохимических провинций характерные для данного субрегиона пониженные или повышенные концентрации химических элементов не вызывают каких-либо заметных реакций организмов [31].

Особую актуальность проблема воздействия условий биогеохимических провинций на растения, животных и человека приобретает в Уральском регионе. Известно, что на Урале широко распространены геохимические аномалии элементов всех групп токсичности. На отдельных участках максимальные концентрации в почве различных химических элементов превышают предельно допустимые в сотни раз [24]. Довольно широко распространены в Уральском регионе пояса ультраосновных пород с высоким содержанием в них хрома, никеля, кобальта [24, 48].

Для биогеохимических провинций характерно в целом повышенное содержание в горных породах, почвах, грунтовых водах основного элемента, а также целого ряда сопутствующих [14, 16, 24, 48].

1.2. Адаптации к действию геохимического фактора

Довольно часто условия биогеохимических провинций провоцируют возникновение эндемических заболеваний растений и животных, клинические проявления которых довольно хорошо изучены [1, 16, 43, 31, 56].

Вместе с тем неблагоприятные геохимические факторы способны вызывать биологические реакции, которые не носят специфического характера и не позволяют непосредственно сделать заключение о действующей причине. Для животных неблагополучных в геохимическом отношении зон могут быть характерны следующие особенности: сокращение продолжительности жизни, снижение репродуктивного успеха, отклонения в развитии, изменения иммунологических характеристик [43, 44, 75, 76].

По мнению М.А. Риш (1965), биологические эффекты действия геохимического фактора делятся на адаптивные и патологические. В свою очередь, в рамках адаптивных реакций выделяются:

1) физиологическая и биохимическая адаптации (в интервале пороговых концентраций химических элементов);

2) генетическая адаптация – результат селекции форм, приспособленных к определенным условиям геохимической среды [80].

В основе генетических адаптаций лежит явление полиморфизма популяций [80].

Сходная классификация биологических эффектов геохимических условий среды была предложена Н.А. Агаджаняном и А.В. Скальным. По их мнению, умеренные отклонения от нормального содержания микроэлементов в окружающей среде вызывают количественные изменения в рамках обычных регуляторных реакций организма. При резком недостатке или избытке определенных химических элементов возникают либо различные приспособления к обитанию в конкретных геохимических условиях, либо качественные изменения обмена веществ, которые приводят к эндемическим заболеваниям и уродствам [1].

Таким образом, по мнению Н. А. Агаджаняна, геохимические факторы среды играют немаловажную роль в процессах жизнедеятельности организмов, детерминации физиологической гетерогенности популяций животных и эволюции жизни. В настоящее время в результате хозяйственной деятельности человечества происходит смещение значимости экологических факторов в сторону биогеохимических условий, которые начинают приобретать доминирующее значение среди прочих экологических детерминант качества жизни [1].

1.3. Морфофизиологические особенности животных при действии различных факторов среды

Метод морфофизиологических индикаторов С.С. Шварца [94], позволяющий оценить реакцию популяции на конкретные условия окружающей среды по комплексу весовых показателей, довольно широко используется в экологических исследованиях. Изменчивость экстерьерных и интерьерных характеристик может быть связана с определенными адаптивными сдвигами метаболизма животных при действии разнообразных факторов среды [92, 94].

Масса (вес) тела является отличным индикатором, реагирующим на внешние и внутрипопуляционные факторы, и довольно широко используется при анализе состояния популяций животных [87]. Снижение веса тела животных, особенно в период интенсивного роста, свидетельствует о неблагополучии популяции [94].

Отношение массы к длине тела характеризует упитанность особей и позволяет наряду с анализом изменчивости абсолютного веса тела оценить состояние популяции в конкретных условиях существования.

Индекс печени относится к важнейшим морфофизиологическим индикаторам, так как данный орган полифункционален, - печень является пищеварительной железой, депо углеводов, принимает участие в процессах кроветворения и метаболизма некоторых соединений. Масса печени зависит от

пола, возраста животных, кроме того, данному показателю свойственны сезонные колебания [92, 93].

Ведущим фактором, определяющим размеры печени, является интенсивность обмена веществ. Снижение ее массы при неблагоприятных условиях происходит в первую очередь за счет расходования запасов гликогена, в экстремальных ситуациях – жировых резервов [94].

Индекс надпочечника можно рассматривать в качестве одного из лучших показателей общего физиологического состояния особей, поскольку все условия, требующие резкой интенсификации обмена веществ, влекут за собой повышенное выделение кортикостероидов, что может привести к гормональному истощению и гибели животного [94]. Активизация синтеза гормонов надпочечника довольно часто связана с определенными гистологическими изменениями, в ряде случаев приводящими к гипертрофии органа. В связи с этим, вес надпочечника может являться довольно надежным индикатором его функционального состояния.

Показано, что ведущим фактором, определяющим размеры надпочечника у самок, является участие в размножении, у самцов - температурные условия существования. Животные старших возрастных групп реагируют на изменения условий существования более резким изменением размеров надпочечников, чем молодые [94].

Гепатосупраренальный коэффициент, представляющий собой отношение массы печени к массе надпочечника, является интегрированным выражением энергетического потенциала и неспецифической резистентности организма. Сохранение энергетического потенциала на определенном уровне при неблагоприятных условиях обеспечивает стабильное функционирование адаптивных механизмов [49].

Общеизвестны половозрастные аспекты динамики массы тела и относительной массы внутренних органов животных. Морфофизиологические особенности участвующих в размножении животных обусловлены активизацией процессов обмена веществ, связанной с более высокими, чем у

неполовозрелых особей, энергетическими потребностями [94], и непосредственным действием половых гормонов на функциональное состояние и трофику некоторых органов [82].

Геохимические условия района обитания, отличающиеся от фоновых, могут обусловить изменения регуляторных систем организма, которые зачастую не носят специфического характера и могут привести к нарушению роста, развития, воспроизводства, а также к изменению различных физиологических параметров животных [42, 46, 56, 75, 106].

Обширная литература посвящена особенностям морфофизиологических параметров животных в условиях техногенных ландшафтов (техногенных биогеохимических провинций). В частности, выявлено снижение массы печени и увеличение массы почек у птиц при действии солей меди [38], увеличение индексов сердца, почек, гонад амфибий в антропогенно измененной среде [70] изменения индексов печени [79], почек, надпочечника, селезенки мелких млекопитающих [20] в условиях нефтяного и свинцово-цинкового загрязнений [37], сердца и печени у животных, обитающих на отвалах в зоне добычи золота [66]. При изучении приспособлений животных к действию техногенных загрязнителей обсуждается вопрос о «новой» физиологической норме, адаптированной к действию токсичных концентраций тяжелых металлов в техногенных районах [10, 11].

Геохимический фактор естественной природы также может провоцировать изменения морфофизиологических характеристик животных. С.С. Шварцем отмечено влияние микроэлементов на рост печени амфибий в условиях рудного поля [91]. Увеличение относительного веса почек было обнаружено у мелких млекопитающих, обитающих в Анкаванской молибденовой биогеохимической провинции [40, 81].

Необходимо отметить, что большинство исследований фауны биогеохимических провинций посвящены оценке накопления химических элементов в организмах животных и патологическим проявлениям в условиях избытка или недостатка определенных микроэлементов. Вместе с тем проблема

приспособительных механизмов животных к обитанию в данных районах освещена не достаточно полно.

Плотность популяции также является фактором, определяющим изменчивость морфофизиологических показателей, так как процесс динамики численности сопровождается качественными перестройками морфофизиологических, биохимических и эндокринных систем [21, 86, 96].

На фазе пика численности многими исследователями регистрировалась максимальная масса тела мелких млекопитающих, снижение численности сопровождалось снижением массы тела особей [21, 87, 102, 113].

Общеизвестна взаимосвязь динамики численности популяции и относительного веса надпочечника. Эксперименты в условиях вивария выявили прямую зависимость между количеством животных в клетке и массой надпочечника [103]. Большинство исследователей склонны считать, что повышение функциональной активности надпочечника при стрессе, обусловленном высокой плотностью популяции, приводит к гипертрофии органа. Адреналовый фрагмент эндокринной системы, традиционно избыточно функционирующий во время массового размножения, получает дополнительный стимул в результате переуплотнения популяции [3, 32].

С. В. Ельшин, напротив, выявил увеличение индекса надпочечника у леммингов в фазу депрессии численности [29]. Кроме того, при минимальной численности происходило снижение индекса печени.

Также в противоположность исследованиям, касающихся гипертрофии надпочечника при переуплотнении популяции, максимальный уровень стрессированности водяных полевок, сопровождавшийся гиперфункцией надпочечника, наблюдался во время снижения численности [21].

Г. А. Корнеев и А.А. Карпов наблюдали снижение гепатосупраренального коэффициента при пике и минимальные его значения при спаде численности большой песчанки [48].

А.В. Ткачев с соавторами отмечают определенную динамику индекса щитовидной железы в соответствии с фазами популяционного цикла

леммингов. В период пика численности относительный вес щитовидной железы был наименьшим, в годы спада и депрессии происходило увеличение данного показателя [87].

Кроме того, отмечены минимальные показатели массы семенников животных при максимальной численности популяции [87].

1.4. Роль эндокринной системы в формировании адаптивных реакций

Эндокринная система наряду с нервной осуществляет регуляцию и координацию функций организма, а также сохранение его гомеостаза [77].

Сохранение гомеостаза в организме предполагает, что степень функциональной активности эндокринной железы находится в равновесии с концентрацией ее гормона (гормонов) в крови. В ряде случаев это равновесие обеспечивается взаимодействием между периферической эндокринной железой и соответствующей тропной функцией гипофиза. Взаимоотношения между ними имеют характер отрицательной обратной связи. Вместе с тем обратные связи в эндокринной системе замыкаются не только на уровне гипофиза. В некоторых случаях обнаруживается прямое угнетающее действие гормона на производящую его железу. Гормоны также могут оказывать действие на высшие отделы центральной нервной системы, что, в свою очередь, отражается на гипоталамусе. Кроме того, гормоны, выделяемые одной железой, оказывают влияние (прямое или опосредованное) на прочие эндокринные органы. Поэтому любое нарушение эндокринного равновесия не ограничивается функцией одной железы, а распространяется на все звенья эндокринной системы. Механизмы этих влияний могут быть столь же многообразны, как и способы взаимодействия между гормоном и продуцирующей его железой [77, 82].

Кора надпочечника и адаптивные реакции организма

Кора надпочечника играет исключительную роль в осуществлении адаптивных реакций организма и устранении последствий разнообразных повреждений при действии широчайшего спектра стрессирующих факторов. Многочисленными исследованиями показано, что на воздействия неадекватных экзогенных факторов организм отвечает не только защитной реакцией, но и адекватным физиологическим процессом вне зависимости от того, какой именно раздражитель действует на него в данный момент [82, 117]. Различные неблагоприятные факторы, такие как интоксикация, в том числе и тяжелыми металлами, травма, социальный стресс, физическая нагрузка, недостаток кислорода и пр., индуцируют выделение гипоталамусом КРФ (кортикотропин-рилизинг-фактора). Воздействие КРФ на аденогипофиз приводит к интенсификации выработки АКТГ (адренокортикотропного гормона), который стимулирует продукцию гормонов коры надпочечника, принимающих участие в формировании неспецифической резистентности организма (82). Диапазон участия кортикостероидов в адаптивных реакциях организма довольно широк от общих стрессовых внутрипопуляционных взаимодействий до регуляции специфических звеньев обмена.

Механизмы защитной роли кортикостероидов при действии неблагоприятных факторов связаны с обеспечением достаточного количества энергоемких метаболитов (глюкозы и жирных кислот), воздействием на водно-солевой баланс, поддержанием необходимого объема плазмы крови, пермиссивным действием в отношении ряда гормонов [77, 82, 117].

Воздействие АКТГ на ткань надпочечника может приводить к морфологическим изменениям последнего, поэтому при изучении адаптации животных к разнообразным условиям среды оценка морфофункционального состояния коры надпочечника имеет важнейшее значение.

Эффекты АКТГ на адренокортикоциты можно разделить на три группы в зависимости от времени, требующегося для проявления ответа:

1) острый эффект, проявляющийся в первые несколько минут, не опосредуемый синтезом новых мРНК;

2) подострый эффект, который зависит от синтеза мРНК специфических ферментов, участвующих в стероидогенезе (наблюдается спустя несколько часов);

3) хронический эффект – гипертрофия и гиперплазия железы, для наступления которых требуется от нескольких часов до суток.

При длительном воздействии АКТГ на клетки надпочечников (хронический эффект) можно наблюдать не только избирательную индукцию ферментов, но и развитие генерализованной гипертрофии железы. Этот эффект является результатом сложного взаимодействия гормональных, обменных и сосудистых процессов [82].

К настоящему времени морфология и функции надпочечников довольно детально изучены. Кора надпочечника млекопитающих построена из эпителиальных тяжей, ориентированных перпендикулярно к капсуле и разделенных тонкими прослойками соединительной ткани, которые составляют строму надпочечника.

Наружная часть коры надпочечника – клубочковая зона, образована мелкими, многоугольными эпителиальными клетками, объединенными в дугообразные группировки. В клетках содержатся мелкие вакуоли.

Сравнительно более крупные клетки пучковой зоны образуют столбовидные тяжи. Клетки в большинстве случаев имеют вид призм, иногда их форма близка к кубической или многоугольной. В клетках пучковой зоны обильно накапливаются липоиды и нейтральные жиры, чем обусловливается характерный светло-желтый цвет, свойственный коре надпочечников. Жиро-липоидные включения имеют вид капелек разной величины.

В нижней части коры пучковая зона переходит в сетчатую, граничащую с медуллярной частью. В сетчатой зоне правильное столбовидное расположение железистых клеток теряется, и эпителиальные тяжи разветвляются, образуя рыхлую сеть. Относительно мелкие клетки данной зоны имеют более темный

вид по сравнению с фасцикуляторными благодаря пигменту липофусцину. Нередко встречаются дегенерирующие клетки с пикнотзирующимися ядрами.

Строение пучковой и сетчатой зон отличается мозаичностью. Наряду со светлыми спонгиоцитами встречаются так называемые темные клетки [61]. Существует мнение, что светлые и темные клетки находятся на различных стадиях секреторного цикла. Темные клетки содержат много РНК и мало липидов, которые были использованы на образование гормонов. Большое количество темных фасцикуляторных клеток свидетельствует об усиленной секреции надпочечной железы. Светлые клетки находятся в фазе истощения [5].

В нормально функционирующем надпочечнике млекопитающих на долю клубочковой зоны приходится 8-10, пучковой – 50, сетчатой – 30-35, мозгового вещества – 6-10 % от массы всего органа [41].

Кроме основных зон в коре надпочечника выделяют субкапсулярную бластему (между капсулой надпочечника и клубочковой зоной) и суданофобную зону (на границе клубочковой и пучковой), которые обладают камбиальными свойствами [77]. На границе с медуллярной частью у мышевидных грызунов расположена зона светлых клеток, зона Х, особенно заметная у самок. Считается, что в данной зоне образуются вещества, обладающие андрогенными свойствами [77].

Сфера действия гормонов коры надпочечных желез чрезвычайно велика. Она включает регуляцию водно-солевого обмена, тканевого метаболизма, контроль за функционированием иммунной и репродуктивной систем. Ни один другой эндокринный орган не вырабатывает такого набора химических веществ со столь разнонаправленным и широким диапазоном влияния на организм [88]. Функциональная специфика клеток различных кортикальных зон заключается в синтезе различных типов гормонов. В клубочковой зоне происходит образование минералокортикоидов, в пучковой – глюкокортикоидов. Основная функция сетчатой зоны – синтез стероидов, обладающих андрогенным действием [41, 77].

Эндокринный адаптационный синдром, несмотря на неспецифическую природу, меняет симптоматику в зависимости от вида стресса, т.е. приобретает черты специфичности. Эндокринный статус при острых и хронических воздействиях характеризуется разнонаправленными сдвигами со стороны одной и той же железы. В зависимости от внешних условий функциональное равновесие между гипофизом и надпочечником может устанавливаться при различных уровнях продуцируемых гормонов. Значительную роль в поддержании данного равновесия играет способность гормонов надпочечника воздействовать не только на адренокортикотропную функцию гипофиза, но и ослаблять реакцию адренокортикоцитов на гипофизарный гормон. Кроме того, в зависимости от исходного состояния организма может меняться направленность действия гормона. К примеру, если под влиянием токсического агента анаболические процессы ослаблены, то АКТГ не снижает, а усиливает их [84].

Многочисленными исследованиями показано, что изменения регуляторных систем организма при действии разнообразных факторов внешней среды приводят к гиперфункции адреналовой железы. Однако особенности морфофункционального состояния надпочечников зависят от природы, интенсивности и продолжительности действия раздражителя.

Показателями стрессорной гипертрофии надпочечников являются возрастание массы железы, увеличение размеров и количества клеток коры [40, 82], а также повышение кровенаполнения органа [34].

Многие авторы отмечают структурно- функциональные изменения коры надпочечника у млекопитающих в экстремальных условиях. Г. Селье наряду с основными признаками общего адаптационного синдрома обращал внимание на гипертрофию и снижение количества аскорбиновой кислоты в коре надпочечника млекопитающих при стрессовых воздействиях [117].

В условиях острой гипоксии надпочечник реагирует изменением объема зон и увеличением массы всего органа. При этом у крыс масса органа увеличивается на 35 %, объем пучковой зоны возрастает на 85 %, сетчатой – 42

%, а размер клубочковой несколько уменьшается по сравнению с контролем [34].

Г.А. Трофимова и О.И. Кириллов наблюдали циклические изменения гипертрофии ядер адренокортикоцитов у крыс при раздражении электрическим током [87], а также у иммобилизованных и плававших животных [40]. Прохождение отдельных этапов цикла наблюдаемых изменений при хроническом стрессе приблизительно совпадало со стадиями тревоги, резистентности и истощения.

Отмечены изменения объемов ядер адренокортикоцитов крыс при экспериментальном хроническом воздействии 2-3-дихлорпропена [36]. Средняя доза препарата вызывала увеличение, высокая – уменьшение объемов ядер пучковой зоны. Ядра в клубочковой зоне увеличивались в размерах, в сетчатой зоне и мозговом веществе уменьшались независимо от дозы. Кроме того, обнаружена дистрофия пучковой зоны, которая диагностировалась по кариолизису, кариопикнозу, полиморфности ядер и цитолизу. Таким образом, в результате хронического воздействия яда активизировалась минералокортикоидная функция, снизилась активность сетчатой зоны и мозгового вещества.

В.П. Маминой отмечено изменение ядерно-цитоплазматического индекса пучковой и сетчатой зон надпочечника мышей после воздействия ионизирующего излучения [54].

О.В. Ермаковой описаны морфофункциональные изменения коры надпочечника полевок-экономок, обитающих в условиях повышенной радиоактивности [32]. Обнаружены значительное расширение коры надпочечника за счет пучковой зоны, увеличение размеров адренокортикоцитов и их ядер, кортикальная дезинтеграция, признаки повреждения клеточных структур.

При длительном воздействии неблагоприятных условий, как правило, наблюдается истощение адреналовой железы [77], обычно сопровождаемое

уменьшением гипертрофии зон надпочечника, адренокортикоцитов и их ядер и признаками альтерации [41].

Немаловажную роль в ответе адреналовой железы на разнообразные воздействия играет и генетическая детерминация реакции организма на стресс, что может иметь значение для выживаемости и способности к воспроизводству животных в природных популяциях.

Проблема влияния плотности и демографической структуры популяции на структурные и функциональные характеристики надпочечников привлекает пристальное внимание исследователей [3, 32, 86, 102, 103].

При экспериментальном увеличении плотности у мышей наблюдалось увеличение массы надпочечников и уменьшение концентрации в нем аскорбиновой кислоты, что свидетельствует о функциональном напряжении органа.

В природной популяции копытного лемминга при росте и высокой численности наблюдалась гипертрофия пучково-сетчатой зоны, при максимальной плотности – уменьшение размеров клубочковой зоны. При минимальной численности наблюдали уменьшение ширины пучковой зоны, увеличение клубочковой, а также дезинтеграцию адренокортикальной ткани, т.е. стирание границ между ее отдельными зонами [3]. Гистологические изменения коры надпочечника при высокой численности леммингов выражались в гипертрофии, гиперплазии клеток пучковой зоны, пролиферации адренокортикоцитов клубочковой зоны вглубь коры. Изменения морфофункционального состояния адреналовой железы животных свидетельствовали об активизации ее функции при росте и максимальном функциональном напряжении при пике численности. Своеобразие эндокринной конституции животных, родившихся на пике численности, обусловливает неспособность обеспечить достаточный уровень воспроизводства популяции и дальнейший спад численности [3].

А. В. Ткачев и Ф. Б. Чернявский также описали гипертрофию пучковой зоны леммингов при пике численности, которая сопровождалась увеличением

количества темных, активно функционирующих, адренокортикоцитов. При депрессии было отмечено преобладание светлых, истощенных, клеток, дезинтеграция коры и отчетливая выраженность зоны компрессии между клубочковой и пучковой зонами [87]. Сочетание гормональных функций и связанные с этим структурные перестройки эндокринных органов являются следствием функционирования гормонального комплекса в предыдущей фазе цикла и основой для будущей гормональной ситуации [86]. О.В. Ермакова описала аналогичные изменения в коре надпочечников полевок-экономок в зависимости от плотности популяции [32].

Половозрастные особенности морфологии и реакции надпочечника на стрессоры также отмечались исследователями. Известно, что в онтогенезе у млекопитающих изменяются не только функциональная активность коры надпочечника, но и тип реакции коры на экзо- и эндогенные факторы. Подвержена возрастным колебаниям и адаптационная перестройка надпочечников [84]. Ткань надпочечников молодых животных характеризуется более высокой пролиферативной активностью [41]. Известно, что андрогены и эстрогены способны вызывать гипертрофию надпочечника, причем последние более эффективно. Существуют половые различия в уровне секреции кортикостероидов и активности ферментов специфического синтеза [84].

Таким образом, литературные данные свидетельствуют об изменении морфофункционального состояния коры надпочечника животных при действии самых разнообразных факторов среды. При изучении приспособительных реакций организмов к условиям геохимической аномалии (биогеохимической провинции) оценка морфофункционального состояния коры надпочечника имеет немаловажное значение, так как она является тем органом, в котором с наибольшей вероятностью следует ожидать проявления адаптивных реакций в экстремальных геохимических условиях (даже при отсутствии признаков эндемических заболеваний).

1.5. Адаптивные особенности репродуктивной системы

Известно, что адаптивные изменения морфофункционального состояния репродуктивной системы млекопитающих могут быть вызваны широким спектром воздействующих факторов как эндогенной, так и экзогенной природы [28, 50, 63, 86].

Женская репродуктивная система. Процессы роста и созревания фолликулов в яичниках самок зависят от плотности популяции млекопитающих, которая является фактором эндогенной природы. [90]. Кроме того, при действии неблагоприятных экзогенных факторов (нехватка кормов, низкая температура и др.), отмечено уменьшение фактической плодовитости у рыжей полевки [93, 98, 99]. В то же время у водяной полевки и малого суслика наблюдали обратный эффект: повышение фактической плодовитости в местообитаниях с низкими защитными свойствами (отсутствие укрытий). Это следствие компенсаторных реакций популяции на ухудшение условий существования обусловленных увеличением смертности животных [4]. Подобная закономерность величины выводка у животных в неблагоприятных условиях довольно широко известна [8]. В то же время показано, что действие экзогенных факторов, например, воздействие тяжелых металлов на организм животного, негативно отражается на репродуктивной системе [33]. Н.Ф. Иваницкой в исследованиях на крысах показано, что основным эффектом действия низких доз (не вызывающих общетоксического действия) ионизирующего излучения и свинца является как предимплантационная, так и постимплантационная гибель эмбрионов [35]. По данным Н.О. Мелик-Алавердян (1967), хроническая хлоропреновая интоксикация вызывает морфологические изменения в яичниках самок крыс, характеризующихся интенсивным процессом роста и развития примордиальных и однослойных фолликулов. Это приводит к резкому уменьшению их числа, усилению процессов атрезии (регрессии) созревающих фолликулов и задержке инволюции (обратного развития) желтых тел. В работе Л.Д. Шейко (1999)

приведены данные об отрицательном воздействии низких доз поллютантов на генеративную систему самок крыс: задержка созревания фолликулов в результате изменения продолжительности эстрального цикла за счет стадии диэструс (стадии покоя в половом цикле). Воздействие шестивалентного хрома как на уровне порога острого действия, так и на уровне ПДК вызывает нарушение гаметогенеза (производства половых клеток) у лабораторных животных. При наибольшей из исследуемых доз (2,8 мг/кг) изменения в репродуктивной функции обусловлены токсическими свойствами Cr (VI), а при наименьшей дозе – мутагенным действием. Гонадоповреждающее действие шестивалентного хрома связано у самок крыс с задержкой созревания фолликулов в результате изменения продолжительности эстрального цикла за счет стадии диэструс. Механизм действия шестивалентного хрома на репродуктивную функцию связан с активацией процессов перекисного окисления липидов в тканях яичников. Повышение уровня липопероксидации сопровождается у самок повышением антиоксидантной активности за счет физиологических ресурсов организма [95]. Результаты исследований Л. А. Башлыковой, О. В. Раскоши, О. В. Ермаковой показали, что у полевок, обитающих в условиях повышенной радиоактивности, запас примордиальных фолликулов значительно ниже, чем в контроле, что свидетельствует об ограничении резервных возможностей яичников. Кроме того, данными исследователями отмечено повышенное по сравнению с контролем количество растущих и первичных фолликулов в яичниках полевок, испытывающих хроническое действие радиации в природных условиях. Потенциальная плодовитость самок с ураново-радиевого участка выше, чем в контроле, у животных, обитающих в условиях повышенной радиоактивности, также обнаружены двуядерные фолликулы. Авторы делают вывод об ускоренных темпах созревания фолликулов у животных ураново-радиевого участка [9].

Я.Р. Мацюк с соавторами в экспериментах (2001), целью которых было выявление нарушений развития у потомства женской половой системы при хроническом воздействии инкорпорируемыми с пищей радионуклидами в

разные периоды онтогенеза, показал, что радионуклиды в период беременности матери тормозили инволюцию примордиальных фолликулов в яичниках потомства. В ранний постнатальный период они оказывали стимулирующие воздействие на фолликулогенез, вызывая, при этом, особенно в фолликулярных клетках растущих и вторичных фолликулов, структурные и цитохимические изменения, приводящие к значительному уменьшению в пубертатном (подростковом) периоде количества зрелых фолликулов и увеличению числа их атретических форм.

Исследования, касающиеся адаптивных реакций животных к обитанию в условиях избытка тяжелых металлов, проводятся в основном на техногенно загрязненных территориях и посвящены, как правило, изучению плодовитости. При этом мало изученной остается проблема воздействия геохимического фактора естественной природы на репродуктивную функцию животных в целом и на процесс фолликулогенеза в частности.

Мужская репродуктивная система. Отмечается увеличение относительной массы семенника (масса органа, разделенная на массу организма) у амфибий, обитающих в антропогенно загрязненной среде [70] и у полевок в природной биогеохимической провинции [56]. Авторы считают данную особенность животных адаптивной реакцией, обеспечивающей более высокий репродуктивный потенциал выживших особей в условиях высоких концентраций некоторых химических элементов в окружающей среды.

Увеличение индекса семенника у молодых животных обычно связывают с ускорением полового созревания животных. Явление ускоренного созревания молодняка было отмечено на техногенно загрязненных территориях [58] и в условиях искусственно разреженной плотности населения [97]. Авторы считают ускорение полового созревания сеголеток адаптивной реакцией в ответ на нарушение социальной среды.

Глава 2. Природные биогеохимические провинции в районах распространения ультраосновных горных пород Среднего Урала

Некоторые регионы Земли, в том числе и Урал, характеризуются широким распространением естественных геохимических аномалий, которые формируют биогеохимические провинции. Почвы районов естественных геохимических аномалий, приуроченных к ультраосновным горным породам, в значительной степени обогащены элементами семейства железа (Cu, Ni, Co, Cr) [69].

Представители биоты (растения и животные) природных биогеохимических провинций (естественных геохимических аномалий) представляют особый научный интерес, поскольку они в течение многих поколений подвергаются воздействию избыточного или недостаточного содержания определенных химических элементов. Уральский регион дает уникальную возможность изучения воздействия геохимического фактора на биологические системы, в частности на репродуктивную функцию млекопитающих, поскольку на его территории располагаются биогеохимические провинции как естественного, так и антропогенного происхождения.

2.1. Содержание металлов в почве, тканях растений и животных на территориях природных биогеохимических провинций

Природная биогеохимическая провинция. На основании данных почвенного анализа установлено существование естественной геохимической аномалии в окрестностях поселка Уралец Пригородного района Свердловской области. Максимальные концентрации никеля, кобальта и хрома в почве аномального участка превышают среднеуральские фоновые значения в 23, 15 и 100 раз соответственно.

Для оценки эффектов действия аномалии на живой организм исследования проводились как в аномальных районах, так и на фоновой территории.

Участок Висимского государственного природного биосферного заповедника (ВГПБЗ) рассматривался в качестве фонового, то есть условно нормального (табл. 1.). Максимальные концентрации химических элементов в почве фонового участка ни в одной из точек опробования не достигают аномальных значений.

Установлено, что содержание никеля и хрома в надземной фитомассе вейника тростниковидного (*Calamagrostis arundinacea Roth.,* семейство злаки) на аномальном участке выше, чем на фоновом. Содержание кобальта в тканях растений также выше на аномальном участке (табл. 2, рис. 1). Однако эти различия статистически не значимы. Данное обстоятельство, вероятно, связано с большей доступностью для растений соединений кобальта на фоновом участке, которая, в свою очередь, зависит не только от концентрации химического элемента в почве, но и от эколого-геохимических условий произрастания [71].

С целью оценки поступления тяжелых металлов в желудочно-кишечный тракт рыжих полевок, а также накопления их в печени, органе депонирования никеля, кобальта и хрома [33], исследуемые животные были разделены на четыре группы (половозрелые самцы, самки; неполовозрелые самцы, самки). Ввиду того, что значимых отличий по определяемым показателям между животными различных половозрастных групп не обнаружено как на аномальном, так и на фоновом участках, данные по отдельным половозрастным группам объединили.

Анализ концентраций никеля, кобальта и хрома в содержимом желудков рыжих полевок выявил более значительное поступление тяжелых металлов в организмы животных на аномальном участке по сравнению с фоновым (табл. 2, рис. 1).

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в почве аномального и фонового участков, мг/кг воздушно-сухого веса

Участок		п. Уралец	ВГПБЗ
Горные породы		пироксениты дуниты серпентиниты	габбро диориты гранитоиды
Количество точек опробования		20	12
Максимальная концентрация химического элемента	Ni	700	60
	Co	150	20
	Cr	10000	150
	Cu	90	40
	Zn	300	100
	Pb	40	20
Минимальная концентрация химического элемента	Ni	50	15
	Co	10	5
	Cr	100	50
	Cu	20	10
	Zn	н/о	50
	Pb	10	10
Средняя концентрация химического элемента	Ni	230	37
	Co	47	16
	Cr	289	98
	Cu	52	38
	Zn	124	78
	Pb	26	15
Геохимическая аномалия		+	–

Примечание. н/о – элемент не обнаружен, «+» – наличие, «-» – отсутствие геохимической аномалии.

Более высокие концентрации металлов в содержимом желудков животных по сравнению с их содержанием в анализируемой фитомассе объясняются широтой спектра питания рыжей полевки, куда помимо

сосудистых растений входят грибы, лишайники, мхи [28], которые характеризуются безбарьерным типом накопления химических элементов [31].

В результате оценки накопления тяжелых металлов в печени рыжих полевок установлено, что содержание кобальта и хрома в печени животных, обитающих в районе естественной геохимической аномалии, статистически значимо выше по сравнению с содержанием данных элементов в печени животных фонового участка. Содержание никеля в печени животных на аномальном участке также выше, чем на фоновом, однако, данные различия статистически не значимы. Это объясняется значительными колебаниями концентраций никеля в тканях организма как при нормальном, так и избыточном его содержании в окружающей среде [64].

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в вейнике тростниковидном, содержимом желудка и печени животных в районе естественной геохимической аномалии (над чертой) и на фоновом участке (под чертой), мкг/г воздушно-сухого веса

Объект	n	M±m			lim		
		Ni	Co	Cr	Ni	Co	Cr
Почва	9	390.86±9.13*	70.4±6.69*	2880 ±1799.7*	120.93-1053.7	41.4 - 102.18	350 - 10000
	9	9.2±0.99	7.54±0.73	11.38±0.58	3.08-11.7	4.78-11.21	9.19 - 14.07
Вейник тростниковидный	9	4.4±0.71*	0.16±0.05	1.14±0.08*	2.37-9.3	0.01 - 0.42	0.92 - 1.71
	9	1.76±0.09	0.11±0.02	0.66±0.06	1.28-1.99	0.03-0.22	0.42 - 0.88
Содержимое желудка рыжей полевки	18	6.22±0.64*	0.85±0.14*	3.05±0.71*	2.64-11.93	0.05 - 2.04	0.94-14.88
	16	1.69±0.1	0.48±0.08	0.82±0.14	0.92-2.33	0.05-1.01	0.05 - 1.98
Печень рыжей полевки	37	0.87±0.16	0.47±0.08*	1.39±0.2*	0.05 – 5.91	0.05 – 2.55	0.09 – 4.1
	33	0.55±0.05	0.18±0.03	0.56±0.08	0.03 – 1.29	0.02 – 0.88	0.02 – 1.79
Печень обыкновенной бурозубки	16	2.98 ±0.76**	0.96 ±0.21**	4.34 ±1.19**	0.69 – 9.71	0.07 - 2	0.72 – 13.46

Примечание. * - различия между аномальным и фоновым участками статистически значимы ($p \leq 0.05$);

** - различия между рыжей полевкой и обыкновенной бурозубкой на аномальном участке статистически значимы ($p \leq 0.05$).

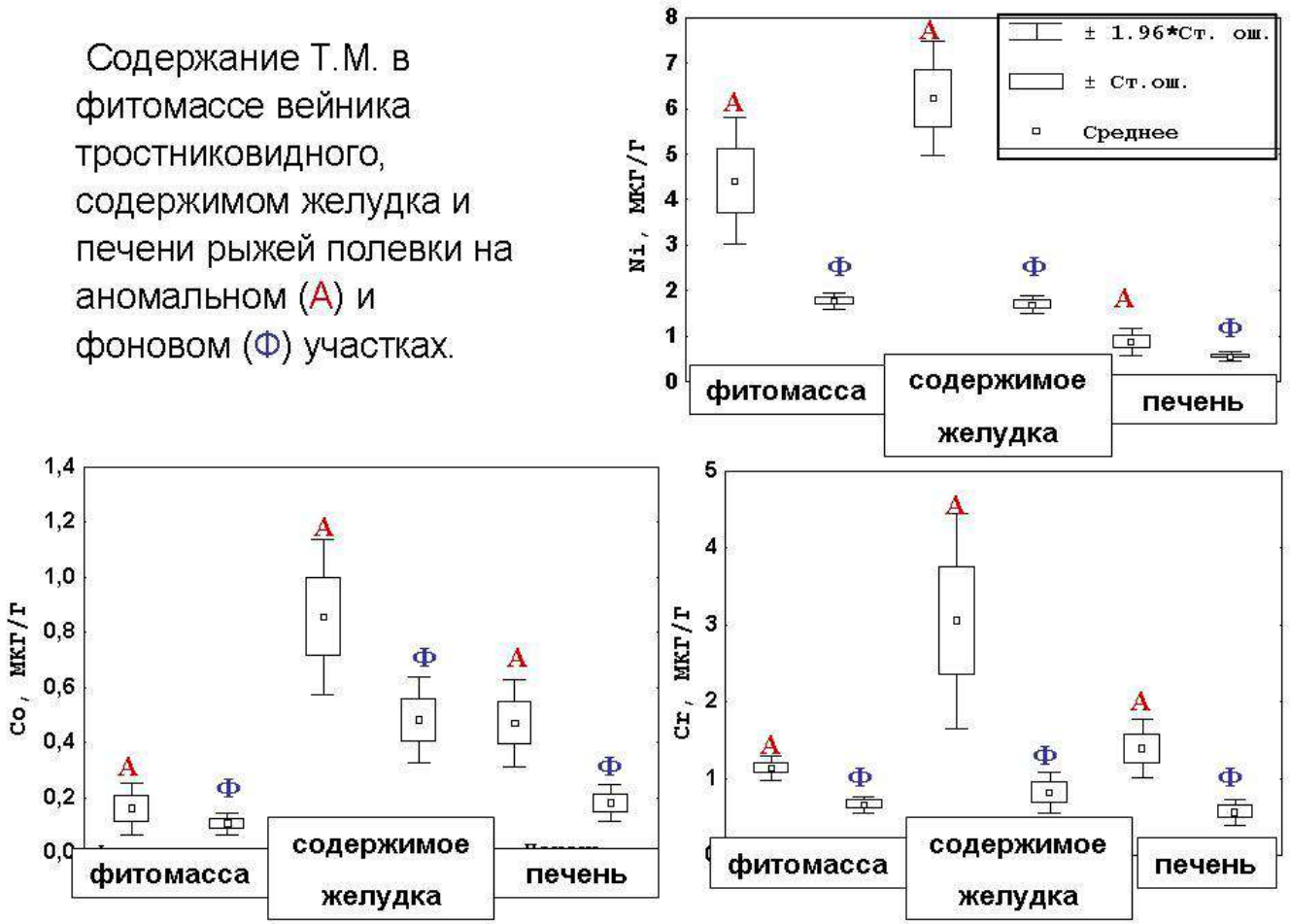


Рис. 1. Содержание тяжелых металлов в вейнике тростниковидном, содержимом желудка и печени рыжей полевки в районе естественной геохимической аномалии

Таким образом, установлено, что уровень накопления тяжелых металлов в тканях растений и животных, обитающих в районе естественной геохимической аномалии, выше по сравнению с фоновой территорией.

Интенсивность накопления химических элементов в организмах животных в немалой степени зависит от их биологии, а именно от местообитания и рациона. Животные, проводящие значительное время в толще почвы, накапливают больше тяжелых металлов, поступающих из подстилающей горной породы по сравнению с животными другого образа жизни.

Поэтому в печени обыкновенной бурозубки (значительную часть жизни проводит в почвенных норах, обладает интенсивным обменом веществ, в рационе преобладает животный компонент) тяжелые металлы накапливаются в больших количествах, чем в печени рыжей полевки (табл. 2).

На основании анализа содержания тяжелых металлов в тканях растений и животных и, в соответствии с биогеохимической типологией [7, 17], район с аномальным содержанием тяжелых металлов в почве, тканях растений и животных, может быть отнесен к природной биогеохимической провинции с избыточным содержанием никеля, кобальта и хрома.

2.2. Адаптивные реакции животных в условиях природных биогеохимических провинций

Исследования адаптивных реакций животных в экстремальных геохимических условиях проведены в районах естественных геохимических аномалий (природных биогеохимических провинций) с избыточным содержанием никеля, хрома и кобальта:

- особенности коры надпочечника оценены у животных, обитающих в окрестностях п. Уралец,
- особенности репродуктивной функции на двух территориях: п. Уралец и с. Анатольская Свердловской области.

Необходимо отметить, что признаков специфических токсикозов, обусловленных избыточным количеством никеля кобальта и хрома в окружающей среде, у исследованных животных обнаружено не было. Несмотря на довольно значительные валовые концентрации тяжелых металлов в почве аномального района, в пищевую цепь поступают такие их количества, которые не вызывают патологических нарушений в функционировании организма животных. Вместе с тем, геохимическое своеобразие района исследований может обусловить адаптивные изменения регуляторных систем организма животных, обитающих на данной территории.

2.2.1. Демографические характеристики популяций мелких млекопитающих (на примере рыжей полевки)

Рыжая полевка (*Clethrionomys glareolus* Schreber, 1780) является доминирующим видом среди мелких млекопитающих как на территориях биогеохимических провинций, так и на фоновом участке, что представляет собой удобство при использовании данного вида в качестве тестового. Отловы рыжей полевки проводились в летний период июнь-август с 2001 по 2006 гг. в годы «роста», «депрессии» и «пика» численности популяции. Исследуемые популяции животных характеризуются циклическими изменениями численности (плотности), которые проявляются в последовательной смене фаз

низкой численности (депрессия), роста популяции и высокой численности (пик). Обозначение фаз популяционного цикла было введено на основании демографической структуры и относительной численности популяции.

Подсчет относительного обилия мелких млекопитающих производили по формуле:

I = (c/d) × 100 - суммарное относительное обилие,

где c – количество особей отловленных за 4 суток;

d – общее количество отработанных ловушко-суток (d = a × t, a – общее число ловушек, t – число суток отлова).

В ходе анализа относительного обилия рыжей полевки отмечено статистически значимое снижение численности популяций рыжей полевки в районах природных биогеохимических провинций (участок 1 и 2) по сравнению с фоновым участком ($p < 0.05$, табл. 3).

Таблица 3

Численность рыжей полевки на территориях природных биогеохимических провинций (участок 1, 2) и фоновом участке

Район / год	Относительное обилие, особей/100 ловушко-суток					
	2001 (пик)	2002 (депрессия)	2003 (рост)	2004 (пик)	2005 (депрессия)	2006 (рост)
Фон	40,0	-	5	22	0	13,5
Участок 1	12,5	0,5	3	11,5	нет данных	
Участок 2	Нет данных			5,5	0,5	2,3

2.2.2. Морфофизиологические показатели рыжей полевки

Тесная взаимосвязь адаптивных реакций организма и интенсивности метаболизма общеизвестна [1, 12, 47], поэтому для оценки приспособительных механизмов к обитанию на территории биогеохимической провинции целесообразно изучение таких морфофизиологических параметров организма, которые характеризуют интенсивность обмена веществ и энергетический потенциал животных.

Для оценки общего физиологического состояния, интенсивности процессов метаболизма и энергетического потенциала рыжей полевки в районе биогеохимической провинции и на фоновой территории были выбраны следующие морфофизиологические характеристики: масса тела, отношение массы к длине тела (индекс упитанности, состояния), индексы печени, надпочечника, щитовидной железы, гепатосупраренальный коэффициент, индекс семенника (табл. 4). Индекс вычисляется как отношение массы органа к массе тела.

При изучении факторов динамики изучаемых характеристик использованы многомерные модели дисперсионного анализа. В модели были включены следующие градации факторов: геохимические условия (биогеохимическая провинция, фоновая территория), фаза популяционного цикла («рост», «пик»), пол (самцы, самки) и репродуктивный статус животных (половозрелые, неполовозрелые). При проверке гипотез о значимости факторов выбран 5 %-й уровень значимости.

Анализ влияния геохимического фактора на морфофизиологические параметры животных показал, что в районах природных биогеохимических провинций (участок 1, 2) с избыточным содержанием никеля, кобальта, хрома у рыжей полевки значимо возрастает относительная масса почки ($p<0.01$), что связано с интенсификацией метаболизма.

Кроме того, у рыжей полевки, обитающей на аномальных участках, обнаружено увеличение индекса надпочечника, снижение индекса упитанности и гепатосупраренального коэффициента, что указывает на снижение энергетического потенциала животных при избытке тяжелых металлов в окружающей среде [48]. Анализ результатов сравнения значений индексов почки, надпочечника, упитанности и гепатосупраренального коэффициента по участкам при помощи точечного критерия НСР (наименьшая существенная разница) (LSD test of planned comparisons) теста, показал значимое различие в вариантах участок 1 – фон, участок 2 – фон ($p<0.05$).

Таблица 4

Морфофизиологические показатели (среднее ± стандартная ошибка) рыжей полевки при различной численности популяции (участок 1 / участок 2 / Фон)

Пол	Самцы		Самки	
Репродуктивный статус	половозрелые	неполовозрелые	половозрелые	неполовозрелые
«Рост» численности популяции (2003, 2006 гг.)				
Количество животных	9 7 12	5 3 29	3 3 13	2 - 20
Индекс печени, ‰	54,64±4,12 64,3±2,79 66,62±2,72	75,58±5,68 65±1,71 66,93±1,95	76,56±5,17 67,96±7,36 71,15±2,36	69,07±9,07 ---------- 71,02±1,97
Индекс почки, ‰	7,85±0,28 8,8±0,34 7,83±0,31	9,86±0,92 7,33±0,27 7,17±0,15	6,95±0,5 7,77±0,7 7,49±0,32	9,36±0,09 ---------- 7,39±0,23
Индекс надпочечника, ‰	0,21±0,02 0,22±0,09 0,27±0,02	0,21±0,03 0,18±0,02 0,22±0,02	0,49±0,22 0,54±0,05 0,46±0,04	0,84±0,34 ---------- 0,22±0,03
Отношение массы к длине тела, г/см	2,01±0,11 2,13±0,1 2,28±0,11	1,91±0,1 1,85±0,03 1,88±0,04	2,03±0,23 1,97±0,34 2,52±0,13	1,75±0,15 ---------- 1,80±0,03
Гепатосупраренальный коэффициент	227,52±33,6 287,74±60,26 241,13±18,43	261,53±45,29 365,42±60,66 287,79±19,86	149,33±30,67 142,13±14,53 151,35±13,92	93,39±26,61 ---------- 312,16±28,05
Индекс семенника, ‰	16,04 ± 1,63 17,45 ± 1,72 15,50 ±0,98	10,4 ± 0,76 11,95 ± 0,85 1,13 ± 0,15		
«Пик» численности популяции (2001, 2004 гг.)				
Количество животных	15 1 9	15 17 27	15 7 9	29 12 32

Окончание табл. 4

Пол	Самцы		Самки	
Репродуктивный статус	Половозрелые	Неполовозрлые	Половозрелые	Неполовозрелые
Индекс печени, ‰	65,74±1,9 --- 68,97±6,8	64,75±3,11 58,03±1,43 65,02±2,81	74,14±3,3 84,55±4,97 69,54±9,95	63,52±1,43 65,59±2,17 69,49±2,21
Индекс почки, ‰	7,47±0,24 --- 6,29±0,38	7,62±0,27 7,94±0,16 7,47±0,24	6,95±0,14 8,46±0,42 7,39±0,53	8,23±0,25 8,5±0,3 6,96±0,2
Индекс надпочечника, ‰	0,27±0,01 --- 0,21±0,02	0,31±0,02 0,29±0,02 0,21±0,01	0,42±0,03 0,53±0,06 0,39±0,06	0,27±0,01 0,25±0,03 0,23±0,01
Отношение массы к длине тела, г/см	2,44±0,05 --- 2,24±0,2	1,77±0,04 1,7±0,03 1,81±0,04	2,64±0,07 2,45±0,18 2,51±0,13	1,7±0,03 1,83±0,04 1,83±0,04
Гепатосупраренальный коэффициент	250,07±11,85 --- 290,56±38,48	233,16±27,05 200±18,08 294,09±20,52	161,17±6,92 151,88±19,4 173,85±13,63	231,47±15,84 270,5±36,28 303,11±13,28
Индекс семенника, ‰	16,92 ± 1,43 --- 15,42 ± 1,03	1,34 ± 0,03 1,33 ± 0,03 0,63 ± 0,02		

Примечание: прочерк означает отсутствие данных

Так как тяжелые металлы влияют на процессы тканевого дыхания и энергетический метаболизм клеток, то одной из основных причин увеличения энергозатрат организма в биогеохимической провинции, вероятно, является тканевой дефицит энергии у животных. Значительные концентрации микроэлементов вызывают разобщение дыхательной цепи, при действии малых доз основные изменения продукции энергии связаны с увеличением скорости гликолиза и гликогенеза [65].

При анализе факторов изменчивости относительного веса семенника обнаружено его статистически значимое увеличение у животных, обитающих в

природных биогеохимических провинциях ($p<0.01$). Значимые различия отмечены ($p<0.05$) в вариантах участок 1 – фон, участок 2 - фон по результатам НСР теста.

Таким образом, метод морфофизиологических индикаторов С.С. Шварца, отлично зарекомендовавший себя в многочисленных экологических исследованиях, позволил выявить определенные изменения интерьерных показателей у рыжей полевки в зависимости от геохимических условий обитания, фазы популяционного цикла, пола и возраста зверьков.

Показано, что в районе природной биогеохимической провинции происходит статистически значимое увеличение абсолютной и относительной массы надпочечника животных, что свидетельствует об активизации его функции и напряженности энергетического баланса животных.

В экстремальных геохимических условиях у рыжей полевки также происходит увеличение индекса семенника, что, возможно, обеспечивает более высокий репродуктивный потенциал взрослых животных при избытке тяжелых металлов в окружающей среде и ускорение созревания молодняка.

2.2.3. Морфофункциональные особенности коры надпочечника рыжей полевки

В результате оценки морфофизиологических характеристик рыжей полевки было показано, что действие неблагоприятных геохимических условий на территории природной биогеохимической провинции обусловило увеличение относительного веса надпочечника, которое связано с активизацией его функции и повышением неспецифической резистентности животных аномального участка. С целью выяснения механизмов гипертрофии надпочечника на территории биогеохимической провинции был проведен анализ его морфофункционального состояния. Известно, что повышение функциональной активности адреналовой железы, сопровождающееся ее гипертрофией, может обеспечиваться изменением размеров зон, клеток, ядер коры надпочечника в зависимости от природы, силы и продолжительности

действия фактора среды. В связи с этим при изучении морфофункционального состояния адреналовых желез полевок были проанализированы следующие показатели: площадь среза надпочечника, площадь клубочковой и пучково-сетчатой зон, относительный размер клубочковой и пучково-сетчатой зон (% от площади среза органа), площадь ядер и клеток в клубочковой, пучковой и сетчатой зонах (табл. 5, 6).

При оценке воздействия геохимических условий на морфофункциональное состояние адреналовых желез рыжей полевки обнаружена статистически значимая гипертрофия (увеличение) пучково-сетчатой зоны, а также фасцикуляторных клеток (клеток пучковой зоны коры) и их ядер у животных аномального участка. Нами не обнаружено статистически значимых различий морфометрических показателей клубочковой и сетчатой зон в зависимости от геохимических условий. Различия в размерах среза надпочечника между животными аномального и фонового района статистически незначимы, т.е. на аномальном участке не происходит значительного укрупнения адреналовой железы, однако абсолютный и относительный ее вес на территории биогеохимической провинции статистически значимо увеличивается. Возрастание массы надпочечника на аномальном участке происходит в основном за счет увеличения кровенаполнения органа, а не его объема. Следовательно, увеличение индекса надпочечника не всегда обусловлено увеличением его объема.

Наблюдаемое статистически значимое увеличение площади пучково-сетчатой зоны на аномальной территории обусловлено увеличением площади клеток только пучковой зоны и свидетельствует об интенсификации глюкокортикоидной функции надпочечника при адаптации к экстремальным геохимическим условиям. Обнаруженная гипертрофия ядер фасцикуляторных клеток на аномальном участке связана с нарастанием объема продуктов ядерного синтеза в результате активизации их функции.

При рассмотрении средних значений морфометрических показателей по отдельным демографическим группам, как правило, не наблюдается

одновременного укрупнения ядер, клеток и зоны в целом на аномальном участке по сравнению с фоновыми значениями. Видимо, это связано с активацией различных механизмов, повышающих функциональную активность надпочечника, и сложностью гормональных взаимодействий, обеспечивающих адаптацию организма к условиям среды, в каждом конкретном случае.

Таблица 5

Размер зон коры надпочечника (среднее ± стандартная ошибка) рыжей полевки при различной численности популяции (над чертой – биогеохимическая провинция, под чертой – фоновая территория)

Пол		Самцы		Самки	
Репродуктивный статус		половозрелые	неполовозрелые	половозрелые	неполовозрелые
«Рост» численности популяции 2003 г.					
Количество животных (срезов)		6 (18) 6 (18)	4 (12) 3 (9)	4 (12) 4 (12)	3 (9) 3 (9)
Площадь, мм^2	срез надпочечника	1,03 ± 0,08 1,39 ± 0,17	1,04 ± 0,12 1,10 ± 0,05	1,75 ± 0,16 2,01 ± 0,27	3,05 ± 0,09 1,91 ± 0,14
	клубочковая зона	0,20 ± 0,02 0,29 ± 0,03	0,25 ± 0,02 0,23 ± 0,02	0,41 ± 0,01 0,44 ± 0,03	0,59 ± 0,02 0,48 ± 0,05
	пучково-сетчатая зона	0,60 ± 0,05 0,79 ± 0,08	0,61 ± 0,07 0,62 ± 0,04	1,15 ± 0,10 1,19 ± 0,17	1,99 ± 0,13 1,15 ± 0,09
% от площади среза	клубочковая зона	20,1 ± 1,4 21,3 ± 1,6	23,9 ± 1,1 21,3 ± 1,4	23,7 ± 1,2 22,3 ± 1,2	19,3 ± 1,0 25,1 ± 0,6
	пучково-сетчатая зона	58,1 ± 1,0 57,8 ± 1,9	58,4 ± 1,5 56,8 ± 1,9	60,0 ± 1,9 59,1 ± 2,3	65,1 ± 2,9 60,5 ± 0,2
«Пик» численности популяции 2001 г.					
Количество животных (срезов)		7 (21) 8 (18)	5 (15) 16 (48)	7 (21) 8 (24)	15 (45) 23 (69)
Площадь, мм^2	срез надпочечника	1,10 ± 0,12 1,29 ± 0,10	0,72 ± 0,11 0,97 ± 0,05	2,74 ± 0,37 1,90 ± 0,17	0,74 ± 0,05 0,86 ± 0,05
	клубочковая зона	0,20 ± 0,02 0,28 ± 0,03	0,17 ± 0,02 0,20 ± 0,01	0,63 ± 0,16 0,46 ± 0,03	0,15 ± 0,01 0,18 ± 0,01
	пучково-сетчатая зона	0,68 ± 0,08 0,71 ± 0,09	0,37 ± 0,06 0,54 ± 0,03	1,70 ± 0,20 1,14 ± 0,14	0,43 ± 0,03 0,50 ± 0,03
% от площади среза	клубочковая зона	18,3 ± 1,0 22,9 ± 2,3	25,0 ± 3,0 20,7 ± 0,8	22,4 ± 2,6 23,3 ± 0,8	20,4 ± 0,7 20,5 ± 0,6
	пучково-сетчатая зона	60,9 ± 1,5 54,0 ± 3,6	51,3 ± 3,5 55,3 ± 3,5	62,8 ± 3,1 55,3 ± 1,4	58,1 ± 1,9 57,1 ± 1,2

Таблица 6

Площадь ядер и клеток коры надпочечника (среднее ± стандартная ошибка) рыжей полевки при различной численности популяции (над чертой – биогеохимическая провинция, под чертой – фоновая территория), мкм^2

Пол		Самцы		Самки	
Репродуктивный статус		половозрелые	неполовозрелые	половозрелые	неполовозрелые
«Рост» численности популяции 2003 г.					
Количество животных (клеток)		6 (900) 6 (900)	4 (600) 3 (450)	4 (600) 4 (600)	3 (450) 3 (450)
Клубочковая зона	ядро	14,4 ± 0,7 14,7 ± 0,6	12,7 ± 0,5 12,8 ± 0,3	13,8 ± 0,5 12,5 ± 0,6	13,6 ± 1,3 13,4 ± 1,2
	клетка	45,2 ± 2,6 48,8 ± 2,2	44,2 ± 2,7 43,3 ± 1,3	48,6 ± 1,0 44,3 ± 1,8	46,0 ± 3,5 44,6 ± 4,2
Пучковая зона	ядро	19,1 ± 0,8 19,6 ± 1,0	18,5 ± 1,6 14,6 ± 0,6	22,6 ± 0,7 17,2 ± 1,1	21,5 ± 0,7 19,3 ± 0,8
	клетка	75,3 ± 3,8 74,4 ± 2,9	64,8 ± 6,7 56,6 ± 5,6	98,0 ± 1,9 75,5 ± 5,1	88,0 ± 6,4 85,4 ± 2,9
Сетчатая зона	ядро	15,8 ± 0,8 20,1 ± 0,8	17,2 ± 1,5 15,8 ± 0,2	20,0 ± 0,5 18,3 ± 0,3	22,0 ± 1,5 24,3 ± 0,9
	клетка	49,5 ± 2,6 77,3 ± 1,7	58,4 ± 4,6 56,0 ± 2,2	79,1 ± 1,2 68,6 ± 3,6	81,8 ± 4,2 78,7 ± 3,2
«Пик» численности популяции 2001 г,					
Количество животных (клеток)		7 (1050) 8 (1200)	5 (750) 16 (2400)	7 (1050) 8 (1200)	15 (2250) 23 (3450)
Клубочковая зона	ядро	12,8 ± 0,3 12,2 ± 0,5	12,4 ± 0,4 12,6 ± 0,5	14,2 ± 0,6 15,3 ± 0,8	12,1 ± 0,4 12,7 ± 0,3
	клетка	47,5 ± 1,9 47,8 ± 1,8	42,3 ± 1,8 41,2 ± 1,6	46,2 ± 2,2 49,0 ± 3,6	38,3 ± 1,3 42,4 ± 0,8
Пучковая зона	ядро	16,2 ± 0,6 13,8 ± 0,6	13,1 ± 0,4 12,7 ± 0,6	19,7 ± 0,8 18,0 ± 1,1	12,3 ± 0,3 13,4 ± 0,4
	клетка	81,7 ± 4,8 81,0 ± 4,1	45,8 ± 1,7 44,5 ± 2,4	73,0 ± 5,5 69,2 ± 4,3	39,2 ± 0,7 46,9 ± 1,1
Сетчатая зона	ядро	19,5 ± 1,5 16,9 ± 2,1	15,2 ± 0,8 13,6 ± 0,4	21,2 ± 1,2 16,3 ± 1,0	16,1 ± 0,6 13,9 ± 0,3
	клетка	69,5 ± 7,6 54,1 ± 2,5	50,6 ± 1,6 49,8 ± 1,7	75,8 ± 2,4 62,6 ± 4,9	55,3 ± 2,2 47,4 ± 1,2

Анализ всего комплекса изучаемых морфофункциональных параметров позволяет сделать вывод об увеличении функциональной активности пучковой зоны надпочечника рыжей полевки на аномальном участке, что обеспечивает повышение неспецифической резистентности животных в условиях биогеохимической провинции. Таким образом, интенсификация адренокортикальной функции на аномальном участке является адаптивной реакцией, а гипертрофия фасцикуляторных клеток, ядер и пучковой зоны в целом – структурным следом адаптации.

Активация гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы, с одной стороны, обеспечивает приспособление организма к условиям биогеохимической провинции, с другой, возможно, сокращает энергетические резервы в качестве платы за адаптацию. Это может быть связано со способностью гормонов пучковой зоны надпочечника воздействовать на распад и транспорт энергоемких молекул.

Взаимодействия факторов. Анализ эффектов взаимодействий факторов, определяющих изменчивость морфофункционального состояния надпочечника, свидетельствует об усилении на территории биогеохимической провинции функционального напряжения коры адреналовой железы, вызванного действием других факторов, т. е. в экстремальных геохимических условиях возрастают межполовые различия морфологии надпочечника и различия, связанные с изменением плотности популяции.

Эффекты взаимодействий факторов продемонстрированы на примере показателей, характеризующих функциональную активность пучковой зоны коры надпочечника: площади фасцикуляторных клеток и их ядер.

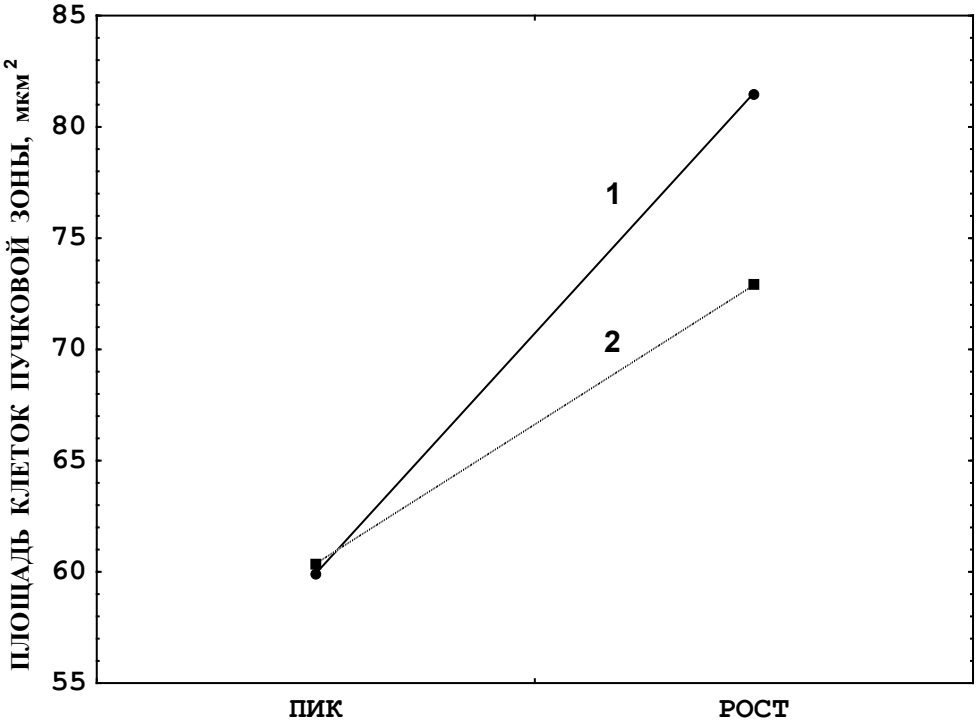
«Геохимический фактор» и «фаза популяционного цикла». Статистически значимое взаимодействие «геохимического» фактора с фактором «фаза популяционного цикла» отражает более значительное увеличение морфометрических параметров надпочечника в год «роста» численности популяции на аномальном участке по сравнению с фоновым (рис.

2). Это свидетельствует об усилении эффектов плотности популяции в экстремальных геохимических условиях.

Трех- и четырехфакторные взаимодействия подчеркивают описанную выше закономерность, а именно, эффект синергизма (совместное и однородное функционирование) при действии геохимического и других факторов, вызывающих активацию функции коры надпочечника.

«Геохимический фактор» и «пол». Взаимодействие «геохимического» фактора с фактором «пол» отражает более существенное увеличение значений морфометрических характеристик пучковой зоны у самок по сравнению с самцами на аномальном участке, чем на фоновом (рис. 3), т. е. действие неблагоприятных геохимических условий увеличивает функциональную напряженность коры надпочечников самок.

А



Б

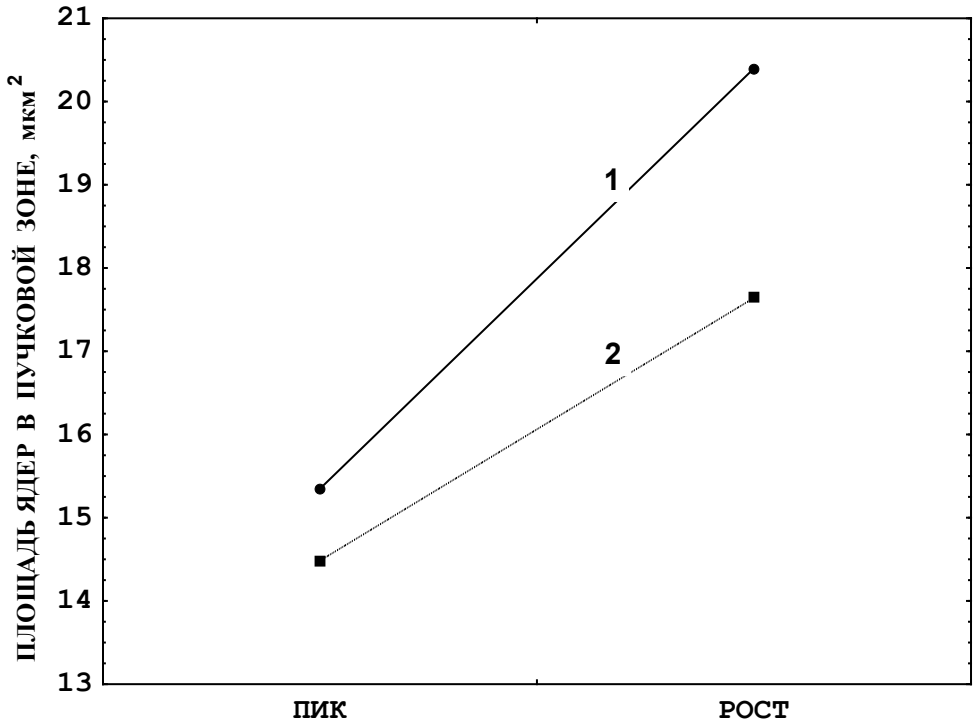
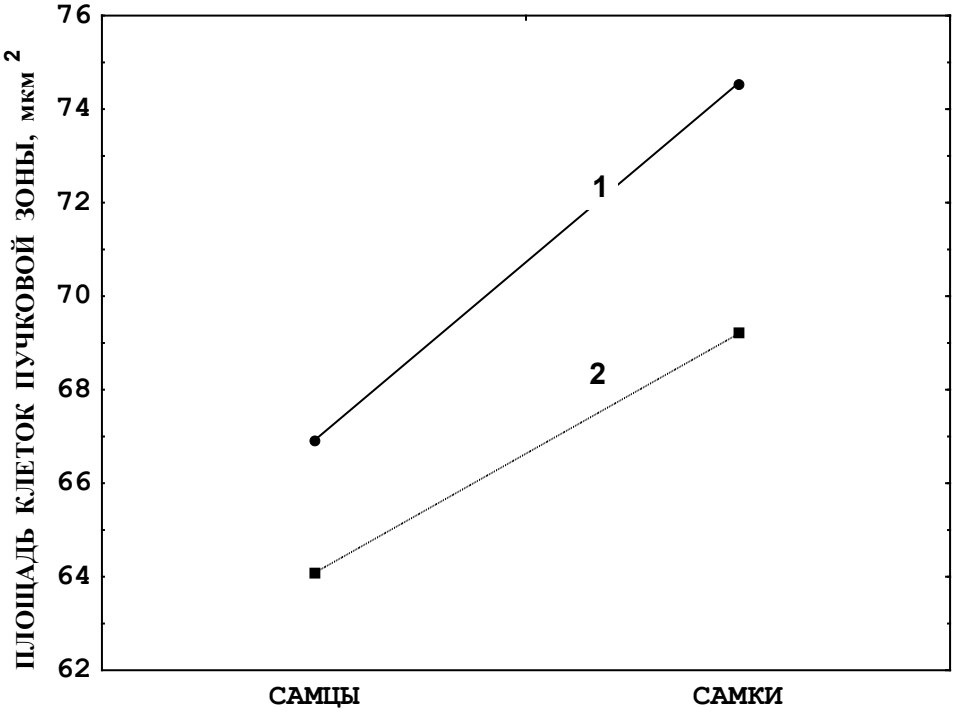


Рис. 2. Морфофункциональные особенности надпочечника рыжей полевки (средние невзвешенные) при взаимодействии геохимического фактора с фактором «фаза популяционного цикла», А – площадь клеток пучковой зоны, Б – площадь ядер в пучковой зоне, $p < 0{,}002$, 1 – провинция, 2 – фон

А



Б

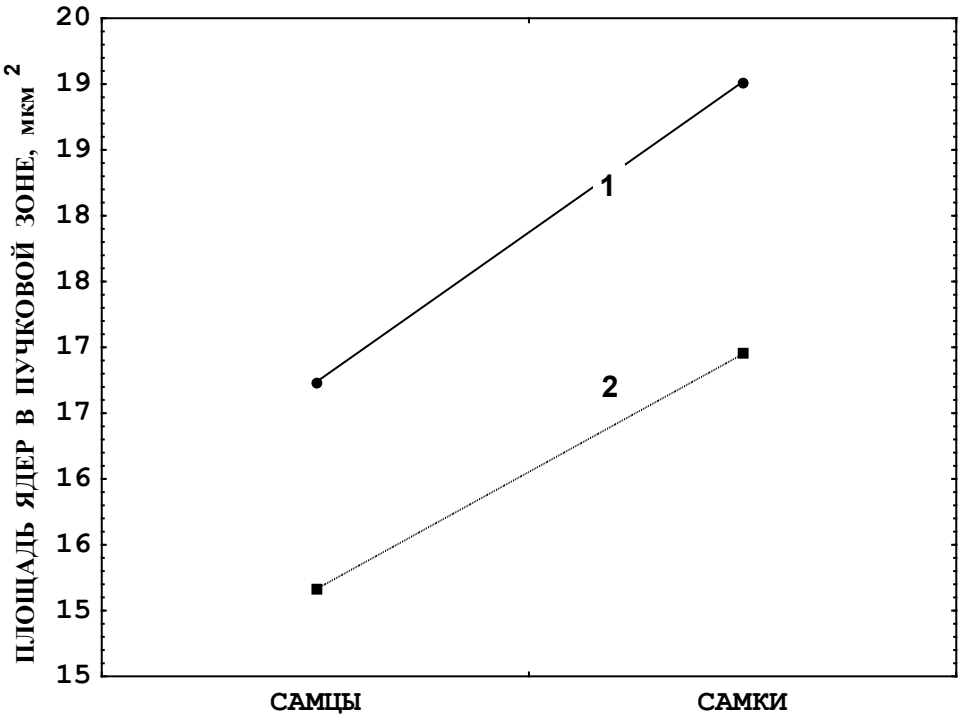


Рис. 3. Морфофункциональные особенности надпочечника рыжей полевки (средние невзвешенные) при взаимодействии геохимического фактора с фактором «пол», А – площадь клеток пучковой зоны, Б – площадь ядер в пучковой зоне, $p < 0,003$, 1 – провинция, 2 – фон

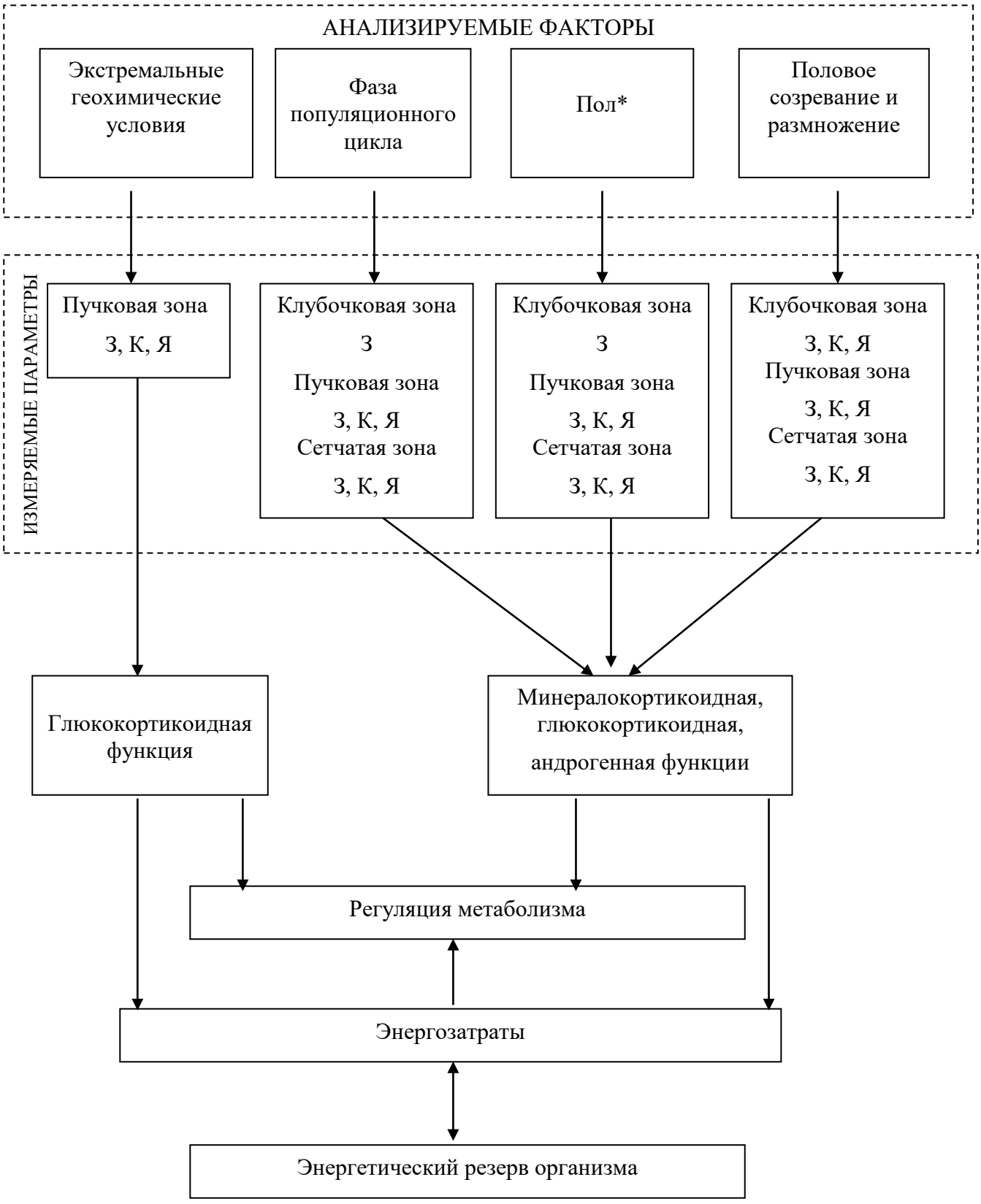


Рис. 4. Схема воздействия геохимических условий, фазы популяционного цикла, пола и репродуктивного статуса животных на функциональную активность коры надпочечника рыжей полевки, «*» – особенности, наблюдаемые у самок. Буквами обозначено увеличение площади: З – зон коры надпочечника, К – клеток, Я – ядер

Многочисленными исследованиями показано, что разнообразные изменения условий внешней среды приводят к активации гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы и гиперфункции адреналовой железы, особенности морфофункционального состояния которой зависят от природы, интенсивности и продолжительности действия раздражителя. Показателями стрессорной гипертрофии надпочечников являются возрастание его массы, увеличение размеров и количества клеток коры, а также повышение кровенаполнения органа.

Вопрос о функциональной активности адреналовой железы в условиях природной биогеохимической провинции до сих пор во многом остается открытым.

В результате проведенных исследований установлено, что на территории природной биогеохимической провинции, приуроченной к ультраосновным горным породам, происходит повышение относительного и абсолютного веса надпочечника у рыжей полевки, обусловленное в значительной степени увеличением кровенаполнения органа и свидетельствующее об активизации его функции.

Анализ параметров морфофункционального состояния надпочечника рыжей полевки позволил описать механизмы изменения функциональной активности адреналовой железы в зависимости от геохимических условий обитания, фазы популяционного цикла, пола и репродуктивного статуса животных (рис. 4). Установлено, что экстремальные геохимические условия вызывают увеличение площади пучковой зоны коры надпочечника, ее клеток и ядер, что, вероятно, связано с интенсификацией выработки глюкокортикоидов, участвующих в широчайшем спектре адаптивных реакций и обеспечивающих повышение неспецифической резистентности животных при избытке тяжелых металлов в окружающей среде. Адаптация животных к условиям природной биогеохимической провинции происходит, возможно, за счет сокращения энергетического резерва в результате катаболического эффекта (процесс метаболического распада сложных органических молекул) глюкокортикоидов.

Связь плотности популяции, репродуктивного статуса, а также половой принадлежности животных с морфофункциональным состоянием надпочечника неоднократно отмечалась исследователями.

Нами показано, что действие плотностнозависимых механизмов способно вызывать расширение всех зон коры, а также увеличение размеров клеток и ядер в пучковой и сетчатой зонах (рис. 4). Это, вероятно, связано с изменением физиологического состояния животных при различных уровнях плотности популяции.

Половой диморфизм морфофункционального состояния адреналовой железы проявляется в том, что самки обладают более крупными надпочечниками с более широкими зонами коры, чем самцы. К отличительным особенностям надпочечников самок относятся также крупные клетки и ядра в пучковой и сетчатой зонах (рис. 4).

В ходе исследования показано, что наиболее реактивной зоной коры надпочечника при действии различных факторов является пучковая. Это связано с интенсификацией выработки ее гормонов – глюкокортикоидов в ответ на любое воздействие, при котором необходимо включение адаптивных изменений регуляторных систем организма.

Оценка эффектов взаимодействий факторов продемонстрировала, что экстремальные геохимические условия усиливают эффекты действия других факторов. Это подтверждает наше предположение о сокращении резервных возможностей животных на аномальной территории в качестве платы за адаптированность. В связи с этим в районах природных биогеохимических провинций, возможно, следует ожидать снижение устойчивости животных к действию различных факторов среды, особенно в тех ситуациях, которые требуют от организма значительных энергозатрат.

Таким образом, условия геохимических аномалий даже при отсутствии признаков эндемических заболеваний могут провоцировать адаптивные изменения регуляторных систем организма животных. Данное предположение, вероятно, справедливо и в отношении людей, населяющих территории

естественных геохимических аномалий. Проживание в районах распространения ультраосновных горных пород может привести к негативным последствиям для здоровья населения: снижению устойчивости к действию факторов окружающей среды, увеличению заболеваемости, осложнению неэндемических заболеваний, увеличению смертности, снижению продолжительности жизни.

2.2.4. Морфофункциональные особенности репродуктивной системы рыжей полевки

Исследования по изучению влияния различных факторов на репродуктивную функцию мелких млекопитающих достаточно широко представлены в современной литературе, поскольку интенсивность воспроизводства отражает популяционную приспособленность к условиям обитания [23, 33, 42, 85], Показано увеличение показателей плодовитости в условиях техногенного загрязнения и повышенного уровня радиоактивности [9, 52], При лабораторном введении шестивалентного хрома, сочетанном действии свинца и радиации в районах с высоким уровнем радиоактивности, при действии плотностнозависимых механизмов (зависят от количества особей на территории) отмечено изменение морфофункционального состояния яичников животных [86, 95]. Однако, несмотря на многочисленные исследования, посвященные оценке репродуктивной функции самок при действии разнообразных факторов, вопрос о ее изменении в условиях природных биогеохимических провинций (естественных геохимических аномалий) и, следовательно, о приспособительных реакциях популяции в данных районах во многом остается открытым.

В результате наших исследований у самок рыжей полевки из районов природных биогеохимических провинций, приуроченных к ультраосновным гонным породам, (п. Уралец и с. Анатольская Свердловская область) обнаружено увеличение потенциальной и фактической плодовитости рыжей полевки (табл. 7).

На основании анализа литературных данных для объяснения увеличения потенциальной плодовитости можно предположить, что на территориях естественных геохимических аномалий имеет место отбор самок с генетически более высоким репродуктивным потенциалом. Известно, что у гетерозиготных животных по гену BMP 15(CDF9B) происходит увеличение количества овулирующих ооцитов [104, 109, 114]. Экспрессия этого гена, согласно современным представлениям молекулярной биологии, важна для регуляции числа овулирующих ооцитов. Возможно, в популяциях рыжей полевки на территориях биогеохимических провинций происходит поддержание гетерозиготности особей по данному признаку. Это и обеспечивает повышенную потенциальную плодовитость самок в экстремальных геохимических условиях.

Таблица 7

Плодовитость и доимплантационная смертность у самок рыжей полевки на территориях природных биогеохимических провинций (участок 1 и 2) и фоновом участках

Признак	участок 1	участок 2	фон
Потенциальная плодовитость *	6,1±0,24	6,9±0,30	5,4±0,22
Фактическая плодовитость **	5,7±0,22	6,1±0,52	4,8±0,23
Эмбриональные потери, %	5,12	10,9	12,90
Доимплантационная смертность, %	5,12	3,78	9,20
Постимплантационная смертность, %	-	7,04	2,23
Доля самок с доимплатанционными потерями, %	27,78	25,0	31,58
Доля самок с постимплантационными потерями, %	-	25,0	5,26
Количество животных	18	8	19

Примечание. * - Потенциальная плодовитость оценивается по количеству желтых тел в яичнике.

** - Фактическая плодовитость оценивается по количеству живых эмбрионов в матке,

Успех процесса имплантации эмбрионов определяется многими факторами, в том числе и концентрацией в крови эстрогена [72]. Усиленная активация эстрогензависимого деления некоторых клеток матки [111] в условиях биогеохимической провинции происходит вследствие повышения выработки глюкокортикоидов (гормонов коры надпочечника). Данный эффект ведет к снижению доимплантационной (до прикрепления эмбриона к стенке матки) смертности эмбрионов у самок из аномальных участков.

Известно, что размер помета (количество детенышей) положительно коррелирует с концентрацией основного гормона беременности прогестерона и глюкокортикоидов в крови беременных самок [38, 53, 59]. Повышенная секреция этих гормонов-иммуносупрессоров обусловливает подавление иммунитета. Обнаруженное увеличение фактической плодовитости у самок рыжей полевки из районов геохимических аномалий, по-видимому, является косвенным признаком более низкой иммунореактивности этих животных по сравнению с фоновым участком. А низкий уровень численности рыжей полевки при более высоких значениях фактической плодовитости связан с повышенным уровнем постнатальной смертности животных на территориях природных биогеохимических провинций. У беременных и лактирующих самок возрастают энергетические потребности, поэтому, возможно, именно эта группа подвержена высокой смертности [60] в экстремальных геохимических условиях.

Увеличение показателей плодовитости, снижение доимплантационной смертности и доли самок с доимплантационными потерями является адаптивной реакцией популяции на воздействие комплекса условий биогеохимических провинций (естественных геохимических аномалий), которая, связана с повышенным уровнем постнатальной смертности животных в геохимически аномальных районах.

Известно, что процесс полового созревания начинается с увеличения секреции гонадотропинов гипофизом [82]. По мере увеличения секреции фолликулостимулирующего гормона (ФСГ) нарастает интенсивность

фолликулогенеза (развития яйцеклеток). При этом уровень синтеза эстрадиола в фолликуле растет экспоненциально и строго коррелирует с диаметром фолликула [110, 116] (рис. 5).

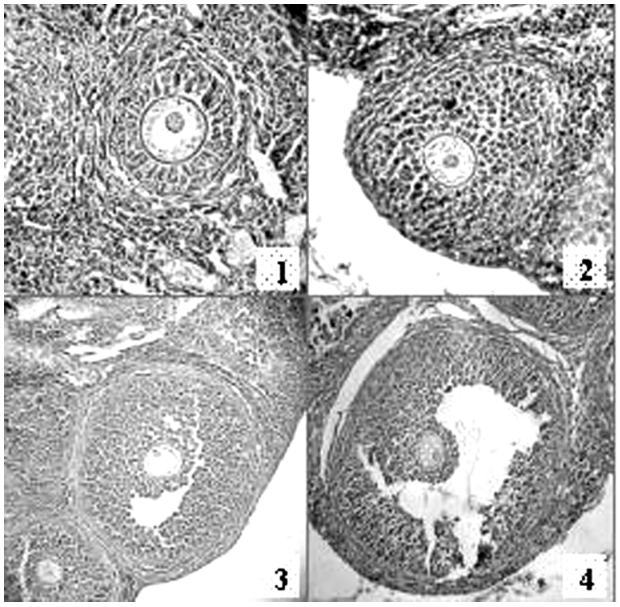


Рис. 5. Поперечный срез яичника рыжей полевки: 1 – однослойный фолликул, ув. 175; 2 – вторичный (компактный) фолликул, увелич. 105; 3 – вторичный (полостной) фолликул, ув. 77; 4 – третичный фолликул, увеличение 77

На территориях природных биогеохимических провинций обнаружено увеличение количества вторичных и третичных, а также размеров компактных и полостных фолликулов в яичниках неполовозрелых самок рыжей полевки, что свидетельствует об интенсификации процесса фолликулогенеза (табл. 8,9).

Взаимодействие «геохимического» фактора с фактором «тип фолликула» показывает, что различие между изучаемыми участками наблюдаются по количеству вторичных и третичных фолликулов. У неполовозрелых самок на территориях природных биогеохимических провинций количество данных типов фолликулов значимо выше по сравнению с фоновым участком (рис. 6).

Количество вступивших в рост однослойных фолликулов в яичниках самок на всех участках примерно одинаково. Это связано с тем, что факторы, определяющие начало роста и дифференцировки примордиальных фолликулов

гормонально независимы. Согласно теории латеральной спецификации (lateral specification) пусковым фактором начала дифференцировки фолликулов является потеря между ними межклеточных контактов. В рост идут те фолликулы, которые потеряли боковой контакт с соседними фолликулами, и обычно рост фолликулов происходит по краю яичника.

Таблица 8

Количество фолликулов в яичнике рыжей полевки (среднее ± стандартная ошибка) при различной численности популяции на территориях биогеохимических провинций (участки 1, 2) и фоновом участке

Стадия полового цикла / тип фолликула	Количество фолликулов в одном яичнике рыжей полевки		
	участок 1	участок 2	фон
Беременность	«Рост» численности популяции (2003, 2006 гг)		
однослойные фолликулы	361,43 ± 42,06	273,33 ± 33,83	456,67 ± 49,58
вторичные фолликулы	112,14 ± 10,23	118,33 ± 14,24	157,50 ± 24,55
третичные фолликулы	16,43 ± 2,61	21,67 ± 3,33	18,33 ± 2,47
Количество животных	7	3	6
Беременность	«Пик» численности популяции (2001, 2004 гг)		
однослойные фолликулы	312,86 ± 51,53	360,0 ± 61,10	227,50 ± 20,16
вторичные фолликулы	92,14 ± 8,23	85,0 ± 10,0	82,50 ± 10,10
третичные фолликулы	17,14 ± 3,23	16,67 ± 3,33	10,0 ± 2,04
Количество животных	7	3	11
Неполовозрелость	«Пик» численности популяции (2001, 2004 гг)		
однослойные фолликулы	294,0 ± 84,82	255,56 ± 51,74	265,0 ± 55,03
вторичные фолликулы	101,43 ± 32,88	132,22 ± 30,63	63,75 ± 34,30
третичные фолликулы	10,0 ± 7,07	24,40 ± 9,83	3,13 ± 2,59
Количество животных	7	9	8

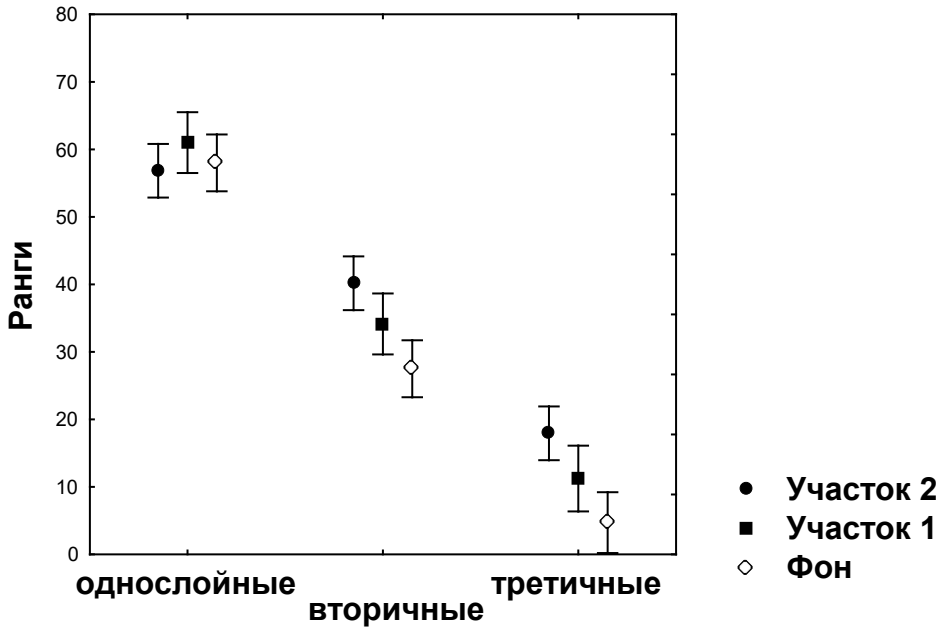


Рис. 6. Количество фолликулов в яичнике рыжей полевки (средние невзвешенные ± 0,95 доверительный интервал, данные ранжированы) при взаимодействии геохимического фактора и фактора «тип фолликула», $p < 0,01$

Роль этого фактора, отвечающего за потерю межклеточных контактов и начала дифференцировки, выполняет продукт экспрессии гена Notch [101]. О гормонально-независимом характере начала роста фолликулов также говорит тот факт, что он происходит в аваскулярной (бессосудистой) зоне [13].

Дальнейшее развитие и скорость роста фолликулов зависит от гонадотропных гормонов: фолликулостимулирующего (ФСГ) и лютеинизирующего (ЛГ). Под воздействием стимуляции ФСГ и ЛГ синтез эстрадиола значительно увеличивается. Высокая концентрация эстрадиола в крови вызывает по принципу отрицательной обратной связи снижение выделения ФСГ гипофизом. Под воздействием снижающегося уровня ФСГ все фолликулы, которые не успели достигнуть определенного размера, подвергаются атрезии – обратному развитию [110, 116].

Процесс полового созревания начинается с увеличения секреции гонадотропинов гипофизом, выполняющих «команду» гипоталамуса (Теппермен, 1989). Поэтому состояние фолликулярной системы в данный период развития зависит от нейрогуморальных взаимоотношений в системе

гипофиз – гипоталамус – яичник. По мере полового созревания организма выявляются гетерохронность и последовательная функциональная активация звеньев, составляющих гипоталамо-гипофизарно-яичниковую ось. В начале повышается продукция дегидроэпиандростерона в коре надпочечников, а в дальнейшем увеличивается секреция тестостерона и эстрогенов. Это приводит к нарастанию секреции ФСГ, что сопровождается интенсификацией фолликулогенеза. Затем повышается концентрация ЛГ, устанавливаются определенные соотношения эстрогенов и ФСГ [19].

Таблица 9

Максимальные диаметры фолликулов в яичнике рыжей полевки (среднее ± стандартная ошибка) при различной численности популяции на территориях биогеохимических провинций и фоновом участке

Стадия полового цикла и развития фолликула	Максимальные диаметры (мкм) в яичнике рыжей полевки на изучаемых участках		
	Участок 1	Участок 2	Фон
Беременность:	«Рост» численности популяции (2003, 2006 гг.)		
компактные фолликулы	182,22±8,84 (34)	172,70±12,50 (17)	198,74±4,69 (121)
полостные фолликулы	316,95±10,11 (26)	317,36±14,88 (12)	311,01±7,60 (46)
Беременность:	«Пик» численности популяции (2001, 2004 гг)		
компактные фолликулы	179,65±6,60 (61)	184,99±9,41 (30)	172,00±9,11 (32)
полостные фолликулы	287,342±8,360 (38)	339,463±18,22 (18)	285,770±18,22 (18)
Неполовозрелость:	«Пик» численности популяции		
компактные фолликулы	163,30±4,30 (57)	151,46±3,63 (80)	134,35±4,79 (46)
полостные фолликулы	263,80±8,65 (26)	275,60±6,57 (45)	229,71±8,82 (25)

Примечание. Прочерк означает отсутствие данных. Цифра в скобках - количество измеренных фолликулов.

Поэтому преобладание более зрелых форм фолликулов в яичниках одномесячных самок на участках 1 и 2 (табл. 9) свидетельствует о повышенной по сравнению с фоновой территорией активности их гонад и, вероятно, об ускорении полового созревания животных в районах с избыточным почвенным содержанием хрома, никеля и кобальта. Наблюдаемое ускорение полового созревания животных, по-видимому, связано со стимуляцией гонадотропной функции гипофиза соединениями хрома [25].

Взаимодействие геохимического фактора с фактором «тип фолликула» показывает, что различия между изучаемыми участками наблюдаются как по размерам компактных, так и полостных фолликулов. У неполовозрелых самок на территориях природных биогеохимических провинций значения максимальных диаметров фолликулов выше по сравнению с фоновым участком (рис. 7).

Явление ускоренного созревания самок рыжей полевки, обитающих в районах природных биогеохимических провинций, может быть связано с накоплением солей хрома в организмах животных, поскольку данный элемент в определенных концентрациях оказывает стимулирующее влияние на гонадотропную функцию гипофиза [25]. Кроме того, интенсификация функции щитовидной железы, описанная ранее Е.В. Михеевой (2006), также вносит определенный вклад, поскольку гормоны щитовидной железы ускоряют развитие организма [82].

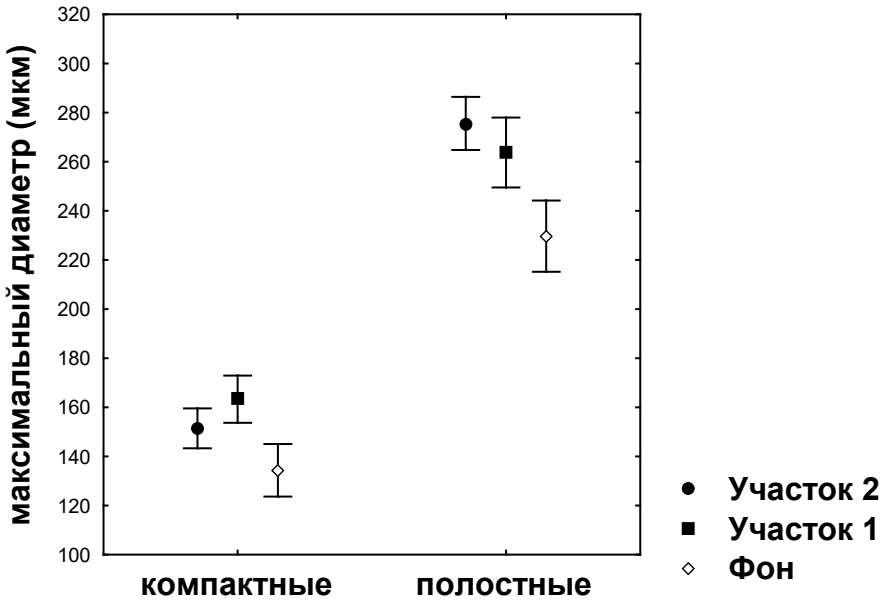


Рис. 7. Максимальный диаметр фолликулов в яичниках неполовозрелых рыжих полевок (средние невзвешенные ± 0,95 доверительный интервал) при взаимодействии факторов «тип фолликула» и геохимического фактора (p = 0,02)

Таким образом, наши данные в целом согласуются с концепцией адаптации популяций широко распространенных видов мелких млекопитающих к экстремальным условиям существования [12, 52, 73, 94] и дополняют ее. Показано, что природный избыток тяжелых металлов в районах, для которых не характерны эндемические заболевания, может вызывать адаптивную реакцию популяции за счет изменения репродуктивной функции самок. Наблюдаемые показатели плодовитости (увеличение потенциальной и фактической плодовитости) и морфофункциональные характеристики яичников животных (увеличение количества и размеров овариальных фолликулов у неполовозрелых самок) свидетельствуют о том, что на территории природной биогеохимической провинции (естественной геохимической аномалии) происходит увеличение рождаемости, направленное на компенсацию высокой постнатальной смертности и поддержание численности популяции (рис. 8). Отсутствие изменения интенсивности фолликулогенеза у беременных самок в зависимости от стадии популяционного цикла («рост» - «пик») на территориях

геохимических аномалий указывает на то, что репродуктивная функция самок находится на пределе своих возможностей.



Рис. 8. Схема адаптивных изменений в репродуктивной системе самок рыжей полевки на территориях природных биогеохимических провинций

Глава 3. Смертность и заболеваемость человека в условиях природной биогеохимической провинции

Воздействие аномальных геохимических условий способно снизить функциональный резерв организма и вследствие этого модифицировать протекание и продолжительность различных заболеваний, в том числе инфекционных [1, 2, 74].

Проведено ретроспективное исследование смертности и заболеваемости людей, проживающих на территории природной биогеохимической провинции (естественной геохимической аномалии) в окрестностях п.Уралец Свердловской области (участок 1).

В результате анализа смертности людей установлено, что ее структура в районе природной биогеохимической провинции отличается от показателей г. Екатеринбурга, Свердловской области и фонового района. Первое место в списке причин смерти (ранг 1) на всех исследуемых территориях занимают болезни системы кровообращения, что соответствует общемировой ситуации, так как данные заболевания обусловливают значительную часть в структуре человеческой смертности [82]. Второе место в списке причин смерти (ранг 2) на территории естественной геохимической аномалии занимают новообразования, в то время как в г. Екатеринбурге, Свердловской области и в Шалинском районе смертности от онкологических заболеваний принадлежит третье место. Показатель относительной смертности от новообразований на геохимически аномальной территории (330,1 случаев на 100 тысяч населения) самый высокий среди всех анализируемых выборок (рис, 9). Необходимо отметить, что определенный вклад в повышение относительной смертности от онкологических заболеваний вносит увеличение доли населения старших возрастных классов, так как аномальная территория является поселком с характерной для небольших населенных пунктов возрастной структурой. Однако перечисленными особенностями невозможно объяснить увеличение

онкосмертности на аномальной территории по сравнению с геохимически фоновым районом (262,6 случаев на 100 тысяч населения).

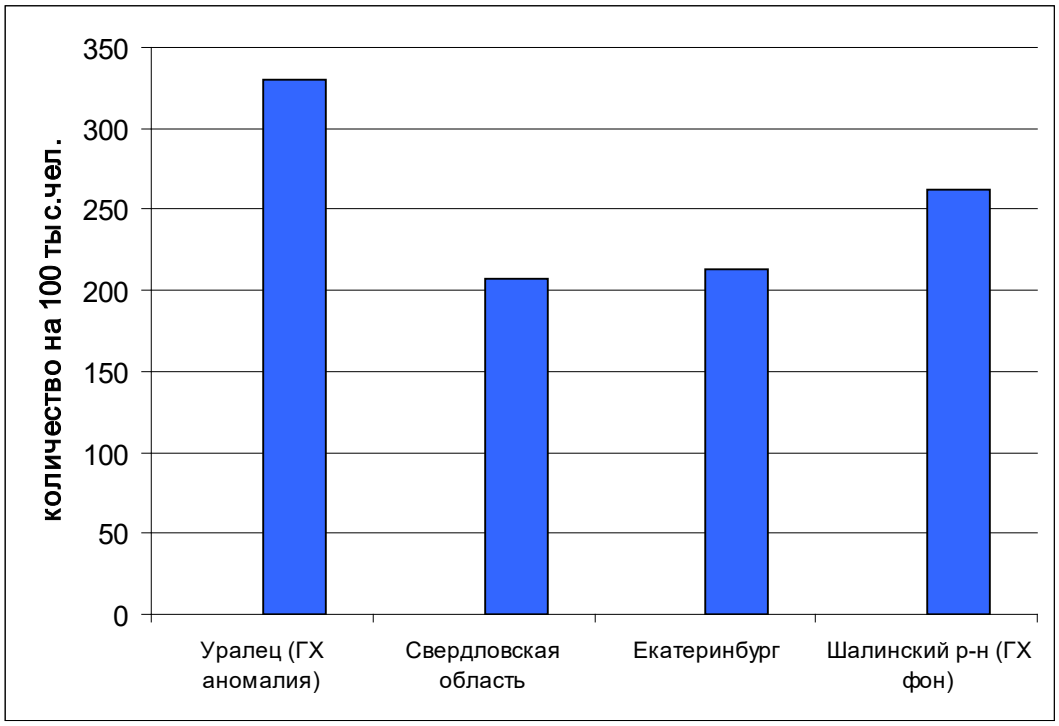


Рис. 9. Средняя относительная смертность от новообразований за 2002-2006 гг.

Для этого фонового участка (Шалинский район) по данным Территориального органа федеральной службы государственной статистики по Свердловской области установлена аналогичная аномальному участку возрастная структура населения.

Отличительными особенностями выборки геохимического фона по сравнению с геохимической аномалией также является отсутствие смертей от врожденных аномалий и болезней мочеполовой системы. Относительные показатели смертности от врожденных аномалий (12,5 случаев на 100 тысяч населения) и болезней мочеполовой системы (12,5) на аномальной территории превышают значения, характерные для г. Екатеринбурга (3,1 и 7,9) и Свердловской области (4,1 и 8,6 врожденные аномалии и болезни мочеполовой системы соответственно). Стоит заметить, что на основании данных пятилетнего периода наблюдений не представляется возможным

сформулировать окончательные выводы относительно таких редких причин смерти.

Вероятно, относительно высокие показатели смертности от новообразований, врожденных аномалий и болезней мочеполовой системы в районе геохимической аномалии объясняются природным избыточным содержанием тяжелых металлов, обусловленным химическим составом подстилающих горных пород территории.

При изучении заболеваемости населения для геохимически аномального участка (п. Уралец) установлены максимальные среди всех анализируемых выборок значения заболеваемости широко распространенными заболеваниями (болезни органов дыхания, пищеварения, системы кровообращения и костно-мышечной системы). Таким образом, геохимический фактор способен существенно повлиять на показатели заболеваемости населения широко распространенными заболеваниями.

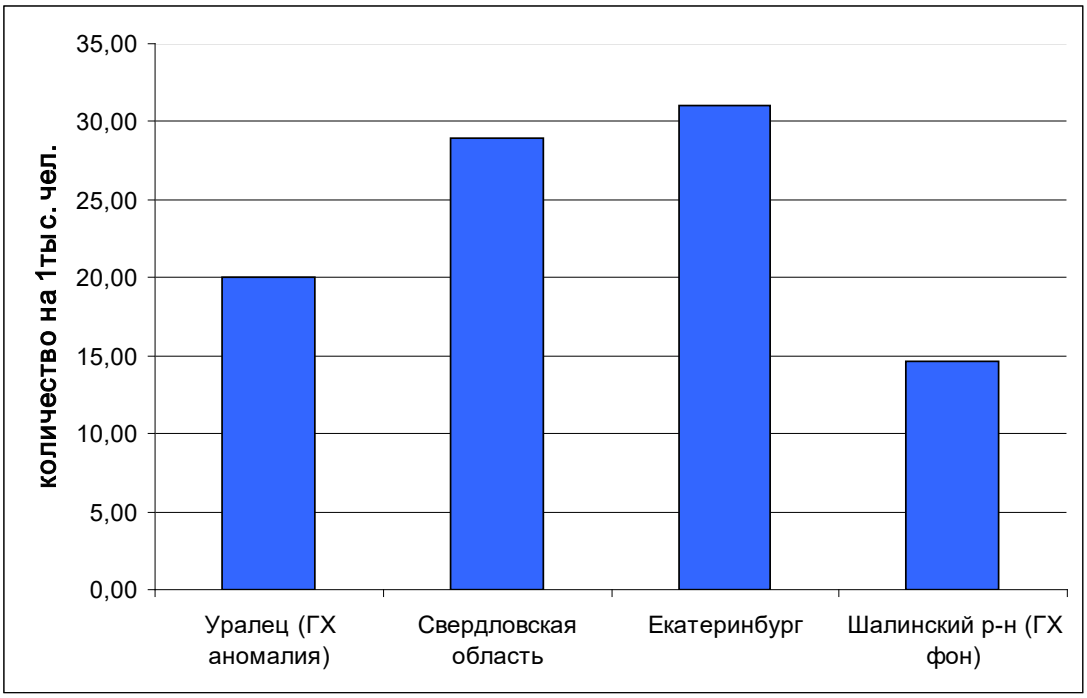


Рис. 10. Средняя относительная заболеваемость онкологическими заболеваниями за 2002-2006 гг.

В результате исследования заболеваемости людей онкологическими заболеваниями на геохимически разнородных территориях обнаружено увеличение данного показателя в районе аномалии (20,1 случаев на 1 тысячу населения) по сравнению с фоновым участком (14,7, рис, 10), что указывает на негативное влияние экстремального геохимического фактора на организм человека. Уровни онкозаболеваемости в Екатеринбурге (29,0) и Свердловской области (31,1) в целом превышают значение, установленное для аномального участка, в виду того, что на людей, включенных в данные контрольные выборки, действует помимо прочего и фактор техногенного загрязнения.

Таким образом, в результате наших исследований установлено, что экстремальные геохимические условия (естественные геохимические аномалии или природные биогеохимические провинции) провоцируют изменения интерьерных показателей животных, структурных особенностей органов эндокринной и репродуктивной систем животных, увеличение смертности людей от онкологических заболеваний, заболеваний мочеполовой системы и врожденных аномалий, а также заболеваемости широко распространенными типами заболеваний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Растения, животные и человек в ходе своей жизнедеятельности осуществляют биогенную миграцию химических элементов, при этом эколого-физиологические связи живых организмов и окружающей среды проявляются определенными адаптивными реакциями в процессе приспособления к тем или иным геохимическим условиям.

В результате наших исследований установлено, что на территориях геохимических аномалий (биогеохимических провинций) Среднего Урала с избыточным содержанием тяжелых металлов происходят следующие процессы: накопление определяющих аномалию элементов в тканях живых организмов, изменения интерьерных показателей животных, структурных особенностей органов эндокринной и репродуктивной систем, увеличение физиологической напряженности. На геохимически аномальных территориях отмечено снижение численности животных при компенсаторном увеличении показателей плодовитости, Данные факты установлены в отношении биогеохимических провинций, в которых эндемические заболевания животных и человека не зафиксированы.

Кроме этого, для территорий биогеохимической провинции природного происхождения характерно увеличение смертности людей от онкологических заболеваний, заболеваний мочеполовой системы и врожденных аномалий. В районе провинции, приуроченной к ультраосновным горным породам, происходит увеличение показателей заболеваемости широко распространенными типами заболеваний, что может рассматриваться в качестве следствия увеличения физиологической напряженности. Вероятно, повышение заболеваемости можно рассматривать в качестве проявления вторичных эндемий, т.е. осложненных геохимической обстановкой неэндемических заболеваний.

Изученные биогеохимические провинции провоцируют сходные адаптивные изменения регуляторных систем живых организмов, которые являются реакцией на допороговые дозы накопления тяжелых металлов, не вызывающие эндемических заболеваний (первичных эндемий).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Агаджанян Н.А., Скальный А.В.* Химические элементы в среде человека и экологический портрет человека . – М.: КМК, 2001. – 83 с.
2. *Антонов А.Р., Ефремов А.В.* Микроэлементы в жизни человека / Природные минералы на службе здоровья человека. – Новосибирск: Экор. 1999 – С. 28-39.
3. *Ардашев А.А.* Функциональная активность надпочечников копытного лемминга (*Dicrostonyx torquatus*) в зависимости от сезона и плотности популяции / А.А. Ардашев, А.Л. Горбачев // Механизмы регуляции численности леммингов и полевок на Крайнем Севере. – Владивосток, 1980. – С. 3-8.
4. *Артемьев Ю.Т., Окулова С.М.* Методика полевого изучения эмбриональной смертности до имплантации у грызунов // Микроэволюция. – Казань, 1981. – С. 64-74.
5. *Артишевский А.А.* Надпочечные железы: (строение, функции, развитие). – Минск: Беларусь, 1977. – 128 с.
6. *Ахметов И.З.* Эколого-физиологические особенности щитовидной железы грызунов. – Ташкент: Фан, 1978. 231 с.
7. *Башкин В.А., Касимов Н.С.* Биогеохимия. – М: Научный мир, 2004. – 648 с.
8. *Башенина Н.В.* Пути адаптации мышевидных грызунов. – М.: Наука, 1977. – 356 с.
9. *Башлыкова Л.А., Раскоша О.В., Ермакова О.В.* Изменение процесса размножения мышевидных грызунов, обитающих в условиях

радиоактивного загрязнения // Вестн. Ин-та биологии. – 2005. – № 9. – С. 22–24.

10. *Безель В.С.* Популяционная экотоксикология млекопитающих / В.С. Безель; отв. ред. В.А. Филов. – М.: Наука, 1987. – 129 с.
11. *Безель В.С.* Экологическая токсикология: региональные аспекты / В.С. Безель // Проблемы региональной экологии – 1996. – № 1. – С. 42-52.
12. *Большаков В.Н., Ковальчук Л.А., Ястребов А.П.* Энергетический обмен у полевок и его изменения в экстремальных условиях / В.Н. Большаков. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984. – 115 с.
13. *Боярский К.Ю.* Овариальная стимуляция и фолликулогенез в конце 80-х: на пороге будущего // Пробл. репродукции. – 1997 – № 4. – С. 61–68.
14. *Вернадский В.И.* Биогеохимические очерки (1922-1932 г.г.). – М., Л.: Изд-во АН СССР, 1940. – 250 с.
15. *Вернадский В.И.* Проблемы биогеохимии // – М.: Наука, 1980 (Тр. Биогеохим. лаб. Ин-та геохимии и аналит. химии. – Т. 16. – 226 с.
16. *Виноградов А.П.* Биогеохимические провинции и эндемии // Докл. АН СССР. – 1938. – Т. 18. – № 4. – С. 14-22.
17. *Виноградов А.П.* Биогеохимические провинции // А.П. Виноградов: Труды юбилейной сессии, посвящ. 100-летию со дня рождения В.В. Докучаева. – М.; Л., 1949. – С. 59-85.
18. *Виноградов А.П.* О генезисе биогеохимических провинций // Тр. Биогеохим. лаб. Ин-та геохимии и аналит. химии. – М., 1960. – Т. 11. – С. 3-7.
19. *Волкова О.В.* Функциональная морфология женской репродуктивной системы. – М.: Медицина. 1983. – 224 с.
20. *Гашев С.Н.* Млекопитающие в системе экологического мониторинга / С.Н. Гашев. – Тюмень: Изд-во Тюм. гос. ун-та, 2000. – 220 с.
21. *Генетико-эволюционные* и экологические аспекты проблемы популяционного гомеостаза млекопитающих / В.И. Евсиков, М.П.

Мошкин, М.А. Потапов и др. // Экология популяций: структура и динамика: материалы совещ. – Москва, 1995. – Ч.1. – С. 63-96.

22. *Геохимия окружающей среды* / Ю.Е. Сает, Б. А. Ревич, Е. П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.

23. *Гилязов А.С., Катаев Г.Д.* Опыт зооиндикации промышленных загрязнений в условиях Кольского Севера // Антропогенные воздействия на природу заповедников: Сб. научн. тр. ЦНИЛ Главохоты РСФСР. – М.: ЦНИЛ охот. х-ва и заповед. 1990. – С. 5–25.

24. *Грибовский Г.П., Грибовский Ю.Г., Плохих Н.А.* Биогеохимические провинции Урала и проблемы техногенеза // Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы. – М., 2003. – С. 174-187.

25. *Давыдова Т.Б.* Состояние некоторых звеньев эндокринной системы крыс под влиянием хронического воздействия низких концентраций шестивалентного хрома // Эндокринная система организма и токсические факторы внешней среды: Матер. конф. Ленинград, 17-19 мая 1979 г. – Л.: Б.и., 1980. – С. 55.

26. *Дмитриев М.Т., Казнина Н.И., Пинигина И.А.* Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде – М.: Химия,1989. – 368 с.

27. *Добровольский В.В.* Основы биогеохимии – М.: Высш. шк., 1998. – 413 с.

28. *Европейская рыжая полевка* / отв. ред. Н.В. Башенина. – М.: Наука, 1981. – 351 с.

29. *Ельшин С.В.* Изменчивость некоторых морфо-физиологических признаков сибирского и копытного леммингов в фазы депрессии и нарастания численности / С.В. Ельшин // Механизмы регуляции численности леммингов и полевок на Крайнем Севере. – Владивосток. 1980. – С. 49-54.

30. *Ермаков В.В., Башкин В.Н., Снакин В.В.* Биогеохимические критерии оценки экологического состояния ландшафтов // Биогеохимические основы экологического нормирования. – М. 1993. – С. 274-280.

31. *Ермаков В.В.* Геохимическая экология как следствие системного изучения биосферы / В.В. Ермаков // Тр. Биогеохим. лаб. Ин-та геохимии и аналит. химии. –1999. – Т. 23. – С. 152-182.
32. *Ермакова О.В.* Морфофункциональные изменения щитовидной железы и коры надпочечника у полевок-экономок, обитающих в условиях повышенной радиоактивности: автореф. дис… канд. биол. наук / О.В. Ермакова. – Киев: Б.и., 1991. – 26 с.
33. *Ершов Ю.А., Плетнев Т.В.* Механизмы токсического действия неорганических соединений. – М.: Медицина, 1989. – 272 с.
34. *Закиров Дж. З.* Гипофизарно-адреналовая система при сложных формах адаптации / Дж. З. Закиров. – Фрунзе: Илим, 1979. – 124 с.
35. *Иваницкая Н.Ф., Талакин Ю.Н., Бабич Т.Ю.* Сочетанное воздействие свинца и радиации на потомство в период предимплантации // Современные проблемы токсикологии. – 2001. – №3. – С. 10–18.
36. *Иванов В.В.* Морфофункциональная характеристика надпочечников крыс после хронического воздействия 2-3-дихлорпропеном / В.В. Иванов, В.Н. Федянина, М.Н. Павленко // Гормональные механизмы адаптации. Сезонная периодика в организме. Адаптация водно-солевого обмена: материалы 3 всесоюз. совещ. По экологической физиологии, биохимии и морфологии. – Новосибирск, 1967. – С. 78.
37. *Игнатова Н.К.* Морфофункциональные изменения в организме мелких млекопитающих в условиях техногенного пресса / Н.К. Игнатова, Н.К. Христофорова // Изв. Рос. Акад. Наук. Сер. биол. – 2003. – № 3. – С. 345-350.
38. *Иммунореактивность* разных демографических групп в городских популяциях полевой мыши, Apodemus Agrarius (Rodentia Muridae) / Москвитина Н.С. Кравченко Л.Б., Мак В.В., Добротворский А.К., Панов В. В., Андреевских А.В., Мошкин М.П. // Зоологический журнал. – 2004. – Т. 83. – № 4. – С. 480-485.

39. *Инербаева А.Т.* Влияние хронического воздействия солей тяжелых металлов на гематологические показатели и изменение массы внутренних органов птиц / А.Т. Инербаева, Т.И. Бокова // Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы – биофилы в окружающей среде: докл. 2-ой междунар. науч. – практ. конф., 16 – 18 октября 2002 г. – Семипалатинск. 2002. – С. 320-322.
40. *Карагезян А.Р.* Экологические особенности кустарниковой полевки и лесной мыши, обитающих в условиях биогеохимической провинции, обогащенной молибденом: автореф. дис… канд. биол. наук. / А.Р. Карагезян. – Свердловск, 1987. – 17 с.
41. *Кириллов О.И.* Стрессовая гипертрофия надпочечников / О.И. Кириллов. – М.: Наука, 1994. – 176 с.
42. *Ковальский В.В.* Изменчивость обмена веществ у животных, вызываемая естественными факторами среды // Вестн. с.-х. науки. – 1971. – № 1. – С. – 64-73.
43. *Ковальский В.В.* Биохимические пути приспособляемости организмов к условиям геохимической среды // Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине. – М.: Наука, 1974. – С. 16-28.
44. *Ковальский В.В.* Геохимическая экология – М.: Наука, 1974. – 299 с.
45. *Ковальский В.В.* Системная организованность биогенного цикла химических элементов // Тр. Биогеохим. лаб. Ин-та геохимии и аналит. химии. – М., 1981. – Т. 19. – С. 189-202.
46. *Ковальский В.В.* Геохимическая среда, микроэлементы, реакции организмов // Тр. Биогеохим. лаб. Ин-та геохимии и аналит. химии. – М., 1991. – Т. 22. – С. 5-23.
47. *Ковальчук Л.А., Ястребов А.П.* Экологическая физиология мелких млекопитающих Урала. – Екатеринбург: УрО РАН, 2003. – 204 с.
48. *Ковда В.А.* Биогеохимия почвенного покрова. – М.: Наука, 1985. – 264 с.

49. *Корнеев Г.А., Карпов А.А.* Опыт изучения индексов печени и надпочечников как показателей энергетического потенциала популяции большой песчанки // Грызуны: материалы 5 всесоюз. совещ. – М.: Наука, 1980. – С. 213-214.

50. *Кубанцев Б.С.* О половом составе популяций у млекопитающих // Журнал общей биологии. –1972. –Т. 33. № 2. – С. 7-14.

51. *Лукьянов О.А.* Изучение плотности оседлых и потока мигрирующих особей в популяциях мелких млекопитающих методом безвозвратного изъятия // Экология. – 1991. –№ 6. – С. 36-47.

52. *Лукьянов О.А., Лукьянова Л.Е.* Миграционная активность рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus Schreber* 1780) в пессимальных и оптимальных местообитаниях // Экология. – 1996. – № 3. – С. 206–208.

53. *Мак В.В.* Изменчивость гуморального иммунного ответа в популяциях грызунов: Автореф. дис. канд. биол. наук. – Новосибирск: Ин-т цитологии и генетики СО РАН, 1998. – 17с.

54. *Мамина В.П.* Взаимодействие тиреоид-адреналовой системы с тестикулярной функцией у мышей, подвергнутых γ-облучению / В.П. Мамина // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1997. – Т. 37. вып. 1. – С. 20-24.

55. *Мелик-Алавердян Н.О.* Генеративная функция яичников и эстральный цикл у крыс при хронической хлорпреновой интоксикации / Н.О. Мелик-Алавердян. Ереван: Айстан, 1967. – 45 с.

56. *Микроэлементозы человека* (этиология, классификация, органопатология) / Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С., – М.: Медицина, 1991. – 496 с.

57. *Михеева Е.В.* Морфофункциональные особенности надпочечника и щитовидной железы рыжей полевки на территории природной биогеохимической провинции: автореф. дис. … канд. биол. наук. – Екатеринбург: ИЭРиЖ УрО РАН, 2006. – 26 с.

58. *Мухачева С.В., Безель В.С.* Уровни токсических элементов и функциональная структура популяций мелких млекопитающих в условиях техногенного воздействия // Экология. – 1995. – № 3. – С. 237 – 240.
59. *Мошкин М.П., Герлинская Л.А., Евсиков В.И.* Иммунная система и реализация поведенческих стратегий размножения при паразитарных прессах // Журнал общей биологии. – 2003. – Т. 64. – № 1. С.23–44.
60. *Мякушко* С.А. Лесные грызуны в антропогенно изменяющейся среде (на примере трех фоновых видов грабовой дубравы). Автореф. дис. канд. биол. наук. Киев: Ин-т зоологии им. И.И. Шмальгаузена НАН Украины. 2003. – 26 с.
61. *Надпочечная железа* / Д.Х. Хамидов, А.А. Войткевич, К.А. Зуфаров, Г.А. Овчинникова – Ташкент: ФАН, 1966. – 360 с.
62. *Науменко Е.В.* О регуляции численности популяции // Руководство по физиологии: экологическая физиология животных.– Л., 1979. – С. 318-341.
63. *Наумов С.П., Шаталова С.П., Гиберт Л.А.* Материалы по сравнительной экологии европейской рыжей и красной полевок в Марийской АССР // Фауна и экология животных. – М., 1976. – С. 128-129.
64. *Никель и его соединения* / авт.-сост. А.И. Ицкова (Серия «Научные обзоры современной литературы по токсичности и опасности химических веществ»). – М.: Центр международных проектов ГКНТ, 1984. – Вып. 58. – 44 с.
65. *Общая токсикология* / под ред. Б.А. Курляндского и В.А. Филова. – М.: Медицина, 2002. – 608 с.
66. *Орешков Д.Н.* Комплекс мелких млекопитающих как показатель нарушенности лесных экосистем Средней Сибири: автореф. дисс… канд. биол. наук / Д.Н. Орешков. – Красноярск: Б.и., 2005. – 16 с.
67. *Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Лозановская И.Н.* Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. – М.: Высш. шк., 2002. – 334 с.

68. *Перельман А.И.* Геохимия: учеб. пособие для геолог. спец. ун. – М.: Высш. шк., 1979. – 423 с.

69. *Перельман А.И., Касимов Н.С.* Геохимия ландшафта. – М.: Астрея – 2000, 1999. – 764 с.

70. *Пескова Ю.П.* Адаптационная изменчивость земноводных в антропогенно загрязненной среде. Автореф. дис… д-ра биол. наук. – Тольятти: Волгоградский государственных педагогический университет, 2004. – 36 с.

71. *Петрунина Н.С.* Геохимическая экология растений в провинциях с избыточным содержанием микроэлементов [Ni, Co, Cu, Mo, Pb, Zn] // Тр. Биогеохим. лаб. Ин-та геохимии и аналит. химии. – 1974. – Вып. 13. – С. 57-117.

72. *Побединский Н.М., Балтуцкая О.И., Омельяненко А.И.* Стероидные рецепторы нормального эндометрия // Акушерство и гинекология. – 2000. – № 3. С. – 5–8.

73. *Пястолова О.А.* Эколого-морфологические особенности субарктических популяций полевки-экономки. Автореф. дис. канд. биол. наук. – Свердловск: Ин-т экологии растений и животных УрО РАН, 1967. – 24 с.

74. *Райцес В.С.* Нейрофизиологические основы действия микроэлементов – Л.: Медицина, 1981. – 152 с.

75. *Риш М.А.* Микроэлементы в пустынных почвах и сероземах Узбекистана // География и классификация почв Азии. – М.: Наука, 1965. – С. 152-165.

76. *Ротшильд Е.В.* Зависимость инфекционных болезней от состава химических элементов в природной среде и периодический закон // Успехи соврем. биологии. – 2001. – Т. 121, № 3. – С. 252-265.

77. *Руководство по эндокринологии* / под. ред. Б.В. Алешина, С.Г. Генеса, В.Г. Воргалика, – М.: Медицина, 1973. – 512 с.

78. *Скальный А.В.* Химические элементы в физиологии и экологии человека. – М.: Мир, 2004. – 216 с.

79. *Степанова З.Л.* Влияние техногенного загрязнения среды на процессы метаболизма чужеродных соединений в печени мышевидных грызунов / З.Л. Степанова // Млекопитающие в экосистемах. – Свердловск, 1990. – С. 54-57.
80. *Сусликов В.Л.* Геохимическая экология болезней.– М.: Гелиос АРВ. – 1999 – Т.1: Диалектика биосферы и нообиосферы – 410 с.
81. *Сюзюмова Л.М.* О влиянии геохимических условий среды на экологические особенности популяций мелких грызунов / Л.М. Сюзюмова, А.Р. Карагезян // Грызуны: материалы 6-ого всесоюз. совещ., Ленинград, 25 – 28 янв. 1984 г. – Л., 1983. – С. 450-451.
82. *Теппермен Дж., Теппермен Х.* Физиология обмена веществ и эндокринной системы: вводный курс. – М.: Мир, 1989. – 656 с.
83. *Трофимова Г.А.* Митотическая активность и объем ядер пучковой зоны коры надпочечников при повторном раздражении электрическим током / Г.А. Трофимова, О.И. Кириллов // Цитология. – 1971. – Т. 13, № 1. – С. 112-114.
84. *Функциональная морфология* нейроэндокринной системы / Т.Б. Журавлева, Р.А. Прочуханов, Г.В. Иванова, Г.Б. Ковальский, Т.И. Ростовцева-Байдаченко. – Л.: Наука, 1976. – 198 с.
85. *Чернишова Л.М., Закотюк Л.М., Бичкова Н.Г.* Микроэлементарный статус новорожденных и их матерей // Педиатрия, акушерство и гинекология. – 1994. – № 3. – С. 7–8.
86. *Чернявский Ф.Б., Лазуткин А.Н.* Циклы леммингов и полевок на Севере. – Магадан: ИБПС ДВО РАН, 2004. – 150 с.
87. *Чернявский Ф.Б., Ткачев А.В.* Популяционные циклы леммингов в Арктике: Экологические и эндокринные аспекты. – М.: Наука, 1982. – 164 с.
88. *Шварева Н.В.* Репродуктивная система самок копытного лемминга острова Врангеля в различные фазы репродукции и популяционного

цикла // Механизмы регуляции численности леммингов и полевок на Крайнем Севере. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. – С. 137-158.

89. *Шварева Н.В.* Некоторые особенности морфофункциональной активности овариальной железы копытного лемминга Dicrostonyx torquatus (rodentia) на острове Врангеля в динамике популяционного цикла // Зоологический журнал. – 1982. – Т. 61. – Вып. 11. – С. 1740–1748.

90. *Шварева Н.В.* Популяционные аспекты развития яичников у копытного лемминга (Dicrostonyx torquatus Pall.) // Журнал общей биологии. – 1987. – Т. 48, № 4. – С. 499-505.

91. *Шварц С.С.* Влияние микроэлементов на животных в естественных условиях рудного поля / С.С. Шварц // Тр. Биогеохим. лаб. Ин-та геохимии и аналит. химии. – 1954. – Т. 10. – С. 76-81.

92. *Шварц С.С.* Некоторые закономерности экологической обусловленности интерьерных особенностей наземных позвоночных животных // Тр. Ин-та биологии УФАН СССР. –1960. – Вып. 14. – С. 113-177.

93. *Шварц С.С.* Пути приспособления наземных позвоночных животных к условиям существования в Субарктике. – Свердловск: УФАН СССР, 1963. – 132 с.

94. *Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н.* Метод морфофизиологических индикаторов в экологи наземных позвоночных. – Свердловск: УФАН СССР, 1968. – 388 с.

95. *Шейко Л.Д.* Влияние малых доз шестивалентного хрома на репродуктивную функцию мелких млекопитающих. Автореф. дис. канд. биол. наук. – Екатеринбург: Ин-т экологии растений и животных УрО РАН, 1999. – 16 с.

96. *Шилов И.А.* Эколого-физиологические основы популяционных отношений у животных / И.А. Шилов.– М.: МГУ, 1977. – 261 с.

97. *Шилова С.А., Орленев Д.П.* Некоторые особенности поведения мелких млекопитающих при нарушении социальной среды // Изв. Рос. Акад. Наук. Сер. биол. – 2004. – № 4. – С. 436-446.

98. *Шмальгаузен И.И.* Борьба за существование и расхождение признаков // Журнал общей биологии. – 1940. – Т. 1. № 1. – С. 9-24.

99. *Шмальгаузен И.И.* Проблемы дарвинизма. – Л.: Наука, 1969. – 493 с.

100. *Янин Е.П.* Экологическая геохимия и проблемы биогенной миграции химических элементов 3-го рода / Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы. – М., 2003. – С. 37-75.

101. *Baker S.. Spears N.* The role of intra-ovarian interactions in the regulation of follicle dominance // Hum Reprod Update. – 1999. – № 5. – P. 153–165.

102. *Chitty D.* Mortality among voles (Microtus agrestis) at lake Vyrnwy, Mongomeryshire in 1936 – 1939 / D. Chitty // Phil. Trans. Roy. Soc. London Ser. B., 1952. Vol. 236. P. 505-552.

103. *Christian J.J.* Effect of population size on the adrenal glands and reproductive organs of male mice in population of fixed size / J.J. Christian // Amer. J. Phisiol. – 1955. – Vol. 182. – P. 292-300.

104. *Dube J.L, Wang P., Elvin J., Lyons K. M.* The bone morphogenetic protein 15 gene is X-linked and expressed in oocytes // Mol. Endocrinol. – 1998. – V. 12. – P. 1809–1817.

105. *Environmental chemistry.* A review of the literature published up to mid-1980. – London: The Royal Society of Chemistry. 1982. – 265 p.

106. *Hughes M.* The urban ecosystem / M. Hughes // Biologist. – 1974. – Vol. 21. № 3. – P. 117-127.

107. *Kovalsky V.V.* Geochemical ecology and problems of health // Environmental geochemistry and health – L.: Roy. Soc., 1980. – P. 185-191

108. *Erickson G., Shimasaki S.* The physiology of folliculogenesis: the role of novel growth factors // Fertil Steril. – 2001. – № 76. – P. 943–949.

109. *Existence of human DAZLA protein* in the cytoplasm of human oocytes / Nishi S., Hoshi N., Kasahara M., Ishibashi T., Fujimoto S. // Molecular Hum Reproduction. – 1999. – V. 1 – № 5. – P. 495–497.

110. *Exogenous LH:* let's design the future / Levy D., Navarro J., Schattman G., Davis O., Rosenwaks Z. // Hum Reprod. – 2000. – № 15. – P. 2258–2265.

111. *Gunin A.G., Mashin I.N., Zakharov D.A.* Proliferation, mitosis orientation and morphogenetic changes in the uterus of mice following chronic treatment with both estrogen and glucocorticoid hormones // J. Endocrinol. – 2001. – № 169. – P. 23-31

112. *Measurement of dimeric inhibin B* throughout the human menstrual cycle / Groome N.P., Illingworth P.J., O'Brien M., Pai R., Rodger F.E., Mether J.P., and McNeilly A.S. // J. Clin. Endocrinol. Metab. – 1996. – № 81. – P. 1401–1405.

113. *Narrdaki K.* Changes in individual quality during a 3-year population cycle of vole / K. Narrdaki, E. Korpimaki // Oecologia. – 2002. - Vol. 130. – P. 239-249.

114. *Pasquale E. P., Beck-Peccoz. Persani L.* Hypergonadotropic ovarian failure associated with an inherited mutation of human bone morphogenetic protein-15 (BMP15) gene // Amer. J. Human Genetic. – 2004. – V. 75. – № 1. P. 106–111.

115. *Production of transforming growth factor-a* by normal and polycystic ovaries / Mason H., Carr L., Leake R., Franks S. // J. Clin. Endocrinol. Metab. – 1995. – № 80. – P. 2053–2056.

116. *Selection of the dominant follicle in Cattle* / Ginter O., Wiltbank M., Fricke P., Gibbons J., Kot K. // Biol Repr. – 1996. – № 55. – P. 1187–1194.

117. *Selye H.* General adaptation syndrome and diseases of adaptation / H. Selye // J. Clin. Endocrinol. – 1946. – № 6. – P. 117-230.

118. *Triiodothyronine (T3) modulates hCG-regulated progesterone secretion*, cAMP accumulation and DNA content in cultured human luteinized granulosa cells / Goldman S., Dirnfeld M., Abramovici H., Kraiem Z. // Mol. Cell. Endocrinol. – 1993. – V. 96. – № 2. – P. 125-31.

119. *Umezu M., Takeuchi S.* The potency of the pituitary ovulating hormone in immatury rats // Tonoku J. Agric. Rec. – 1968. – V. 19. – № 3. – P. 182–187.

120. *Wakim AN., Polizotto SL., Burholt DR.* Influense of thyroxine on human granulosa cell steroidogenesis in vitro // J. Assist. Reprod. Genet. – 1995. – V. 12. – № 4. – P. 274–277.

121. *Weestergaad L., Andersen C., Byskov A.* Epidermal growth factors in small antral follicles in pregnant women // J. Endocrinol. – 1990. – № 127. – P. 363–367.

122. *Wood J.M., Goldberg E.D.* Impact of metals on the biosphere // Global chemical cycles and their alterations by man. – Berlin: Dahlem Konferenzen, 1977. – P. 137-153.

123. *Yermakov V.V., Korobova E.M.* The concept of biogeochemical provinces in modern ecology // Agriculture and environment in Eastern Europe and the Netherlands, Proceedings. – Wageningen: Wageningen Agr. Univ. press. 1992. – P. 317-330.

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный
горный университет»

Е.В. Михеева, В.В. Кучин, Е.А. Малкова, Л.А. Стороженко

БИОЛОГИЯ

Охрана растительности и животного мира

Учебно-методическое пособие
по выполнению самостоятельных, практических и лабораторных работ
дисциплины «Биология»
для студентов специальности
05.03.06 – «Экология и природопользование»
очной и заочной форм обучения

Екатеринбург
2022

Министерство образования и науки РФ

ФГБОУ ВО

«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО

Методической комиссией

факультета гражданской

защиты УГГУ

« 11 » 02 2022 г.

Председатель комиссии

 Н.В. Колчина

Е.В. Михеева, В.В. Кучин, Е.А. Малкова, Л.А. Стороженко

БИОЛОГИЯ

Охрана объектов растительного и животного мира

Учебно-методическое пособие

по выполнению самостоятельных, практических и лабораторных работ

дисциплины «Биология»

для студентов специальности

05.03.06 – «Экология и природопользование»

очной и заочной форм обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2022

Б15

Рецензент: кандидат биологических наук *М.Н. Ранюк,*
старший научный сотрудник ФГБУН «ИЭРиЖ» УрО РАН

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры ГлЗЧС 17 января 2022 г. (протокол № 5) и рекомендовано для издания в УГГУ

Михеева Е.В., Кучин В.В., Малкова Е.А., Стороженко Л.А.

БИОЛОГИЯ. ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ЖИВОТНОГО МИРА.
Б15 учебно-методическое пособие / Е.В. Михеева, В.В. Кучин, Е.А. Малкова, Л.А. Стороженко – 1-е изд. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2022. – 54 с.

Учебно-методическое пособие «Биология. Охрана растительности и животного мира» предназначено для использования в ходе проведения практических и лабораторных работ по дисциплине «Биология». Пособие способствует формированию профессиональных компетенций в области проведения инженерно-экологических исследований для оценки воздействия на окружающую среду разных видов хозяйственной деятельности. Учебно-методическое пособие способствует формированию у студентов экологического мышления.

Пособие предназначено для самостоятельной подготовки студентов дисциплины «Биология» для специ

Михеева Е.В., Кучин В.В.,
Малкова Е.А., Стороженко Л.А. 2022
© Уральский государственный
горный университет, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5
1. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1 6
2. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2 15
3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3 19
4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4 21
5. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5 27
6. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6 29
7. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7 32
8. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8 39
9. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9 48
10. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 10 51

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее учебно-методическое пособие предназначено для проведения практических работ по предмету «Биология». Рассмотрены вопросы разработки мероприятий по охране объектов растительного и животного миров при намечаемой хозяйственной деятельности.

Инструкции по выполнению работ снабжены блоками теоретической информации, для наглядности приведены примеры выполнения заданий. Для каждой работы приведен список рекомендуемой литературы, на источники которого приведены ссылки в теоретической части инструкции.

В тексте каждой инструкции к работе некоторые термины выделены жирным шрифтом. Студентам необходимо знать определения данных терминов до выполнения задания по конкретной практической работе.

Некоторые работы содержат по два варианта заданий. Последняя работа в данном пособии является работой повышенной сложности и предполагает активную самостоятельную работу студентов.

Нормативная литература, перечисленная в данном пособии, может терять актуальность, что не отменяет необходимости знакомства с ней и подразумевает поисковую активность студентов для актуализации информации.

Практические работы включают индивидуальную работу, работу в группах, элементы конгрессной деятельности, лабораторных и семинарских занятий.

Результаты, полученные студентами в рамках выполнения заданий под порядковыми номерами «1», могут быть использованы ими для дальнейших публикаций в сборниках материалов конференций.

1. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

ОСНОВЫ ОХРАНЫ РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО МИРА

1.1. Теоретические основы охраны растительного и животного мира. ИЭИ и ОВОС

Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) является неотъемлемой частью проектной документации. Эту процедуру необходимо проводить до начала выполнения проекта, и если результаты воздействия на окружающую среду будут иметь значительный негативный эффект, то проект может быть откорректирован или вовсе отменен. ОВОС выполняется после проведения *инженерно-экологических изысканий* (ИЭИ) (оценки современного состояния окружающей среды) с учетом перечня мероприятий по охране окружающей среды (ПМООС) в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 16.02.2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию». В этом документе содержатся сведения по выбросам, сбросам и размещению отходов, о влиянии на животный мир, растительный покров и прочие компоненты окружающей среды.

Краткое описание структуры ОВОС включает:

- описание возможных видов воздействия на окружающую среду намечаемой хозяйственной деятельности;
- описание окружающей среды, которая может быть затронута намечаемой хозяйственной деятельностью в результате ее реализации;
- оценку воздействия на окружающую среду намечаемой хозяйственной деятельности;
- меры по предотвращению возможного негативного воздействия намечаемой хозяйственной деятельности;
- краткое содержание программ мониторинга.

В случае если намечаемая хозяйственная деятельность может иметь трансграничное воздействие, исследования и подготовка материалов по оценке воздействия на окружающую среду осуществляются с учетом положений Конвенции ЕЭК ООН об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте 1991 г. Осуществление процедуры ОВОС предусмотрено и иными международными документами, включая материалы Конференции ООН 1992 г. в Рио-де-Жанейро.

Прежде чем оценивать воздействия на окружающую среду и их последствия, необходимо хорошо представлять себе территорию, на которой они имеют место — во всем ее природном и социально-экономическом многообразии. Именно эту задачу решает *процедура оценки современного состояния окружающей среды* (ОССОС) в рамках проведения *инженерно-экологических изысканий*.

Цель оценки современного состояния окружающей среды — оценка современного состояния окружающей природной и социальной среды объекта для последующей разработки оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС).

Задачи оценки современного состояния окружающей среды:

- покомпонентная характеристика природной среды территории объекта (рельеф, воды, почвы, растительность и т.д.);
- оценка уровней загрязнения компонентов ОС;
- создание геоинформационной системы (ГИС) и дополнительных картографических материалов по ОССОС территории объекта;
- общая оценка нарушенности ОС, включая комплексную характеристику имеющихся техногенных территорий;
- характеристика социальной среды, включая вопросы сохранения традиционного природопользования коренных народов;
- выработка предварительных экологических рекомендаций.

Общие вопросы проведения ОССОС регламентируются СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства» от 15.08.1997 г., а также другими нормативными документами.

При проведении *оценки современного состояния окружающей среды* можно выделить следующие этапы:

- предварительный камеральный этап;
- полевой этап (в случае если данный этап необходим);
- Заключительный камеральный этап.

При разработке используется большой спектр исходных данных. Главным образом их сбор происходит на *предварительном этапе*. Основными источниками исходных данных для разработки служат: проектные материалы по строительству (обустройству) объекта, фондовые и литературные данные, картографические материалы, данные дистанционного зондирования Земли (космические снимки и аэрофотоснимки), информация сети Интернет.

Предварительный камеральный этап закладывает базу всего проекта ОССОС. Цель этапа — знакомство с территорией исследований и предварительная оценка состояния ОС, определение источников получения информации для заключительного отчета и ГИС, планирование полевых работ. От качества проведения этого этапа во многом зависит успешность проведения полевых работ, кондиционность и своевременность подачи отчетных материалов по проекту.

Если проект предполагает наличие *полевого этапа*, важной задачей предварительного этапа является планирование полевых работ. Оно должно проводиться на основе анализа всей полученной на предварительном этапе информации. При последующей подготовке *полевых работ* необходимо четко определить круг участвующих в полевом этапе экспертов и вспомогательного персонала, закупить необходимое оборудование и материалы.

Проведение *полевых исследований* даже в районе с высокой степенью изученности территории значительно повышает качество материалов. Многие

данные, необходимые для ИЭИ и ОВОС, например, характеристики степени загрязнения основных природных сред, могут быть получены только в поле. Значительная часть территорий России относится к районам с недостаточной степенью изученности ОС, поэтому для них полевые исследования играют особую роль.

Цель *полевого этапа работ* — получить недостающие данные о состоянии ОС территории, а также верифицировать (уточнить), актуализировать и дополнить имеющуюся информацию, в том числе картографическую.

Основные задачи в *полевых исследованиях в части оценки состояния растительного и животного мира*:

- уточнение **флористического списка** территории;
- обследование репрезентативных объектов растительного покрова (природные **биотопы**, нарушенные участки) с последующим определением структуры **растительного покрова** и выделением **растительных ассоциаций**;
- сбор флористических материалов по **редким, исчезающим видам** (включая виды Красных книг) и **редким биотопам**;
- выявление фитоиндикаторов ожидаемых нагрузок на растительный покров;
- оценка лесных и пастбищных ресурсов, ресурсов дикорастущих полезных растений;
- определение и уточнение видового состава фауны млекопитающих, птиц, рептилий, земноводных и рыб, обитающих на территории, основных **фаунистических комплексов** и их биотопической приуроченности;
- оценка современного состояния **популяций** и **эколого-фаунистических комплексов**, их пространственного распределения и относительной численности наиболее массовых видов. Выявление основных путей, ритмики и направления миграций наземных позвоночных животных и факторов, их определяющих;
- составление и уточнение списка редких и исчезающих видов животных и птиц, обитающих на территории, в том числе занесенных в Красные книги России и субъектов Федерации, выявление их местообитаний;
- оценка современного состояния ресурсов **охотничье-промысловой фауны** на территории объекта. Определение наиболее ценных местообитаний **промысловых видов**. Определение мест массового воспроизводства и концентрации промысловых видов животных;
- почвенно-экологические исследования: определение состава **почвенной мезофауны** на ключевых фоновых и нарушенных участках;
- определение видового состава **ихтиофауны**, промысловой ценности отдельных видов, **места нереста и нагула** на территории объекта; определение состава **беспозвоночных-гидробионтов**.

На *заключительном этапе* проводятся обработка всех предварительных и полевых камеральных материалов, написание и оформление заключительного отчета и разработка ГИС-приложений для территории объекта [1].

1.2. Основные нормативные документы, регламентирующие требования законодательства Российской Федерации в отношении разработки проекта ОВОС

1. Конституция Российской Федерации, 12.12.1993 г.;
2. Федеральный закон от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»;
3. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 г. № 190-ФЗ;
4. Лесной кодекс Российской Федерации от 4.12.2006 г. № 200-ФЗ;
5. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 г. № 136-ФЗ;
6. Федеральный закон от 04.05.1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха»;
7. Федеральный закон от 24.06.1998 г. № 89- ФЗ «Об отходах производства и потребления»;
8. Федеральный закон от 24.04.1995 г. № 52-ФЗ «О животном мире»;
9. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 г. № 74-ФЗ;
10. Федеральный закон от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»;
11. Федеральный закон от 30.04.1999 г. № 82-ФЗ «О гарантиях прав коренных малочисленных народов Российской Федерации»;
12. Федеральный закон от 14.03.1995 г. № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях»;
13. Федеральный закон от 23.11.1995 г. № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе».

1.3. Основные нормативные документы, регламентирующие требования международного законодательства по ОВОС

1. Декларация по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 14.06.1992 г., ратифицирована 05.04.1995 г.);
2. Венская конвенция об охране озонового слоя (Вена, 02.03.1985 г.);
3. Киотский протокол к рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (Киото, 11.12.1997 г.);

4. Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (Женева, 13.11.1979 г., ратифицирована в 1980 г.);

5. Конвенция о биологическом разнообразии (Рио-де-Жанейро, 05.06.1992 г.).

1.4. Природоохранное законодательство Российской Федерации по ОВОС

ИЭИ / ОССОС

1. СП 47.13330.2016 «Свод правил. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства».

3. Федеральный закон от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

4. Федеральный закон от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

5. Закон РФ от 21.02.1992 г. № 2395-1 «О недрах».

6. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 г. № 74-ФЗ.

7. Федеральный закон от 04.05.1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха».

8. Постановление Правительства РФ от 28.11.2002 г. № 846 «Об утверждении Положения об осуществлении государственного мониторинга земель».

9. Постановление Правительства РФ от 01.06.2000 г. № 426 «Об утверждении Положения о социально-гигиеническом мониторинге».

10. Федеральный закон от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».

11. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. М., 1992.

12. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель. М.: Минприроды и Роскомзем, 1994.

13. ГОСТ 17.0.0.01-76 «Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов».

ОВОС / ПМООС и экологическая экспертиза

14.Федеральный закон от 23.11.1995 г. № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе».

15. Приказ МПР РФ от 16.05.2000 г.№ 372 «Об утверждении Положения об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации».

16. Пособие к СНиП 11-01-95 по подготовке раздела охраны окружающей среды, одобренное Государственным комитетом Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу от 12 апреля 2000 года №ЛБ-1491/5.

17. Пособие к СП 11-101-95 по подготовке раздела «Оценка воздействия на окружающую среду» при обосновании инвестиций.

18. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».

Атмосферный воздух

19. Федеральный закон от 04.05.1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха».

20. Постановление Правительства РФ от 02.03.2003 г. № 183 «О нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него».

21. Гигиенический норматив ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».

22. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».

23. СанПиН 2.1.6.1032-01 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест».

Водные ресурсы

24. Водный кодекс Российской Федерации от 03.12.2006 г. № 74-ФЗ.

25. Федеральный закон от 31.07.1998 г. № 155-ФЗ «О внутренних морских водах, территориальном море и прилежащей зоне Российской Федерации».

26. СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения».

27. ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».

28. Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 г. № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».

Флора и фауна

29. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 г. № 200-ФЗ.

30. Федеральный закон от 24.04.1995 г. № 52-ФЗ «О животном мире».

31. Федеральный закон от 20.12.2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов».

32. Постановление Правительства РФ от 19.02.1996 г. № 158 «О Красной книге Российской Федерации».

Особо охраняемые территории

33. Федеральный закон от 14.03.1995 г. № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях».

34. Федеральный закон от 25.06.2002 г. № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации».

35. Федеральный закон от 07.05.2001 г. № 49-ФЗ «О территориях традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации».

Отходы

36. Стокгольмская декларация ООН от 16 июня 1972 г.

37.Декларация по окружающей среде и развитию. Рио-де-Жанейро, 14 июня 1992 г.

38. Федеральный закон от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ (ред. от 08.11.2007) «Об отходах производства и потребления» (принят ГД ФС РФ 22.05.1998).

39. СП 2.1.7.1386-03 Санитарные правила «Определение класса опасности токсичных отходов производства и потребления».

40. Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 г. № 242 «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов».

Промышленная безопасность

41. Федеральный закон от 21.07.1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

42. Правила регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов (утв. Постановлением Правительства РФ от 24.11.1998 г. № 1371) (с изм. от 01.02.2005 г.).

Землепользование

43. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 г. № 136-ФЗ.

44. Закон РФ от 21.02.1992 г. № 2395-1 «О недрах».

45. Федеральный закон от 18.06.2001 г. № 78-ФЗ «О землеустройстве»

46. Федеральный закон от 21.12.2004 г. № 172-ФЗ «О переводе земель из одной категории в другую».

47. СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почв» от 17.03.2003 г.

48. Санитарные правила СП 2.1.5.1059-01 «Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения». Утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г. Г. Онищенко 16.07.2001 г.

49. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве». Утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 19.01.2006 г.

50. Гигиенические нормативы ГН 1.1.725-98 «Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека» (утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 23.13.1998 г. № 32) (с изм. от 05.03.2004 г.).

51. Приказ Госкомэкологии РФ от 11.02.1998 г. № 81 «Об утверждении Методики исчисления размера ущерба от загрязнения подземных вод».

52. Методические указания МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 07.02.1999 г.).

53. «Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (утв. Письмом Минприроды РФ от 27.12.1993 г. № 04-25/61- 5678).

Эколого-экономическая оценка

54. Постановление Правительства РФ от 03.03.2017 г. № 255 «Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду».

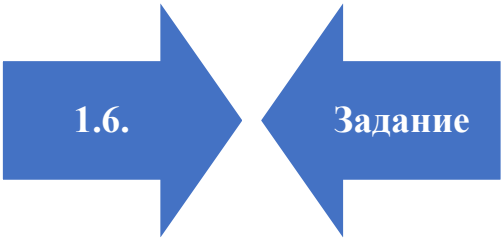
55. Постановление Правительства РФ от 13.09.2016 г. № 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах».

56. Постановление Правительства РФ от 30.12.2006 г. № 876 «О ставках платы за пользование водными объектами, находящимися в федеральной собственности».

57. Письмо Росприроднадзора от 16.01.2017 г. № АС-03-01-31/502 «О рассмотрении обращения».

1.5. Рекомендуемая литература

1. Кудрявцева О.В., Ледащева Т. Н., Пинаев В. Е. Методика и практика оценки воздействия на окружающую среду. Проектная документация: учебное пособие. Изд. 2-е, испр. и доп. — М.: Экономический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова, 2018. — 160 с;
2. Яшин И.М., Раскатов В.А. Инженерно-экологические изыскания в системе ОВОС. Интерактивный курс. М.: РГАУ-МСХА, 2013. 124 с.: ил. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений);
3. Методические рекомендации по проведению оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) намечаемой хозяйственной деятельности на биоресурсы (почва, растительность, животный мир).



Ознакомитесь с теоретическими основами ОВОС и основными нормативно-правовыми документами.

1. Подготовьте развернутые ответы (презентации, рефераты) по следующим темам:

- Понятия ОВОС, ИЭИ, ПМООС, ОССОС. Цели и задачи ОВОС.
- Теоретические и методологически основы ОВОС; структура ОВОС.
- Основные этапы и процедура ОВОС.
- Области применения и требования к содержанию ОВОС.
- Законодательная и правовая база проведения ОВОС и экологической экспертизы.
- Различия между ОВОС и экологической экспертизой.
- Положение о проведении ОВОС в РФ.
- Нормативно-правовое обеспечение ОВОС.
- Нормативно-правовая база инженерно-экологических изысканий.
- Этапы инженерных изысканий.
- Состав инженерно-экологических изысканий. Геоботанические, зоологические исследования.
- Недостатки законодательно нормативной основы ОВОС.

2. Письменно дайте определения выделенным биологическим терминам.

2. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

2.1. Теоретические основы характеристики состояния растительности для целей проектирования

Строительство крупных промышленных и жилищно-гражданских объектов всегда затрагивает растительный и животный мир района территории, на которой намечается их размещение. Техногенные воздействия от крупных объектов на флору и фауну распространяются на значительные, иногда на десятки и сотни километров, расстояния от места их расположения.

Развитие растительности зависит от климатических условий территории, **геоботанической зоны**, рельефа, почв и т.п. Видовой состав и размер популяций животного мира тесно связаны с характером растительности на рассматриваемой территории, кормовой базой, состоянием водотоков и водоемов, рельефом местности. Строительство и эксплуатация объекта всегда приводят к нарушению условий развития растительного и животного миров, вырубке лесов и кустарников, деградации болот, изменению гидрологического режима водных объектов, ухудшению путей миграции животных, уменьшению размеров популяций, вымиранию отдельных видов животных.

При разработке настоящего подраздела проектной документации должна быть подготовлена общая характеристика существующего состояния растительности и животного мира в районе размещения объекта, проведена оценка его возможного воздействия на флору и фауну района и определен ущерб от его размещения на рассматриваемой территории, подобраны мероприятия по охране представителей растительного и животного миров.

Характеристика растительности района работ должна отражать:

- зональные особенности распределения растительности, **типы лесов**, кустарников, лугов и травянистой растительности;
- площади, занимаемые лесами, кустарниками, лугами, болотами **неудобиями**;
- породный состав лесов, среднюю высоту и плотность деревьев на 1га, промышленную ценность леса, его санитарное состояние;
- характер (интенсивность) и формы существующего лесопользования;
- состав кустарников, среднюю высоту и плотность кустарников на 1 га, их хозяйственную ценность;
- состав луговой растительности, ее хозяйственную ценность;
- наличие редких и реликтовых видов растений, занесенных в Красную книгу;

- наличие и площади лесонасаждений садов, парков, заказников, растительных памятников природы;

- существующее антропогенное воздействие на растительность.

В тех случаях, когда в районе размещения объекта имеются редкие и исчезающие виды растений, уникальные растительные объекты и растительные сообщества, для них должны быть определены ареалы (местоположение), **статус вида (природоохранный)**, характер произрастания, необходимые меры охраны.

При наличии лекарственных растений, ягодников, кедровников должны быть их перечень, ареал, сырьевые запасы, формы заготовки, применение [8].

2.2. Пример характеристики существующего состояния растительности района размещения объекта

В соответствии с Перечнем лесорастительных зон и лесных районов Российской Федерации испрашиваемый участок расположен в Средне-Уральском районе таежной зоны [7]. На основании районирования Б.П. Колесникова исследуемый участок отнесен к южнотаежному округу Зауральской холмисто-предгорной Западно-Сибирской равнинной лесорастительной области [3]. Проектируемый объект находится на территории Тагильско-Свердловского предгорного района лесохозяйственной зоны [3].

Общая площадь лесов на территории Свердловской области по государственному лесному реестру по состоянию на 01.01.2012 года составляет 16 003,2 тыс. га, что составляет 82 % от общей площади Свердловской области. Общая площадь лесного фонда Свердловской области составляет 15 245,4 тыс. га. Из нее 12 727,3 тыс. га, или 79,6 % покрыто лесом, в том числе 7 276,8 тыс. га – насаждения хвойных пород. Лесистость Свердловской области составляет 68,5 %, что позволяет отнести Свердловскую область к многолесным районам.

Свердловская область представляет довольно богатую и самобытную в флористическом отношении территорию – здесь произрастает около 1 600 видов сосудистых растений, не считая культурных. В Свердловской области располагаются две ботанико-географические зоны – таежная с тремя подзонами, лесостепная и переходная между ними подзона предлесостепных сосново-березовых лесов. Каждому из этих подразделений соответствуют характерные растительные ассоциации и флористические комплексы.

Преобладают представители сем. Астровых (Сложноцветных) – 222 вида, сем. Розоцветных – 113 видов и сем. Мятликовых (Злаков) – 146 видов. В классе Голосеменных наиболее ценными являются представители сем. Сосновых (5 видов). Споровых сосудистых растений (плауны, хвощи, папоротники) насчитывается 53 вида. Подавляющая часть флоры –

травянистые многолетники и однолетники и лишь около 5 % – деревья и кустарники.

Растения 75 видов являются эндемиками или субэндемиками, есть несколько узкоэндемичных видов, которые встречаются только в пределах Свердловской области [1].

Исследуемое месторождение серпентинитов расположено на территории МО «город Н», в 2 км севернее пос.НН.

Наиболее крупные населенные пункты района г.г. А и Б. Все населенные пункты связаны между собой грунтовыми дорогами, пос. НН связан с г. Н асфальтированным трактом. Участок работ находится между двумя железными дорогами. Ветка «Н – Ч» находится на северо-западе, ветка «Н – С» на юго-востоке.

Лесистость муниципального района территории работ составляет 28,6%.

Основными лесообразующими породами естественного сообщества на исследуемом участке являлись сосна и береза, реже осина. На возвышенностях в естественных сообществах исследуемой территории преобладает сосна, в заболоченных понижениях – береза. Леса района в основном производные, бонитет основной массы лесообразующих пород III. Запас древесины в относительно ненарушенных сообществах района составляет 300-400 $м^3$ на гектар [3].

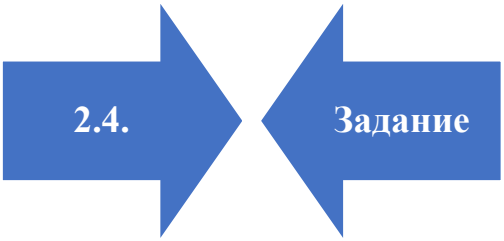
Лекарственных растений на участке не обнаружено, заготовок хозяйственно-ценных растений не проводится.

2.3. Рекомендуемая литература

1. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Свердловской области в 2011 году. Екатеринбург: ООО «Изд-во УМЦ УПИ», 2012. 352 с.
2. Красная Книга Среднего Урала. Екатеринбург: Изд-во Уральского Университета, 1996. 279 с.
3. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области: практическое руководство / под. ред. Б.П. Колесникова. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. 176 с.
4. Куликов П.В. Конспект флоры Челябинской области. Миасс: Геотур, 2005. 537 с.
5. Постановление от 17 января 2001 г. № 41-ПП «Об утверждении перечней особо охраняемых природных территорий, расположенных в Свердловской области (в ред. постановлений правительства Свердловской области от 03.12.2002 № 1381-пп, от 07.07.2004 № 626-пп, от 20.10.2004 № 1000-пп).
6. Перечень памятников природы Свердловской области (в ред. Постановлений Правительства Свердловской области от 03.12.2002 № 13181-ПП, от 07.07.2004 № 626-ПП, от 20.10.2004 № 1000-ПП). 76 с.

7. Приказ Министерства Природных Ресурсов Российской Федерации от 18 августа 2014 года N 367 (с изменениями на 19 февраля 2019 года) «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации».

8. Пособие к СНиП 11-01-95 по подготовке раздела охраны окружающей среды, одобренное Государственным комитетом Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу от 12 апреля 2000 года №ЛБ-1491/5.



1. Составьте географическое и лесорастительное описание участка работ для разработки проекта ОВОС, ИЭИ. Описать текущее состояние растительности.

   Рекомендуется использовать пример и рекомендации, изложенные в Пособии к СНиП 11-01-95 по подготовке раздела охраны окружающей среды [8]. Сведения о характеристиках лесной растительности, охраняемых и хозяйственно-ценных объектах можно приводить в форме таблиц.
2. Письменно дайте определения выделенным биологическим терминам.

3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

ОХРАНЯЕМЫЕ ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ

3.1. Теоретические основы описания характеристик охраняемых объектов

Особо охраняемые природные территории

Особо охраняемые природные территории - участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны.

Особо охраняемые природные территории относятся к объектам общенационального достояния.

С учетом особенностей режима особо охраняемых природных территорий различаются следующие категории указанных территорий:
а) государственные природные заповедники, в том числе биосферные заповедники;
б) национальные парки;
в) природные парки;
г) государственные природные заказники;
д) памятники природы;
е) дендрологические парки и ботанические сады [1].

Охраняемые растения, животные, грибы

В целях охраны и учета редких и находящихся под угрозой исчезновения растений, животных и других организмов учреждаются Красная книга Российской Федерации и красные книги субъектов Российской Федерации. Растения, животные и другие организмы, относящиеся к видам, занесенным в красные книги, повсеместно подлежат изъятию из хозяйственного использования. В целях сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения растений, животных и других организмов их генетический фонд подлежит сохранению в низкотемпературных генетических банках, а также в искусственно созданной среде обитания. Запрещается деятельность, ведущая к сокращению численности этих растений, животных и других организмов и ухудшающая среду их обитания.

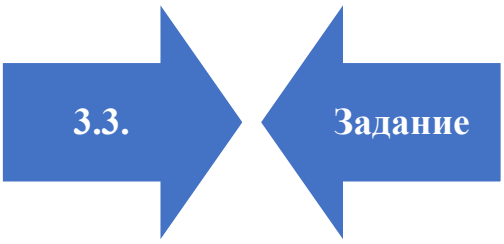
Порядок охраны редких и находящихся под угрозой исчезновения растений, животных и других организмов, порядок ведения Красной книги Российской Федерации, красных книг субъектов Российской Федерации, а также порядок сохранения их **генетического фонда** в низкотемпературных

генетических банках и в искусственно созданной среде обитания определяется законодательством в области охраны окружающей среды.

Ввоз в Российскую Федерацию, вывоз из Российской Федерации и транзитная перевозка через Российскую Федерацию, а также оборот редких и находящихся под угрозой исчезновения растений, животных и других организмов, их особо ценных видов, в том числе растений, животных и других организмов, подпадающих под действие международных договоров Российской Федерации, регулируется законодательством Российской Федерации с учетом общепризнанных принципов и норм международного права [2].

3.2. Рекомендуемая литература

1. Федеральный закон от 14 марта 1995 г. № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях».
2. Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».



1. Опишите расположенные вблизи объекта ООПТ и водные объекты.
2. Составьте список охраняемых видов растений, животных, грибов, в состав ареалов которых входит исследуемый участок.
3. Письменно дайте определения выделенным биологическим терминам.

4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4

ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТ НАМЕЧАЕМОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОБЪЕКТЫ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ЖИВОТНОГО МИРА

4.1. Теоретические основы характеристики предполагаемых воздействий от намечаемой деятельности

В ходе намечаемой хозяйственной деятельности имеют место прямые и косвенные воздействия на биоту (рис. 4.1.).



Рисунок 4.1. Виды воздействий на биоту от намечаемой деятельности

К наиболее распространенным видам воздействий относятся следующие:

1. Отчуждение территории.
2. Изменение рельефа территории.
3. Физические воздействия. Вибрационные и шумовые, световые и электромагнитные воздействия.
4. Химические воздействия. Атмосфера, гидросфера, **педосфера**.
5. Возможное загрязнение территории в результате функционирования автодорог.
6. Увеличение **рекреационной нагрузки** в результате практически постоянного присутствия людей и техники на территории предприятия и подъездных путях.

7. Создание водохранилища, осушение и т.п.
8. Биологические воздействия.

4.2. Пример описания воздействий намечаемой деятельности на биоту

Воздействие объекта на растительность

В ходе мероприятий по строительству и эксплуатации месторождения будут иметь место следующие виды воздействия на растительность:

- отчуждение территории, площадью 2,85 га;
- рекреационная нагрузка;
- изменение рельефа (бульдозерные работы по формированию складов готового щебня трех фракций и вспомогательных работ);
- возможное химическое загрязнение территории в результате функционирования дробильных установок объекта и автодорог;
- световые, электромагнитные воздействия.

Воздействие объекта на животный мир

В ходе мероприятий по строительству и эксплуатации месторождения будут иметь место следующие виды воздействия на животный мир:

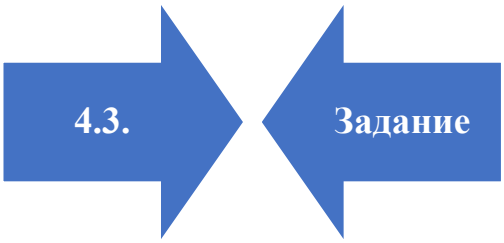
- отчуждение территории, площадью 2,85 га;
- рекреационная нагрузка;
- изменение рельефа (бульдозерные работы по формированию складов готового щебня трех фракций и вспомогательных работ);
- возможное химическое загрязнение территории в результате функционирования дробильных установок и автодорог;
- шумовые, световые, вибрационные, электромагнитные воздействия.

Сырье, добываемое на месторождении «Z» не представляет радиационной опасности для окружающей среды. Среднее значение интенсивности гамма-излучения по скважинам по данным каротажа составляет 35-40 мкр/час, что соответствует эффективной концентрации естественных радионуклидов в пределах 7,4-8,5 пкюри/г, т. е. I классу радиационно-гигиенической характеристики, рекомендованной ЛИРГом.

Деятельность дробильно0сортировочной установки (ДСУ) не окажет вредного воздействия на воды и водную растительность района. Отведение указанных стоков осуществляется по системе водосборных канав с аккумулированием в пруде-накопителе, располагаемом в северо-западной части участка ДСУ.

Результатом воздействия проектируемого объекта на растительность явится сокращение площади лесного сообщества. Биологическое

разнообразие исследуемого участка существенно не пострадает, так как исследуемая территория уже подвержена техногенному воздействию. Вероятно, продолжится процесс синантропизации растительного сообщества, появится больше рудеральных видов растений, что является закономерным и практически неустранимым следствием притока людей на территорию строительства и эксплуатации любого объекта.



Вариант 1

1. Опишите предполагаемые воздействия от намечаемой деятельности на объекты растительности и животного мира для исследуемого Вами участка.
2. Письменно дайте определения выделенным биологическим терминам.

Вариант 2

Опишите предполагаемые воздействия от намечаемой деятельности на объекты растительности и животного мира для перечисленных ниже объектов с учетом их характеристик и характеристик планируемой хозяйственной деятельности.

1. На участке расположены: карьеры «Магнитный-1» и «Магнитный-2», жилой поселок, склад ВМ (взрывчатых материалов), промплощадка, отстойник промышленных стоков, отвалы, склады (окисленных и карбонатных руд, забалансовых руд, известняка, потенциально плодородного слоя почвы, очистные сооружения, автодороги, коммуникации. Исследуемый участок расположен на территории действующего полигона строительных и промышленных отходов в непосредственной близости от гаражей и объектов строительного производства.

2. На территории участка расположены: Карьер (горно-обогатительного комбината ГОК). Площадка эмульсионных взрывчатых веществ и склада взрывчатых веществ. Водохранилище горно-обогатительного комбината. Отвалы вскрышных пород.

3. При обосновании границ земельного отвода в состав проектируемых объектов включены:

- проектируемый карьер 20,3483 га;
- производственная площадка ДСК 0,8868 га;
- буферный склад сырья 0,3601 га;
- бытовая площадка 0,2085 га;
- отвал внутренней вскрыши 1,8459 га;
- южный отвал рыхлой вскрыши 4,9698 га;
- северный отвал рыхлой вскрыши 0,8302 га;
- площадка очистных сооружений 0,3590 га
- стоянка техники 0,0521 га;
- сеть внутриплощадочных автодорог 2,7849 га.

4. ООО «Цинк обогащение» расположено в промышленной зоне г.Владикавказа, является действующим предприятием с плотной застройки территории производственными цехами и службами. Город Владикавказ расположен в южной части Осетинской наклонной равнины. Большая часть территории г.Владикавказа имеет равнинный рельеф с незначительными углами наклона на север и единичными обрывистыми склонами террас. Строительство новых объектов, осуществляется на существующей промплощадке ООО «Цинк обогащение». Отчуждение территории под размещение объектов строительства не требуется. Планируемые работы осуществляются для проектируемых зданий и сооружений сернокислотного цеха, а именно, промывных башен, отстойника, газоходов; сушильной башни, станции оборотной воды, градирни промывного отделения; насосной и градирни; конечного абсорбера и туманоуловителя; санитарной трубы Н-120м – вытяжной башни с газоотводящим металлическим стволом.

5. Южноуральское месторождение габбро расположено на территории Алапаевского муниципального образования. Район работ представляет собой слабовсхолмленную, незначительно наклоненную на восток равнину. Участок в плане имеет форму, близкую к трапеции с высотой трапеции 1360-1400 м. Абсолютные отметки в районе месторождения изменяются от 226-230 м в северной части месторождения до 213-215 м в его южной части. Месторождение расположено в лесистом малонаселенном районе в кварталах Гослесфонда. Рассматриваемая территория имеет лесохозяйственное назначение. Месторождение габбро планируется отрабатывать двумя независимыми друг от друга карьерами: Северным и Южным.

6. Участок строительства расположен в районе ул. Ясная, ул. Шаумяна, ул. Чкалова, в сложившейся городской застройке, вне прибрежных защитных полос и водоохранных зон поверхностных водных объектов. На момент начала проектирования площадка свободна от застройки. Участок граничит с севера и запада с водоёмом, собирающим поверхностный и подземный сток, который, возможно, образовался за счёт выемки грунта для каких-либо строительных

нужд, далее с красной линией ул. Ясная, с юга - территория занята кустарниками и деревьями, востока - граничит со строительной площадкой (территория храма). С северо-восточной стороны площадки проходят различные инженерные коммуникации (электрокабель, водопровод, канализационный коллектор). Территория ранее была заболочена, при застройке всего микрорайона выполнялся водоотвод, на отдельных участках выторфовка. Отведённая под строительство площадь приурочена к парковой зоне отдыха, свободна от застройки и не заасфальтирована.

7. Месторождение располагается в 25 км к западу от г. Алапаевск на землях Западного лесничества ОГУ «Алапаевский лесхоз». Естественный рельеф месторождения нарушен проводимыми ранее открытыми и подземными горными работами. Большая часть поверхности района месторождения представляет собой равнину с редкими небольшими возвышенностями, слабо наклоненную на северо-восток. Абсолютные отметки рельефа на площади месторождения изменяются от +180 м до +248 м. Леса, произрастающие на территории и вблизи заявленного объекта, относятся ко II-ой группе (защитного и ограниченно эксплуатационного назначения). Общая площадь земель, отчуждаемых под производственные объекты месторождения, составляет 22.4 га. Из них 14.6 га составляют покрытые лесом земли; 7.8 га – непокрытая лесом площадь, в том числе сенокос – 0.8 га, прогалины – 3.8 га, прочие земли (карьер, промплощадка) – 3.2 га.

8. Месторождение габбро «Гора Змеевая» расположено на территории ГО Ревда в 7 км к юго-востоку от г. Ревда. Участок расположен в 1.5 км от Волчихинского водохранилища вне земель историко-культурного назначения. Площадь землеотвода под разработку – 30,653 га. Исследуемый участок расположен на территории Ревдинского участкового лесничества ГУСО «Билимбаевское лесничество», кварталов 44, 45, 56, 57, 58, 69, 70. Земли не покрытые лесом, нелесные.

9. Месторождение облицовочных гранитов «Сосновый бор» расположено в 110 км к ССВ от г. Екатеринбурга, на правобережье р. Нейва, в 4км к ЮЗ от п. Нейво-Шайтанский, соединено с ним грунтовой дорогой. Административно район разработки относится к МО «Город Алапаевск» (35км). Площадь землеотвода под разработку – 16,3 га. Абсолютные отметки участка месторождения 210-220 м.

10. Промплощадка ОАО «Тизол» расположена на юго-восточном борту карьера по добыче базальтового порфирита на территории Ново-Турьинского городского округа Свердловской области в 15 км северо-восточнее г. Н. Тура и в 2 км южнее д. Новая Тура. Рельеф района работ имеет характер всхолмленно-грядовой равнины. Исследуемый участок приурочен к возвышенности с высотной отметкой 227,4 м, северо-восточные склоны которой пологие, юго-западные – крутые. Относительные превышения

составляют 10-15 м. Перепад высотных отметок рельефа на участке ДСУ колеблется в диапазоне от 223,7 м до 226,1 м. В 3,0 км севернее участка проходит автомагистраль Екатеринбург–Серов, с которой месторождение порфиритов связано грунтовой дорогой улучшенного типа (2,0 км) и автодорогой с бетонным покрытием (1,0 км), в 4,0 км южнее месторождения – железная дорога Екатеринбург–Приобье. Через месторождение проходит с севера на юго-восток грунтовая дорога улучшенного типа, связывающая д. Новая Тура с ж/д станцией Платина. Исследуемый участок граничит с запада с выработанным пространством Новотуринского карьера.

5. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5

РАНЖИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПО УРОВНЮ ВОЗДЕЙСТВИЯ

5.1. Теоретические основы ранжирования территории по уровню воздействия на объекты животного мира

Определение границ территории воздействия, выделение зон по интенсивности воздействия и определение их площади осуществляется с использованием картографических материалов, материалов дистанционного исследования земной поверхности (аэрофотоснимки, космические снимки), наземных обследований, материалов технико-экономического обоснования (ТЭО) проектов. На территории воздействия, имеющей один эпицентр воздействия (воздействие оказывается в направлении от него к периферии с постепенным затуханием интенсивности влияния на объекты животного мира по мере удаления от эпицентра), рекомендуется выделять 4 зоны (Методики оценки вреда и исчисления размера ущерба от уничтожения объектов животного мира и нарушения их среды обитания):

I зона

Зона прямого уничтожения или полного вытеснения всех объектов животного мира - потери численности и годовой продуктивности от 75 до 100%.

II зона

Зона сильного воздействия - потери численности и годовой продуктивности от 50 до 74,9%.

III зона

Зона умеренного воздействия - потери численности и годовой продуктивности от 25 до 49,9%.

IV зона

Зона слабого воздействия - охватывает сектор между III зоной и внешней границей территории воздействия, где потери численности и годовой продуктивности составляют от 0 до 24,9%.

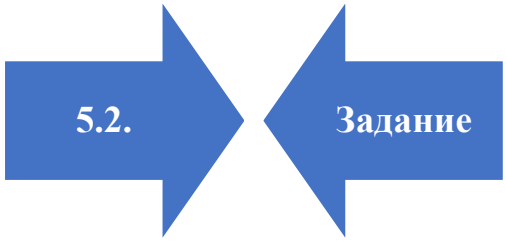
Для каждой зоны территории воздействия устанавливается коэффициент реагирования объектов животного мира на воздействие, который позволяет экспертным способом определить численность объектов животного мира в каждой зоне после воздействия на основе данных о численности объектов животного мира на этой же территории до начала воздействия.

В таблице (табл. 5.1.) приведены рекомендуемые коэффициенты реагирования объектов животного мира на воздействие.

Таблица 5.1. – Коэффициенты реагирования объектов

Зоны воздействия	Снижение численности и продуктивности, %	Коэффициент
Зона прямого уничтожения	75-100	1
Зона сильного воздействия	50-74,9	0,75
Зона умеренного воздействия	25-49,9	0,50
Зона слабого воздействия	0-24,9	0,25

Практически в большинстве случаев является целесообразным выделять 2 зоны по уровню воздействия: зону прямого уничтожения и зону сильного воздействия, совпадающую с границами СЗЗ изучаемого объекта.



Для выбранных Вами ранее участков исследований провести ранжирование территории по уровню воздействия намечаемой или осуществляемой хозяйственной деятельности на биологические объекты.

Если деятельность не определена ранее, можно ранжировать территорию по воздействию горно-добывающей или геологоразведочной деятельности.

Максимальное количество территорий воздействия в рамках объекта исследований – четыре:

1. Территория необратимой трансформации: снижение численности и годовой продуктивности охотничьих ресурсов от 75 до 100 %
2. территория сильного воздействия - от 50 до 74,9 %
3. территория среднего воздействия - от 25 до 49,9 %
4. территория слабого воздействия - от 0 до 24,9 %

Результат необходимо представить в форме отчета.

Части отчета:

1. Задание
2. Описание участка краткое
3. Описание намечаемой или осуществляемой деятельности
4. Описание ранжирования территории
5. Обоснование именно такого ранжирования (почему так разделили территорию).

6. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ОБЪЕКТОВ ЖИВОТНОГО МИРА

6.1. Теоретические основы оценки продуктивности диких животных

Биологическая продуктивность — понятие, в общем случае, обозначающее воспроизведение биомассы растений, микроорганизмов и животных, входящих в состав экосистемы. В узком смысле оно трактуется как воспроизводство диких животных и растений, используемых человеком.

При планировании хозяйственной деятельности для оценки потенциального вреда хозяйственно ценным животным зачастую необходимо рассчитать годовую продуктивность, т.е. определить количество особей, которые могут быть рождены и выживут на исследуемой территории в условиях ненарушенной территории.

Для расчета **Pio** — годовой продуктивности объектов животного мира территории (особи / га) необходимы либо готовые данные о продуктивности, либо данные для ее расчета по формуле (Методика оценки вреда и исчисления размера ущерба от уничтожения объектов животного мира и нарушения их среды обитания):

$$P_i = \frac{N_i}{2} \times \left(J_i - \frac{J_i \times M_i}{100\%}\right)$$

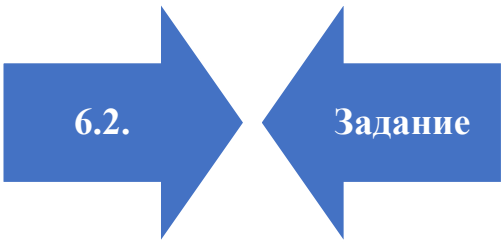
Для расчетов необходимы следующие сведения:
Ni - базовая численность объектов животного мира, особей;
Ji -среднестатистическое число молодых особей на одну размножающуюся пару, особей;
Mi - среднестатистический процент смертности молодых особей, %.

Информационные источники для поиска сведений, необходимых при расчетах годовой продуктивности указаны в таблице (табл. 6.1.).

Таблица 6.1. – Информационные источники для расчета продуктивности

№ пп	Показатель	Источники информации
1	Базовая численность объектов животного мира	• Государственные доклады о состоянии окружающей природной среды • Отчеты и информация ФГУ «Центрохотконтроль» Минсельхоза России

2	Среднестатистическое число молодых особей на одну размножающуюся пару	• Монографии по вопросам изучения биологии отдельных видов животных и иных таксономических категорий • Научные статьи по биологии, экологии и репродукции животных
3	Среднестатистический процент смертности молодых особей	• Монографии по вопросам изучения биологии отдельных видов животных и иных таксономических категорий • Научные статьи по биологии, экологии и репродукции животных



1. На основании Государственного доклада о состоянии окружающей природной среды определите, какие животные отнесены к объектам охоты на исследуемой территории, найти информацию об их численности.
2. Рассчитайте годовую продуктивность объектов животного мира исследуемого участка, отнесенных к объектам охоты.

В отчете необходимо описать подробно расчеты продуктивности с указанием ссылок на литературные источники и списком литературы.

Рассчитанные итоговые показатели продуктивности желательно привести в форме таблицы (табл. 6.2.)

Таблица 6.2. – Пример представления информации о численности и продуктивности животных

№ п\п	Объект охоты	Численность, ос	Годовая продуктивность, ос/га
1	Лось		
2	Тетерев		
3	Белая куропатка		
4	Глухарь		
5	Рябчик		
6	Соболь		
7	Рысь		
8	Росомаха		
9	Лисица		
10	Куница		
11	Косуля		
12	Колонок		

13	Кабан		
14	Заяц-беляк		
15	Горностай	8,8	
16	Волк	0,3	
17	Белка	138,7	

7. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УЩЕРБА ЛЕСНОМУ ХОЗЯЙСТВУ

7.1. Теоретические основы определения бонитета эдификаторов исследуемого участка

В **лесной таксации** для оценки условий роста леса устанавливают «бонитет насаждения». Бонитет является показателем, характеризующим качество условий произрастания леса.

Различие в условиях произрастания леса в таксации характеризуют несколькими классами бонитета, обозначаемыми порядковыми номерами: I класс означает лучшие условия произрастания леса, а последующие — их постепенное ухудшение. Деление леса на классы бонитета основано на определенных признаках.

Многолетние опыты и наблюдения говорят о том, что лучшим показателем, отображающим качество условий местопроизрастания, является высота насаждения в определенном возрасте. Чем больше средняя высота насаждения, тем лучше, следовательно, условия местопроизрастания.

Средняя высота насаждений зависит и от их возраста: с увеличением возраста она соответственно увеличивается. Поэтому среднюю высоту с учетом возраста используют для установления **класса бонитета**.

Проф. М. М. Орлов, разработавший бонитировочную шкалу, предложил разделять насаждения на пять классов бонитета. К крайним классам (I и V) в этом случае относятся насаждения, хотя и редко встречающиеся, но с широкой амплитудой колебания высоты. Чтобы устранить этот недостаток, из I и V классов выделили дополнительные литерные классы Ia и Va. Таким образом, было установлено всего семь классов. В тех случаях, когда насаждения Ia и Va классов занимают незначительную площадь, они могут быть объединены с основными пятью классами.

Делить насаждения на классы бонитета по высоте лучше всего в таком возрасте, когда рост насаждений в высоту уже в основном закончился, т. е. когда им около 100 лет. Поэтому при классификации насаждений на классы бонитета принята высота столетних насаждений. На основе бонитировочной шкалы для столетних насаждений, руководствуясь опытными данными об изменении высоты насаждений до 100 лет и после достижения ими этого возраста, можно для каждой породы составить таблицу распределения насаждений по классам бонитета, начиная от самых молодых и кончая самыми старыми.

Шкала деления насаждений на классы бонитета является общей для всех древесных пород, хотя в росте отдельных пород, особенно в молодом возрасте, наблюдаются отклонения от нее. Единая шкала для бонитирования всех

насаждений упрощает таксационные работы и позволяет сравнивать получаемые результаты.

Интенсивность роста **семенных и порослевых насаждений** неодинакова: семенные растут в раннем возрасте медленнее. Для определения класса бонитета семенных и порослевых насаждений установлены особые шкалы. В таблице 1 дана шкала деления на классы бонитета семенных и порослевых насаждений.

За время существования шкалы выявились ее достоинства и недостатки. Из-за выявившихся недостатков шкалы деления насаждений на классы бонитетов одной из задач является ее совершенствование.

Составитель первой бонитетной шкалы проф. М. М. Орлов при решении проблемы бонитирования леса исходил из учета приведенных условий. Шкалу деления насаждений на классы бонитета он составил, основываясь па динамике роста сосновых насаждений. Составленная им шкала (табл. 7.1) выдержала испытания временем, и нет оснований от нее отказываться сейчас [1-3].

Таблица 7.1 - Деление семенных и порослевых насаждений на классы бонитета по М.М. Орлову

Возраст насаждения (лет)	Бонитет						
	Ia	I	II	III	IV	V	Va
	Высота семенных насаждений (в метрах)						
10	6— 5	5— 4	4— 3	3— 2	2— 1		
20	12—10	9— 8	7— 6	6— 5	4— 3	2	1
30	16—14	13—12	11—10	9— 8	7— 6	5— 4	3— 2
40	20—18	17—15	14—13	12—10	9— 8	7— 5	4— 3
50	24—21	20—18	17—15	14—12	11— 9	8— 6	5— 4
60	28—24	23—20	19—17	16—14	13—11	10— 8	7— 5
70	30—26	25—22	21—19	18—16	15—12	11— 9	8— 6
80	32—28	27—24	23—21	20—17	16—14	13—11	10— 7
90	34—30	29—26	25—23	22—19	18—15	14—12	11— 8
100	35—31	30—27	26—24	23—20	19—16	15—13	12—10
110	36—32	31—29	28—25	24—21	20—17	16—13	12—10
120	38—34	33—30	29—26	25—22	21—18	17—14	13—10
	Высота порослевых насаждений (в метрах)						
5	5	4	3	2	1,5	1	—
10	7	6	5	4	3	2	1
15	11	10— 9	8— 7	6	5	4—3	2—1,5
20	14	13—12	11—10	9—8	7—6	5—4	3—2
25	16	15—13	12—11	10—9	8—7	6—5	4—3
30	18	17—16	15—13	12—11	10—8	7—6	5—4
35	20	19—17	16—14	13—12	11—10	9—7	6—5
40	21	20—19	18—16	15—13	12—11	10—8	7—5
45	23	22—20	19—17	16—14	13—11,5	10—8,5	8—5,5
50	25	24—21	20—18	17—15	14—12	11—8,5	8—6
55	26	25—23	22—19	18—16	15—13	12—9	8—6
60	27	26—24	23—20	19—16,5	16—13,5	13—9,5	9—6,5

7.2. Пример определения бонитета лесных пород

В качестве исследуемого участка выбран один из районов парка Победы г. Екатеринбург. Изучаемый район находится на северо-западе города в Орджоникидзевском районе. Выбор участка и его дальнейшее исследование произведено с помощью картографического сервиса Google Карты (рис. 7.2.1.).



Рис. 7.2.1. Карта Расположения исследуемого участка

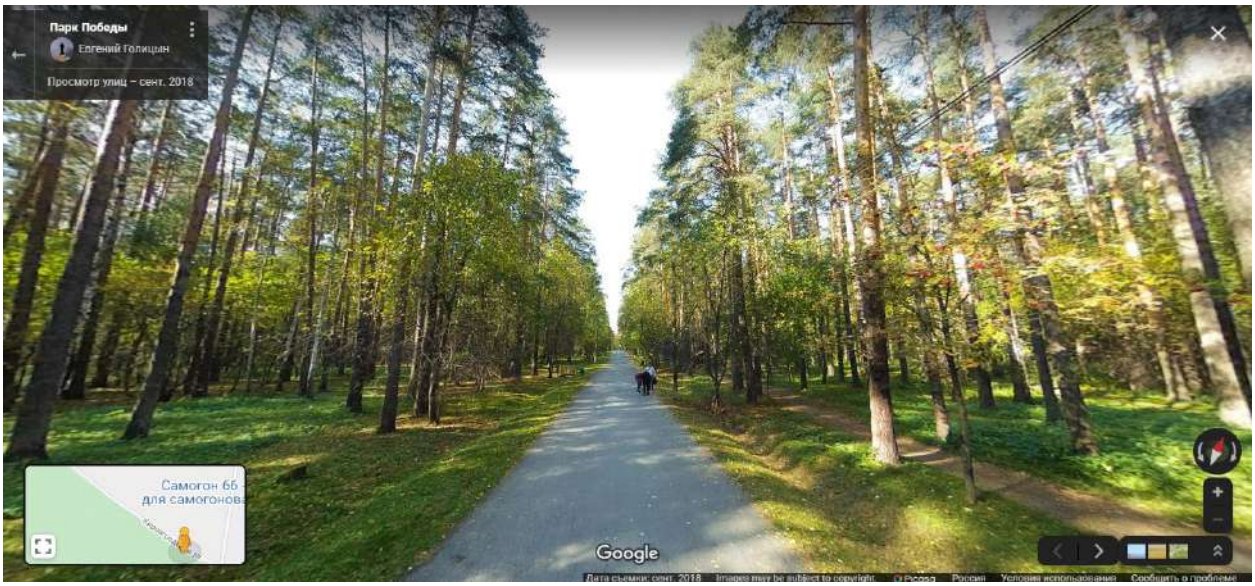


Рис. 7.2.2. Эдификаторы исследуемого участка

Судя по фотографии местности, (рис. 7.2.2.) видом - **эдификатором** является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L., 1753), что характерно для Среднего Урала. Средняя высота деревьев составляет примерно 22 м. Приблизительный диаметр сосен на высоте 1,3 м от земли 20 см.

Возраст деревьев был определен по следующей формуле:

$$\mathbf{В=1,6 \times Д + 44},$$

где В – возраст дерева, лет;

Д – его диаметр на высоте 1,3 м от земли (на высоте груди среднего человека) в см;

44 – коэффициент [3].

$$В=1,6 \times 22+44=79,2\approx79$$

Таким образом, средний возраст деревьев на исследуемой территории приблизительно равен 79 годам.

Заключение. Таким образом, бонитет эдификаторов исследуемого участка равен II. Ко второй группе относятся леса в районах с высокой плотностью населения и развитой сетью транспортных путей, имеющие средообразующие, защитные и ограниченные эксплуатационные функции, а также леса в регионах с недостаточными лесными ресурсами, для сохранения защитных функций которых требуется ограниченный режим пользования лесным фондом.

7.3. Пример расчета ущерба лесному хозяйству от перевода земель лесного фонда в земли иных (других) категорий. (на примере разработки месторождения габбро)

Месторождение Z расположено на территории N-ого муниципального образования, в двух километрах к юго-востоку от с. N.

Поисковый участок в плане имеет форму, близкую к трапеции с высотой трапеции 1360-1400 м. Северное и южное основания трапеции вытянуты в субширотном направлении соответственно на 2750 и 2050 м. Абсолютные отметки в районе месторождения изменяются от 226-230 м в северной части месторождения до 213-215 м в его южной части.

Испрашиваемый участок находится на территории N-ого участкового лесничества ГУ СО «Алапаевское лесничество». Общая площадь участка составляет 185 га. На испрашиваемой территории находятся вторичные эксплуатационные леса. Эдификаторами сообщества выступают осина, береза, реже сосна. Бонитет подавляющего большинства лесообразующих пород составляет 2, лесонасаждения на данном участке с преобладанием мягколиственных пород 2 и 3 классов возраста.

Таксационное описание исследуемого участка представлено в таблице (табл. 7.3.1.).

Таблица 7.3.1. - Таксационное описание участка месторождения

Квартал (участок)	Площадь, га	Состав	Класс возраста, лет	Бонитет
172	1	вырубка 1999 года	-	-
	0,7	8Ос2Б	2	2
	2,4	лесные культуры 2008 г. 10Е	-	-
	1,2	6Б3С1Ос	6	2
	1,4	лесные культуры 8С2Б	3	1
	0,4	7Б1Ос2С	3	2
	7,1			
173	24,6	5Б3С2Ос	6	2
	7	5Ос4Б1Е	1	2
	14,8	9Ос1Б+С	2	2
	7,4	7С3Б+Ос	5	1
	2,4	вырубка 2009 года		
	3	4С4Б2Ос	3	3
	10,4	5С5Б	3	1
	11,3	10Ос	2	3
	2,9	5Б3Ос2С	3	2
	15,4	7Ос2Б1С+Е	5	2
	99,2			
190	3,4	6С4Б	3	1
	3,4	нелесные	-	
191	11,5	7С3Б+Ос	3	1
	1,3	6Ос4Б+С	2	2
	3,2	8Б1С1Ос	5	2
	22,5	8Ос1Б1Ив	2	2
	8,1	3Б2Ос2С2Б1С	6	2
	25,6	3Б3Ос2Ив2Е+С	1	2
	3,1	6Б3С1Ос	4	2
	75,3	нелесные	-	-
ИТОГО	**185**			

Расчет ущерба проводился на основе Постановления Правительства РФ от 17 ноября 2004 г. № 647 «Правила расчета и взимания платы за перевод лесных земель в нелесные земли для использования их в целях, не связанных с ведением лесного хозяйства, пользованием лесным фондом, и за перевод земель лесного фонда в земли иных (других) категорий (в редакции Постановления Правительства от13.01.2006 № 9) (ОТМЕНЕН)*

*Для дальнейшего выполнения практической работы по оценке ущерба необходимо проанализировать актуальную нормативную документацию по оценке ущерба лесным землям (хозяйству, породам и пр.). По состоянию на август 2021г актуальным является:

Постановление Правительства РФ от 29.12.2018 N 1730 (ред. от 18.12.2020) "Об утверждении особенностей возмещения вреда, причиненного лесам и находящимся в них природным объектам вследствие нарушения лесного законодательства".

В соответствии с данным постановлением размер платы за перевод земель лесного фонда в земли иных (других) категорий определяется путем умножения базового размера платы на площадь участка и на повышающие коэффициенты, учитывающие экологическую составляющую оценки земель лесного фонда, срок изъятия лесных земель.

В данном случае коэффициент экологической составляющей оценки земель лесного фонда (эксплуатационные леса) принят равным 1,5.

Срок изъятия лесных земель (период эксплуатации месторождения) составляет 112 лет. В связи с этим коэффициент, учитывающий срок изъятия лесных земель принимается равным 1.

В том случае, если на исследуемом участке произрастает смешанный лес, базовый размер стоимости ущерба выбирается максимальным из возможных (для наиболее ценной породы).

Для площадей, не занятых лесом, использован коэффициент, равный 0,9. Потенциально такие площади имеют возможность зарастания наиболее распространенными мягколиственными породами с преобладающим классом бонитета, равным 2.

Плата за перевод земель лесного фонда в земли иных (других) категорий в результате разработки месторождения габбро (табл. 7.3.2.) для всего периода эксплуатации – 112 лет – составляет 41490,642 тыс. руб. (Сорок один миллион четыреста девяносто тысяч шестьсот сорок два рубля), ущерб за один год эксплуатации можно принять равным 370,4522 тыс. руб. (Триста семьдесят тысяч четыреста пятьдесят два рубля 20 копеек).

Таблица 7.3.2. – Расчет ущерба объектам растительного мира

Преобладающие породы	**Класс бонитета**	**Площадь, га**	**Базовая плата за ущерб, тыс.руб.**	**Коэффициент за срок изъятия (> 20 лет)**	**Коэффициент за экологическую составляющую**	**Коэффициент за земли, не покрытые лесом**	**Стоимость, тыс.руб.**
Хвойные	1-2	127,1	158,5	1	1,5	-	30218,03
Хвойные	3	3	97,5	1	1,5	-	438,75
Мягколиственные	1-2	24,4	148,1	1	1,5	-	5420,46
Мягколиственные	3	11,3	92,9	1	1,5	-	1574,655
Не покрытые	1-2*	19,2	148,1	1	1,5	0,9	3838,752

лесом площади							
ВСЕГО							**41490,642**

7.4. Рекомендуемая литература

1. Анучин Н. П. Лесная таксация: Учебник для вузов. – 5- е изд., доп. – М.; Лесн. Пром-сть, 1982. – 552 с.
2. Лесная энциклопедия: В 2-х т./Гл.ред. Воробьев Г.И.; Ред.кол.: Анучин Н.А., Атрохин В.Г., Виноградов В.Н. и др. - М.: Сов. энциклопедия, 1985. – 563 с.
3. Способы определения возраста дерева. Эколого-биологический центр имени С.Ю Соколова г. Сочи. [Электронный ресурс]. Код доступа: http://sochi-schools.ru/ebc/im/d_205.pdf (Дата обращения: 12.03.2020).

7.5. Задание

1. Определите бонитет древесных пород на исследуемом участке.
2. Определите размер платы за перевод лесных земель в нелесные (ущерб лесному хозяйству от уничтожения древесных пород).

Срок перевода земель в нелесные принять равным **более 20 лет**.

Размер участка для перевода определить (принять) самостоятельно (не менее 1 га).

Размер ущерба вычисляется путем умножения базового размера платы на коэффициенты, учитывающие экологические особенности лесов и срок пользования участком.

3. Письменно дайте определения выделенным биологическим терминам.

8. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8

РАСЧЕТ УЩЕРБА ЖИВОТНОМУ МИРУ

8.1. Теоретические основы расчета ущерба животному миру

Вред объектам животного мира и/или их среде обитания - гибель объектов животного мира, снижение их численности и (или) продуктивности (*потери*) при утрате или нарушении их среды обитания в результате антропогенных воздействий.

Прямые потери - единовременная гибель, а также откочевка животных в результате уничтожения или нарушения их местообитаний.

Косвенные потери - неполученный потенциальный доход от использования объектов животного мира в размере допустимого к изъятию годового прироста их численности за весь период воздействия. Применяется только при расчете ущерба от уничтожения объектов животного мира, вовлеченных в хозяйственный оборот (охотничьи и другие животные, являющиеся объектами промысла и торговли).

Воздействия (антропогенные воздействия) - любые формы антропогенных воздействий, в том числе хозяйственной и иной деятельности, на объекты животного мира и/или их среду обитания.

Ущерб - выражение в денежной форме вреда объектам животного мира и/или их среде обитания в результате антропогенного воздействия.

Годовая продуктивность - суммарная численность (биомасса) или плотность населения молодых особей биологического вида, родившихся в течение года.

Базовая численность - число особей или плотность населения (число особей на единицу площади) биологического вида на конкретной территории до начала сезона размножения (появления молодых особей). Показатель включает всех особей биологического вида, за исключением родившихся в текущем году. Для беспозвоночных животных может использоваться показатель биомассы в том случае, если его проще получить, чем показатель численности, или стоимость объекта животного мира оценивается по биомассе.

Оценка вреда от уничтожения объектов животного мира и/или нарушения их среды обитания может проводиться в следующих случаях:

- при обнаружении факта несанкционированного уничтожения объектов животного мира и/или нарушения их среды обитания;
- при исследованиях по оценке воздействия на объекты животного мира и/или их среды обитания хозяйственной и иной деятельности:

- при исследованиях по оценке воздействия на окружающую среду намечаемой хозяйственной и иной деятельности;
- при контроле соблюдения нормативов сохранения и/или использования объектов животного мира и/или их среды обитания при ведении хозяйственной и иной деятельности.

Вред объектам животного мира и/или их среде обитания рассчитывается в натуральной форме (количество особей) как величина сокращения базовой численности и годовой продуктивности объектов животного мира, а также как изменение структуры биологического разнообразия, которые возникают в результате совершенной или намечаемой хозяйственной или иной деятельности.

Исчисление ущерба объектам животного мира и/или их среде обитания осуществляется путем исчисления величины материальных, трудовых и финансовых затрат, которые понесет общество для восполнения потерь животного мира в каждом конкретном случае, а также упущенной выгоды.

Повышение численности ряда объектов животного мира при некоторых формах антропогенных воздействий рассматривается в Методике как положительный экологический эффект. При исчислении ущерба положительный экологический эффект не учитывается, поскольку он не компенсирует вред, нанесенный этим воздействием, другим объектам животного мира.

Исходными показателями для оценки вреда объектам животного мира и/или их среде обитания являются **численность** (**плотность населения**) и **продуктивность** основных **видов** и групп животных (наземные позвоночные) или соответствующие показатели **биомассы** (**беспозвоночные**). Исчисление ущерба проводится для каждого вида объектов животного мира, допускается расчет для групп **близких** (**экологически** или **систематически**) видов.

При оценке вреда объектам животного мира и/или их среде обитания от антропогенного воздействия численность (или плотность населения) объектов животного мира, обитающих на территории воздействия, определяется по фактическому состоянию на момент оценки стандартными процедурами и методами учета, включая использование данных полевых обследований, региональных кадастров животного мира. Количество объектов животного мира, которое останется на оцениваемой территории после воздействия определяется в порядке, установленном настоящей Методикой, или по численности объектов животного мира на эталонных территориях-аналогах, подвергшихся такому же воздействию.

Метод использования эталонной территории также необходим для оценки исходного состояния (до воздействия) объектов животного мира на территории воздействия после того, как воздействие уже совершено, или как источник информации при разработке матриц коэффициентов реагирования [6].

8.2. Пример расчета ущерба животному миру (охотничьим животным)

Исследуемый участок, испрашиваемый для геологического изучения, разведки и добычи гранитов находится в 3 км южнее рабочего поселка Н на территории Сысертского городского округа.

Участок расположен на землях лесного фонда ФГУ «Сысертский лесхоз» Двуреченского лесничества в эксплуатационных лесах.

Абсолютные отметки в районе работ изменяются от +186,5 м на урезе вод р. Исети в месте впадения в нее р. Каменки до +280,2 м на водоразделах. На площади месторождения абсолютные отметки варьируются от +227,28 м до +248,21 м.

Основной лесообразующей породой коренных фитоценозов района исследований является сосна (бонитет II-III). Производные сообщества образованы березой, осиной, сосной. Возобновление происходит чаще всего березой. В напочвенном покрове преобладают злаки (вейник), брусника. Естественные фитоценозы довольно значительно изменены в результате хозяйственной деятельности.

По данным департамента по охране, контролю и регулированию использования животного мира Свердловской области исследуемое месторождение гранита расположено в границах охотничьего хозяйства «Сысертское», общей площадью 78,9 тыс.га.

На данной территории, из объектов животного мира, отнесенных к охотничьим ресурсам, постоянно или временно обитают:

Млекопитающие - лось, кабан, косуля, белка, заяц-беляк, куница, лисица, енотовидная собака, бобр, ондатра, норка американская, барсук;

Птицы - вальдшнеп, кулики (без указания видов), рябчик, серая куропатка, глухарь, водоплавающая дичь (без указания видов).

Массовых миграций животных на данной территории не отмечается.

Сведения по общей численности и плотности объектов животного мира, отнесенных к охотничьим ресурсам, постоянно или временно обитающих на территории охотничьего хозяйства «Сысертское», по данным мониторинга охотничьих ресурсов, приведены в таблице (табл. 8.2.1.).

Расчет ущерба животному миру (охотничьим животным) рассчитывался на основе «Методики оценки вреда и исчисления размера ущерба от уничтожения объектов животного мира и нарушения их среды обитания» Государственного комитета РФ по охране окружающей среды от 28 апреля 2000 года по следующей формуле:

$$D_i = S \times (K_i \times N_{io} + K_i \times P_{io} \times T) \times H,$$

где S - площадь территории воздействия (га);

N_{io} - базовая численность объектов животного мира эталонной территории (особи/га);

P_{io} - годовая продуктивность объектов животного мира эталонной территории (особи/га);

K_i - коэффициент реагирования объектов животного мира на воздействия;

T - период воздействия (временной лаг) (лет);

H - стоимость объектов животного мира (рубли).

Таблица 8.2.1. - Численность промысловых животных на территории охотничьего хозяйства «Сысертское»

№ п\п	Объект охоты	Численность, особей	Плотность, ос на 1000 га
1	Белка обыкновенная	62	0,79
2	Глухарь	92	1,17
3	Заяц-беляк	443	5,61
4	Кабан	9	0,11
5	Косуля	261	3,31
6	Куница лесная	98	1,24
8	Лисица	179	2,27
9	Лось	8	0,10
10	Рябчик	3812	48,31
11	Серая куропатка	407	5,16
12	Енотовидная собака	4	0,05
13	Барсук	57	0,72
14	Ондатра	720	9,13
15	Бобр	280	3,55
16	Норка американская	28	0,35

Территории, отведенные под горно-строительные работы, включающие в себя вырубку леса и корчевку пней на площади земель 30,0 га, отнесены к зонам полного уничтожения или вытеснения животных с коэффициентом реагирования объектов животного мира на воздействия, равным 1 (табл. 6.2.2.).

Территория санитарно-защитной зоны, площадью 180 га, отнесена к зоне сильного воздействия на животных с коэффициентом реагирования объектов животного мира на воздействия, равным 0,75 (табл. 6.2.2.).

Срок производства работ (временной лаг) составляет 49 лет (табл. 6.22.).

Информация о продуктивности охотничьих животных получена из литературных источников [1-8].

Стоимость объектов животного мира определялась на основании Приказа Минсельхозпрода РФ от 25 мая 1999 г. N 399 «Об утверждении такс для исчисления размера взыскания за ущерб, причиненный юридическими и физическими лицами незаконным добыванием или уничтожением объектов животного мира, отнесенных к объектам охоты».

В соответствии с расчетом (табл. 8.2.2.) ущерб объектам животного мира за весь период осуществления работ по проекту (49 лет) составит 255940,41 рублей.

Ущерб от разработки месторождения в течение одного года составит 9707,61 рублей.

Повышение численности синантропных животных вблизи объектов промышленности при исчислении ущерба не учитывается как положительный экологический эффект, поскольку он не компенсирует вред, нанесенный этим воздействием, другим объектам животного мира [6].

Расчет вреда биологическому разнообразию не проводился ввиду небольшого размера территории, занятой объектами воздействия.

Таблица 8.2.2. - Расчет ущерба объектам животного мира от разработки участка

Вид	S, га / K_i		N_{io}, ос/га	P_{io}, ос/га	Т, лет	Н, руб.	Ущерб, руб.	
	уничтожение	сильное возд-ие					D_1 (уничтожение)	D_2 (сильное возд-ие)
заяц-беляк	30,0 / 1	180 / 0,75	0,00561	0,03777	49	200	11138,04	50121,18
кабан	30,0 / 1	180 / 0,75	0,00011	0,00173	49	3000	7639,20	34376,40
косуля	30,0 / 1	180 / 0,75	0,00331	0,00164	49	3000	7530,30	33886,35
лисица	30,0 / 1	180 / 0,75	0,00227	0,00207	49	1000	3111,00	13999,50
лось	30,0 / 1	180 / 0,75	0,0001	0,00054	49	5000	3984,00	17928,00
бобр	30,0 / 1	180 / 0,75	0,00355	0,00012	49	1000	282,90	1273,05
глухарь	30,0 / 1	180 / 0,75	0,00117	0,00125	49	300	561,78	2528,01
рябчик	30,0 / 1	180 / 0,75	0,04831	0,00086	49	100	271,35	1221,08
белка	30,0 / 1	180 / 0,75	0,00079	0,00186	49	200	551,58	2482,11
куница лесная	30,0 / 1	180 / 0,75	0,00124	0,00091	49	1000	1374,90	6187,05
серая куропатка	30,0 / 1	180 / 0,75	0,00516	0,01909	49	100	2821,71	12697,70
енотовидная собака	30,0 / 1	180 / 0,75	0,00005	0,00005	49	1000	75,00	337,50
барсук	30,0 / 1	180 / 0,75	0,00072	0,00042	49	1000	639,00	2875,50
ондатра	30,0 / 1	180 / 0,75	0,00913	0,02127	49	200	6308,16	28386,72
норка американская	30,0 / 1	180 / 0,75	0,00035	0,00016	49	1000	245,70	1105,65
Всего, руб								**255940,41**

8.3. Рекомендуемая литература

1. Багаев В.К. Енотовидная собака бассейна средней Вятки. Охота, воспроизводство и охрана промысловых зверей и птиц// Сб. науч. тр. Пермского с/х института, 1985 С. 26-33.

2. Бергер Н. М., Терновский Д. В. 1963. Итоги и перспективы акклиматизации американской норки и рациональное использование ее запасов в Западной Сибири // Акклиматизация животных в СССР. Материалы конференции по акклиматизации животных в СССР 10-15 мая 1963 г., г. Фрунзе (отв. ред. А. И. Янушевич). Алма-Ата: Изд-во АН КазССР. С. 64-65.

3. Гептнер В.Г. Уссурийский енот, енотовидная собака. В кн.: Гептнер В.Г., Наумов Н.П., Юргенсон П.Б. и др. Млекопитающие Советского Союза. М., 1967. Т.2, Ч. 1. 1004 с.

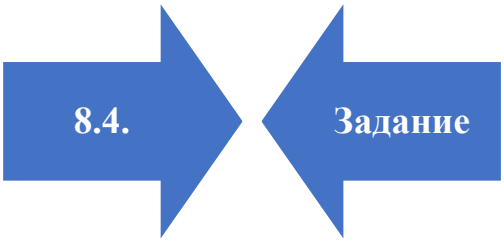
4. Гептнер В. Г., Слудский А. А.. Млекопитающие Советского Союза. Т. 2, Ч. 2, Хищные (гиены и кошки). М., Высш. шк. 1972. 551с.

5. Лавров М.А. Косуля. Охота на копытных. М.: изд-во «Лесная пром-ть», 1976. 293 с.

6. Методика оценки вреда и исчисления размера ущерба от уничтожения объектов животного мира и нарушения их среды обитания. М., 2000.

7. Руковский Н.Н. По следам лесных зверей. М.: Агропромиздат, 1988. 175 с.

8. Русанов Я.С. Охота и охрана фауны. М.: Лесная промышленность, 1973. 143 с.



Вариант 1

1. Рассчитайте ущерб охотничьим животным в результате намечаемой деятельности на основе методических указаний, представленных выше.
2. Письменно дайте определения выделенным биологическим терминам.

Вариант 2

Дописать \ изменить представленный ниже текст в частях, выделенных *курсивом* / подчеркиванием.

Для расчетов использовать данные по ранжированию территорий исследуемого (вашего) участка. Ранжирование либо было проведено ранее, либо нужно осуществить на основе материалов лекции (презентации лекции).

Описан участок, испрашиваемый для геологического изучения, разведки и добычи гранитов находится *в 3 км южнее рабочего поселка Двуреченск на территории Сысертского городского округа.*

Абсолютные отметки в районе работ изменяются от +186,5 м на урезе вод р. Исети в месте впадения в нее р. Каменки до +280,2 м на водоразделах. На площади месторождения абсолютные отметки варьируются от +227,28 м до +248,21 м.

Основной лесообразующей породой коренных фитоценозов района исследований является сосна (бонитет II-III). Производные сообщества образованы березой, осиной, сосной. Возобновление происходит чаще всего березой. В напочвенном покрове преобладают злаки (вейник), брусника. Естественные фитоценозы довольно значительно изменены в результате хозяйственной деятельности.

По данным департамента по охране, контролю и регулированию использования животного мира Свердловской месторождение гранита расположено в границах охотничьего хозяйства «*Любое*», общей площадью *78,9 тыс.га.*

На данной территории, из объектов животного мира, отнесенных к охотничьим ресурсам, постоянно или временно обитают:

Млекопитающие - лось, кабан, косуля, белка, заяц-беляк, куница, лисица, енотовидная собака, бобр, ондатра, норка американская, барсук;

Птицы - вальдшнеп, кулики (без указания видов), рябчик, серая куропатка, глухарь, водоплавающая дичь (без указания видов).

Массовых миграций животных на данной территории не отмечается.

Сведения по общей численности и плотности объектов животного мира, отнесенных к охотничьим ресурсам, постоянно или временно обитающих на территории охотничьего хозяйства «*Любое*», по данным мониторинга охотничьих ресурсов, приведены в таблице (Табл. ____).

Расчет ущерба животному миру (охотничьим животным) рассчитывался на основе «Методики оценки вреда и исчисления размера ущерба от уничтожения объектов животного мира и нарушения их среды обитания» Государственного комитета РФ по охране окружающей среды от 28 апреля 2000 года по следующей формуле:

$$D_i = S \times (K_i \times N_{io} + K_i \times P_{io} \times T) \times H,$$

где S - площадь территории воздействия (га);

N_{io} - базовая численность объектов животного мира эталонной территории (особи/га);

P_{io} - годовая продуктивность объектов животного мира эталонной территории (особи/га);

K_i - коэффициент реагирования объектов животного мира на воздействия;

T - период воздействия (временной лаг) (лет);

Н - стоимость объектов животного мира (рубли).

Таблица 8.2.3 - Численность промысловых животных на территории охотничьего хозяйства «_____»

№ п\п	Объект охоты	Численность, особей	Плотность, ос на 1000 га
1	Белка обыкновенная	62	0,79
2	Глухарь	92	1,17
3	Заяц-беляк	443	5,61
4	Кабан	9	0,11
5	Косуля	261	3,31
6	Куница лесная	98	1,24
8	Лисица	179	2,27
9	Лось	8	0,10
10	Рябчик	3812	48,31
11	Серая куропатка	407	5,16
12	Енотовидная собака	4	0,05
13	Барсук	57	0,72
14	Ондатра	720	9,13
15	Бобр	280	3,55
16	Норка американская	28	0,35

Территории, отведенные под горно-строительные работы, включающие в себя вырубку леса и корчевку пней на площади земель 30,0 га, отнесены к зонам полного уничтожения или вытеснения животных с коэффициентом реагирования объектов животного мира на воздействия, равным 1 (табл. _____).

Территория санитарно-защитной зоны, площадью 180 га, отнесена к зоне сильного воздействия на животных с коэффициентом реагирования объектов животного мира на воздействия, равным 0,75 (табл. 2).

Срок производства работ (временной лаг) составляет 49 лет (табл. ___).

Информация о продуктивности охотничьих животных получена из аналогичного данному расчета ущерба охотничьим животным (Расчет ущерба Маминское) и некоторых литературных источников [1-8].

Стоимость объектов животного мира определялась на основании Приказа Минсельхозпрода РФ от 25 мая 1999 г. N 399 «Об утверждении такс для исчисления размера взыскания за ущерб, причиненный юридическими и физическими лицами незаконным добыванием или уничтожением объектов животного мира, отнесенных к объектам охоты».

Повышение численности синантропных животных вблизи объектов промышленности при исчислении ущерба не учитывается как положительный экологический эффект, поскольку он не компенсирует вред, нанесенный этим воздействием, другим объектам животного мира (Методика оценки вреда…, 2000).

Расчет вреда биологическому разнообразию не проводился ввиду небольшого размера территории, занятой объектами воздействия.

Ущерб объекту охоты - _____ - за весь период эксплуатации (*49 лет*) составит _____.

Таблица 8.2.4 - Расчет ущерба объектам животного мира от *разработки месторождения*_____

Вид	**S, га / K_i**		**N_{io}, ос/га**	**P_{io}, ос/га**	**T, лет**	**H, руб.**	**Ущерб, руб.**	
	уничтожение	**сильное возд-ие**					**D_1 (уничтожение)**	**D_2 (сильное возд-ие)**
1. заяц-беляк	*Площадь зоны Вашего участка, коэффициент реагирования 1*	*Площадь зоны Вашего участка, коэффициент реагирования 0,75*	0,00561	0,03777	49	200	____	____
2. кабан			0,00011	0,00173	49	3000	____	____
3. косуля			0,00331	0,00164	49	3000	____	____
4. лисица			0,00227	0,00207	49	1000	____	____
5. лось			0,0001	0,00054	49	5000	____	____
6. бобр			0,00355	0,00012	49	1000	____	____
7. глухарь			0,00117	0,00125	49	300	____	____
8. рябчик			0,04831	0,00086	49	100	____	____
9. белка			0,00079	0,00186	49	200	____	____
10. куница лесная			0,00124	0,00091	49	1000	____	____
серая куропатка			0,00516	0,01909	49	100	____	____
енотовидная собака			0,00005	0,00005	49	1000	____	____
барсук			0,00072	0,00042	49	1000	____	____
ондатра			0,00913	0,02127	49	200	____	____
норка американская			0,00035	0,00016	49	1000	____	____
Всего	_____ **руб**							

9. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ЖИВОТНОГО МИРА

9.1. Теоретические основы разработки мероприятий по охране растительности и животного мира

При разработке проектной документации должен быть определен комплекс природоохранных мероприятий, обеспечивающих компенсацию потерь от вырубки лесов, кустарников, трансформации лугов и пастбищ, а также потерь от деградации растительного и животного мира.

В качестве таких мероприятий для охраны растительного мира применяют размещение объектов строительства с учетом требований по охране среды и уникальных растительных сообществ, лесопосадки на нарушенных и неудобных землях, рекультивацию земель, землевание малопродуктивных угодий с последующей передачей их для лесохозяйственных нужд, организацию заповедников и заказников в районах распространения редких и **реликтовых видов** растительности, занесенных в Красную книгу.

Для охраны животного мира в качестве таких мероприятий применяют восстановление лесов с характеристиками, пригодными для обитания определенных видов животных, улучшение условий обитания, размножения и кормовой базы, устройство искусственных путей миграции для животных через линейные сооружения (транспортные магистрали, трубопроводы, каналы и другие сооружения) организацию заповедников и заказников для охраны и восстановления рыбных запасов организуют жесткий контроль за сбросом сточных вод в водные объекты, имеющие рыбохозяйственное значение, улучшают **места нагула** и промысла рыб, строят рыбозаводы для искусственного воспроизводства ценных ресурсов, в отдельные периоды ограничивают **промысловый лов рыбы** [1].

9.2. Пример описания мероприятий по охране растительности и животного мира

Проектом предусмотрены следующие мероприятия по охране растительного и животного мира, разработанные с учетом Постановления Правительства Российской Федерации от 13 августа 1996г. №997 «Об утверждении Требований по предотвращению гибели объектов животного мира при осуществлении производственных процессов, а также при эксплуатации транспортных магистралей, трубопроводов, линий связи и электропередачи» [2]:

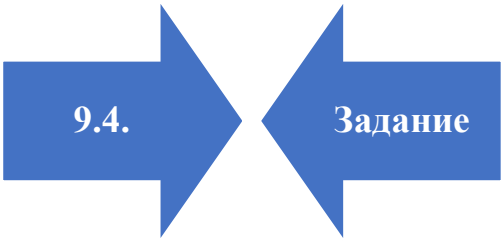
- мероприятия по сбору, временному хранению в контейнерах и вывозу бытового мусора позволят предотвратить загрязнение окружающей среды мусором данного вида;
- комплекс мер по обеспечению работающих привозной водой; организации мойки колёс строительной техники при выезде со стройплощадки; установке для сбора хоз-бытовых сточных вод химтуалетов обеспечит защиту поверхностных и подземных вод от загрязнения в период строительства, обеспечивая тем самым защиту среды обитания и кормовых ресурсов организмов, приуроченных в водной среде;
- устройство временных проездов с твёрдым покрытием и организация вертикальной планировки территории позволят защитить от загрязнения почвы территории и, как следствие, сохранить жизненно важные параметры среды обитания растений и почвенной фауны;
- озеленение территории после завершения строительства на фоне максимально возможного сохранения существующих объектов озеленения определит формирование устойчивого биологического сообщества на исследуемой территории. Проектными материалами предусматривается озеленение территории путём организации газонов на площади 2200 м^2*;* сохранение (перенос) существующих деревьев и кустарников, попадающих под строительство, в количестве 11 шт., посадки деревьев в количестве 144 шт, и кустарников 97 шт.;
- полив газонов позволит поддерживать устойчивость культурного фитоценоза на территории, прилегающей к заявленному объекту;
- в целях предотвращения ущерба представителям охраняемых видов животных на территории размещения проектируемого объекта предлагается провести рубку зеленых насаждений до начала вегетационного периода (май), совпадающего во многих случаях с выходом из состояния гибернации зимоспящих животных или предшествующего началу периода размножения, для недопущения поселения охраняемых мигрантов в районе предполагаемого строительства.

Таким образом, комплекс мер по охране растительности и животного мира определит создание устойчивого фитоценоза, что обеспечит восстановление местообитаний и кормовой базы для синантропных видов животных, способных обитать вблизи объектов хозяйственной деятельности человека и жилой застройки. Это, в свою очередь, способствует созданию на исследуемой территории устойчивого фаунистического комплекса.

9.3. Рекомендуемая литература

1. Пособие к СниП 11-01-95 по подготовке раздела охраны окружающей среды, одобренное Государственным комитетом Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу от 12 апреля 2000 года №ЛБ-1491/5.

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 13 августа 1996г. №997 «Об утверждении Требований по предотвращению гибели объектов животного мира при осуществлении производственных процессов, а также при эксплуатации транспортных магистралей, трубопроводов, линий связи и электропередачи»



1. Разработайте и опишите мероприятия по охране растительности и животного мира на исследуемом участке. Приветствуется использование дополнительной литературы для описания методических и технических особенностей планируемых мероприятий.

2. Письменно дайте определения выделенным биологическим терминам.

Отчет в форме устной защиты проекта мероприятий с использованием демонстрационных материалов.

10. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 10

Задание повышенной сложности (по выбору)

ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ ВЫРУБКИ ЗЕЛЕНЫХ НАСАЖДЕНИЙ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

10.1. Пример расчета ущерба от вырубки растений

Расчет ущерба от сноса (вырубки) зеленых насаждений на территории юго-западной части г.Екатеринбурга

Расчет ущерба от сноса (вырубки) зеленых насаждений был на основе методик, изложенных в следующих источниках:

- Распоряжение мэра г. Москвы от 14 мая 1999 г. № 490 – РМ «Об утверждении Методики оценки стоимости зеленых насаждений и исчисления размера ущерба и убытков, вызываемых их повреждением и (или) уничтожением на территории Москвы» (с изм. от 08.04.; 29.07.2003). Москва 2003;
- Решение Екатеринбургской городской думы третьего созыва от 28 января 2003 г. № 32/3 «Об утверждении правил создания, содержания и охраны зеленых насаждений города Екатеринбурга» (в редакции решения Екатеринбургской городской думы от 30.12.2004 № 68/2). Екатеринбург, 2004;
- Решение Курганской городской думы от 25 января 2006 г. № 3 «Об утверждении порядка расчета и взимания суммы возмещения ущерба, причиненного сносом (вырубкой) зеленых насаждений и размера взимания платы за оформление разрешения на снос (вырубку), посадку зеленых насаждений, обрезку деревьев в городе Кургане». Курган, 2006.

Расчет суммы возмещения ущерба, причиненного сносом (вырубкой) зеленых насаждений, производился по формуле:

Ск = Сдв х Кз х Км х К сост х Бн, где:

Ск - сумма возмещения ущерба, причиненного сносом (вырубкой) основных видов деревьев и кустарников, травянистых растений, естественных растительных сообществ (в расчете на 1 дерево, 1 кустарник, 1 погонный метр живой изгороди, 1 кв. метр травянистой, лесной или иной растительности);

Сдв - удельная восстановительная стоимость основных видов деревьев, кустарников (в расчете на 1 дерево, 1 кустарник, 1 погонный метр живой изгороди, 1 кв. метр травянистой, лесной или иной растительности);

Кз - коэффициент поправки на социально-экологическую значимость зеленых насаждений;

Км - коэффициент поправки на местоположение зеленых насаждений;

Ксост - коэффициент поправки на текущее состояние зеленых насаждений;

Бн - базовый норматив для расчета действительной восстановительной стоимости зеленых насаждений.

При расчетах ущерба все зеленые насаждения участка отнесены к условно здоровым.

Удельная восстановительная стоимость (Сдв) при расчетах ущерба умножалась на количество однотипных объектов – деревьев и кустарников (табл. 10.1).

Ущерб от уничтожения естественного травяного покрова и цветников не рассчитывался.

Таблица 10.1. – Расчет ущерба от сноса зеленых насаждений

Объект	Сдв	Кз	Км	Ксост	Бн	Количество	Ск, руб
Тополь	5	5	1,8	1	100	14	63000
Клен	28	5	1,8	1	100	11	277200
Ива	18	5	1,8	1	100	5	81000
Береза	15	5	1,8	1	100	5	67500
Кустарники	5	5	1,8	1	100	45	202500
Всего							**691200**

Таким образом, ущерб от сноса (вырубки) зеленых насаждений составит 691 200 рублей.

10.2. Задание

1. Определите актуальную нормативную базу для расчета ущерба от сноса (вырубки) зеленых насаждений на территории выбранного Вами города или сельского поселения.
2. Обоснуйте выбор методики расчета ущерба.
3. Осуществите расчет ущерба от сноса (вырубки) зеленых насаждений на урбанизированной территории.

Учебное издание

Елена Владимировна Михеева
Валерий Викторович Кучин
Екатерина Александровна Малкова
Стороженко Любовь Александровна

БИОЛОГИЯ. ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ЖИВОТНОГО МИРА.

Учебно-методическое пособие
по выполнению самостоятельных и практических и лабораторныхработ
дисциплины «Биология»
для студентов специальности
05.03.06 – «Экология и природопользование»
очной и заочной форм обучения

1-е изд.

Редактор *В. В. Баклаева*

Подписано в печать «____» _____2022 г.
Бумага писчая. Формат бумаги 60 × 84 1/16
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе
Печ. л. 4,2. Уч.-изд. л. 3,72. Тираж 80 экз. Заказ № _____

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева 30
Уральский государственный горный университет

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

ДУХОВНО-НРАВСТВЕННАЯ КУЛЬТУРА И ПАТРИОТИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ

Направление подготовки
05.03.06 Экология и природопользование

Профиль
Рациональное природопользование и экологический инжиниринг (ЭП)

квалификация выпускника: **бакалавр**

Авторы: Бачинин И.В. к.п.н, Погорелов С.Т., к.п.н. Старостин А.Н., к.ист.н., Суслонов П.Е., к. филос. н., доцент

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Теологии	Инженерно-экономического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Бачинин И.В.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 09.09.2021	Протокол № 1 от 29.09.2021
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

Содержание

Методические указания по освоению дисциплины 3
Освоение лекционного курса 3
Самостоятельное изучение тем курса....3
Подготовка к практическим (семинарским) занятиям....6
Подготовка к тестированию 7
Подготовка к групповой дискуссии....8
Методические указания по подготовке к промежуточной аттестации....10

Методические указания по освоению дисциплины

Освоение лекционного курса

Лекции по дисциплине дают основной теоретический материал, являющийся базой для восприятия практического материала. После прослушивания лекции необходимо обратиться к рекомендуемой литературе, прочитать соответствующие темы, уяснить основные термины, проблемные вопросы и подходы к их решению, а также рассмотреть дополнительный материал по теме.

Главное в период подготовки к лекционным занятиям – научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения. Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. В основу его нужно положить рабочие программы изучаемых в семестре дисциплин.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Одним из важных элементов освоения лекционного курса является самостоятельная работа на лекции. Слушание и запись лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим студентом. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателям. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек. Лучше если они будут собственными, чтобы не приходилось просить их у однокурсников и тем самым не отвлекать их во время лекции. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

Самостоятельное изучение тем курса

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных

преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования научного способа познания. Основные приемы можно свести к следующим:

• составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;

• перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и выпускных квалификационных работ, а что выходит за рамками официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);

• обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и дипломных работ это позволит экономить время);

• определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;

• при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и научными руководителями, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;

• все прочитанные книги, учебники и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);

• если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;

• следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать); Таким образом, чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьёзный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студенты с этой целью заводят специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении научного текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);

- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);

- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);

- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к научному тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;

- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;

- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

- Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

- Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

- Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

- Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

- Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять

план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис - это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны 15 распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование - наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

Подготовка к практическим (семинарским) занятиям

Важной формой самостоятельной работы студента является систематическая и планомерная подготовка к практическому (семинарскому) занятию. После лекции студент должен познакомиться с планом практических занятий и списком обязательной и дополнительной литературы, которую необходимо прочитать, изучить и законспектировать. Разъяснение по вопросам новой темы студенты получают у преподавателя в конце предыдущего практического занятия.

Подготовка к практическому занятию требует, прежде всего, чтения рекомендуемых источников и монографических работ, их реферирования, подготовки докладов и сообщений. Важным этапом в самостоятельной работе студента является повторение материала по конспекту лекции. Одна из главных составляющих внеаудиторной подготовки – работа с книгой. Она предполагает: внимательное прочтение, критическое осмысление содержания, обоснование собственной позиции по дискуссионным моментам, постановки интересующих вопросов, которые могут стать предметом обсуждения на семинаре.

В начале практического занятия должен присутствовать организационный момент и вступительная часть. Преподаватель произносит краткую вступительную речь, где формулируются основные вопросы и проблемы, способы их решения в процессе работы.

Практические занятия не повторяют, а существенно дополняют лекционные занятия, помогая студентам в подготовке к промежуточной аттестации. Практические занятия являются одной из важнейших форм обучения студентов: они позволяют студентам закрепить, углубить и конкретизировать знания по курсу, подготовиться к практической деятельности. В процессе работы на практических занятиях студент должен совершенствовать умения и навыки самостоятельного анализа источников и научной литературы, что необходимо для научно-исследовательской работы.

Одним из важных элементов практических занятий является изучение и анализ источников теологического, религиозного или правового характера, осуществляемый под руководством преподавателя, что необходимо для получения практических навыков в области научно-исследовательской, экспертно-консультативной и представительско-посреднической деятельности по окончании обучения.

Подготовка к тестированию

Тестирование - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Тестовая система предусматривает вопросы / задания, на которые слушатель должен дать один или несколько вариантов правильного ответа из предложенного списка ответов. При поиске ответа необходимо проявлять внимательность. Прежде всего, следует иметь в виду, что в предлагаемом задании всегда будет один правильный и один неправильный ответ. Это оговаривается перед каждым тестовым вопросом. Всех правильных или всех неправильных ответов (если это специально не оговорено в формулировке вопроса) быть не может. Нередко в вопросе уже содержится смысловая подсказка, что правильным является только один ответ, поэтому при его нахождении продолжать дальнейшие поиски уже не требуется.

На отдельные тестовые задания не существует однозначных ответов, поскольку хорошее знание и понимание содержащегося в них материала позволяет найти такие ответы самостоятельно. Именно на это слушателям и следует ориентироваться, поскольку полностью запомнить всю получаемую информацию и в точности ее воспроизвести при ответе невозможно. Кроме того, вопросы в тестах могут быть обобщенными, не затрагивать каких-то деталей.

Тестовые задания сгруппированы по темам учебной дисциплины. Количество тестовых вопросов/заданий по каждой теме дисциплины определено так, чтобы быть достаточным для оценки знаний обучающегося по всему пройденному материалу.

При подготовке к тестированию студенту следует внимательно перечитать конспект лекций, основную и дополнительную литературу по той теме (разделу), по которому предстоит писать тест.

Для текущей аттестации по дисциплине «Духовно-нравственная культура и патриотическое воспитание» применяются тесты, которые выполняются по разделам № 1-4.

Предлагаются задания по изученным темам в виде открытых и закрытых вопросов (35 вопросов в каждом варианте).

Образец тестового задания

1. Древнейший человек на Земле появился около 3 млн. лет назад. Когда появились первые люди на Урале?
а) 1млн. лет назад,
б) 300 тыс. лет назад,
в) около. 150 тыс. лет назад.

2.В каком регионе Урала находится укрепленное поселение бронзового века “Аркаим”:
а) в Курганской
б) в Челябинской,
в) в Свердловской.

3.Уральский город, где расположена известная наклонная башня Демидовых:
а) Кунгур
б) Невьянск
в) Екатеринбург
г) Соликамск

4. В каком году была основана Екатеринбургская горнозаводская школа?
а) 1723
б) 1783
в) 1847

5. Почему на гербе Уральского государственного горного университета изображена императорская корона?
а) потому что он был основан императором Николаем II
б) по личной просьбе представительницы царского дома Романовых О.Н. Куликовской-Романовой, посетившей Горный университет
в) для красоты

6. Из приведенных волевых качеств определите те, которые необходимы для выполнения патриотического долга.
а) Решительность, выдержка, настойчивость в преодолении препятствий и трудностей.
б) Агрессивность, настороженность, терпимость к себе и сослуживцам.
в) Терпимость по отношению к старшим, лояльность по отношению к окружающим

7. Печорин в произведении М.Ю. Лермонтова “Герой нашего времени” был ветераном этой войны:
а) Русско – турецкой
б) Кавказской
в) Крымской
г) Германской

Подготовка к групповой дискуссии

Групповая дискуссия — это одна из организационных форм познавательной деятельности обучающихся, позволяющая закрепить полученные ранее знания, восполнить недостающую информацию, сформировать умения решать проблемы,

укрепить позиции, научить культуре ведения дискуссии. Тематика обсуждения выдается на первых занятиях. Подготовка осуществляется во внеаудиторное время. Регламент – 3-5 мин. на выступление. В оценивании результатов наравне с преподавателем принимают участие студенты группы.

Обсуждение проблемы (нравственной, политической, научной, профессиональной и др.) происходит коллективно, допускается корректная критика высказываний (мнений) своих сокурсников с обязательным приведением аргументов критики.

Участие каждого обучающегося в диалоге, обсуждении должно быть неформальным, но предметным.

Темы для групповых дискуссий по разделам

Тема для групповой дискуссии по разделу 1. История инженерного дела в России. Создание и развитие Уральского государственного горного университета.

Студентам заранее дается перечень великих уральцев XVIII – начала XX вв. (Демидовы, И.С. Мясников и Твердышевы, Г.В. де Генин, В.А. Глинка, М.Е. Грум-Гржимайло и др.), внесших существенный вклад в развитие металлургической и горной промышленности. Студенты разбиваются на несколько групп, каждой из которых дается один исторический персонаж. Задача студентов по литературным и интернет-источникам подробно познакомиться с биографией и трудами своего героя. В назначенный для дискуссии день они должны не только рассказать о нем и его трудах, но и, главным образом, указать на то, каким образом их жизнь и деятельность повлияла на культуру и жизненный уклад их современников, простых уральцев.

Тема для групповой дискуссии по разделу 2. «Основы российского патриотического самосознания»

Студенты должны заранее освежить в памяти произведения школьной программы: К.М. Симонова «Жди меня», М.Ю. Лермонтова «Бородино», Л.Н. Толстого «Война и мир», А.А. Фадеева «Молодая гвардия».

Вопросы, выносимые на обсуждение:

Какие специфические грани образа патриота представлены в произведениях К.М. Симонова «Жди меня», М.Ю. Лермонтова «Бородино», Л.Н. Толстого «Война и мир», А.А. Фадеева «Молодая гвардия», выделите общее и особенное.

Какие еще произведения, в которых главные герои проявляют патриотические качества, вы можете назвать. Соотнесите их с героями вышеупомянутых писателей.

Тема для групповой дискуссии по разделу 3. Религиозная культура в жизни человека и общества.

Описание изначальной установки:

Группа делится на 2 части: «верующие» и «светские». Каждая группа должна высказать аргументированные суждения по следующей теме:

«Может ли верующий человек прожить без храма/мечети/синагоги и другие культовые сооружения?»

Вопросы для обсуждения:

1. Зачем человеку нужен храм/мечеть/синагога и др. культовые сооружения?
2. Почему совесть называют голосом Божиим в человеке?
3. Что означает выражение «вечные ценности»?
4. Что мешает человеку прийти в храм/мечеть/синагогу и др. культовое сооружение?

Каждый из групп должна представить развернутые ответы на поставленные вопросы со ссылкой на религиоведческие источники и нормативно-правовые акты, аргументированно изложить свою позицию.

Тема для групповой дискуссии по разделу 4. «Основы духовной и социально-психологической безопасности»

Тема дискуссии: «Воспитание трезвенных убеждений»

Основой дискуссии как метода активного обучения и контроля полученных знаний является равноценное владение материалом дискуссии всеми студентами. Для этого при предварительной подготовке рекомендуется наиболее тщательно повторить темы раздела, касающиеся формирования системы ценностей, манипуляций сознанием, мпомобов ведения консциентальной войны, методике утверждения трезвости как базовой национальной ценности.

В начале дискуссии демонстрируется фильм Н. Михалкова «Окна Овертона» из серии Бесогон ТВ: https://www.youtube.com/watch?time_continue=8&v=BlIiy4QfQIk

Затем перед студентами ставится проблемная задача: сформулировать ответ на вопрос «Возможно ли применение данной технологии формирования мировоззрения в благих целях — для воспитания трезвенных убеждений?»

Возможные варианты точек зрения:

1. Это манипулятивная технология, применение ее для воспитания трезвенных убеждений неэтично.

2. Это универсальная социально-педагогическая технология, применение ее во зло или во благо зависит от намерений автора. Испоьзование ее в целях формирования трезвенных убеждений обосновано и может реализоваться в практической деятельности тех, кто овладел курсом «Основы утверждения трезвости»

Результатом дискуссии не могут быть однозначные выводы и формулировки. Действие ее всегда пролонгировано, что дает студентам возможность для дальнейшего обдумывания рассмотренных проблемных ситуаций, для поиска дополнительной информации по воспитанию трезвенных убеждений.

Незадолго до проведения групповой дискуссии преподаватель разделяет группу на несколько подгрупп, которая, согласно сценарию, будет представлять определенную точку зрения, информацию. При подготовке к групповой дискуссии студенту необходимо собрать материал по теме с помощью анализа научной литературы и источников.

Используя знание исторического, теологического и правового материала, исходя из изложенных изначальных концепций, каждая группа должна изложить свою точку зрения на обсуждаемый вопрос, подкрепив ее соответствующими аргументами.

Каждый из групп по очереди приводит аргументы в защиту своей позиции. Соответственно другая группа должна пытаться привести контраргументы, свидетельствующие о нецелесообразности, пагубности позиции предыдущей группы и стремится доказать, аргументированно изложить свою позицию.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к *зачету* по дисциплине «*Духовно-нравственная культура и патриотическое воспитание*» обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «*Духовно-нравственная культура и патриотическое воспитание*».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам,

графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к *зачету* на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

КОММУНИКАТИВНАЯ КУЛЬТУРА ЛИЧНОСТИ

Направление подготовки
05.03.06 Экология и природопользование

Профиль
Рациональное природопользование и экологический инжиниринг

Автор: Гладкова И. В., доцент, к. ф. н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Философии и культурологии	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Беляев В. П.	Колчина Н. В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 01.09.2021	Протокол № 2 от 08.10.2021
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по работе с текстом лекций	5
2	Методические рекомендации по подготовке к опросу	8
3	Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)	9
4	Методические рекомендации по написанию эссе	11
5	Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям	14
6	Методические рекомендации по подготовке к дискуссии	15
7	Методические рекомендации по написанию реферата	17
8	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	19
	Заключение	21
	Список использованных источников	22

ВВЕДЕНИЕ

Инициативная самостоятельная работа студента есть неотъемлемая составная часть учебы в вузе. В современном формате высшего образования значительно возрастает роль самостоятельной работы студента. Правильно спланированная и организованная самостоятельная работа обеспечивает достижение высоких результатов в учебе.

Самостоятельная работа студента (СРС) - это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, при сохранении ведущей роли студентов.

Целью СРС является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности. Ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней. Самостоятельная работа студента – важнейшая составная часть учебного процесса, обязательная для каждого студента, объем которой определяется учебным планом. Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины. Предметно и содержательно СРС определяется государственным образовательным стандартом, действующими учебными планами и образовательными программами различных форм обучения, рабочими программами учебных дисциплин, средствами обеспечения СРС: учебниками, учебными пособиями и методическими руководствами, учебно-программными комплексами и т.д.

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

Самостоятельная работа студента - это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как:

- уяснение цели и поставленной учебной задачи;
- четкое и системное планирование самостоятельной работы;
- поиск необходимой учебной и научной информации;
- освоение информации и ее логическая переработка;

- использование методов исследовательской, научно-исследовательской работы для решения поставленных задач;
- выработка собственной позиции по поводу полученной задачи;
- представление, обоснование и защита полученного решения;
- проведение самоанализа и самоконтроля.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию: текущие консультации, коллоквиум, прием и разбор домашних заданий и другие.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия: подготовка презентаций, составление глоссария, подготовка к практическим занятиям, подготовка рецензий, аннотаций на статью, подготовка к дискуссиям, круглым столам.

СРС может включать следующие формы работ:

- изучение лекционного материала;
- работа с источниками литературы: поиск, подбор и обзорлитературы и электронных источников информации по заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, выдаваемых на практических занятиях: тестов, докладов, контрольных работ и других форм текущего контроля;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение; подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе или коллоквиуму;
- подготовка к зачету, экзамену, другим аттестациям;
- написание реферата, эссе по заданной проблем;
- выполнение расчетно-графической работы;
- выполнение курсовой работы или проекта;
- анализ научной публикации по определенной преподавателем теме, ее реферирование;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

1. Методические рекомендации по работе с текстом лекций

На лекционных занятиях необходимо конспектировать учебный материал. Обращать внимание на формулировки, определения, раскрывающие содержание тех или иных понятий, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском мастерстве. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента, и помогает усвоить учебный материал.

Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений, фиксировать вопросы, вызывающие личный интерес, варианты ответов на них, сомнения, проблемы, спорные положения. Рекомендуется вести записи на одной стороне листа, оставляя вторую сторону для размышлений, разборов, вопросов, ответов на них, для фиксирования деталей темы или связанных с ней фактов, которые припоминаются самим студентом в ходе слушания.

Слушание лекций - сложный вид интеллектуальной деятельности, успех которой обусловлен *умением слушать*, и стремлением воспринимать материал, нужное записывая в тетрадь. Запись лекции помогает сосредоточить внимание на главном, в ходе самой лекции продумать и осмыслить услышанное, осознать план и логику изложения материала преподавателем.

Такая работа нередко вызывает трудности у студентов: некоторые стремятся записывать все дословно, другие пишут отрывочно, хаотично. Чтобы избежать этих ошибок, целесообразно придерживаться ряда правил.

1. После записи ориентирующих и направляющих внимание данных (тема, цель, план лекции, рекомендованная литература) важно попытаться проследить, как они раскрываются в содержании, подкрепляются формулировками, доказательствами, а затем и выводами.

2. Записывать следует основные положения и доказывающие их аргументы, наиболее яркие примеры и факты, поставленные преподавателем вопросы для самостоятельной проработки.

3. Стремиться к четкости записи, ее последовательности, выделяя темы, подтемы, вопросы и подвопросы, используя цифровую и буквенную нумерацию (римские и арабские цифры, большие и малые буквы), красные строки, выделение абзацев, подчеркивание главного и т.д.

Форма записи материала может быть различной - в зависимости от специфики изучаемого предмета. Это может быть стиль учебной программы (назывные предложения), уместны и свои краткие пояснения к записям.

Студентам не следует подробно записывать на лекции «все подряд», но обязательно фиксировать то, что преподаватели диктуют – это базовый конспект, содержащий основные положения лекции: определения, выводы, параметры, критерии, аксиомы, постулаты, парадигмы, концепции, ситуации, а также мысли-маяки (ими часто являются афоризмы, цитаты, остроумные изречения). Запись лекции лучше вести в сжатой форме, короткими и четкими фразами. Каждому студенту полезно выработать свою систему сокращений, в которой он мог бы разобраться легко и безошибочно.

Даже отлично записанная лекция предполагает дальнейшую самостоятельную работу над ней (осмысление ее содержания, логической структуры, выводов). С целью доработки конспекта лекции необходимо в первую очередь прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект. Доработанный конспект и

рекомендуемая литература используется при подготовке к практическому занятию. Знание лекционного материала при подготовке к практическому занятию обязательно.

Особенно важно в процессе самостоятельной работы над лекцией выделить новый понятийный аппарат, уяснить суть новых понятий, при необходимости обратиться к словарям и другим источникам, заодно устранив неточности в записях. Главное - вести конспект аккуратно и регулярно, только в этом случае он сможет стать подспорьем в изучении дисциплины.

Работа над лекцией стимулирует самостоятельный поиск ответов на самые различные вопросы: над какими понятиями следует поработать, какие обобщения сделать, какой дополнительный материал привлечь.

Важным средством, направляющим самообразование, является выполнение различных заданий по тексту лекции, например, составление ее развернутого плана или тезисов; ответы на вопросы проблемного характера, (скажем, об основных тенденциях развития той или иной проблемы); составление проверочных тесты по проблеме, написание по ней реферата, составление графических схем.

По своим задачам лекции могут быть разных жанров: *установочная лекция* вводит в изучение курса, предмета, проблем (что и как изучать), а *обобщающая лекция* позволяет подвести итог (зачем изучать), выделить главное, усвоить законы развития знания, преемственности, новаторства, чтобы применить обобщенный позитивный опыт к решению современных практических задач. Обобщающая лекция ориентирует в истории и современном состоянии научной проблемы.

В процессе освоения материалов обобщающих лекций студенты могут выполнять задания разного уровня. Например: задания *репродуктивного* уровня (составить развернутый план обобщающей лекции, составить тезисы по материалам лекции); задания *продуктивного* уровня (ответить на вопросы проблемного характера, составить опорный конспект по схеме, выявить основные тенденции развития проблемы); задания *творческого* уровня (составить проверочные тесты по теме, защитить реферат и графические темы по данной проблеме). Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний.

.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента. При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии [1].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).
8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[2].

---

[1] Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

[2] Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. Объем времени на подготовку к устному опросу зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

3.Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)

Доклад – публичное сообщение по заданной теме, представляющее собой развернутое изложение на определенную тему, вид самостоятельной работы, который используется в учебных и внеаудиторных занятиях и способствует формированию навыков исследовательской работы, освоению методов научного познания, приобретению навыков публичного выступления, расширяет познавательные интересы, приучает критически мыслить.

При подготовке доклада используется дополнительная литература, систематизируется материал. Работа над докладом не только позволяет учащемуся приобрести новые знания, но и способствует формированию важных научно-исследовательских навыков самостоятельной работы с научной литературой, что повышает познавательный интерес к научному познанию.

Приветствуется использование мультимедийных технологий, подготовка докладов-презентаций.

Доклад должен соответствовать следующим требованиям:

- тема доклада должна быть согласованна с преподавателем и соответствовать теме занятия;

- иллюстрации (слайды в презентации) должны быть достаточными, но не чрезмерными;

- материалы, которыми пользуется студент при подготовке доклада-презентации, должны соответствовать научно-методическим требованиям ВУЗа и быть указаны в докладе;

- необходимо соблюдать регламент: 7-10 минут выступления.

Преподаватель может дать тему сразу нескольким студентам одной группы, по принципу: докладчик и оппонент. Студенты могут подготовить два выступления с противоположными точками зрения и устроить дискуссию по проблемной теме. Докладчики и содокладчики во многом определяют содержание, стиль, активность данного занятия, для этого необходимо:

- использовать технические средства;
- знать и хорошо ориентироваться в теме всей презентации (семинара);
- уметь дискутировать и быстро отвечать на вопросы;
- четко выполнять установленный регламент: докладчик - 7-10 мин.; содокладчик - 5 мин.; дискуссия - 10 мин;
- иметь представление о композиционной структуре доклада.

После выступления докладчик и содокладчик, должны ответить на вопросы слушателей.

В подготовке доклада выделяют следующие этапы:

1. Определение цели доклада: информировать, объяснить, обсудить что-то (проблему, решение, ситуацию и т. п.)

2. Подбор литературы, иллюстративных примеров.

3. Составление плана доклада, систематизация материала, композиционное оформление доклада в виде печатного /рукописного текста и электронной презентации.

Общая структура доклада

Построение доклада включает три части: вступление, основную часть и заключение.

Вступление.

Вступление должно содержать:

- название презентации (доклада);
- сообщение основной идеи;
- обоснование актуальности обсуждаемого вопроса;

- современную оценку предмета изложения;
- краткое перечисление рассматриваемых вопросов;
- живую интересную форму изложения;
- акцентирование оригинальности подхода.

Основная часть.

Основная часть состоит из нескольких разделов, постепенно раскрывающих тему. Возможно использование иллюстрации (графики, диаграммы, фотографии, карты, рисунки) Если необходимо, для обоснования темы используется ссылка на источники с доказательствами, взятыми из литературы (цитирование авторов, указание цифр, фактов, определений). Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным.

Задача основной части - представить достаточно данных для того, чтобы слушатели и заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. При этом логическая структура теоретического блока не должны даваться без наглядных пособий, аудио-визуальных и визуальных материалов.

Заключение.

Заключение - это ясное четкое обобщение, в котором подводятся итоги, формулируются главные выводы, подчеркивается значение рассмотренной проблемы, предлагаются самые важные практические рекомендации. Требования к оформлению доклада. Объем машинописного текста доклада должен быть рассчитан на произнесение доклада в течение 7 -10 минут (3-5 машинописных листа текста с докладом).

Доклад оценивается по следующим критериям:

Критерии оценки доклада, сообщения	*Количество баллов*
Содержательность, информационная насыщенность доклада	1
Наличие аргументов	1
Наличие выводов	1
Наличие презентации доклада	1
Владение профессиональной лексикой	1
Итого:	5

Электронные презентации выполняются в программе MS PowerPoint в виде слайдов в следующем порядке: • титульный лист с заголовком темы и автором исполнения презентации; • план презентации (5-6 пунктов - это максимум); • основная часть (не более 10 слайдов); • заключение (вывод). Общие требования к стилевому оформлению презентации: • дизайн должен быть простым и лаконичным; • основная цель - читаемость, а не субъективная красота; цветовая гамма должна состоять не более чем из двух-трех цветов; • всегда должно быть два типа слайдов: для титульных и для основного текста; • размер шрифта должен быть: 24–54 пункта (заголовок), 18–36 пунктов (обычный текст); • текст должен быть свернут до ключевых слов и фраз. Полные развернутые предложения на слайдах таких презентаций используются только при цитировании; каждый слайд должен иметь заголовок; • все слайды должны быть выдержаны в одном стиле; • на каждом слайде должно быть не более трех иллюстраций; • слайды должны быть пронумерованы с указанием общего количества слайдов

4. Методические рекомендации по написанию эссе

Эссе - это самостоятельная письменная работа на тему, предложенную преподавателем. Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Писать эссе чрезвычайно полезно, поскольку это позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи.

Эссе должно содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики дисциплины формы эссе могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор предложенной задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему и т.д.

Построение эссе - это ответ на вопрос или раскрытие темы, которое основано на классической системе доказательств.

Структура эссе

1. *Титульный лист* (заполняется по единой форме);

2. *Введение* - суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически.

На этом этапе очень важно правильно *сформулировать вопрос, на который вы собираетесь найти ответ в ходе своего исследования.*

3. *Основная часть* - теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса.

Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание эссе и это представляет собой главную трудность. Поэтому важное значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы.

В зависимости от поставленного вопроса анализ проводится на основе следующих категорий:

Причина - следствие, общее - особенное, форма - содержание, часть - целое, постоянство - изменчивость.

В процессе построения эссе необходимо помнить, что один параграф должен содержать только одно утверждение и соответствующее доказательство, подкрепленное графическим и иллюстративным материалом. Следовательно, наполняя содержанием разделы аргументацией (соответствующей подзаголовкам), необходимо в пределах параграфа ограничить себя рассмотрением одной главной мысли.

Хорошо проверенный (и для большинства — совершено необходимый) способ построения любого эссе - использование подзаголовков для обозначения ключевых моментов аргументированного изложения: это помогает посмотреть на то, что предполагается сделать (и ответить на вопрос, хорош ли замысел). Такой подход поможет следовать точно определенной цели в данном исследовании. Эффективное использование подзаголовков - не только обозначение основных пунктов, которые необходимо осветить.

Их последовательность может также свидетельствовать о наличии или отсутствии логичности в освещении темы.

4. *Заключение* - обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Подытоживает эссе или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл и значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий эссе элемент, как указание на применение (импликацию) исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами.

Структура аппарата доказательств, необходимых для написания эссе

Доказательство - это совокупность логических приемов обоснования истинности какого-либо суждения с помощью других истинных и связанных с ним суждений. Оно связано с убеждением, но не тождественно ему: аргументация или доказательство должны основываться на данных науки и общественно-исторической практики, убеждения же могут быть основаны на предрассудках, неосведомленности людей в вопросах экономики и политики, видимости доказательности. Другими словами, доказательство или аргументация - это рассуждение, использующее факты, истинные суждения, научные данные и убеждающее нас в истинности того, о чем идет речь.

Структура любого доказательства включает в себя три составляющие: тезис, аргументы и выводы или оценочные суждения.

Тезис - это положение (суждение), которое требуется доказать. *Аргументы* - это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса. *Вывод* - это мнение, основанное на анализе фактов. *Оценочные суждения* - это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах. *Аргументы* обычно делятся на следующие группы:

1. *Удостоверенные факты* — фактический материал (или статистические данные).
2. *Определения* в процессе аргументации используются как описание понятий, связанных с тезисом.
3. *Законы* науки и ранее доказанные теоремы тоже могут использоваться как аргументы доказательства.

Требования к фактическим данным и другим источникам

При написании эссе чрезвычайно важно то, как используются эмпирические данные и другие источники (особенно качество чтения). Все (фактические) данные соотносятся с конкретным временем и местом, поэтому прежде, чем их использовать, необходимо убедится в том, что они соответствуют необходимому для исследований времени и месту. Соответствующая спецификация данных по времени и месту — один из способов, который может предотвратить чрезмерное обобщение, результатом которого может, например, стать предположение о том, что все страны по некоторым важным аспектам одинаковы (если вы так полагаете, тогда это должно быть доказано, а не быть голословным утверждением).

Всегда можно избежать чрезмерного обобщения, если помнить, что в рамках эссе используемые данные являются иллюстративным материалом, а не заключительным актом, т.е. они подтверждают аргументы и рассуждения и свидетельствуют о том, что автор умеет использовать данные должным образом. Нельзя забывать также, что данные, касающиеся спорных вопросов, всегда подвергаются сомнению. От автора не ждут определенного или окончательного ответа. Необходимо понять сущность фактического материала, связанного с этим вопросом (соответствующие индикаторы? насколько надежны данные для построения таких индикаторов? к какому заключению можно прийти на основании имеющихся данных и индикаторов относительно причин и следствий? и т.д.), и продемонстрировать это в эссе. Нельзя ссылаться на работы, которые автор эссе не читал сам.

Как подготовить и написать эссе?

Качество любого эссе зависит от трех взаимосвязанных составляющих, таких как:

1. Исходный материал, который будет использован (конспекты прочитанной литературы, лекций, записи результатов дискуссий, собственные соображения и накопленный опыт по данной проблеме).

2. Качество обработки имеющегося исходного материала (его организация, аргументация и доводы).

3. Аргументация (насколько точно она соотносится с поднятыми в эссе проблемами).

Процесс написания эссе можно разбить на несколько стадий: обдумывание - планирование - написание - проверка - правка.

Планирование - определение цели, основных идей, источников информации, сроков окончания и представления работы.

Цель должна определять действия.

Идеи, как и цели, могут быть конкретными и общими, более абстрактными. Мысли, чувства, взгляды и представления могут быть выражены в форме аналогий, ассоциации, предположений, рассуждений, суждений, аргументов, доводов и т.д.

Аналогии - выявление идеи и создание представлений, связь элементов значений.

Ассоциации - отражение взаимосвязей предметов и явлений действительности в форме закономерной связи между нервно - психическими явлениями (в ответ на тот или иной словесный стимул выдать «первую пришедшую в голову» реакцию).

Предположения - утверждение, не подтвержденное никакими доказательствами.

Рассуждения - формулировка и доказательство мнений.

Аргументация - ряд связанных между собой суждений, которые высказываются для того, чтобы убедить читателя (слушателя) в верности (истинности) тезиса, точки зрения, позиции.

Суждение - фраза или предложение, для которого имеет смысл вопрос: истинно или ложно?

Доводы - обоснование того, что заключение верно абсолютно или с какой-либо долей вероятности. В качестве доводов используются факты, ссылки на авторитеты, заведомо истинные суждения (законы, аксиомы и т.п.), доказательства (прямые, косвенные, «от противного», «методом исключения») и т.д.

Перечень, который получится в результате перечисления идей, поможет определить, какие из них нуждаются в особенной аргументации.

*Источники***.** Тема эссе подскажет, где искать нужный материал. Обычно пользуются библиотекой, Интернет-ресурсами, словарями, справочниками. Пересмотр означает редактирование текста с ориентацией на качество и эффективность.

Качество текста складывается из четырех основных компонентов: ясности мысли, внятности, грамотности и корректности.

Мысль - это содержание написанного. Необходимо четко и ясно формулировать идеи, которые хотите выразить, в противном случае вам не удастся донести эти идеи и сведения до окружающих.

Внятность - это доступность текста для понимания. Легче всего ее можно достичь, пользуясь логично и последовательно тщательно выбранными словами, фразами и взаимосвязанными абзацами, раскрывающими тему.

Грамотность отражает соблюдение норм грамматики и правописания. Если в чем-то сомневаетесь, загляните в учебник, справьтесь в словаре или руководстве по стилистике или дайте прочитать написанное человеку, чья манера писать вам нравится.

Корректность — это стиль написанного. Стиль определятся жанром, структурой работы, целями, которые ставит перед собой пишущий, читателями, к которым он обращается.

5. Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой *дискуссию* в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие подведением итога обсуждения, заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия, демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Готовясь к конкретной теме занятия следует ознакомиться с новыми официальными документами, статьями в периодических журналах, вновь вышедшими монографиями.

6. Методические рекомендации по подготовке к дискуссии

Современная практика предлагает широкий круг типов семинарских занятий. Среди них особое место занимает *семинар-дискуссия,* где в диалоге хорошо усваивается новая информация, видны убеждения студента, обсуждаются противоречия (явные и скрытые) и недостатки. Для обсуждения берутся конкретные актуальные вопросы, с которыми студенты предварительно ознакомлены. Дискуссия является одной из наиболее эффективных технологий группового взаимодействия, обладающей особыми возможностями в обучении, развитии и воспитании будущего специалиста.

Дискуссия (от лат. discussio - рассмотрение, исследование) - способ организации совместной деятельности с целью интенсификации процесса принятия решений в группе посредством обсуждения какого-либо вопроса или проблемы.

Дискуссия обеспечивает активное включение студентов в поиск истины; создает условия для открытого выражения ими своих мыслей, позиций, отношений к обсуждаемой теме и обладает особой возможностью воздействия на установки ее участников в процессе группового взаимодействия. Дискуссию можно рассматривать как *метод интерактивного обучения* и как особую технологию, включающую в себя другие методы и приемы обучения: «мозговой штурм», «анализ ситуаций» и т.д.

Обучающий эффект дискуссии определяется предоставляемой участнику возможностью получить разнообразную информацию от собеседников, продемонстрировать и повысить свою компетентность, проверить и уточнить свои представления и взгляды на обсуждаемую проблему, применить имеющиеся знания в процессе совместного решения учебных и профессиональных задач.

Развивающая функция дискуссии связана со стимулированием творчества обучающихся, развитием их способности к анализу информации и аргументированному, логически выстроенному доказательству своих идей и взглядов, с повышением коммуникативной активности студентов, их эмоциональной включенности в учебный процесс.

Влияние дискуссии на личностное становление студента обусловливается ее целостно - ориентирующей направленностью, созданием благоприятных условий для проявления индивидуальности, самоопределения в существующих точках зрения на определенную проблему, выбора своей позиции; для формирования умения взаимодействовать с другими, слушать и слышать окружающих, уважать чужие убеждения, принимать оппонента, находить точки соприкосновения, соотносить и согласовывать свою позицию с позициями других участников обсуждения.

Безусловно, наличие оппонентов, противоположных точек зрения всегда обостряет дискуссию, повышает ее продуктивность, позволяет создавать с их помощью конструктивный конфликт для более эффективного решения обсуждаемых проблем.

Существует несколько видов дискуссий, использование того или иного типа дискуссии зависит от характера обсуждаемой проблемы и целей дискуссии.

Дискуссия- диалог чаще всего применяется для совместного обсуждения учебных и производственных проблем, решение которых может быть достигнуто путем взаимодополнения, группового взаимодействия по принципу «индивидуальных вкладов» или на основе согласования различных точек зрения, достижения консенсуса.

Дискуссия - спор используется для всестороннего рассмотрения сложных проблем, не имеющих однозначного решения даже в науке, социальной, политической жизни, производственной практике и т.д. Она построена на принципе «позиционного противостояния» и ее цель - не столько решить проблему, сколько побудить участников дискуссии задуматься над проблемой, уточнить и определить свою позицию; научить аргументировано отстаивать свою точку зрения и в то же время осознать право других иметь свой взгляд на эту проблему, быть индивидуальностью.

Условия эффективного проведения дискуссии:

- информированность и подготовленность студентов к дискуссии,

- свободное владение материалом, привлечение различных источников для аргументации отстаиваемых положений;

- правильное употребление понятий, используемых в дискуссии, их единообразное понимание;

- корректность поведения, недопустимость высказываний, задевающих личность оппонента; установление регламента выступления участников;

- полная включенность группы в дискуссию, участие каждого студента в ней.

Подготовка студентов к дискуссии: если тема объявлена заранее, то следует ознакомиться с указанной литературой, необходимыми справочными материалами, продумать свою позицию, четко сформулировать аргументацию, выписать цитаты, мнения специалистов.

В проведении дискуссии выделяется несколько этапов.

Этап 1-й, введение в дискуссию: формулирование проблемы и целей дискуссии;

определение значимости проблемы, совместная выработка правил дискуссии; выяснение однозначности понимания темы дискуссии, используемых в ней терминов, понятий.

Этап 2-й, обсуждение проблемы: обмен участниками мнениями по каждому вопросу. Цель этапа - собрать максимум мнений, идей, предложений, соотнося их друг с другом.

Этап 3-й, подведение итогов обсуждения: выработка студентами согласованного мнения и принятие группового решения.

Далее подводятся итоги дискуссии, заслушиваются и защищаются проектные задания. После этого проводится "мозговой штурм" по нерешенным проблемам дискуссии, а также выявляются прикладные аспекты, которые можно рекомендовать для включения в курсовые и дипломные работы или в апробацию на практике.

Семинары-дискуссии проводятся с целью выявления мнения студентов по актуальным и проблемным вопросам.

7. Методические рекомендации по написанию реферата

Слово "реферат" (от латинского – referre – докладывать, сообщать) означает сжатое изложение в устной или письменной форме содержания какого–либо вопроса или темы на основе критического обзора информации.

Написание реферата - вид самостоятельной работы студента, содержащий информацию, дополняющую и развивающую основную тему, изучаемую на аудиторных занятиях. Реферат может включать обзор нескольких источников и служить основой для доклада на семинарах, конференциях.

При подготовке реферата необходимо соблюдать следующие правила.

Ясно и четко сформулировать цель и задачи реферата, отражающие тему или решение проблемы.

Найти литературу по выбранной теме; составить перечень источников, обязательных к прочтению.

Только после предварительной подготовки следует приступать к написанию реферата. Прежде всего, составить план, выделить в нем части.

Введение. В этом разделе раскрывается цель и задачи работы; здесь необходимо сформулировать проблему, которая будет проанализирована в реферате, изложить своё отношение к ней, то есть мотивацию выбора; определить особенность постановки данной проблемы авторами изученной литературы; объяснить актуальность и социальную значимость выбранной темы.

Основная часть. Разделы, главы, параграфы основной части должны быть направлены на рассмотрение узловых моментов в теме реферата. Изложение содержания изученной литературы предполагает его критическое осмысление, глубокий логический анализ.

Каждый раздел основной части реферата предполагает детальное изучение отдельного вопроса темы и последовательное изложение структуры текстового материала с обязательными ссылками на первоисточник. В целом, содержание основной части должно отражать позиции отдельных авторов, сравнительную характеристику этих позиций, выделение узловых вопросов дискурса по выбранной для исследования теме.

Заключение. В заключении автор реферата должен сформулировать личную позицию в отношении изученной проблемы и предложить, может быть, свои способы её решения. Целесообразно сделать общие выводы по теме реферата и ещё раз отметить её актуальность и социальную значимость.

Список использованных источников и литературы.

Написание рефератов является одной из форм обучения студентов, направленной на организацию и повышение уровня самостоятельной работы, а также на усиление контроля за этой работой.

В отличие от теоретических семинаров, при проведении которых приобретаются, в частности, навыки высказывания своих суждений и изложения мнений других авторов в устной форме, написание рефератов формирует навыки изложения своих мыслей в письменной форме грамотным языком, хорошим стилем.

В зависимости от содержания и назначения в учебном процессе рефераты можно подразделить на два основных типа: научно-проблемные и обзорно-информационные.

Научно-проблемный реферат. При написании такого реферата следует изучить и кратко изложить имеющиеся в литературе суждения по определенному, спорному в теории, вопросу (проблеме) по данной теме, высказать по этому вопросу (проблеме) собственную точку зрения с соответствующим ее обоснованием.

Обзорно-информационный реферат. Разновидностями такого реферата могут быть следующие:

1) краткое изложение основных положений той или иной книги, монографии, содержащих материалы, относящиеся к изучаемой теме по курсу дисциплины;

2) подбор и краткое изложение содержания статей по определенной проблеме (теме, вопросу), опубликованных в различных журналах за определенный период, либо в сборниках («научных трудах», «ученых записках» и т.д.).

Темы рефератов определяются преподавателем. Литература либо рекомендуется преподавателем, либо подбирается аспирантами самостоятельно, что является одним из элементов самостоятельной работы.

Объем реферата должен быть в пределах 15 страниц машинописного текста через 1,5 интервала. При оформлении реферата необходимо ориентироваться на правила и установленные стандарты для учебных и научных работ.

Реферат сдается в указанные преподавателем сроки.

Критерии оценивания:

- достижение поставленной цели и задач исследования (новизна и актуальность поставленных в реферате проблем, правильность формулирования цели, определения задач исследования, правильность выбора методов решения задач и реализации цели; соответствие выводов решаемым задачам, поставленной цели, убедительность выводов);
- уровень эрудированности автора по изученной теме (знание автором состояния изучаемой проблематики, цитирование источников, степень использования в работе результатов исследований);
- личные заслуги автора реферата (новые знания, которые получены помимо основной образовательной программы, новизна материала и рассмотренной проблемы, научное значение исследуемого вопроса);
- культура письменного изложения материала (логичность подачи материала, грамотность автора);
- культура оформления материалов работы (соответствие реферата всем стандартным требованиям);
- знания и умения на уровне требований стандарта данной дисциплины: знание фактического материала, усвоение общих понятий и идей;
- степень обоснованности аргументов и обобщений (полнота, глубина, всестороннее раскрытие темы, корректность аргументации и системы доказательств, характер и достоверность примеров, иллюстративного материала, наличие знаний интегрированного характера, способность к обобщению);
- качество и ценность полученных результатов (степень завершенности реферативного исследования, спорность или однозначность выводов);
- корректное использование литературных источников, грамотное оформление ссылок.

8. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен (зачет) - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь

на то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На

консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон, иначе в день экзамена не будет чувства бодрости и уверенности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестное выполнение заданий;

3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

2. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

3. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров
13.10.2021 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б2.О.01 ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА

Направление подготовки
05.03.06 Экология и природопользование

Профиль
Рациональное природопользование и экологический инжиниринг

год набора: 2022

Автор: Михеева Е.В., к.б.н, Малкова Е.А., к.бн., Бадьина Т.А., Почечун А.А., к.г-м.н

Одобрено на заседании кафедры

Иностранных языков и деловой коммуникации
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Юсупова Л. Г.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 28.09.2021 г.
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

горно-технологического факультета
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 08.10.2021 г.
(Дата)

Екатеринбург

Е.В. Михеева, Е.А. Малкова, Т.А. Бадьина, В.А. Почечун

Методические рекомендации к выполнению практических работ летней полевой практики.

Учебно-методические материалы подготовлены в соответствии с программой ознакомительной практики. Включают методики полевых исследований в рамках изучения биоразнообразия и общей экологии с элементами почвоведения для студентов 1-го курса. Приведены методические рекомендации для проведения полевых и камеральных работ. Изложены теоретические сведения, необходимые для выполнения работ. В практикуме представлены теоретические материалы по геоэкологии, биоразнообразию, биоиндикации, а так же рекомендации по отлову, учету, коллекционированию, морфометрии животных.

Оглавление

Введение……...3
Требования к оформлению дневника полевой практики……4
Основы техники безопасности при работе в полевых условиях……...5
Практическая работа №1. Методы отлова и коллекционирования насекомых……....6
Практическая работа №2. Оценка численности и суточной активности птиц……11
Практическая работа №3. Изучение спектра питания амфибий…….....13
Практическая работа №4. Учет численности мелких млекопитающих ...….15
Практическая работа №5. Коллекционирование позвоночных животных (на примере мелких млекопитающих) ……..…18
Практическая работа №6. Использование метода морфофизиологических индикаторов при изучении популяций ……..….....21
Практическая работа №7. Отбор проб воды, пробоподготовка для химического анализа…….....23
Практическая работа №8. Отбор проб почвы, пробоподготовка для химического анализа ……...……27
Практическая работа №9. Отбор проб растительности, пробоподготовка для химического анализа …….……..…..29
Практическая работа №10. Отбор проб насекомых *(Drosophila melanogaster)*, пробоподготовка для химического анализа …….…….....31
Список литературы……..……..…...32

Введение

Геоэкология, в соответствии с паспортом специальности 25.00.36 представляет собой междисциплинарное научное направление, объединяющее исследования состава, строения, свойств, процессов, физических и геохимических полей геосфер Земли как среды обитания человека и других организмов. Основной задачей геоэкологии является изучение изменений жизнеобеспечивающих ресурсов геосферных оболочек под влиянием природных и антропогенных факторов, их охрана, рациональное использование и контроль с целью сохранения для нынешних и будущих поколений людей продуктивной природной среды.

Основная цель первой летней полевой практики студентов, обучающихся по специальности «Экология и природопользование», заключается в овладении следующими методиками:

- отбора образцов для геохимических, биогеохимических, гистологических исследований,
- организации и ведения геоэкологического мониторинга,
- учета численности беспозвоночных, амфибий, птиц, млекопитающих, оценки демографических характеристик популяций животных, используемых в качестве тест-объектов в экологических исследованиях,
- отбора проб почвы, воды, биологических объектов.

Немаловажной задачей полевой практики является формирование у студентов представления о региональных особенностях биологического разнообразия в целях рационального использования и охраны ресурсов окружающей природной среды.

Требования к оформлению дневника полевой практики

На основании черновых записей (в блокноте, записной книжке) ежедневно в период практики каждым студентом ведется дневник полевой практики (в бумажном или электронном виде). В дневнике должны быть зафиксированы:

1. План учебно-полевой практики.
2. Основные требования техники безопасности.
3. Дата и тема каждого занятия.
4. Цели и задачи занятия.
5. Необходимое оборудование для каждого занятия.
6. Методы работы в полевых и лабораторных условиях для каждого занятия.
7. Описание местности, биотопов и погодных условий (ежедневное).
8. Характеристики объектов наблюдений и сборов, содержание наблюдений и их обсуждение. Описания должны быть подробными, для пояснения записей рекомендуется использовать рисунки, схемы и фотографии.
9. В конце дневника должен быть приведен список литературы, использованной в ходе летней полевой практики.

Основы техники безопасности при работе в полевых условиях

1. Требования к экипировке с целью профилактики заражения клещевым энцефалитом и другими инфекциями, переносимыми иксодовыми клещами (рис. 1, 2).

Одежда для полевых работ должна препятствовать проникновению к телу человека переносчиков инфекционных заболеваний – клещей. Брюки целесообразно заправлять в ботинки или сапоги, рубашка должна быть с длинными рукавами и воротом, не допускающим заползания клещей. Необходимо применять репеллентные (отпугивающие) и инсектицидные (уничтожающие насекомых и клещей) препараты для повышения защитных свойств одежды.



Рис. 1. Клещ (иксодовый) – переносчик опасных инфекций



Рис 2. Сравнительные размеры клеща до (слева) и после (справа) питания кровью теплокровных животных или человека

2. Необходимость профилактических осмотров.

С целью предотвращения присасывания клещей необходимо проводить профилактические осмотры одежды и тела. При возвращении с маршрута верхнюю одежду нужно осматривать, недопустимо проносить верхнюю одежду внутрь жилого помещения без предварительного осмотра, лучше хранить ее в специальном помещении.

3. При обнаружении присосавшегося клеща, необходимо срочно обратиться к преподавателю или медицинскому работнику базы практики.
4. Категорически недопустимы несанкционированные преподавателем отлучки студентов с территории базы практики.

Практическая работа № 1
Методы отлова и коллекционирования насекомых

Существуют разные способы сбора насекомых, и каждый из них имеет свою особенность, связанную с направлением изучения тех или иных особенностей вида, популяции или популяций.

При сборе насекомых используют сачки, различные ловушки, пинцеты, кисточки, пробирки, коробки, морилки.

Энтомологический сачок - самое распространенное орудие лова насекомых (рисунок 1). Конструкция сачка представляет собой мешок из ткани навешанного на обруч, который прикреплен к палке. В зависимости от применения сачки для ловли насекомых в воздухе, в воде или способом кошения отличаются в конструкции.

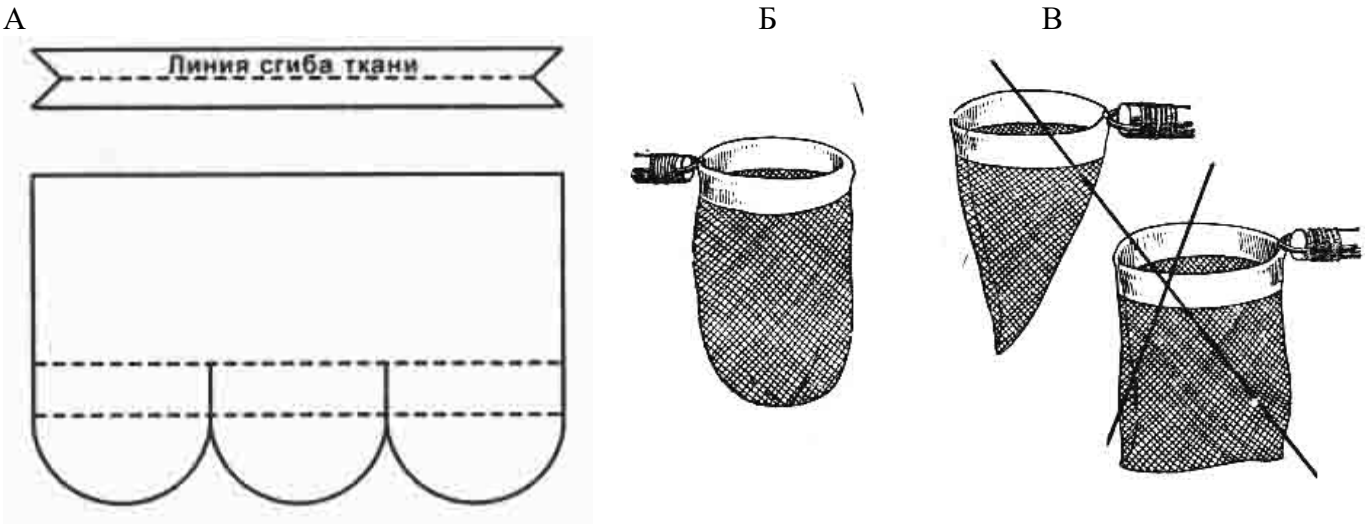


Рис. 3. Воздушный энтомологический сачок (А – выкройка мешка, Б – мешок правильной формы, В – неправильной)

Сачок для ловли насекомых в воздухе предпочтительнее использовать из легкой ткани – марли, легкого шелкового газа или нежесткого капронового мелко- ячеистого тюля. Последний материал более пригодный, т.к. марля сильно рвется, а мельничный газ не достаточно эластичный и они мало прозрачны, что делает работу более сложной. Пришивать мешок рекомендуется к полоске более прочной ткани – капрон, бязь, тонкий холст, искусственный шелк, а затем эту полоску прикреплять уже на обруч.

Длина мешка зависит от диаметра обруча и обычно превышает последний в два раза. Диаметр обруча должен быть около 36 см, проволока для изготовления должна быть легкой и упругой толщиной 2,5 – 3 мм. Длина рукоятки не должна превышать длину руки коллектора. Дно мешка должно быть сшито таким образом, чтобы не оставалось углов, складок и сильно

выделяющихся швов, иначе пойманное насекомое, особенно бабочки, будут повреждены.

Сачок, который используют для сбора насекомых методом кошения, шьют из бязи или плотного мельничьего газа, а обруч изготавливают из более толстой и крепкой проволоки. Дно мешка остается не сшитым, а скрепленным шнурком для удобства изъятия улова. Рукоятка сачка должна быть достаточно длинной на 20 см ниже роста коллектора. Такая конструкция сачка позволяет выдерживать высокую нагрузку.

Метод кошения имеет много положительных и отрицательных сторон. Из положительных черт выделим основную – массовый сбор, который облегчает работу в сравнении с биоценометром. Недостатком же является отсутствие стандартных методических указаний (количество взмахов, ширина обхвата, диаметр сачка и т.п.) и отсутствием 100 % поимки насекомых на участке кошения.

Отметим лишь некоторые особенности этого способа лова. Сачок должен быть целым и невредимым. Кошение лучше проводить в сторону солнца и против ветра, в сухую погоду, для того чтобы не спугнуть собственной тенью насекомых и избегать запутывания сачка.

Один из широко применяемых методов сбора насекомых – это метод ловчих ям. Ловчие ямы применяются в основном для ловли почвенных насекомых (жужелиц). Глубина ямы может варьировать, в зависимости о того, какую емкость использует коллектор. В последнее время удобно использовать пластмассовые одноразовые стаканчики, которые помещают, в предварительно сделанные ямки и сравнивают края стаканчика с поверхностью земли (рис. 4). Насекомые, проползая, падают на дно ловушки и остаются там. Для усиления привлечения хищных жуков на дно банки помещают различные остатки, например, улиток, запах которых привлекает насекомых. Следует помнить, что хищным жукам свойственен как каннибализм, так и поедание представителей других видов, поэтому в некоторых случаях, когда нет возможности часто проверять ловушки, на дно стаканчика следует наливать спирт или формалин, что в свою очередь еще и сохранит от гниения погибших в ловушке жуков.

В практике сбора насекомых, ведущих скрытый образ жизни, применяются методы химических приманок, таких как патока, для насекомых, привлекающихся на сладкий запах, или продуктов жизнедеятельности животных (навоз, помет), на которые собираются навозники, двукрылые, и трупы животных, приманивающие мертвоедов.

В некоторых случаях для ловли малоподвижных или не особо пугливых насекомых можно использовать пинцеты различной величины и формы.

Упаковка отловленных насекомых. Насекомых помещают в «морилки». «Морилка» представляет собой плотно закрывающейся сосуд. Лучше применять изделия из пластмассы, которые легче и прочнее стеклянных банок. В «морилку» помещают вату с усыпляющим насекомых веществом.



Рис. 4. Использование банки для ловли насекомых методом ловчих ям

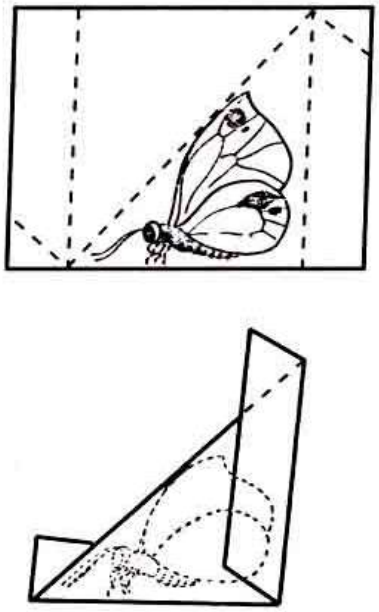


Рис. 5. Пакетик для транспортировки насекомых

Далее собранных насекомых следует упаковать, для чего используют специальные матрасики и пакетики. Пакетики в виде треугольников используются в основном для сохранения чешуекрылых, стрекоз, ос. Размеры пакетиков могут варьировать в зависимости от размера насекомого и представляют собой треугольник с завернутыми краями (рис. 5), на одном из краев пакетиков, прежде чем помещать туда отловленный экземпляр, нужно подписать информирующую о месте сбора, дату и ФИО коллектора.

Матрасики представляют собой плотный картон с вырезанными для загиба краями, на который располагается плотно сжатая вата толщиной не более 1 см (рис 6). Сверху матрасик покрывается листком бумаги, на который заносится информация о сборе насекомого.

Этикетки следует писать обычным графитным карандашом, для того чтобы надпись не размывалась водой или препаратными жидкостями. Стандартная этикетка несет информацию – место сбора, характеристика места (луг) дата сбора и ФИО коллектора. Дополнительно можно вносить информацию о способе лова и методов, например кошении на пойменном лугу II террасы, 200 взмахов сачком и т.п.

Весь разложенный материал – матрасики пакетики пробирки должны помещаться в коробки с твердым покрытием.

Для удобства заполнения этикеток общепринято использовать сокращения: хр. – хребет, ущ. - ущелье, пер. – перевал, р. – река, с. – село, пос. – поселок, обл. – область, р-н – район, г. - город, окр. – окрестности и т.д.

Принцип построения энтомологических коллекций оформляется с общепринятыми методами, для всех энтомологических групп, в следующей последовательности:

1. Отряд.
2. Подотряд.
3. Надсемейство.
4. Семейство.
5. Подсемейство.
6. Триба.
7. Род.
8. Подрод.
9. Вид.
10. Подвид.



Рис 6. Ватный матрасик для хранения насекомых и лист с этикетками

Энтомологические коробки удобнее всего располагать в энтомологических шкафах в систематическом порядке. Для предохранения коллекций от насекомых-вредителей применяют множество химических элементов отпугивающего и убивающего действия. Наиболее благоприятный температурный режим в помещениях с коллекциями 18-20 °С при влажности 60-70 %.

Цель работы: овладение методиками сбора и коллекционирования насекомых.

Оборудование и материалы:

банки, стаканчики, сачки, лопаты, марля, вата, карандаши, пинцеты, лопаты, картон, ножницы, препаровальные иглы.

План работы:

1. Собрать насекомых методом кошения в различных биотопах: лес, поляна, луг, окрестности плотины, территория базы практик.
2. Собрать насекомых методом ловчих ям.
3. Определить численность и систематическую принадлежность насекомых различных биотопов.
4. Сформулировать выводы о характеристиках видового населения различных биотопов и влиянии метода сбора на представительство определенных систематических групп насекомых в отловах.

Практическая работа № 2
Оценка численности и суточной активности птиц

Линейные учеты птиц обычно проводятся на стационарных маршрутах в 3–4х выбранных биотопах с 3–5-кратной повторностью. Протяженность маршрута должна быть не менее 1 км, и он должен пролегать по наиболее типичным для каждого выбранного биотопа стациям. Необходимо сделать подробные описания выбранных для исследования биотопов. Биотопы наносят на карту или карту- схему района исследований, а для предварительно намеченных маршрутов в них составляют подробные план-схемы с указанием основных ориентиров-визиров (просеки, поляны, дороги, тропинки, лесотаксационные квартальные столбы, отдельные заметные деревья, зоны кустарников, особенности микрорельефа и т. д.).

Учеты проводят в утренние часы, при нормальных погодных условиях, когда активность птиц максимальна. Перед каждым учетом в блокноте делают все необходимые записи (или проговаривают на диктофон информацию) о дате, времени начала учета, погодных условиях, а по ходу маршрута о возможных видимых изменениях биотопа, особенностях поведения птиц, расположении и содержимом гнезд, местах встреч, времени окончания учета и т. д. Передвижение по маршруту не должно быть быстрым и то же время не слишком медленным и составлять в среднем около 20–25 мин на километр. Рекомендуется делать небольшие остановки для определения видовой принадлежности объекта, осмотра найденных гнезд, более тщательного подсчета локальных скоплений птиц и в других случаях. Данные о встреченных птицах и жилых гнездах заносятся в блокнот построчно или в виде таблицы. Фиксируются все птицы, отмеченные визуально и по голосам, с соответствующими пометками об их половой принадлежности, поведенческих и возрастных особенностях, свидетельствующих об их возможном гнездовании на исследуемой территории. Также записывают примерные расстояния от линии учета до обнаруженных объектов. Очень полезно отмечать на плане-схеме маршрута зарегистрированных птиц и гнезда с привязкой к видимым естественным и искусственным визирам-ориентирам с целью получения информации о пространственной структуре поселений пернатых в исследуемых биотопах.

Для анализа населения птиц в различных биотопах и их сравнения между собой используют следующие показатели, которые также фиксируются в таблицах; очень многочисленные виды – 100 и более особи/км^2, многочисленные виды – 10–99, обычные виды – 1–9, редкие виды – 0,1–0,9 и очень редкие – менее 0,1 особи/км ^{2}. Доминантные виды составляют 10 и более процентов от общего обилия птиц, фоновые виды - обычные и многочисленные виды. Доля участия вида выражается в процентах к суммарной плотности населения птиц всех видов в биотопе. Выводы должны соответствовать поставленным задачам и могут включать, как результаты анализа населения

птиц исследуемых биотопов, так и динамику населения птиц этих биотопов в зависимости от различных естественных или искусственных причин, а также мониторинг состояния населения птиц сравниваемых биотопов в гнездовой и постгнездовой периоды.

Наблюдения за гнездовой активностью птиц

Задача работы заключается в подробном описании всех сторон жизнедеятельности птиц, насиживающих яйца или выкармливающих птенцов. Работа состоит в посменном непрерывном наблюдении за гнездом в течение периода активности птиц. Наблюдение ведется с помощью бинокля из укрытия, расположенного возможно ближе к гнезду, но на таком расстоянии, на котором птица не реагирует на человека. Расстояние это определяется эмпирически; в течение периода работы иногда оказывается возможным передвинуть «наблюдательный пункт» почти вплотную к гнезду. Наблюдатели регистрируют каждый прилет птицы к гнезду (если в гнезде птенцы, то отдельно регистрируются прилеты с кормом), отлет с гнезда, время обогревания, частота переворачивания яиц, вынос капсул (если в гнезде птенцы) и т.п. Отмечаются различные формы поведения птиц. При оформлении работы студенты, помимо подробного описания наблюдений, составляют графики общей активности птиц, отдельных ее форм (кормление, чистка гнезда и т.п.), план гнездового участка, а также (если эти работы проводились) таблицы или графики изменений температуры в гнезде, роста птенцов и т.п. Работу легко иллюстрировать фотографиями.

Цель работы: анализ суточной активности птиц.

Оборудование и материалы:
бинокли, дневники, карандаши.

План работы:
1. Осуществить побригадно наблюдение за суточной активностью птиц.
2. По результатам наблюдений в течение суток составить сводную таблицу (табл. 2.1).
3. Составить график (%) суточной активности птиц.

Таблица 2.1.

Суточная активность птиц

Птица, особые приметы	Вид активности (кормовая, строительно-гнездовая, социальная: дружелюбные, агрессивные контакты, голосовая, покой)	Продолжительность, час, мин	Примечания
1.			
2.			
…			

Практическая работа № 3
Изучение спектра питания амфибий

Трофический спектр (спектр питания) – это компонентный состав пищи животных, характеризующийся как определенным ассортиментом потребляемых кормов, так и их количественной пропорцией; степень разнообразия потребляемой пищи (Дедю, 1989).

Изучение питания как основной экологической формы связи организма со средой. Наиболее распространенный метод изучения состава питания – анализ содержимого желудков.

Взятый для анализа желудок взвешивается, из него извлекается содержимое и переносится в чашку Петри или маленькую неглубокую емкость. После этого взвешиваются пустой желудок и пищевой ком. Полученные данные используются для установления степени наполнения желудков путем вычитания массы пустого желудка из массы наполненного. Индекс наполнения желудков устанавливают по следующей формуле:

$$J = \frac{P}{P - P_n} \times 100\%, \text{ где}$$

J – индекс наполнения,
P – масса тела,
Pn – масса содержимого желудка.

Пищевой ком разбирают на плоской тарелке или в чашке Петри при помощи препаровальных игл и глазного пинцета. Извлеченные остатки пищи разбивают на отдельные фракции, а затем взвешивают каждую группу кормов отдельно и определяют видовую принадлежность и количество всех компонентов корма.

Информация о каждой отдельной фракции (наименование и масса) записывается на регистрационную карточку данного животного туда, где на карточке оставлено место для анализа желудка. Остатки насекомых из одного желудка удобнее складывать в одну пробирку, переслаивая отдельные фракции небольшими кусочками ваты и снабжая каждую маленькой этикеткой с обозначением.

Разбирая пищу, нужно стремиться подсчитывать количество съеденных кормовых объектов. Подсчет числа насекомых легче всего вести по количеству голов и крыльев, если сами животные раздроблены. В тех случаях, когда подсчитать или взвесить не представляется возможным, отмечается хотя бы примерный объем того или иного компонента по пятибалльной шкале: I – единично, II – небольшое количество (10-20%), III – значительное количество (около 50%), IV – много (50-75 %), V – очень много (более 75%), Наконец, если невозможно дать и глазомерную балльную оценку, то отмечают лишь

относительную встречаемость, т.е. количество желудков, в которых встречен данный вид корма (в процентах к общему числу исследованных желудков исключая пустые). Конечно, коэффициенты встречаемости совершенно не отражают количества съеденного корма, а поэтому лишь частично определяют его значение в питании вида. Но, к сожалению, далеко не всегда есть возможность произвести взвешивание или подсчет отдельных фракций. Встречаемость же можно определить при любых условиях. Этим и объясняется, что в большинстве современных работ по экологии питания фигурирует именно встречаемость.

Цель работы: Изучить трофический спектр амфибий методом анализа содержимого желудков.

Материалы и оборудование:

1. Серии лягушек (свежие или фиксированные). Серии должны быть отловлены в краткие сроки в одном биотопе.
2. Штангенциркули, линейки по числу студентов.
3. Электронные весы.
4. Ванночки, препаровальные иглы, чашки Петри, пинцеты, ножницы для вскрытия по числу студентов.
5. Бинокулярные лупы.
6. Определители насекомых.

План работы:

1. Произвести основные измерения и взвешивание предложенных экземпляров амфибий и рептилий.
2. Отметить дату и место поимки животных.
3. Вскрыть животных и извлечь желудки.
4. Взвесить полные и пустые желудки; установить степень и индекс их наполнения.
5. Разобрать содержимое желудков на фракции под бинокуляром по общепринятой методике (см. Вводную часть).
6. Объединить серийные данные по питанию изученных видов.
7. Построить графики, отражающие весовую или объемную долю различных компонентов пищи (секторные диаграммы) и относительную встречаемость основных групп кормов (гистограммы).
8. Данные представить в виде таблиц и графиков.

Практическая работа № 4
Учет численности мелких млекопитающих

В зависимости от целей учета (определить количество животных, обитающих на какой-то территории, или дать лишь относительное представление о численности) принято выделять группы методов абсолютного и относительного количественного учета наземных позвоночных.

Относительные учеты

Ловушко-линии

Этот универсальный метод применяется необычайно широко не только в лесу, но и во многих других биотопах.

Метод ловушко-линий имеет большие достоинства: одновременно с данными о численности зоолог получает и самих зверьков, т.е. пробу из популяции; добытые грызуны в зависимости от поставленных задач могут быть использованы как коллекционный материал, по данной выборке могут быть определены возрастной состав и интенсивность размножения, особенности питания (по содержимому желудков); зверьки могут быть исследованы на зараженность инфекциями, на присутствие и обилие паразитов и пр. В качестве приманки в плашках чаще всего используют корку хлеба, отрезанную снизу или сбоку, смазанную подсолнечным нерафинированным маслом и разрезанную на квадратики, примерно по 1-1,5 $см^2$. Плашки выставляют в линии, при этом число ловушек в линиях бывает различно. Ставят их и по 100, по 50 штук и по 25 штук. Наиболее целесообразен последний способ, т.к. при постановке 50 и 100 штук линия не всегда укладывается в контуры однотипного выдела, пересекая несколько биотопов, что затрудняет характеристику обилия зверьков в каждом из них. Кроме того, постановка линий по 25 штук дает возможность оценить дисперсность распределения грызунов; т.е. число (или процент) линий, на которых поймались зверьки определенного вида.

Плашки расставляют через 5 м одну от другой, выбирая в радиусе не более 1 м наиболее подходящее место, т.е. какое-либо укрытие, например, у корней деревьев, вдоль лежащего дерева и т.п., а также у отверстия норы или на поверхностной дорожке.

Ловчие канавки, заборчики

Ловчие канавки, в которые вкопаны ловчие цилиндры или конуса, - постоянно действующие ловушки, которые чаще всего применяются для учета и отловов землероек, однако они используются и при работе с грызунами и амфибиями. Все мелкие млекопитающие легко вылезают из канавок, но они любят бегать по уплотненному гладкому дну канавки, в результате сваливаясь в цилиндры. Большинство зоологов использовали канавки по 50 м, вкапывая в них 5 цилиндров.

Для целей практики целесообразно копать канавки длиной 20 м с двумя цилиндрами. Канавку копают глубиной на "штык" лопаты (25-30 см) и примерно такой же ширины. Стенки должны быть вертикальными, дно - гладким, утрамбованным. В дно канавки на расстоянии 10 м один от другого вкапывают металлические цилиндры так, чтобы стенки канавки вплотную подходили к цилиндру, а верхний край цилиндра был на 1-2 см ниже дна канавки. В дне цилиндра должно быть пробито несколько отверстий для стока дождевой воды, чтобы грызуны не тонули в ней. Такие канавки надо осматривать каждое утро, извлекая из них зверьков. Цилиндры периодически чистят, выбирая из них земноводных, насекомых и пр. В каждом биотопе роют несколько канавок. Конусы ловят с той же эффективностью, что и цилиндры, но преимущество конусов в том, что их легче вкапывать в землю. Работая с канавками, необходимо принимать во внимание, что число зверьков, попадающих в них, в значительной степени определяется погодными условиями.

Цель работы: Изучить биотопическое распределение мелких млекопитающих.

Задачи:

1. Изучить видовой состав популяций отловленных животных

1. Оценить численность мелких грызунов и землероек в различных биотопах;

2. Изучить половой и возрастной состав популяций отловленных животных

3. Оценить фактическую плодовитость самок в изучаемых популяциях.

Материалы и оборудование:

1. Ловушки Геро (давилки) – 100 штук.
2. Штангенциркули, линейки по числу студентов.
3. Электронные весы.
4. Ванночки, препаровальные иглы, чашки Петри, пинцеты, ножницы для вскрытия по числу студентов.
5. Бинокулярные лупы.
6. Определители мелких млекопитающих.

План работы:

1. Провести стандартные учеты численности зверьков методом ловушко-линий:

1.1. В различных биотопах расставляются учетные линии давилок (по 25 ловушек, расположенных с интервалом в 5 м). Проверка линий и сбор животных производится 1 раз в сутки. Продолжительность учета – четыре ночи.

1.2. По окончанию отловов провести оценку численности мелких млекопитающих. Численность зверьков определяется по формуле:

$$ON = (N / LS) \times 100$$

ON - относительное обилие мелких млекопитающих;
N - общее количество отловленных зверьков;
LS - количество отработанных ловушко-суток.

Расчеты выполняются по каждому виду и для всей полученной выборки в целом.

2. Пойманных зверьков взвесить и провести стандартные измерения (длина тела, хвоста, ступни, высота уха). См. лаб. №4.

2.1. Провести определение видовой принадлежности, отловленных животных

2.2. Провести вскрытие отловленных животных с целью уточнение возраста (отмечается наличие или отсутствие тимуса), пола (для неполовозрелых животных и землеройковых) и состояния генеративной системы. У беременных самок проводится подсчет эмбрионов в матке.

2.3. Определить среднюю фактическую (подсчет в матке числа плодов) плодовитость для каждого вида.

Представление результатов работы:

1. По результатам работы заполняется сводная таблица:

Таблица 4.1.

Морфометрия млекопитающих

Описание биотопа	Дата отлова	Вид животного	вес	пол	Длина тела	Длина хвоста	Длина ступни	Высота уха	Возраст

2. Цифровые данные, характеризующие численность различных видов мелких млекопитающих в отдельных биотопах и в среднем по району исследований представить в виде диаграмм.

3. Результаты по половозрастному составу популяций представить в виде таблиц или графиков для каждого биотопа.

4. Данные по фактической плодовитости представить в виде таблицы:

Таблица 4.2.

Плодовитость млекопитающих

Биотоп	Вид	Фактическая плодовитость (среднее ± ошибка среднего)

5. Сделать вывод относительно динамики численности отдельных видов в изучаемых биотопах и району в целом на основании сравнительной оценки полученных данных с результатами учетов предыдущих лет.

Практическая работа № 5
Коллекционирование позвоночных животных (на примере мелких млекопитающих)

Цель работы: получить навыки измерения млекопитающих и изготовления коллекционной тушки мелкого млекопитающего.

Задачи:

1) осуществить основные промеры у предложенного млекопитающего, занести на этикетку;

2) изготовить коллекционную тушку;

3) подготовить череп животного к длительному хранению.

Материалы и оборудование:

1. Штангенциркули, линейки по числу студентов.
2. Ванночки, перчатки, препаровальные иглы, чашки Петри, пинцеты, ножницы для вскрытия по числу студентов.
3. Вата
4. Мягкая металлическая, алюминиевая или отожженная стальная проволока
5. Опилки или крахмал

План работы:

1. Провести измерение млекопитающих

При изучении млекопитающих берутся следующие стандартные промеры:

Длина тела. Зверька кладут на спину, следя за тем, чтобы он лежал прямо измеряют расстояние от кончика мочки носа до анального отверстия.

Длина хвоста. Хвост сгибается вверх под прямым углом к телу и измеряется от сгиба на хребте до точки окончания мякоти хвоста, исключая выступающую за хвост шерсть.

Длина ступни. У ступни задней ноги выпрямляются пальцы, измеряется расстояние от кончика самого длинного когтя до пятки через всю длину ступни объекта.

Высота уха. Помещают линейку в выемку у основания уха и измеряют расстояние до наиболее удаленного края мягкой части уха, исключая шерсть выступающую за край уха (ухо необходимо расправить, но не тянуть!).

2. **Изготовить коллекционную тушку**

2.1. Перед препарированием животного заполните этикетки для шкуры и черепа, сделайте необходимые записи в журнал вскрытий.

2.2. Изготовьте ватный каркас тушки. Для этого сложите прямоугольный кусочек ваты требуемого размера и придайте ему необходимую форму. Каркас делают обычно на четверть длиннее, чем тело животного.

2.4. От проволоки отрежьте пять кусков – один для хвоста и четыре для ног. Ножная проволока должна быть такой же длины, как костная структура

конечностей; проволоки для двух задних лап должны быть длиннее, чем для передних лап. Хвостовая проволока должна быть вполовину длиннее хвоста.
2.5. На протяжении всего процесса снятия шкуры тушку насколько возможно держат погруженной в опилки или крахмал, которые абсорбируют жир и другие выделения тела, предотвращая, таким образом, их попадание на шерсть или руки препаратора.
2.6. Ножницами сделайте разрез кожи по средней линии живота, начиная разрез непосредственно перед анальным отверстием и продолжая его вперед не более чем на четверть длины тела по направлению к грудной клетке. Удерживая животное, толкайте колено по направлению к средней линии тела, одновременно сдвигая кожу живота и бока от средней линии. Захватите снятое колено рукой с ножницами, и отделите ногу от шкуры, спустите шкуру вниз до лодыжки, отделите конечность от туловища, перерезав непосредственно под коленным суставом. Повторите все операции с другой задней ногой.
2.7. Отделите скальпелем кожу от стенки тела и связки, прикрепляющие кожу к телу, и одним движением стяните ее с хвоста.
2.8. Отделите шкуру от стенки тела у начала исходного надреза. Затем выверните мездрой наружу всю шкуру вокруг тела и сдвигайте ее с тела. Спустите шкуру до тех пор, пока не покажутся локти зверька. Перережьте тонкий подкожный мускул, который откроется. Сдвиньте кожу до запястья. Движением лезвий ножниц от запястья до локтя снимите мышцы с ноги и перережьте кости непосредственно под локтевым суставом.
2.9. Спустите шкуру дальше, пока не покажутся основания ушей. Когда оба уха высвобождены, спустите шкуру вперед до тех пор, пока не достигнете глаз. Возьмите скальпель и сделайте два разреза на каждом глазе: один разрез прямо вниз через глаз и второй разрез ближе к костям черепа поперек направления первого, отделяя, таким образом, передний угол глаза от черепа. Спустите шкуру до конца нижних челюстей, отделите шкуру от каждой скулы, затем скальпелем отделите кожу от передней части скулы. Отделите скальпелем кожу мочки носа, заботясь о том, чтобы резать впереди носовых костей.
2.10. Произведите вскрытие снятой тушки. Зарегистрируйте пол животного. Если объект самка, отметить отсутствие или присутствие эмбрионов, зафиксировать их число и длину.
2.11. Закончите записи на этикетках и в журнале вскрытий.
2.12. Прикрепите черепную этикетку к черепу и опустите его в воду.
2.13. Скальпелем очистите шкуру, разложенную на опилках, от жира.
2.14. Зашейте ротовое отверстие одним стежком.
2.15. Всю внутреннюю поверхность шкуры обработайте с помощью ватного тампона, удерживаемого пинцетом.
2.16. В каждую переднюю ногу введите проволоку вдоль костей предплечья в ладонь и основание кости среднего пальца. Начиная от запястья, туго оберните тонким слоем ваты вместе кости предплечья и проволоку.

2.17. Возьмите пинцетом ватный каркас тела и положите швом вниз. Закрытым пинцетом надавите в центр одного из концов ватного ролика, а большим и указательным пальцами свободной руки заверните вверх свободные края ваты на том же конце.
2.18. Натягиванием поместите на место шкуру головы и шеи, поправьте шкуру в зоне глаз, ушей, горла и грудной клетки. Проследите, чтобы заостренный «нос» каркаса заполнил кончик носа, отверстия для глаз были симметричны, уши находились точно друг напротив друга, и шкура головы была полностью набита. Затем освободите зажим пинцета.
2.19. Как можно реже прикасаясь руками к шкуре и каркасу, натяните оставшуюся часть шкуры на каркас, который должен быть немного длиннее, чем натуральное тело зверька. Ножницами отрежьте излишки заднего конца каркаса, оставив тонкий слой ваты на спинной стороне.
2.20. Свяжите ножную проволоку задних лап (так же как ранее передних). Ступни задних ног вытяните позади, подошвы при этом должны быть внизу.
2.21. Возьмите хвостовую проволоку, и смочите водой один из ее концов. Вращая проволоку, наверните на нее тонкий слой ваты таким образом, чтобы намотка постепенно увеличивалась в диаметре по направлению от одного конца проволоки к другому. Поместите кончик хвостовой проволоки в открытое основание хвоста, и затем одним непрерывным движением введите хвостовую проволоку до самого кончика шкуры хвоста.
2.22. Зашейте разрез на животе. Захватите иглой самый конец разреза и зашейте его тремя-четырьмя диагональными стежками.
2.23. Положите набитую шкуру животом вниз с вытянутыми задними ногами вблизи края стола. Привяжите этикетку над правой пяткой.
2.24. С помощью 8 булавок пришпильте тушку к сушильному подносу животом вниз. Первыми прикрепите ступни передних ног. Передние ступни должны быть под головой, симметрично расположенными относительно средней линии тела. Булавки вкалывайте с наклоном наружу, чтобы они не сминали кожу или мех на боках головы. Затем закрепите основание хвоста двумя булавками. Расположите на одной линии кончик носа, основание хвоста и кончик хвоста. Затем закрепите кончик хвоста двумя пересеченными булавками.
2.25. Поставьте поднос со шкурой в темное, проветриваемое помещение. После полного высыхания шкуры ее можно открепить от подноса.

3. Подготовить череп животного для длительного хранения

Череп животного отварить, зачистить от мягких тканей, включая мозг, просушить.

Практическая работа № 6
Использование метода морфофизиологических индикаторов при изучении популяций

Адаптивная роль относительных экстерьерных и интерьерных показателей, особенно пропорций внутренних органов, позволяет их использовать в качестве индикаторов физиологического состояния животных. Изучение популяций по ряду подобного типа показателей получило название метода морфофизиологических индикаторов. Сущность метода заключается в том, что на основании изменчивости морфологических или физиологических признаков создается суждение о биологическом своеобразии обследуемых популяций. В качестве показателей широко используются размеры и вес внутренних органов. Это абсолютный и относительный вес сердца, печени, селезенки, почек и надпочечников.

Относительный вес сердца связывают с двигательной активностью животных, и как следствие, с уровнем метаболизма, а относительный вес печени, почек и надпочечников с уровнем обмена веществ. Печень – важный кроветворный орган и депо углеводов. Ее вес изменяется преимущественно за счет накопления или расходования углеводов и жира. Колебания веса печени велики и связаны с сезонной сменой характера питания и кратковременными перерывами в обеспеченности кормами. Таким образом, на величину этого показателя в основном влияют конкретные кормовые условия.

Поскольку имеются половые и возрастные отличия весовых характеристик внутренних органов, при проведении популяционных исследований рекомендуется использовать выборки, учитывающие эти особенности.

При изучении популяционных особенностей интерьерных признаков методом морфофизиологических индикаторов проводится вскрытие тушек. Взвешивание внутренних органов проводится на торзионных весах с точностью до 0,5 мг. В качестве интерьерных признаков берутся абсолютный и относительный вес сердца, печени, селезенки, почек и надпочечников. У мелких животных индексы упомянутых внутренних органов рассчитываются в промилях, т.е. как отношение веса органа к весу животного, умноженное на 1000. При использовании в качестве интерьерных признаков таких органов, как почки и надпочечники, вес левого и правого члена пары рекомендуется брать по отдельности.

Цель работы: ознакомиться с использованием метода морфофизиологических индикаторов при изучении популяций позвоночных животных.

Задачи:

1) освоить камеральную обработку материала;

2) выявить популяционные особенности интерьерных признаков представителей одного из видов позвоночных животных, обитающих в разных экологических условиях;
3) выявить систематические отличия и черты сходства некоторых интерьерных признаков у разных видов позвоночных животных.

Материалы и оборудование:
1. Выборки нескольких видов позвоночных животных (всего 2 – 3 вида, по 2 выборки одного из видов на пару студентов).
2. Электронные весы с точностью до 0,5 мг.
3. Линейки, подносы, инструменты для вскрытия (ножницы, пинцеты) по количеству пар студентов.
4. Компьютер, программные продукты “Statistica” и “Excel”.

План работы:
1. Сформировать выборки одного из видов позвоночных животных из разных местообитаний, с учетом половозрастных особенностей особей (половозрелые самцы/самки, неполовозрелые самцы/самки).
2. У животных взять стандартные промеры тела и взвесить на электронных весах.
3. Животных вскрыть, взвесить внутренние органы.
4. С помощью компьютерных программ “Statistica” и “Excel” рассчитать индексы внутренних органов.
5. Данные по абсолютной и относительной величине интерьерных признаков занести в таблицы и сопоставить выборки животных с помощью тех же программ: найти среднее±ошибка среднего (M±m), сделать расчет достоверности различий (t-критерий, Mann-Whitney тест, констатация различий между выборками происходит при уровне значимости $p \leq 0,05$). Провести графический анализ.
6. Сравнить с аналогичными данными, полученными по другим видам позвоночных животных.
7. Полученные результаты обсудить и сделать выводы.

Практическая работа № 7
Отбор проб воды, пробоподготовка для химического анализа

Задача количественного химического анализа состоит в определении содержания тех или иных элементов в анализируемом материале; при этом главное требование заключается в том, чтобы результаты отражали истинное содержание этих элементов. Достигнуть этого можно только в том случае, если все операции анализа выполнены правильно.

При аналитическом исследовании выполняется ряд последовательных равнозначных операций, в результате чего получают достоверные данные по качественному и количественному составу материала. Любое аналитическое определение включает четыре этапа: 1) пробоотбор; 2) пробоподготовка; 3) собственно химический анализ (измерение аналитического сигнала как функции содержания в пробе интересующих компонентов); 4) статистическая обработка результатов анализа.

Работа при любом аналитическом исследовании обязательно начинается с отбора проб. При пробоотборе существует необходимость во взятии из огромной массы исследуемого объекта небольшого его количества для проведения этапа химического определения состава, т. е. необходимо провести отбор так называемой средней пробы.

Понятие проба подразумевает представительную часть исследуемого объекта. И действительно, основное требование к пробе – это ее представительность, т.е. химический состав пробы и всего объема исследуемого объекта должны быть идентичными. Другими словами, представительная проба должна адекватно отражать общий состав анализируемого объекта с учетом особенностей распределения всех компонентов, т.е. информация, полученная от пробы, должна в математическом смысле точно отражать информацию, заложенную в объекте исследования. При строгом математическом подходе последнее требование выполнимо, лишь, когда анализу подвергают весь исследуемый материал или когда объект однороден по химическому составу. Для случая однородного материала (газы) достаточно взять в любом месте любое количество этого материала и провести анализ, чтобы получить правильные данные.

В остальных случаях, в силу того, что исследуются весьма разнообразные объекты, которые, кроме того, сильно различаются по своей однородности (природные воды, почвы, растительность, живые организмы), пробы, как правило, лишь в большей или меньшей степени приближаются к представительным.

Соответствие составов пробы и исследуемого объекта определяет качество пробы, которое зависит от состава и гомогенности объекта, размеров объекта и пробы, выбранного метода пробоотбора, числа отобранных проб, разложения или загрязнения проб, метода пробоподготовки (гомогенизация пробы, уменьшение ее размера).

Условия хранения и правильная маркировка проб влияют на идентичность определяемых составов и являются не количественными (неизмеряемыми) характеристиками качества пробы. Проба должна сохранить те свойства объекта, которые последний имел в момент отбора, или же изменять эти свойства идентично объекту.

Пробоотбор – это такая операция, при которой происходит отбор достаточного количества представительной части исследуемого материала (объекта), состав и свойства которой идентичны составу и свойствам материала как целого.

Процесс взятия представительной пробы затруднен из-за того, что для отбора такой пробы нет универсального правила, одинаково пригодного для различных материалов. Методы отбора проб весьма разнообразны и зависят от агрегатного состояния материала, характера материала, степени его однородности.

Регламент методики пробоотбора (т. е. конкретные операции и их число) зависит от требований по достоверности установления химического состава объекта анализа.

В связи с этим для каждого конкретного материала разработаны правила и приемы пробоотбора. Эти правила, включают способ отбора, вид пробоотборника, глубину его погружения, число точек отбора, размер проб.

Отобранная проба природной воды (подземной или поверхностной) должна с наиболее возможной полнотой представлять основные показатели химического состава исследуемых природных вод в данный момент или за определенный промежуток времени. Способы отбора и пробоподготовка должны гарантировать неизменность химического состава в интервале между отбором проб и их анализом.

При отборе проб воды используются емкости, отвечающие следующим требованиям:

1. Предохранение состава пробы от потерь определяемых показателей или от загрязнения другими веществами;
2. Устойчивость к экстремальным температурам и разрушению;
3. Способность легко и плотно закрываться, необходимые размеры, форма, масса, пригодность к повторному использованию;
4. Светопроницаемость;
5. Химическая (биологическая) инертность материала, использованного для изготовления емкости и ее пробки;
6. Возможность проведения очистки и обработки стенок, устранения поверхностного загрязнения тяжелыми металлами и радионуклидами.

Допускается применение одноразовых емкостей для отбора проб.

Емкости с закручивающимися крышками, узким и широким горлом должны быть снабжены инертными пластмассовыми (например, из политетрафторэтилена) или стеклянными пробками. Не допускается применять

резиновые прокладки и смазку, если емкость предназначена для отбора проб с целью определения органических и микробиологических показателей.

Пробоотборники должны:

1. минимизировать время контакта между пробой и пробоотборником;
2. изготовляться из материалов, не загрязняющих пробу;
3. иметь гладкие поверхности;
4. быть сконструированы и изготовлены применительно к пробе воды для соответствующего анализа (химический, биологический или микробиологический).

Пробы необходимо отбирать вручную специальными приспособлениями или с применением автоматизированного оборудования.

Для отбора точечных проб на заданной глубине должны применяться батометры.

Допускается отбор проб воды бутылью. Бутыль необходимо закрыть пробкой, к которой прикреплен шнур, и вставить в тяжелую оправу или к ней подвесить груз на тросе (шнуре, веревке). Бутыль опустить в воду на заранее выбранную глубину, затем пробку вынуть при помощи шнура, бутыль заполнить водой до верха, после чего вынуть. Перед закрытием бутыли пробкой слой воды слить так, чтобы под пробкой оставался небольшой слой воздуха.

Для исследования вертикального профиля воды при ее слоистой структуре допускается применять стакан с делениями, пластмассовый цилиндр или цилиндр из нержавеющей стали, открытый с обоих концов. В точке отбора проб цилиндр перед поднятием на поверхность закрыть с обоих концов специальным устройством (управляющим тросом).

Отобранные пробы необходимо подготовить к химическому анализу путем фильтрования. Взвешенные вещества, осадки необходимо удалить при взятии пробы или тотчас после этого фильтрованием проб через фильтровальную бумагу. Фильтрование применяют также для разделения растворимых и нерастворимых форм, подлежащих определению. Фильтр должен быть тщательно промыт перед применением, а при необходимости стерилизован, быть совместимым с методом определения показателя и не должен вносить дополнительных загрязнений.

Цель работы: овладение методиками отбора проб воды и пробоподготовки для химического анализа.

Материалы и оборудование:

1. Пробоотборники;
2. Бутыли;
3. JPS-навигатор;
4. Фильтровальная бумага.

План работы:

1. Провести рекогносцировку и описание местности.
2. Определить места отбора проб природной воды с учетом господствующего простирания геологических комплексов, основных элементов рельефа и розы ветров. Отметить на топооснове точки отбора с указанием их координат.
3. Произвести отбор проб природной воды.
4. Подготовить пробы природной воды для химического анализа.

Практическая работа № 8
Отбор проб почвы, пробоподготовка для химического анализа

Отбираются пробы из двух генетических горизонтов – из первого после лесной подстилки (как правило, это переходный грубогумусовый перегнойный горизонт A0A1, развитый на глубинах 2-8 см) и иллювиального B (глубина 20-40 см).

Опробование почв должно проводится на детальной топооснове при помощи полуинструментальной привязки пикетов с использованием следующей методики:

- Для обеспечения необходимой представительности на каждом пикете отбирается пять проб почв методом „конверта" (по углам и в центральной части с 1 м² поверхности), объединяемых в одну сборную пробу почв, которой присваивается номер пикета. Вес единичной пробы 0,2 кг, объединенной - до 1 кг.
- При опробовании почв документируются: номера пикетов, их топографическая привязка, глубина отбора, тип ландшафта, тип почвы, описывается опробуемый почвенный горизонт, его цвет, другие визуальные особенности, дата отбора. Особо отмечаются характерные ландшафтные особенности местности, проводится абрис местности с указанием углов наклона поверхности, других характерных элементов ландшафта.

Для определения валового содержания элементов пробы почв образцы высушиваются, просеиваются через сито 1 мм и растираются до состояния пыли (200 мкм).

Цель работы: овладение методиками отбора проб почвы и пробоподготовки для химического анализа.

Материалы и оборудование:

1. Лопаты;
2. Полиэтиленовые пакеты;
3. JPS-навигатор;
4. Сито;
5. Агатовые ступки;
6. Пинцеты;
7. Бумажные конверты.

План работы:

1. Провести рекогносцировку и описание местности.
2. Определить места отбора проб почв с учетом господствующего простирания геологических комплексов, основных элементов рельефа и розы ветров. Отметить на топооснове точки отбора с указанием их координат.

3. Произвести отбор проб почв.
4. Подготовить пробы почвы для химического анализа.

Практическая работа № 9
Отбор проб растительности, пробоподготовка для химического анализа

В качестве растительного тест-объекта необходимо выбрать доминирующий вид изучаемой территории. Для Среднего Урала наиболее характерным видом растительности является *Betula pendula* (береза бородавчатая).

С березы как ведущего вида растительности отбирается лиственно-веточная проба - толщина веток, включая раздувы на них, не должна превышать 1 см. Отбираются только молодые побеги (текущего года) с деревьев, растущих на открытых полянах, с признаками “морф”. Вес пробы 250 - 300 г. Ветки срезаются ножом или садовыми ножницами, промываются и высушиваются.

Подготовка проб к анализу. В связи с тем, что влажные пробы не подлежат длительному хранению, они подвергаются сушке в помещениях или под навесом. Во избежание загрязнения не допускается сушка на земле, а во время ветра и дождя пробы должны закрываться полиэтиленовой пленкой. Сухие растительные пробы измельчаются ножницами до фрагментов длиною 1 - 5 мм. Навеска воздушно-сухого материала массой около 10 г помещается в сушильный шкаф, где при t = 80 °С в течение шести часов доводится до постоянного веса. Кварцевые чашки с пробой ставятся в холодный муфель, где температуру сначала постепенно повышают 250 – 300 °С при открытой дверце для обеспечения свободного доступа воздуха к озоляемому материалу. Конечное озоление производится при температуре 450 – 500 °С уже при закрытой дверце муфеля до достижения постоянного веса золы. Выход золы учитывается количественно и используется в дальнейших расчетах. Обычно для получения однородной золы, лишенной примеси углей, требуется от 5 - 8 часов до нескольких суток. Для более полного озоления пробу периодически разминают стеклянными пестиками и орошают дистиллированной водой.

Расчет зольности растительной пробы (S) проводится по формуле

$$S = \frac{\text{МЗ}}{\text{МСВ}} 100\% \quad ,$$

где МЗ – масса золы; МСВ – масса сухого вещества.

Золу извлекают из чашки, навеску с массой 100-200 мг перетирают в агатовой ступке и упаковывают в пакеты.

Цель работы: овладение методиками отбора проб растительности и пробоподготовки для химического анализа.

Материалы и оборудование:

1. Садовые ножницы.
2. Полиэтиленовые пакеты.
3. JPS-навигатор.
4. Полиэтиленовая плёнка.
5. Кварцевые чашки.
6. Муфельная печь.
7. Стеклянные пестики.
8. Дистиллированная вода.
9. Пинцеты.
10. Агатовые ступки.

План работы:

1. Провести рекогносцировку местности и ее описание.
2. Определить места отбора проб растительности с учетом господствующего простирания геологических комплексов, основных элементов рельефа и розы ветров. Отметить на топооснове точки отбора с указанием их координат.
3. Произвести отбор проб растительности.
4. Подготовить пробы растительности для химического анализа.

Практическая работа № 10
Отбор проб насекомых *(Drosophila melanogaster)*, пробоподготовка для химического анализа

Площадные исследования территории работ выполняются маршрутно по профилям, которые закладываются с учетом основных элементов рельефа и миграционной особенности изучаемой тест-системы.

Для привлечения и отлова насекомых используются ловушки, в которых заливается среда Альдерстона (глюкоза – 25 г, дрожжи – 25 г, агар-агар – 2 г, вода – 0,25л). Вес одной усредненной пробы составляет 40 - 60 г.

Подготовка проб к анализу. Пробы подвергаются сушке в помещении. Навеску воздушно-сухого материала массой около 10 г помещают в сушильный шкаф, где при t = 80 °С в течение 2 часов доводят до постоянного веса. Навески помещают в беззольные фильтровые пакеты.

Цель работы: овладение методиками отбора проб насекомых и пробоподготовки для химического анализа.

Материалы и оборудование:

1. Пластиковые стаканы (V=0,5 л).
2. Глюкоза.
3. Дрожжи.
4. Агар-агар.
5. Вода.
6. Беззольные фильтровые пакеты.
7. JPS-навигатор.

План работы:

1. Провести рекогносцировку и описание местности.
2. Определить места отбора проб биологического объекта *(Drosophila melanogaster)* с учетом господствующего простирания геологических комплексов, основных элементов рельефа и розы ветров, миграционной особенности изучаемой тест-системы. Отметить на топооснове точки отбора с указанием их координат.
3. Произвести отбор проб тест-объекта.
4. Подготовить пробы *Drosophila melanogaster* для химического анализа.

Список литературы:

1. Банников А.Г., Михеев А В. Летняя практика по зоологии позвоночных. - М., 1956.

Захаров В.М. Асимметрия животных (популяционно-феногенетический подход). М.:Наука, 1987. 216 с.

2. Комаров К.М. Методы сбора, препарирования и хранения насекомых. Учебно-методическое пособие. ТГУ. Томск, 2005. 15 с.

3. Новиков Г. А. Полевые исследования по экологии наземных позвоночных. - М., 1953.

4. Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. Свердловск, 1968. 388 с.

Составители Е.В. Михеева, Е.А. Байтимирова, Т.А. Бадьина, В.А. Почечун

Методические рекомендации к выполнению практических работ летней полевой практики по геоэкологии с основами почвоведения и учения о биоразнообразии. Учебно-методическое пособие

Редактор: И.В. Козлов

Подписано в печать
Бумага офсетная. Формат……Гарнитура Times New Roman.
Печ.л.1,44. Усл.-изд. л.: 0,45. Тираж

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-механического факультета

«___» _____ 2018 г.
Председатель комиссии
проф. В. П. Барановский

Брагин В. Г., Волков Е. Б., Казаков Ю. М.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Учебное пособие

Издание УГГУ Екатеринбург, 2018

УДК 531
Б 87

Рецензент: *Н. М. Суслов*, д-р техн. наук, заведующий кафедрой ГМК
Уральского государственного горного университета.

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры технической механики от «07» июня 2018 г. (протокол № 7) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Печатается по решению Учебно-методического совета Уральского государственного горного университета.

Брагин В. Г., Волков Е. Б., Казаков Ю. М.

Б 87 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА: Учебное пособие / Ю. М. Казаков, В. Г. Брагин, Е. Б. Волков. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. – 250 с.
ISBN 978-5-8019-0460-3

Учебное пособие содержит краткие методические указания, примеры решений задач и упражнения для самостоятельной работы по основным темам курса теоретической механики: статика, кинематика точки и простейшие движения твёрдых тел, сложное движение точки, динамика точки и механической системы. Учебное пособие для студентов всех специальностей очной и заочной форм обучения.

ISBN 978-5-8019-0460-3

©Брагин В. Г., Волков Е. Б.,
Казаков Ю. М., 2018
©Уральский государственный горный университет, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. СТАТИКА 4
1.1. Основные понятия статики 4
1.2. Система сходящихся сил. Условия равновесия 9
1.3. Произвольная плоская система сил 16
1.4. Равновесие систем тел 26
1.5. Произвольная пространственная система сил 34
1.6. Равновесие тел при наличии сил трения 44
2. КИНЕМАТИКА ТОЧКИ И ТВЁРДОГО ТЕЛА 55
2.1. Криволинейное движение точки 55
2.2. Поступательное движение и вращение твердого тела 62
вокруг неподвижной оси 62
2.3. Скорости точек при плоскопараллельном движении твёрдого тела 73
2.4. Ускорения точек при плоскопараллельном движении твёрдого тела 84
3. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ 100
3.1. Основные понятия и определения сложного движения точки 100
4. ДИНАМИКА ТОЧКИ 114
4.1. Дифференциальные уравнения движения точки 114
4.2. Колебания материальной точки 124
4.3. Теорема об изменении кинетической энергии точки 134
5. ОБЩИЕ ТЕОРЕМЫ ДИНАМИКИ СИСТЕМЫ 146
5.1. Теорема о движении центра масс системы 146
5.2. Теорема об изменении кинетического момента системы
относительно оси 148
5.3. Теорема об изменении кинетической энергии системы 153
5.4. Применение общих теорем динамики системы к описанию
движений твёрдого тела 162
6. ПРИНЦИПЫ МЕХАНИКИ 177
6.1. Принцип Даламбера для системы 177
6.2. Принцип возможных перемещений 182
6.3. Общее уравнение динамики 189
6.4. Уравнения Лагранжа II рода 201
7. ОТВЕТЫ И КРАТКИЕ ПОЯСНЕНИЯ 220
7.1. Ответы к упражнениям главы 1 220
7.2. Ответы к упражнениям главы 2 226
7.3. Ответы к упражнениям главы 3 231
7.4. Ответы к упражнениям главы 4 233
7.5. Ответы к упражнениям главы 5 236
7.6. Ответы к упражнениям главы 6 241
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 249

1. СТАТИКА

1.1. Основные понятия статики

Статика представляет раздел теоретической механики, в котором освещаются условия равновесия тел под действием систем сил.

Материальной точкой называют простейшую модель материального тела, размерами которого можно пренебречь и которое можно принять за геометрическую точку, имеющую массу, равную массе тела. Совокупность материальных точек называется **системой материальных точек**. Если система материальных точек такова, что движение каждой точки зависит от положения и движения остальных точек системы, то система называется **механической системой материальных точек**. Любое материальное тело представляет собой механическую систему материальных точек. Если точки системы связаны между собой так, что расстояния между любыми двумя точками не изменяются, то система называется **неизменяемой системой**, а тело – **абсолютно твердым телом**.

Силой в механике называют меру механического действия одного материального объекта (например, твердого тела) на другой. Единицей измерения силы в системе СИ является ньютон (Н). Совокупность сил, действующих на механическую систему (в частности, на твёрдое тело), называют **системой сил.**

Если система сил, приложенная к твердому телу, оставляет его в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, то такая система сил называется **уравновешенной,** или **системой сил, эквивалентной нулю**.

Если одну систему сил, действующих на твердое тело или материальную точку, можно заменить другой системой, не изменяя при этом состояния покоя или движения, в котором находится тело или материальная точка, то такие две системы сил называются **эквивалентными**. Если система сил эквивалентна одной силе, то эта сила называется **равнодействующей** данной системы сил.

Основные виды связей и их реакции

Всякое твердое тело, которое может занимать произвольное положение в пространстве, называется свободным. Если на тело наложены внешние связи, стесняющие (ограничивающие) свободу его перемещений, то тело является несвободным. Сила, с которой данная связь действует на тело, препятствуя его перемещениям, называется **реакцией связи**. Всякое несвободное твердое тело можно рассматривать как свободное, если освободить тело от связей и заменить действие связей их реакциями. **Реакция связи направлена в сторону, противоположную тому направлению, вдоль которого связь препятствует перемещению тела.**

Опора тела на гладкую плоскость (поверхность) без трения. Реакция $\vec{R}$ абсолютно гладкой поверхности приложена в точке касания и направлена перпендикулярно к общей касательной соприкасающихся поверхностей (рис. 1.1, *a*). Такая реакция называется **нормальной реакцией**.

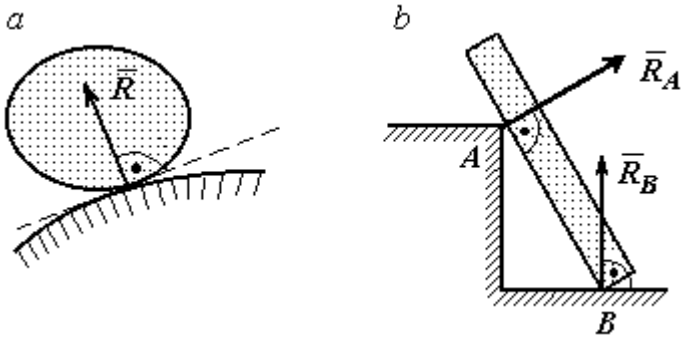


Рис. 1.1. Реакция опоры:

Брус с гладкой поверхностью (рис. 1.1, *b*), опирающийся в точке *B* на гладкий пол и в точке *A* на ребро (точечную опору), имеет реакциями опор $\vec{R}_B$ – реакцию пола и $\vec{R}_A$ – реакцию ребра (точечной опоры). Реакции приложены к брусу и направлены по нормалям к поверхности пола и поверхности бруса.

Цилиндрический шарнир и подвижная опора (каток). Цилиндрический шарнир (на рис. 1.2, *a* обозначен буквой *A*) представляет собой устройство, которое допускает поворот тела в плоскости, перпендикулярной оси шарнира (например, цилиндрическая втулка, надетая на неподвижный цилиндр).

Реакция цилиндрического шарнира $\vec{R}_A$ лежит в плоскости, перпендикулярной оси шарнира. При решении задач неизвестную по величине и направлению реакцию цилиндрического шарнира представляют в виде составляющих, $\vec{X}_A$, $\vec{Y}_A$, направленных вдоль координатных осей (см. рис. 1.2, *a*). Величина реакции $\vec{R}_A$ определяется по формуле: $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2}$, где $\vec{X}_A$, $\vec{Y}_A$ – составляющие реакции.

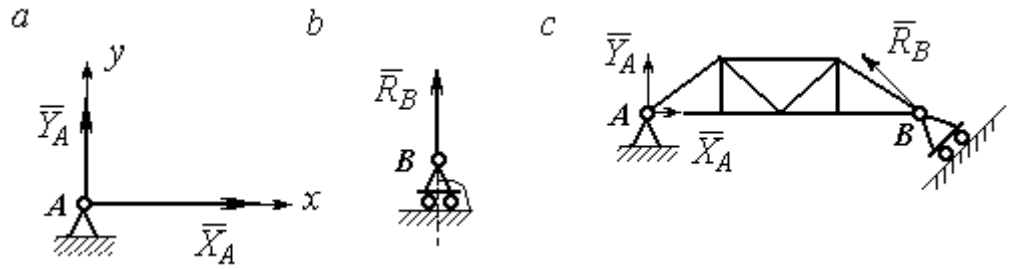


Рис. 1.2. Реакции шарнирных опор:
a – цилиндрический шарнир; *b* – каток; *c* – мостовая конструкция с цилиндрической шарнирной опорой и опорой на каток

Реакция $\vec{R}_B$ опоры на каток (подвижной опоры) (рис. 1.2, *b*) перпендикулярна опорной поверхности.

На рис. 1.2, *c* показаны реакции связей мостовой конструкции с цилиндрической шарнирной опорой и подвижной опорой (катком). Реакция цилиндрического шарнира в точке *A* изображена в виде разложения на взаимно перпендикулярные составляющие $\vec{X}_A$, $\vec{Y}_A$, реакция $\vec{R}_B$ катка в точке *B* перпендикулярна наклонной плоскости, на которой стоит каток.

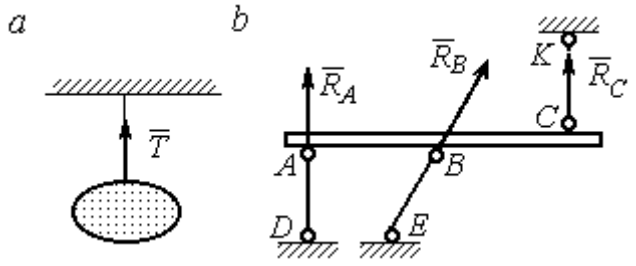


Рис. 1.3. Реакция гибкой нити и невесомого стержня

Гибкая связь и жесткий невесомый стержень. Связь в виде гибкой нерастяжимой нити (каната, троса) препятствует удалению тела от точки подвеса. (рис. 1.3, *a*). Реакция связи $\vec{T}$,

равная натяжению нити, приложена к телу и направлена вдоль нити в сторону противоположную направлению, вдоль которого нить препятствует перемещению тела

Если опорой тела служит невесомый стержень с шарнирами на концах, то реакция прямолинейного стержня приложена к телу и направлена вдоль стержня. Направление реакции стержня противоположно направлению, по которому стержень препятствует перемещению тела.

Реакции невесомых стержней, удерживающих балку, изображённую на рис. 1.3, *b*, направлены исходя из предположения, что балка может перемещаться вниз. При этом стержни *AD* и *BE* сжаты, а стержень *CK* растянут.

Сферический шарнир. Связь в виде сферического шарнира не позволяет перемещать тело в пространстве, но допускает поворот в пространстве вокруг неподвижной точки. Реакция сферического шарнира может иметь любое направление в пространстве. При решении задач реакцию изображают ее составляющими. На рис. 1.4 реакция $\vec{R}_A$ сферического шарнира A разложена на составляющие $\vec{X}_A, \vec{Y}_A, \vec{Z}_A$ по направлениям координатных осей. Величина реакции сферического шарнира определяется по формуле: $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2 + Z_A^2}$.

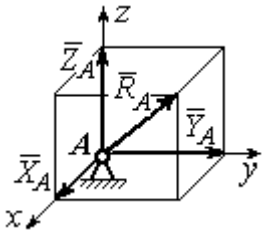


Рис. 1.4. Реакция сферического шарнира

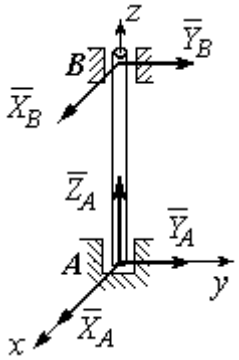


Рис. 1.5. Реакции подшипника и подпятника

Подшипник и подпятник. Подшипник представляет собой цилиндрический шарнир (рис. 1.5, подшипник *B*). Его реакция может иметь любое направление в плоскости, перпендикулярной оси шарнира. При решении задач реакция подшипника раскладывается на две составляющие. Например, на рис. 1.5 реакция $\vec{R}_B$ подшип-

ника *B* разложена на составляющие $\vec{X}_B, \vec{Y}_B$, параллельные координатным осям. Величина реакции подшипника определяется по формуле: $R_B = \sqrt{X_B^2 + Y_B^2}$.

Подпятник является цилиндрическим шарниром с упором. В задачах реакция подпятника обычно изображается векторами $\vec{X}_A, \vec{Y}_A, \vec{Z}_A$, представляющими разложение силы реакции подпятника по заданным направлениям координатных осей (см. рис. 1.5, подпятник *A*). Величина реакции подпятника определяется по формуле: $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2 + Z_A^2}$.

Проекция силы на ось и на плоскость

Проекция силы на ось есть алгебраическая величина, равная произведению модуля силы на косинус угла между силой и положительным направлением оси. Если этот угол острый, проекция положительна, если тупой – отрицательна. Если сила перпендикулярна оси, её проекция на ось равна нулю.

Проекции сил $\vec{F}$, $\vec{Q}$, $\vec{P}$, изображённых на рис. 1.6, *a*, на ось *x*: $F_x = F\cos\alpha$, $Q_x = Q\cos\alpha_1 = -Q\cos\varphi$, $P_x = P\cos 90^\circ = 0$.

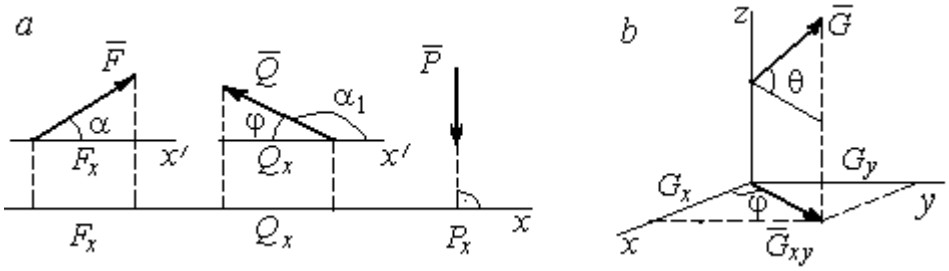


Рис. 1.6. Проекция силы на ось и на плоскость:
a – проекция силы на ось; *b* – проекция силы на плоскость

Проекцией силы на плоскость называется вектор, заключённый между проекциями начала и конца силы $\vec{G}$ на эту плоскость.

На рис. 1.6, *b* вектор $\vec{G}_{xy}$ является проекцией силы $\vec{G}$ на плоскость *xy*. По величине $G_{xy} = G\cos\theta$, где θ – угол между направлением силы $\vec{G}$ и её проек-

ции $\vec{G}_{xy}$. Проекции силы $\vec{G}$ на оси xyz: $G_x = G_{xy}\cos\varphi = G\cos\theta\cos\varphi$, $G_y = G_{xy}\sin\varphi = G\cos\theta\sin\varphi$, $G_z = G\sin\theta$.

1.2. Система сходящихся сил. Условия равновесия

Для равновесия **пространственной системы сходящихся сил** необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех сил на каждую из трёх осей прямоугольной системы координат были равны нулю:

$$\sum F_{kx} = 0,\ \sum F_{ky} = 0,\ \sum F_{kz} = 0,$$

где F_{kx}, F_{ky}, F_{kz} – проекции всех сил на координатные оси.

Для равновесия **плоской системы сходящихся сил** необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех сил на каждую из двух осей прямоугольной системы координат, расположенной в плоскости действия сил, были равны нулю: $\sum F_{kx} = 0$, $\sum F_{ky} = 0$, где F_{kx}, F_{ky} – проекции всех сил на координатные оси.

Примеры решения задач на равновесие сходящейся системы сил

Задача 1. Каток весом 20 кН удерживается на гладкой наклонной плоскости тросом, который одним концом закреплён на поверхности шара, а другим – на вертикальной стене (рис. 1.7). Угол наклона троса к вертикальной стене $\beta = 120°$. Угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 45°$. Определить силу давления катка на плоскость и натяжение троса.

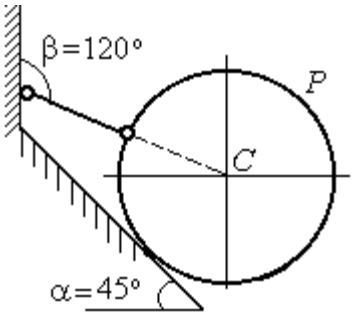


Рис. 1.7. Равновесие шара

Решение

При равновесии на каток действуют сила тяжести $\vec{P}$, реакция троса $\vec{N}$ и реакция опоры $\vec{R}$. Линии действия всех сил находятся в одной плоскости и пересекаются в центре шара. Направления реакций показаны на рис. 1.8.

Условия равновесия плоской сходящейся системы сил:

$$\sum F_{kx} = 0,\ \sum F_{ky} = 0.$$

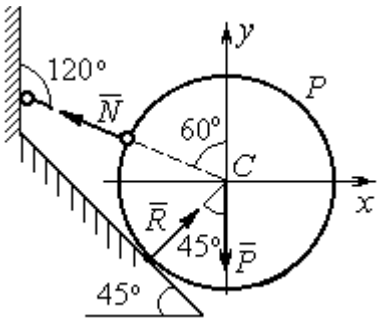


Рис. 1.8. Силы, действующие на каток, при его равновесии

Проведя оси координат, как показано на рис. 1.8, выразим условия равновесия в виде системы уравнений:

$$\sum F_{kx} = -N\cos 30^\circ + R\cos 45^\circ = 0;$$

$$\sum F_{ky} = N\cos 60^\circ + R\cos 45^\circ - P = 0.$$

Подставляя в уравнения исходные данные задачи, найдем: $N = 14{,}64$ кН, $R = 17{,}93$ кН.

Натяжение троса равно модулю его реакции. Сила давления катка на плоскость равна реакции опоры гладкой плоскости, но направлена в противоположную сторону.

Задача 2. Кронштейн состоит из невесомых стержней *AC* и *BC*, скрепленных друг с другом и с вертикальной стеной шарнирами, как показано на рис. 1.9. Стержень *BC* горизонтален, стержень *AC* составляет с горизонталью угол $\beta = 60^\circ$. К шарниру *C* прикреплены два троса, удерживающие грузы 1 и 2 весом $G_1 = 10$ кН и $G_2 = 12$ кН. Трос, удерживающий груз 1, вертикален, а другой перекинут через блок *D* так, что угол наклона участка троса *CD* к вертикали $\alpha = 60^\circ$. Определить реакции стержней *BC* и *AC*.

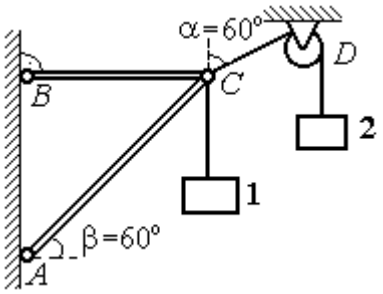


Рис. 1.9. Равновесие кронштейна

Решение

Рассмотрим равновесие узла *C*, в котором закреплены стержни и тросы. На узел *C* действуют реакции $\vec{T}_1$ и $\vec{T}_2$ тросов, натянутых грузами 1 и 2, и реакции $\vec{N}_1$ и $\vec{N}_2$ стержней *BC* и *AC* (рис. 1.10). Модули реакций тросов $\vec{T}_1$ и $\vec{T}_2$ равны весу грузов: $T_1 = G_1$, $T_2 = G_2$.

Плоская система сил ($\vec{T}_1$, $\vec{T}_2$, $\vec{N}_1$, $\vec{N}_2$) является сходящейся. Условия равновесия: $\sum F_{kx} = 0$, $\sum F_{ky} = 0$. Проведя оси координат xCy, как показано на рис. 1.10, и определяя проекции сил на оси, получим систему уравнений:

$$N_1 + N_2\cos 60^\circ - T_2\cos 30^\circ = 0;$$

$$N_2\cos 30^\circ + T_1 - T_2\cos 60^\circ = 0.$$

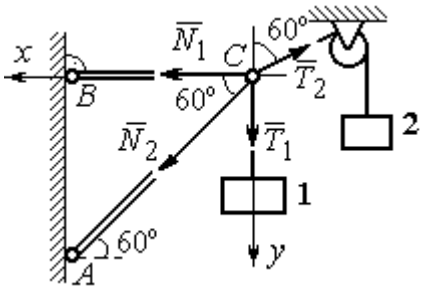


Рис. 1.10. Силы, действующие на узел *C* при его равновесии

Подставим в уравнения исходные данные задачи. С учётом того, что $T_1 = G_1 = 10$ кН, $T_2 = G_2 = 12$ кН, найдём значения реакций: $N_1 = 12{,}7$ кН, $N_2 = -4{,}62$ кН. Отрицательная величина N_2 означает, что вектор $\vec{N}_2$ реакции стержня *AC* направлен в противоположную сторону.

Задача 3. Груз весом $P = 20$ кН поднимается стержневым краном *ABC* посредством каната, перекинутого через блоки *B* и *D* (рис. 1.11). Блок *B* установлен в месте шарнирного соединения невесомых стержней *AB* и *BC*, блок *D* укреплён так, что участок троса *DB* составляет с вертикалью угол $\beta = 60^\circ$. Стержни *AB* и *BC* соединены со стенками шарнирами. Конец троса, несущий груз *P*, переброшен через блок *E* и на отрезке *BE* составляет с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$. Пренебрегая трением в блоке и размерами блока *B*, определить усилия в стержнях *AB* и *BC* при равновесии груза.

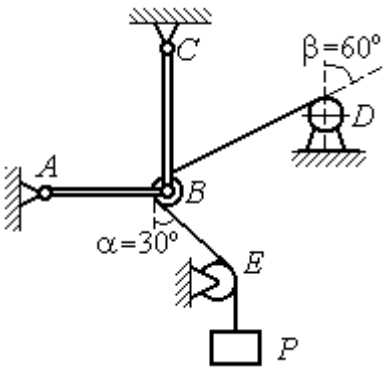


Рис. 1.11. Равновесие стержневой конструкции

Решение

Рассмотрим равновесие блока *B* вместе с отрезками нити *BE* и *BD*. Освободим блок *B* от связей и заменим их реакциями.

Рассматривая блок и отрезок нити как одно целое, можно не учитывать силы взаимного давления нити и блока. На блок действует реакция $\vec{T}$ нити *BD*, приложенная в точке *D*, численно равная весу груза *P*, реакция $\vec{T}'$ нити *BE*, приложенная в точке *E* и также численно равная весу груза *P* и реакции стержней $\vec{N}_1$, $\vec{N}_2$ (см. рис. 1.12).

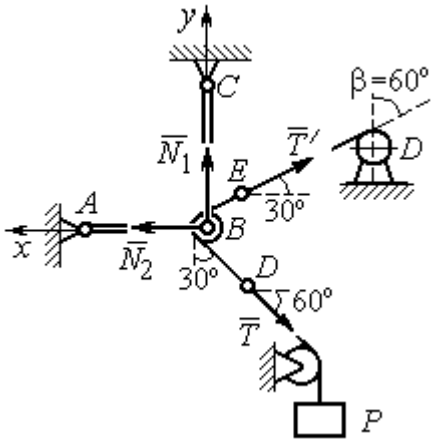


Рис. 1.12. Силы, действующие на блок *B*, при его равновесии

Пренебрегая размерами блока, можно считать систему сил сходящейся. Проведём координатные оси, как показано на рис. 1.12, и выразим условия равновесия плоской сходящейся системы сил в виде системы уравнений:

$$\sum F_{kx} = N_2 - T'\cos 30^\circ - T\cos 60^\circ = 0;\ \sum F_{ky} = N_1 + T'\cos 60^\circ - T\cos 30^\circ = 0.$$

Решая полученную систему уравнений с учётом, что $T' = T = P$ = 20 кН, получим: N_1 = 7,32 кН, N_2 = 27,32 кН.

Задача 4. Шахта ориентируется в вертикальной плоскости с помощью несвободного проволочного отвеса *CBDP*, натянутого грузом весом *P* = 50 Н (рис. 1.13).

Определить натяжения частей отвеса *CB*, *BD*, *DP* и натяжения оттяжек *BA* и *DE*, если угол отклонения оттяжки *BC* от горизонтали $\alpha = 60^\circ$, а отклонение средней части отвеса *BD* от вертикали $\beta = 4^\circ$. Весом проволоки отвеса пренебречь.

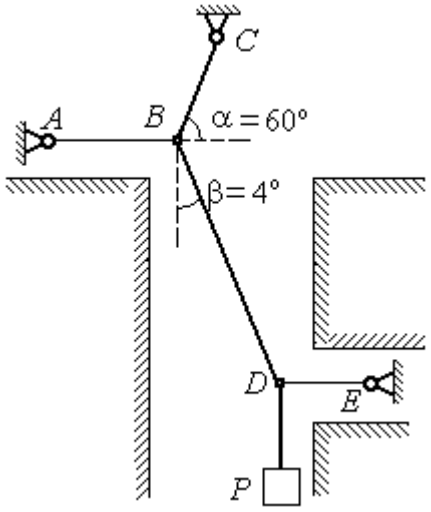


Рис. 1.13. Схема отвеса

Решение

Рассмотрим равновесие узла *D*, в котором сходятся три силы – реакция $\vec{S}$ средней части отвеса, реакция $\vec{T}_E$ оттяжки *DE* и реакция $\vec{T}_P$ отвеса на участке

DP, равная весу груза $T_P = P$ (рис. 1.14). Выберем оси координат *xDy*, как показано на рис. 1.14, и составим уравнения равновесия узла *D:*

$$\sum F_{kx} = S\cos 86^\circ - T_E = 0\,; \;\; \sum F_{ky} = S\cos 4^\circ - T_P = 0\,.$$

Из второго уравнения с учётом, что натяжение отвеса на участке *DP* $T_P = P =$ 50 Н, находим натяжение S на среднем участке отвеса: $S = \dfrac{T_P}{\cos 4^\circ} = 50{,}12$ Н. Из первого уравнения находим натяжение $T_E = S\cos 86^\circ = 3{,}49$ Н.

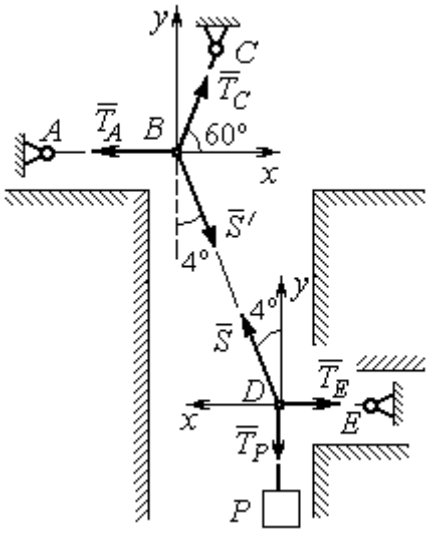


Рис.1.14. Силы, действующие в узлах *B* и *D* при равновесии отвеса

Теперь рассмотрим равновесие узла *B*, на который действуют реакция $\vec{T}_A$ оттяжки *BA*, реакция $\vec{T}_C$ верхней части отвеса *BC* и реакция $\vec{S}'$ средней части отвеса. Вектор силы $\vec{S}'$ противоположен направлению вектора $\vec{S}$: $\vec{S}' = -\vec{S}$, а численно (по принципу равенства действия и противодействия) они равны $S' = S$ (см. рис. 1.14). Выберем оси координат *xBy*, как показано на рис. 1.14, и составим уравнения равновесия узла *B:*

$$\sum F_{kx} = T_C\cos 60^\circ + S'\cos 86^\circ - T_A = 0\,; \quad \sum F_{ky} = T_C\cos 30^\circ - S'\cos 4^\circ = 0\,.$$

Находим натяжение отвеса на верхнем участке *BC* и натяжение T_A оттяжки *BA*: $T_C = \dfrac{S'\cos 4^\circ}{\cos 30^\circ} = 57{,}73$ Н; $T_A = T_C\cos 60^\circ + S'\cos 86^\circ = 32{,}36$ Н.

Задача 5. Груз *P* = 20 кН удерживается двумя стержнями *AC*, *AD* одинаковой длины и цепью *AB*, скреплённых в точке *A*, так, что плоскость треугольника *ADC* горизонтальна (рис. 1.15). Цепь *BA* отклонена от вертикальной стены на угол $\beta = 60^\circ$ и расстояние *CE* = *ED.* Трос закреплён одним концом в точке *A*, а другой его конец, несущий груз, переброшен через блок *K* так, что отрезок

троса AK находится в плоскости, параллельной плоскости стены, и составляет с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. Крепления стержней шарнирные. Углы у оснований стержней $\angle DCA = \angle CDA = 60^\circ$. Определить реакции стержней и натяжение цепи. Весами стержней пренебречь.

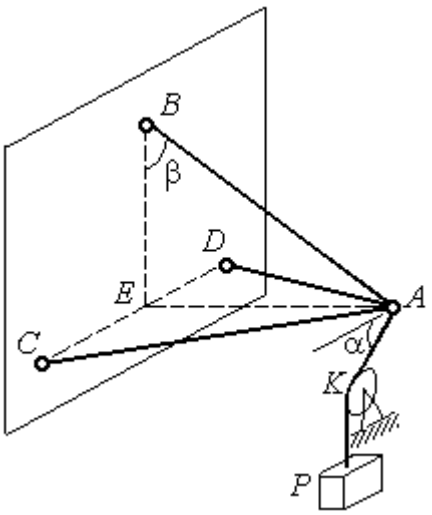


Рис. 1.15. Конструкция пространственного кронштейна

Решение

Рассмотрим равновесие узла A. Освобождаем узел от связей, заменяя действие связей реакциями. Реакции стержней $\vec{S}_D$ и $\vec{S}_C$ направлены по стержням, реакция цепи $\vec{S}_B$ направлена вдоль линии натянутой цепи (рис. 1.16). Реакция троса $\vec{T}$ направлена вдоль троса по линии AK и численно равна весу груза: $T = P$. Направления реакций выбраны в предположении, что стержни и цепь растянуты.

Выберем систему координат, как показано на рис. 1.16. На узел A действует пространственная сходящаяся система сил.

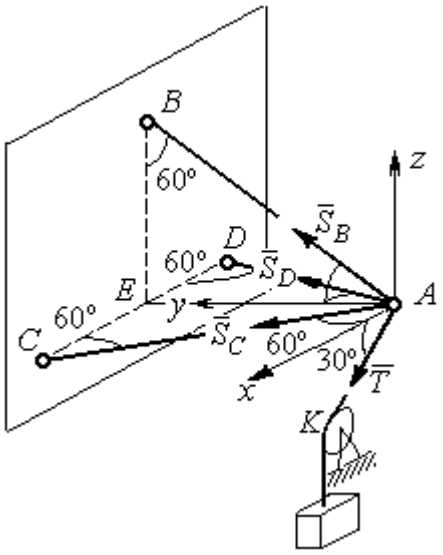


Рис. 1.16. Силы, действующие на узел A, при его равновесии

Условия равновесия пространственной сходящейся системы сил $\sum F_{kx} = 0$, $\sum F_{ky} = 0$, $\sum F_{kz} = 0$, где F_{kx}, F_{ky}, F_{kz} – проекции всех сил на координатные оси. Составляем уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = S_C \cos 60^\circ - S_D \cos 60^\circ + T \cos 30^\circ = 0;$$

$$\sum F_{ky} = S_C \cos 30^\circ + S_D \cos 30^\circ + S_B \cos 30^\circ = 0; \quad \sum F_{kz} = S_B \cos 60^\circ - T \cos 60^\circ = 0.$$

Решая эту систему, находим $S_B = T = P = 20$ кН; $S_C = -27{,}32$ кН; $S_D = 7{,}32$ кН. Знак минус величины S_C показывает, что реакция стержня AC имеет обратное направление. Натяжение цепи равно модулю реакции $\vec{S}_B$.

Задача 6. Подъёмное устройство (рис. 1.17) состоит из двух стержневых опор DB и DA и растяжки DC, соединённых в точке D. В точке D к устройству прикреплена вертикальная нить, удерживающая груз весом $P = 50$ кН.

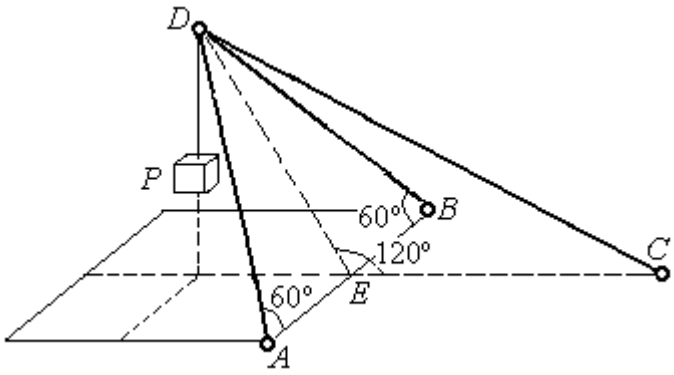


Рис. 1.17. Конструкция подъёмного устройства

Определить реакцию стержневых опор и усилие в растяжке подъёмного устройства, если крепления стержней шарнирные, угол $\angle DEC = 120^\circ$, $AE = EB$, $DE = EC$, а углы в основании опор $\angle DAB = \angle DBA = 60^\circ$.

Решение

Рассматриваем равновесие узла D. Освобождаем узел от связей, заменяя действие связей реакциями. Реакции стержней $\vec{S}_A$, $\vec{S}_B$, $\vec{S}_C$ направлены по стержням, реакция нити $\vec{T}$, численно равная весу тела, направлена вдоль нити (рис. 1.18). Направление реакций выбрано в предположении, что все стержни растянуты.

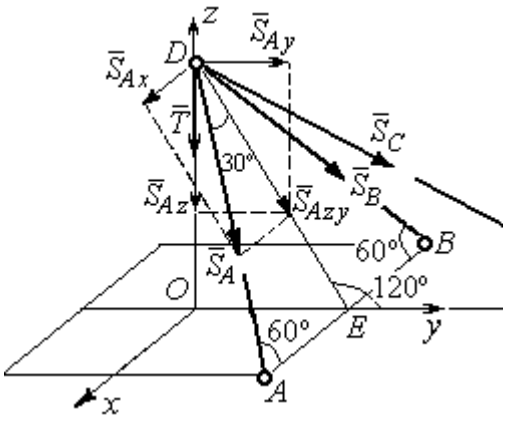


Рис. 1.18. Силы, действующие на узел D, при его равновесии

На узел D действует пространственная сходящаяся система сил. Выберем систему координат $Oxyz$, как показано на рис. 1.18, и составим уравнения равновесия. Заметим, что при определении проекции си-

лы $\vec{S}_A$ на оси координат следует вначале получить её проекции $\vec{S}_{Ax}$ на ось Ox и $\vec{S}_{Azy}$ – на плоскость Oyz, а затем найти проекции силы $\vec{S}_{Azy}$ на оси Oy и Oz. На рис. 1.18 показана последовательность вычисления проекций силы $\vec{S}_A$ на оси координат: $S_{Ax} = S_A\cos60^\circ$, $S_{Ay} = S_{Azy}\cos60^\circ = S_A\cos30^\circ\cos60^\circ$, $S_{Az} = -S_{Azy}\cos30^\circ = -S_A\cos^2 30^\circ$. Определение проекций силы $\vec{S}_B$ производится аналогично. Сила $\vec{S}_C$ расположена в плоскости Oyz и имеет своими проекциями $S_{Cy} = S_C\cos30^\circ$, $S_{Cz} = -S_C\cos60^\circ$. В результате уравнения равновесия узла D принимают вид

$$\sum F_{ky} = S_A\cos30^\circ\cos60^\circ + S_B\cos30^\circ\cos60^\circ + S_C\cos30^\circ = 0;$$

$$\sum F_{kx} = S_A\cos60^\circ - S_B\cos60^\circ = 0;$$

$$\sum F_{kz} = -S_A\cos^2 30^\circ - S_B\cos^2 30^\circ - S_C\cos60^\circ - T = 0.$$

Решая систему, получим: $S_A = S_B = -50$ кН, $S_C = 50$ кН.

Отрицательные значения S_A и S_B означают, что реакций стержней AD и DB направлены в противоположную сторону. В результате стержни AD и DB сжаты, а стержень DC растянут.

1.3. Произвольная плоская система сил

Система сил, расположенных в одной плоскости, называется **плоской системой сил.**

Алгебраическим моментом $M_O(\vec{F})$ силы $\vec{F}$ относительно центра O, или просто **моментом силы** $\vec{F}$ относительно центра, называют взятое с соответствующим знаком произведение модуля силы $\vec{F}$ и кратчайшего расстояния h от центра до линии действия силы (рис. 1.19, *а*): $M_O(\vec{F}) = \pm Fh$. Величину h называют **плечом силы.** Единица измерения момента – Н·м. Момент считается положительным, если сила $\vec{F}$ стремится повернуть тело вокруг центра в

направлении против хода часовой стрелки, и отрицательным – в обратном случае.

На рис. 1.19, *b* показаны знаки моментов сил $\vec{F}$ и $\vec{Q}$ относительно центра *O*: $M_O(\vec{F}) = +Fh_2$, $M_O(\vec{Q}) = -Qh_1$. Момент силы $\vec{R}$ относительно центра *O* равен нулю: $M_O(\vec{R}) = 0$, так как плечо силы равно нулю.

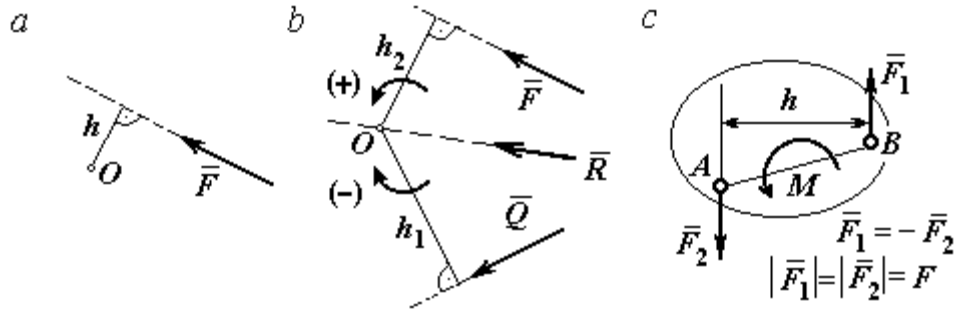


Рис. 1.19. Схемы к вычислению момента силы:
a, *b* – момент силы относительно центра; *c* – момент пары сил

Парой сил, или просто парой (рис.1.19, *c*), называют систему двух равных по модулю сил, параллельных, направленных в противоположные стороны и не лежащих на одной прямой. **Плечом пары** называют кратчайшее расстояние между линиями действия ее сил. Алгебраическим моментом пары сил, или **моментом пары,** называют взятое со знаком плюс или минус произведение модуля одной из сил пары и плеча пары. Правило знаков такое же, как и для момента силы. Пара сил, показанная на рис. 1.19, *c*, имеет плечо *h* и момент *M*: $M = F_1 h = F_2 h$. Поскольку пара сил характеризуется только ее моментом, на схемах пару часто изображают дуговой стрелкой, показывающей направление поворота твердого тела под действием пары (см. *M* на рис. 1.19, *c*).

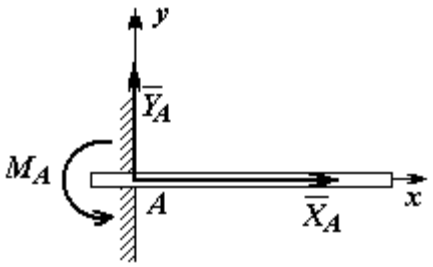


Рис. 1.20. Реакция жесткой заделки

Жесткая заделка. Такая связь (рис. 1.20) препятствует не только линейным перемещениям тела, но и повороту. Реакция жесткой заделки состоит из силы

реакции $\vec{R}_A$ и пары сил с моментом M_A. Силу реакции жесткой заделки $\vec{R}_A$ изображают ее составляющими $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$, направленными вдоль координатных осей (см. рис. 1.20). Величина силы реакции $\vec{R}_A$ определяется по формуле: $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2}$.

При вычислении моментов сил часто применяют **теорему Вариньона** о том, что момент равнодействующей системы сил относительно любого центра равен сумме моментов всех сил этой системы относительно того же центра. На рис. 1.21 показана схема применения теоремы Вариньона. Силу $\vec{F}$ раскладываем на составляющие $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, направленные вдоль координатных осей так, что имеет место равенство $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$. Численно составляющие $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$ равны проекциям силы $\vec{F}$ на координатные оси: $F_1 = F\cos\alpha$, $F_2 = F\sin\alpha$. Для каждой из составляющих находим плечи h_1 и h_2 относительно центра *O*. Тогда (с учётом знаков) момент силы $\vec{F}$ относительно центра *O*: $M_O(\vec{F}) = M_O(\vec{F}_1) + M_O(\vec{F}_2) = F_1 h_1 + F_2 h_2$.

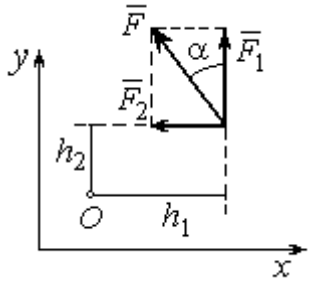


Рис.1.21. Применение теоремы Вариньона

Распределённая нагрузка. Силы, приложенные непрерывно вдоль некоторой поверхности, называются **распределенными**. Распределённая нагрузка характеризуется интенсивностью *q*. Интенсивность нагрузки, равномерно распределённой вдоль прямой, измеряется в Н/м. На рис. 1.22 приведена плоская система сил, равномерно распределённых вдоль прямой. Равнодействующая $\vec{Q}$ сил, равномерно распределённых вдоль прямой, приложена в середине отрезка действия распределённой нагрузки и по модулю равна про-

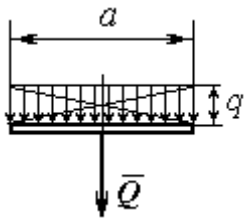


Рис. 1.22. Нагрузка, равномерно распределённая по прямой

изведению интенсивности нагрузки на длину её действия: $Q = qa$, где a – длина отрезка действия распределённой нагрузки.

Основная форма условий равновесия плоской системы сил. Для равновесия плоской системы сил необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех сил на каждую из двух осей прямоугольной системы координат, расположенной в плоскости действия сил, были равны нулю и сумма моментов сил относительно любого центра, находящегося в плоскости действия сил, была равна нулю:

$$\sum F_{kx} = 0, \ \sum F_{ky} = 0, \ \sum M_A(\vec{F}_k) = 0,$$

где F_{kx}, F_{ky} – проекции всех сил на координатные оси; $M_A(\vec{F}_k)$ – моменты всех сил относительно произвольно выбранного центра A.

Примеры решения задач на равновесие произвольной плоской системы сил

Задача 7. Однородная балка *AB* весом *P* = 100 кН прикреплена к стене шарниром *A* (рис.1.23). Балка удерживается под углом 60° к вертикали при помощи троса, прикреплённого к балке в точке *B*, перекинутого через блок *D* и несущего груз *Q*. Участок троса *DB* образует с вертикалью угол 30°. В точке *C* к балке подвешен груз *G* весом *G* = 200 кН. Определить вес груза *Q*, удерживающий балку в равновесии, и реакцию шарнира *A*, пренебрегая трением в блоке, если расстояние $BC = 0{,}25BA$.

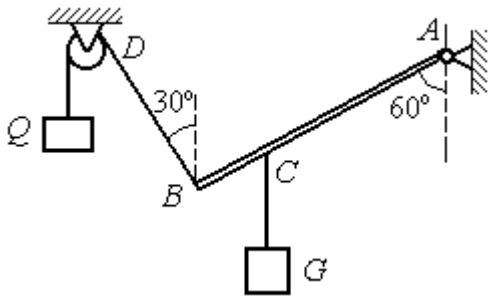


Рис. 1.23. Равновесие балки

Решение

Объектом равновесия является балка *AB*. На балку действуют сила тяжести $\vec{P}$, приложенная в середине отрезка *AB*, реакция шарнира *A*, представлен-

ная в виде двух составляющих $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$, направленных вдоль координатных осей, реакция $\vec{T}_1$ нити, удерживающей груз *Q*, и реакция $\vec{T}_2$ нити, удерживающей груз *G*. Направления сил и реакций связей показаны на рис. 1.24.

Силы – $\vec{T}_1$, $\vec{T}_2$, $\vec{P}$, $\vec{X}_A$, $\vec{Y}_A$, действующие на балку, составляют произвольную плоскую систему. Условия равновесия произвольной плоской системы сил:

$$\sum F_{kx} = 0\,;\ \sum F_{ky} = 0\,;\ \sum M_A(\vec{F}_k) = 0\,.$$

Выберем систему координат *xAy,* как показано на рис. 1.24.

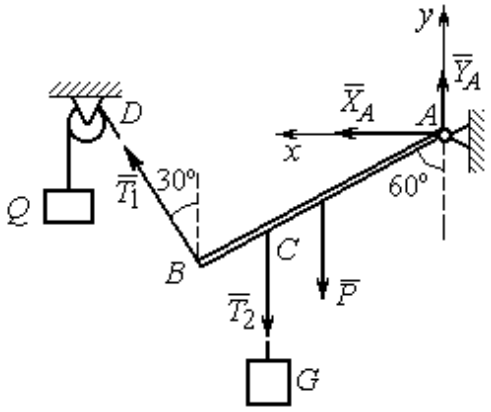


Рис. 1.24. Внешние силы и реакции связей при равновесии балки

Первые два уравнения равновесия имеют вид

$$\sum F_{kx} = X_A + T_1\cos 60^\circ = 0;$$

$$\sum F_{ky} = Y_A + T_1\cos 30^\circ - T_2 - P = 0.$$

Выберем центром точку *A* и будем вычислять моменты сил относительно этого центра. Обозначим (для удобства записи) длину $AB = \ell$. Условие равновесия балки в форме равенства нулю суммы моментов сил относительно центра *A* имеет вид

$$\sum M_A(\vec{F}_k) = -T_1\ell + T_2\frac{3}{4}\ell\cos 30^\circ + P\frac{1}{2}\ell\cos 30^\circ = 0.$$

Подставим данные из условия задачи, с учётом, что реакция нити, удерживающей груз *Q*, по модулю равна весу этого груза: $T_1 = Q$, а реакция нити, удерживающей груз *G*, численно равна весу груза *G*: $T_2 = G$.

Получим систему уравнений:

$$X_A + Q\cdot 0{,}5 = 0,\ \ Y_A + Q\cdot 0{,}866 - 300 = 0,\ \ -Q + 173{,}2 = 0.$$

Решая систему, найдём $Q = 173{,}2$ кН, $X_A = -86{,}6$ кН, $Y_A = 150{,}01$ кН.

Задача 8. Рама *ACE* (рис. 1.25, *a*) в точке *A* закреплена на цилиндрической шарнирной опоре, а в точке *B* поддерживается вертикальным невесомым стержнем *BK*. На раму действуют: пара сил с моментом $M = 8$ кН·м, сила $\vec{F}$, равная по модулю $F = 10$ кН, приложенная в точке *D* под углом 60° к раме, и равномерно распределенная на отрезке *AB* нагрузка интенсивностью $q = 2$ кН/м. В точке *E* под прямым углом к отрезку *CE* рамы прикреплен трос, перекинутый через блок и несущий груз $P = 20$ кН.

Пренебрегая весом балки, определить реакцию шарнира *A* и реакцию стержневой опоры *BK*, если $a = 2$ м.

Решение

Рассмотрим равновесие рамы *ACE*. Выбираем систему координат *xAy*, например, как показано на рис. 1.25, *b*.

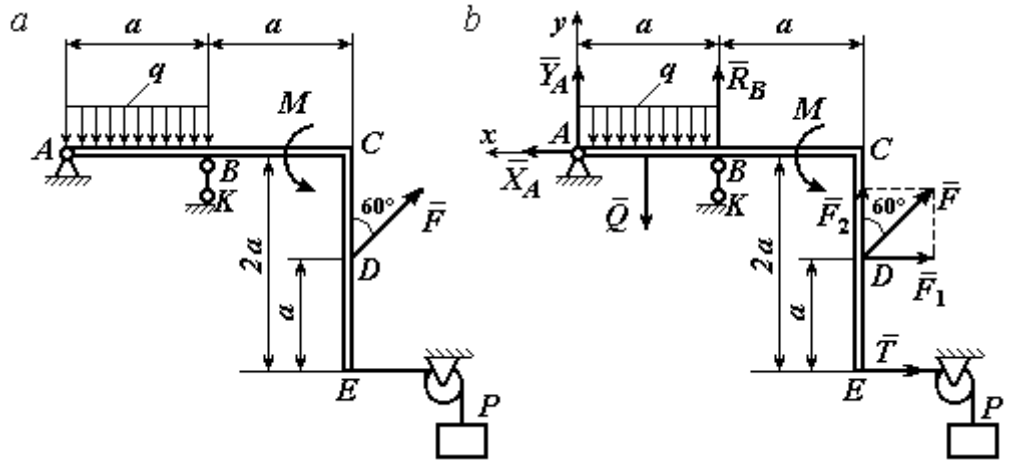


Рис. 1.25. Равновесие рамы:
a – конструкция и нагрузка рамы; *b* – внешние силы и реакции связей при равновесии рамы

Заменяем действие связей их реакциями. Изображаем реакцию $\vec{R}_A$ шарнира *A* двумя ее составляющими $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$, направленными, соответственно, вдоль горизонтальной оси *Ax* и вертикальной *Ay*. Реакция $\vec{R}_B$ невесомой стержневой опоры *BK* приложена в точке *B* и направлена вдоль стержня *BK*. Действие груза *P* на раму изображается реакцией троса $\vec{T}$, модуль которой ра-

вен весу груза $T = P$. Заменяем распределенную нагрузку её равнодействующей $\vec{Q}$. Сила $\vec{Q}$ приложена в середине отрезка AB и численно равна: $Q = qa = 2 \cdot 2 = 4$ кН. На рис. 1.25, *b* показано направление внешних сил и реакций при равновесии рамы. Направление реакции стержневой опоры *BK* выбрано в предположении, что стержень сжимается.

При равновесии рамы *ACE* действующие на неё силы составляют уравновешенную произвольную плоскую систему сил ($\vec{Q}, \vec{F}, \vec{X}_A, \vec{Y}_A, \vec{R}_B, \vec{T}, M$) ~ 0. Условия равновесия имеют вид $\sum F_{kx} = 0$; $\sum F_{ky} = 0$; $\sum M_A(\vec{F}_k) = 0$. Вычисляя проекции сил на оси *Ax*, *Ay*, первые два уравнения из условий равновесия получим в виде:

$$\sum F_{kx} = X_A - F\cos 30^\circ - T = 0; \quad \sum F_{ky} = Y_A - Q + R_B + F\cos 60^\circ = 0. \qquad (1.1)$$

При составлении третьего уравнения моменты сил будем вычислять относительно центра *A*. В этом случае линии действия сил $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$, составляющих реакцию шарнира *A*, проходят через центр *A*, плечи сил равны нулю, и, следовательно, моменты этих сил относительно данного центра равны нулю: $M_A(\vec{X}_A) = 0$, $M_A(\vec{Y}_A) = 0$.

При определении момента силы $\vec{F}$ удобнее воспользоваться теоремой Вариньона. С этой целью представим вектор силы $\vec{F}$ как равнодействующую двух сил $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$, параллельных осям *Ax* и *Ay*: $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ (см. рис. 1.25, *b*). Величины сил $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$ определяются как проекции силы *F* на оси координат: $F_1 = F\cos 30^\circ$, $F_2 = F\cos 60^\circ$. По теореме Вариньона момент силы $\vec{F}$ относительно центра *A* равен сумме моментов сил $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$ относительно того же центра *A*: $M_A(\vec{F}) = M_A(\vec{F}_1) + M_A(\vec{F}_2) = F_1 \cdot a + F_2 \cdot 2a$.

В результате уравнение равновесия в форме моментов имеет вид

$$\sum M_A(\vec{F}_k) = -Q \cdot 0{,}5a + R_B a + M + F\cos 60^\circ \cdot 2a + F\cos 30^\circ \cdot a + T2a = 0. \qquad (1.2)$$

Подставляя в уравнения равновесия (1.1), (1.2) численные значения из условий задачи, получим систему уравнений относительно неизвестных X_A, Y_A, R_B. Решая эту систему, найдем: X_A= 28,66 кН; Y_A= 59,66 кН; R_B = – 60,66 кН.

Отрицательное значение величины R_B означает, что фактическое направление реакции $\vec{R}_B$ стержневой опоры BK противоположно направлению, показанному на рис. 1.25, *b*, т. е. стержень BK растягивается. Реакция шарнирной опоры *A* – сила $\vec{R}_A$ – находится как геометрическая (векторная) сумма сил $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$. Величина реакции $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} = \sqrt{28{,}66^2 + 59{,}66^2} = 66{,}18$ кН.

Задача 9. Прямоугольная рама *ABCED* (рис. 1.26) в точке *A* закреплена жёсткой заделкой. В точке *E* к раме прикреплена нить, составляющая угол 60º к горизонту. Другой конец нити, переброшенный через невесомый блок, несёт груз весом *P* = 15 кН. На раму действуют: пара сил с моментом M = 12 кН·м, сила $\vec{F}$, равная по модулю *F* = 10 кН, приложенная в точке *C* под углом 30° к горизонтальному участку рамы *BE*, и равномерно распределенная на отрезке *BC* нагрузка интенсивностью *q* = 2 кН/м. В точке *D* под углом 60° к горизонту на раму действует сила $\vec{G}$, численно равная 20 кН.

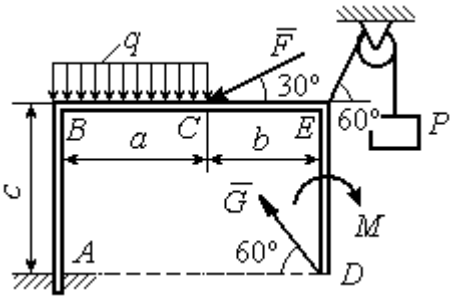


Рис. 1.26. Конструкция рамы

Пренебрегая весом рамы, определить реакцию жесткой заделки в точке *A*, если размеры рамы: *a* = 2 м, *b* = 1 м, *c* = 5 м.

Решение

Объектом равновесия является рама *ABCED.* Связями в данной конструкции являются жесткая заделка рамы в точке *A* и нить, натянутая грузом *P.* Заменяем действие связей их реакциями. Изображаем реакцию жесткой заделки в точке *A* в виде силы, которую представим двумя ее составляющими $-\vec{X}_A$ и

$\vec{Y}_A$, и парой сил с моментом M_A (рис. 1.27). Реакция нити $\vec{T}$, приложенная к раме в точке *E*, направлена вдоль нити и численно равна весу груза $T = P$. Заменяем распределенную нагрузку её равнодействующей $\vec{Q}$. Сила $\vec{Q}$ приложена в середине отрезка *AB* и численно равна: $Q = qa = 4$ кН.

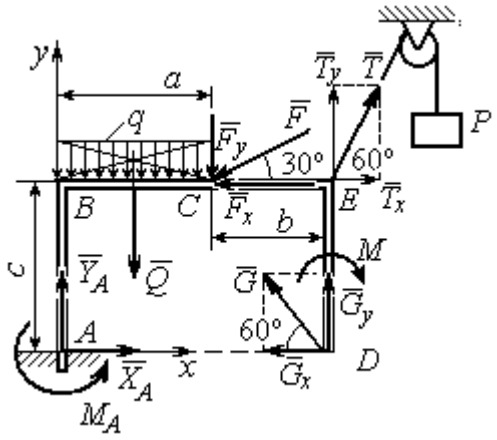


Рис. 1.27. Внешние силы и реакции связей при равновесии рамы

Действующие на раму силы составляют уравновешенную произвольную плоскую систему сил: $(\vec{Q}, \vec{F}, \vec{X}_A, \vec{Y}_A, \vec{G}, \vec{T}, M) \sim 0$. Условия равновесия для такой системы сил: $\sum F_{kx} = 0$; $\sum F_{ky} = 0$; $\sum M_A(\vec{F}_k) = 0$.

Выбираем систему координат *xAy*, например, как показано на рис. 1.27, и составляем уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = X_A - F\cos 30^\circ + T\cos 60^\circ - G\cos 60^\circ = 0; \quad (3)$$

$$\sum F_{ky} = Y_A - Q - F\cos 60^\circ + T\cos 30^\circ + G\cos 30^\circ = 0. \quad (4)$$

Моменты сил будем вычислять относительно центра *A*. В этом случае моменты сил $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$ равны нулю: $M_A(\vec{X}_A) = 0$; $M_A(\vec{Y}_A) = 0$.

При определении момента силы $\vec{F}$ удобно воспользоваться теоремой Вариньона. С этой целью представим вектор силы $\vec{F}$ как равнодействующую двух сил $\vec{F}_x$ и $\vec{F}_y$, параллельных осям *Ax* и *Ay*: $\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y$ (см. рис. 1.27). Величины сил $\vec{F}_x$ и $\vec{F}_y$ определяются как проекции силы $\vec{F}$ на оси координат: $F_x = F\cos 30^\circ$, $F_y = F\cos 60^\circ$. Плечо вектора силы $\vec{F}_x$ относительно центра *A* равно *c* (как длина перпендикуляра, проведённого из центра *A* на линию действия силы $\vec{F}_x$), плечом силы $\vec{F}_y$ является расстояние *a*. По теореме Вариньона

момент силы $\vec{F}$ относительно центра A равен алгебраической сумме моментов сил $\vec{F}_x$ и $\vec{F}_y$ относительно того же центра:

$$M_A(\vec{F}) = M_A(\vec{F}_x) + M_A(\vec{F}_y) = F_x \cdot c - F_y \cdot a = F\cos 30^\circ \cdot c - F\cos 60^\circ \cdot a .$$

Аналогично вычисляем моменты сил $\vec{G}$ и $\vec{T}$: $M_A(\vec{G}) = G\cos 30^\circ \cdot (a+b)$; $M_A(\vec{T}) = -T\cos 60^\circ \cdot c + T\cos 30^\circ \cdot (a+b)$. В результате уравнение моментов имеет вид:

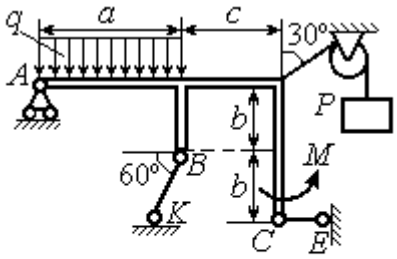
$$\sum M_A(\vec{F}_k) = F\cos 30^\circ \cdot c - F\cos 60^\circ \cdot a - T\cos 60^\circ \cdot c + T\cos 30^\circ \cdot (a+b) +$$

$$+ G\cos 30^\circ \cdot (a+b) - Q\frac{a}{2} - M + M_A = 0. \qquad (1.5)$$

Подставляя в уравнения равновесия (1.3) – (1.5) численные значения из условий задачи, получим систему уравнений относительно неизвестных X_A, Y_A, M_A, откуда найдём значения реакций: X_A= 11,16 кН; Y_A= –21,31 кН; M_A = –70,73 Н·м. Знаки показывают, что составляющая $\vec{Y}_A$ силы реакции жёсткой заделки и момент реакции M_A направлены в противоположную сторону. Величина силы реакции жесткой заделки $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2}$ = 24,05 кН.

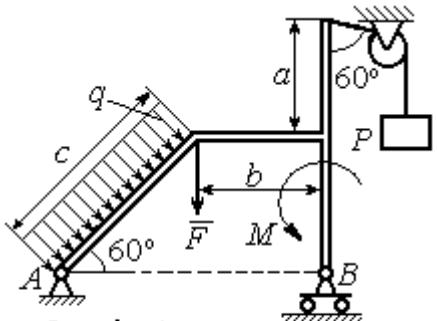
Упражнения

Упражнение 1.1



a = 3 м, b = 1 м, c = 2 м,
P = 15 кН, M = 3 кНм, q = 5 кН/м.
Найти реакцию стержней BK, CE
и реакцию шарнира A

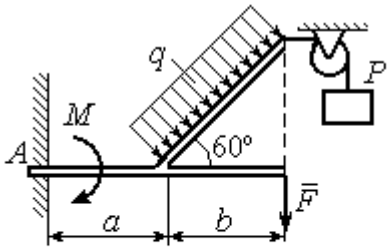
Упражнение 1.2



a = 2 м, b = 1 м, c = 3 м,
M = 3 кНм, q = 3 кН/м,
P = 2 кН, F = 4 кН.
Найти реакцию шарниров A и B

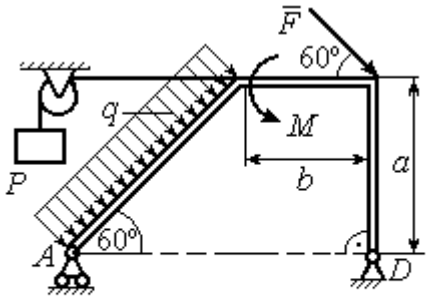
Рис. 1.28. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 1.1, 1.2

Упражнение 1.3



$a = 1$ м, $b = 2$ м, $F = 2$ кН,
$P = 3$кН, $M = 3$ кН·м,
$q = 2$ кН/м
Найти реакцию жесткой заделки

Упражнение 1.4



$a = 3$ м, $b = 1$ м, $P = 2$ кН, $F = 3$ кН,
$M = 3$ кН·м, $q = 2$ кН/м.
Найти реакцию шарниров A и D

Рис. 1.29. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 1.3, 1.4

1.4. Равновесие систем тел

Связи, соединяющие части конструкции, называются **внутренними** в отличие от **внешних** связей, скрепляющих конструкцию с внешними телами, не входящими в данную конструкцию.

Одним из способов решения задач на равновесие сил, действующих на сочленённую конструкцию, является **разбиение конструкции на отдельные тела** и составление уравнений равновесия для каждого из тел, входящих в конструкцию. В уравнения равновесия будут входить только силы, непосредственно приложенные к телу, равновесие которого рассматривается. **При этом реакции внутренних связей, приложенные к разным телам, будут попарно равны по модулю и противоположны по направлению.**

Примеры решения задач на равновесие систем тел

Задача 10. Диск весом Q = 100 кН опирается на вертикальную стенку и на наклонную балку AB. На диск действует сила $\vec{F}$, равная по величине 50 кН (рис. 1.30). Линия действия силы $\vec{F}$ проходит через центр диска под углом 30º к его вертикальному диаметру.

Однородная балка AB весом $G = 80$ кН закреплена в точке A шарнирно и удерживается под углом 60º к стене при помощи вертикального троса, один конец которого закреплён на балке в точке B, а другой – переброшен через блок и несёт груз весом P. Определить давление диска на стенку и на балку, реакцию шарнира A и вес груза P, удерживающий конструкцию в равновесии, если длина балки AB $\ell = 6$ м, радиус диска $r = 1$ м.

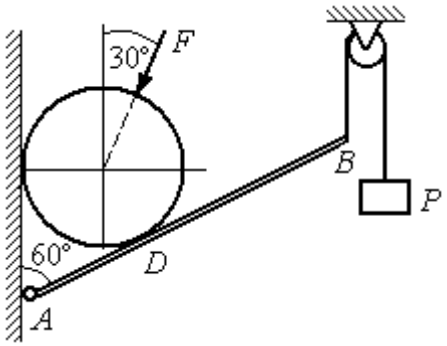


Рис. 1.30. Равновесие составной конструкции

Решение

Объект равновесия включает балку и диск и представляет собой составную конструкцию. Опора диска на балку в точке D является внутренней связью конструкции. Рассмотрим равновесие диска и балки отдельно.

Освобождаем диск от связей. На диск действует сила веса $\vec{Q}$, сила $\vec{F}$ и реакции $\vec{N}$ и $\vec{R}$ опор диска на стену в точке K и на балку в точке D (рис. 1.31). Силы, приложенные к диску, составляют плоскую систему сходящихся сил. Выберем систему координат, как показано на рис. 1.31, и составим уравнения равновесия:

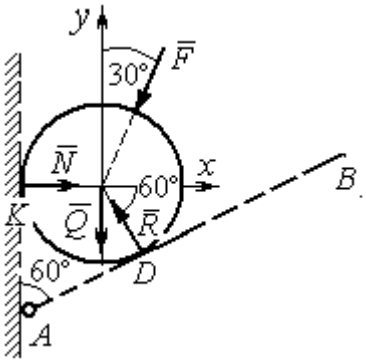


Рис. 1.31. Внешние силы и реакции связей при равновесии диска

$$\sum F_{kx} = -F\cos 60^\circ - R\cos 60^\circ + N = 0; \quad (1.6)$$

$$\sum F_{ky} = -F\cos 30^\circ + R\cos 30^\circ - Q = 0. \quad (1.7)$$

Рассмотрим равновесие балки AB (рис. 1.32).

На балку действуют сила тяжести $\vec{G}$, реакция шарнира A, (на рис. 1.32 показано её разложение на составляющие $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$), реакция нити $\vec{T}$, численно равная весу груза P, и сила $\vec{R}'$ давления диска на балку. Сила давления $\vec{R}'$ про-

тивоположна реакции $\vec{R}$ опоры диска на балку и численно равна ей. Система сил ($\vec{X}_A, \vec{Y}_A, \vec{G}, \vec{T}, \vec{R}'$), действующих на балку, является произвольной плоской. Условия равновесия такой системы сил: $\sum F_{kx} = 0$; $\sum F_{ky} = 0$; $\sum M_A(\vec{F}_k) = 0$.

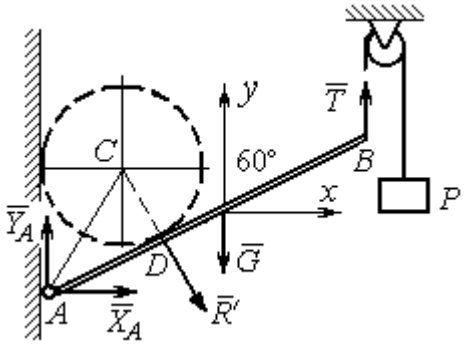


Рис. 1.32. Силы, действующие на балку, при равновесии

Выберем оси, как показано на рис. 1.32, и составим уравнения равновесия, полагая точку A центром, относительно которого производятся вычисления моментов сил:

$$\sum F_{kx} = X_A + R'\cos 60^\circ = 0, \tag{1.8}$$

$$\sum F_{ky} = Y_A - R'\cos 30^\circ - G + T = 0, \tag{1.9}$$

$$\sum M_A(\vec{F}_k) = -R' \cdot AD - G \cdot \frac{\ell}{2}\cos 30^\circ + T\ell\cos 30^\circ = 0. \tag{1.10}$$

Добавив к уравнениям (1.8) – (1.10) равновесия балки AB уравнения (1.6), (1.7) равновесия диска с учётом, что $R' = R$, получим систему пяти уравнений с пятью неизвестными. Подставляя данные из условия задачи и решая совместную систему, найдём: $R = 165{,}47$ кН; $N = 107{,}74$ кН; $P = 95{,}26$ кН; $X_A = -82{,}73$ кН; $Y_A = 128{,}03$ кН.

Сила давления диска на стену равна модулю реакции опоры $\vec{N}$ и направлена в противоположную сторону, сила давления диска на балку равна $\vec{R}'$.

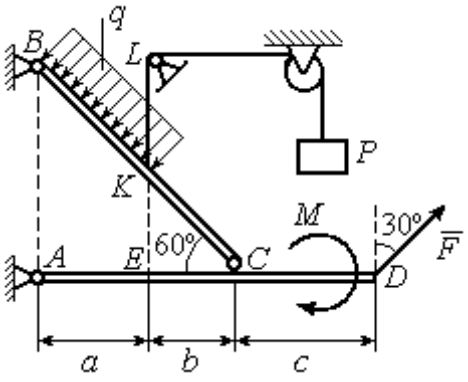


Рис.1.33. Равновесие кронштейна как сочленённой конструкции

Задача 11. Кронштейн состоит из горизонтальной балки AD, прикрепленной к вертикальной стене в точке A, и откоса BC, соединённого с балкой AD в точке C под углом 60º и прикреплённого к вертикальной стене в точке B (рис. 1.33). Все соедине-

ния шарнирные. На конструкцию действуют сила $\vec{F}$, приложенная в точке D под углом 30º к вертикали и равная по модулю F =10 кН, пара сил с моментом M = 8 кН·м и равномерно распределенная на отрезке BK нагрузка интенсивностью q = 3 кН/м. В точке K к балке BC прикреплена нить, другой конец которой, переброшенный через невесомые блоки, несёт груз весом P = 5 кН (см. рис. 1.33).

Определить реакции шарниров A, B и C, если a = 2 м, b = 1 м, c = 3 м, а на отрезке KL нить натянута вертикально.

Решение

Рассмотрим равновесие каждой из составных частей конструкции – балки BC и балки AD. Освобождаем балки от связей и заменяем их реакциями (рис. 1.34).

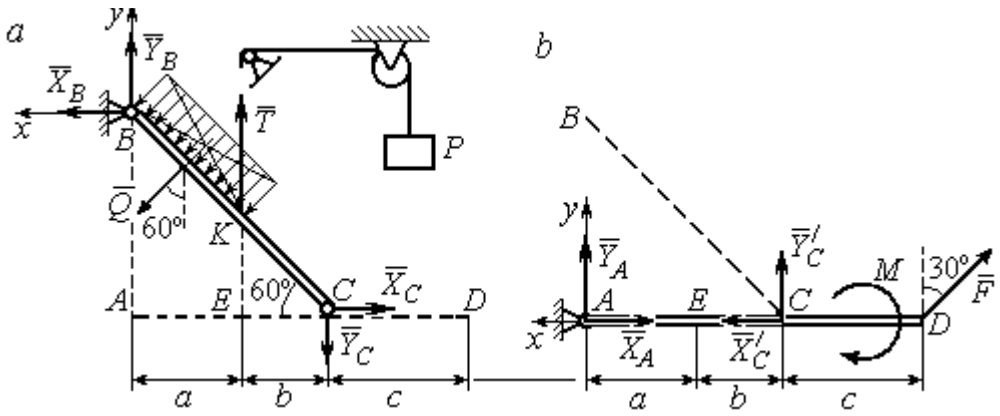


Рис. 1.34. Равновесие элементов конструкции кронштейна:
a - силы, действующие на балку *BC*; *b* - силы, действующие на балку *AD*

На рис. 1.34, *a* показаны реакции внешних и внутренних связей балки BC: реакция $\vec{R}_B$ шарнира B, реакция нити $\vec{T}$, равная по величине весу груза, $T = P$ и реакция $\vec{R}_C$ внутреннего шарнира C. Реакции шарниров B и C представлены в виде разложения на составляющие $\vec{X}_B$, $\vec{Y}_B$ и $\vec{X}_C$, $\vec{Y}_C$. Заменяем равномерную нагрузку равнодействующей силой $\vec{Q}$, приложенной в середине отрезка BK (см. рис. 1.34, *a*) и численно равной $Q = q \cdot BK = q \cdot \dfrac{a}{\cos 60^\circ} = q \cdot 2a$.

Система сил ($\vec{Q}$, $\vec{X}_B, \vec{Y}_B, \vec{X}_C, \vec{Y}_C, \vec{T}$), действующая на балку *BC*, является произвольной плоской уравновешенной системой сил. Выберем оси координат *xBy*, как показано на рис. 1.34, *a*, и составим уравнения равновесия. При этом моменты сил будем вычислять относительно центра *C*:

$$\sum F_{kx} = X_B + Q\cos 30^\circ - X_C = 0; \tag{1.11}$$

$$\sum F_{ky} = Y_B - Q\cos 60^\circ + T - Y_C = 0; \tag{1.12}$$

$$\sum M_C(\vec{F}_k) = X_B \cdot AB - Y_B(a+b) - Tb + Q\left(CK + \frac{1}{2}BK\right) = 0, \tag{1.13}$$

где $AB = (a+b)\mathrm{tg}60^\circ$; $CK = 2b$; $\frac{1}{2}BK = a$.

Рассмотрим равновесие балки *AD* (рис. 1.34, *b*).

На балку действует сила $\vec{F}$, реакция $\vec{R}_A$ шарнира *A* и реакция $\vec{R}'_C$ внутреннего шарнира *C*. Реакция $\vec{R}'_C$ равна по величине и противоположна по направлению реакции $\vec{R}_C$. На рис. 1.34, *b* реакция $\vec{R}_A$ представлена составляющими $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$, реакция $\vec{R}'_C$ – составляющими $\vec{X}'_C$ и $\vec{Y}'_C$. При этом следует отметить: $\vec{X}'_C = -\vec{X}_C$; $\vec{Y}'_C = -\vec{Y}_C$.

Выберем оси координат *xAy* как показано на рис. 1.34, *b*, и составим уравнения равновесия балки *AD*, вычисляя моменты сил относительно центра *C*:

$$\sum F_{kx} = -X_A + X'_C - F\cos 60^\circ = 0; \tag{1.14}$$

$$\sum F_{ky} = Y_A + Y'_C + F\cos 30^\circ = 0; \tag{1.15}$$

$$\sum M_C(\vec{F}_k) = -Y_A(a+b) + F\cos 30^\circ \cdot c - M = 0. \tag{1.16}$$

Решая совместно систему уравнений (1.11) – (1.16) с учётом исходных данных задачи и равенства модулей сил $X_C = X'_C$ и $Y_C = Y'_C$, находим:

X_A = 5,99 кН, Y_A = 5,99 кН, X_C = 10,99 кН, Y_C = – 14,65 кН;

X_B = 0,6 кН, Y_B = – 13,65 кН,

$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} = 8{,}47 \text{ кН},\ R_C = \sqrt{X_C^2 + Y_C^2} = 18{,}31 \text{ кН},$$

$$R_B = \sqrt{X_B^2 + Y_B^2} = 13{,}65 \text{ кН}.$$

Задача 12. Вертикальная балка AB с горизонтальной перекладиной LC закреплена в точке A с помощью жесткой заделки (рис. 1.35). Наклонная балка EC с углом наклона к горизонту 60° точке C шарнирно прикреплена к горизонтальной перекладине LC балки AB, а в точке E опирается на каток установленный на горизонтальной поверхности. На конструкцию действуют равномерно распределенная на отрезках BL и DE нагрузка с одинаковой интенсивностью $q = 2$ кН/м, сила $\vec{F}$, приложенная в точке D перпендикулярно балке EC и равная по величине $F = 10$ кН, и пара сил с моментом $M = 5$ кН·м. Определить реакцию жесткой заделки A и реакции шарниров C и E, если параметр a, определяющий размеры конструкции, равен $a = 2$ м.

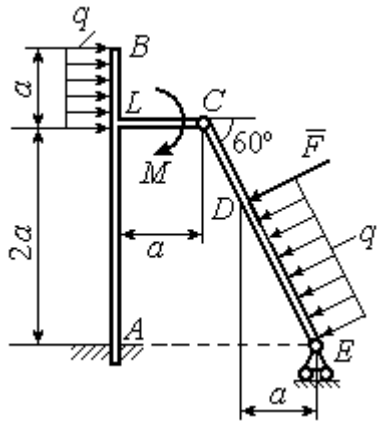


Рис. 1.35. Равновесие сочленённой конструкции

Решение

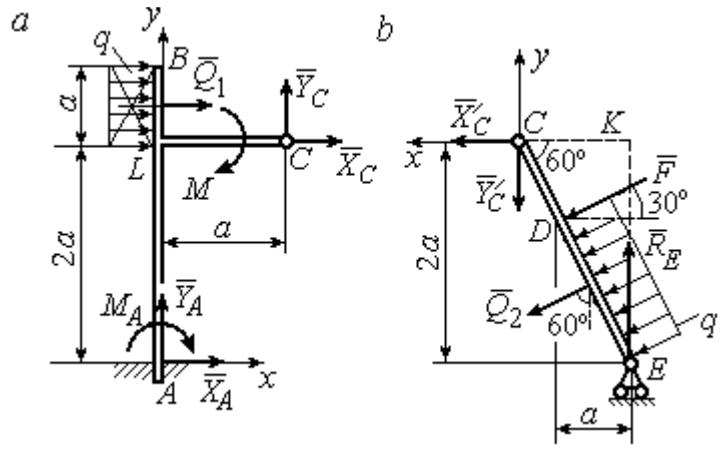


Рис. 1.36. Равновесие элементов конструкции:
a - силы и реакции связей, действующие на балку AB;
b - силы и реакции связей, действующие на балку CE

Разделим систему на две части по шарниру C и рассмотрим равновесие балок ABC и EC отдельно.

Рассмотрим балку ABC (рис. 1.36, *a*). Заменим распределенную нагрузку эквивалентной силой $\vec{Q}_1$, численно равной $Q_1 = qa = 4$ кН. На балку действует сила $\vec{Q}_1$, пара сил с моментом M и реакции связей – жёсткой заделки в точке A и шарнира C.

На рис. 1.36, *a* изображена реакция жесткой заделки в точке *A* в виде силы, разложенной на составляющие $\vec{X}_A$, $\vec{Y}_A$, и пары с моментом M_{A}. Реакция $\vec{R}_C$ шарнира *C* показана разложением на составляющие $\vec{X}_C, \vec{Y}_C$. Силы образуют произвольную плоскую систему.

Введём систему координат, как показано на рис. 1.36, *a,* и составим уравнения равновесия балки, выбрав центром вычисления моментов сил точку *A*.

Имеем систему

$$\sum F_{kx} = X_A + Q_1 + X_C = 0; \quad \sum F_{ky} = Y_A + Y_C = 0; \tag{1.17}$$

$$\sum M_A\left(\vec{F}_k\right) = -M_A - Q_1 \cdot \left(2a + \frac{a}{2}\right) - M + Y_C a - X_C 2a = 0. \tag{1.18}$$

Рассмотрим теперь равновесие балки *EC* (рис. 1.36, *b*). Заменим распределённую нагрузку эквивалентной силой $\vec{Q}_2$, приложенной в середине отрезка *ED* и равной $Q_2 = \dfrac{qa}{\cos 60^\circ} = q \cdot 2a = 8\,\text{кН}$. На балку действуют силы $\vec{Q}_2$, $\vec{F}$, реакция $\vec{R}_E$ подвижной опоры – катка *E* и реакция $\vec{R}'_C$ шарнира *C*. На рис. 1.36, *b* реакция $\vec{R}'_C$ показана в виде разложения на составляющие $\vec{X}'_C$, $\vec{Y}'_C$. При этом силы $\vec{X}'_C$, $\vec{Y}'_C$ направлены противоположно силам $\vec{X}_C$, $\vec{Y}_C$ и равны им по модулю: $X_C = X'_C$; $Y_C = Y'_C$ (см. рис. 1.36, *a*, *b*).

Действующие на балку *EC* силы образуют уравновешенную произвольную плоскую систему сил. Выберем систему координат, как показано на рис. 1.36, *b,* и составим уравнения равновесия, вычисляя моменты сил относительно центра *C*. Получим:

$$\sum F_{kx} = Q_2 \sin 60^\circ + F\cos 30^\circ + \vec{X}'_C = 0, \tag{1.19}$$

$$\sum F_{ky} = R_E - Q_2 \cos 60^\circ - F\sin 30^\circ - Y'_C = 0, \tag{1.20}$$

$$\sum M_C\left(\vec{F}_k\right) = -F \cdot \left(\frac{2a}{\cos 30^\circ} - 2a\right) - Q_2 \cdot \left(\frac{2a}{\cos 30^\circ} - a\right) + R_E \cdot 2a\,\text{tg}30^\circ = 0. \tag{1.21}$$

Подставим в совместную систему (1.17) – (1.21) исходные данные задачи и, воспользовавшись тем, что модули сил $\vec{X}_C$, $\vec{Y}_C$ и $\vec{X}'_C$, $\vec{Y}'_C$ равны, найдём:

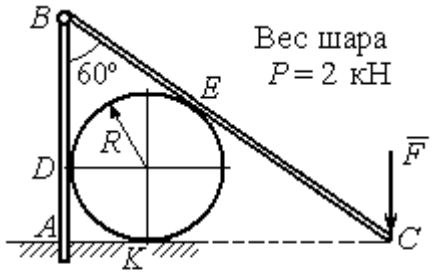
$$X_A = 11{,}59 \text{ кН}; \quad Y_A = -2{,}76 \text{ кН}; \quad M_A = 42{,}87 \text{ кН·м};$$

$$X_C = -15{,}59 \text{ кН}; \quad Y_C = 2{,}76 \text{ кН}; \quad R_E = 11{,}76 \text{ кН}.$$

Полные величины сил реакции жесткой заделки и взаимного давления в шарнире C: $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} = 11{,}91$ кН; $R_C = \sqrt{X_C^2 + Y_C^2} = 15{,}83$ кН.

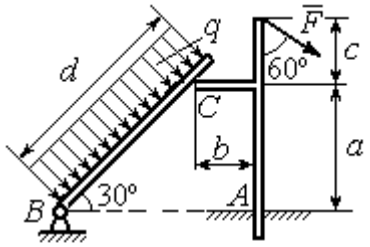
Упражнения

Упражнение 1.5



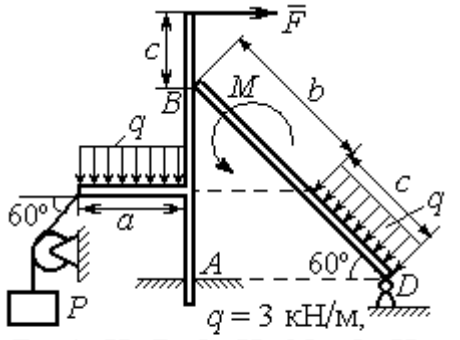
$R = 1$ м, $F = 8$ кН.
Найти реакцию жесткой заделки в точке A, реакцию шарнира B, реакцию опоры шара в точках D, K, E

Упражнение 1.6



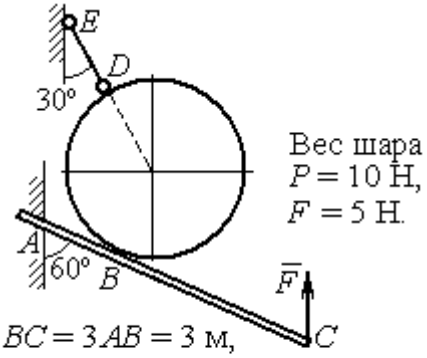
$a = 2$ м, $b = 1$ м, $c = 1$ м, $d = 5$ м,
$q = 3$ кН/м, $F = 4$ кН.
Найти реакцию жесткой заделки в точке A, реакцию шарнира B и реакцию опоры в точке C

Упражнение 1.7



$q = 3$ кН/м,
$F = 4$ кН, $P = 3$ кН, $M = 2$ кН·м,
$a = 2$м, $b = 3$м, $c = 1$м
Найти реакцию заделки A, шарнира D и реакцию опоры B

Упражнение 1.8



$BC = 3AB = 3$ м,
Найти реакцию жесткой заделки A, реакцию стержня DE и реакцию опоры в точке B

Рис. 1.37. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 1.5 – 1.8

1.5. Произвольная пространственная система сил

Моментом силы относительно оси называют момент вектора проекции этой силы на плоскость, перпендикулярную оси, относительно точки пересечения оси с плоскостью. На рис. 1.38 показано вычисление момента силы $\vec{F}$ относительно оси z:

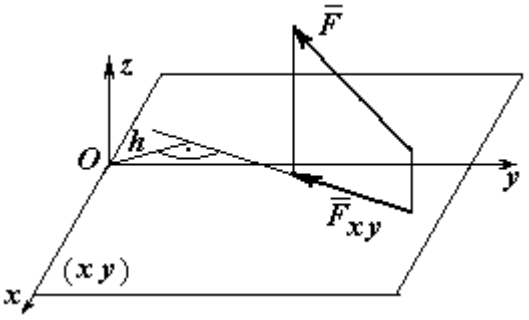


Рис. 1.38. Момент силы относительно оси

$$M_z(\vec{F}) = M_O(\vec{F}_{xy}) = F_{xy}h,$$

где O – точка пересечения оси z с плоскостью xy, перпендикулярной оси z; $\vec{F}_{xy}$ – вектор проекции силы $\vec{F}$ на плоскость xy; h – плечо силы $\vec{F}_{xy}$ относительно центра O. Момент силы относительно оси считается положительным, если при взгляде с положительного направления оси он создаёт вращение против хода часовой стрелки.

Равновесие пространственной системы сил. Для равновесия пространственной системы сил необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех сил на оси прямоугольной системы координат x, y, z были равны нулю и суммы моментов всех сил относительно тех же осей также были равны нулю:

$$\sum F_{kx} = 0;\ \sum F_{ky} = 0;\ \sum F_{kz} = 0;$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = 0;\quad \sum M_y(\vec{F}_k) = 0;\quad \sum M_z(\vec{F}_k) = 0,$$

где F_{kx}, F_{ky}, F_{kz} – проекции всех сил на координатные оси; $M_x(\vec{F}_k)$, $M_y(\vec{F}_k)$, $M_z(\vec{F}_k)$ – моменты всех сил относительно выбранных осей, $k = 1, 2, ...$

Примеры решения задач на равновесие пространственных систем сил

Задача 13. Горизонтальный вал (рис. 1.39) закреплен в подпятнике C и подшипнике K. Вал имеет шкив B радиуса R и шкив D радиуса r.

Оба шкива перпендикулярны оси вала. Рукоять *AE* параллельна оси *Cx*.

Нить, удерживающая груз *Q*, сходит со шкива *D* по касательной в точке *L* параллельно плоскости *zCx*, так что радиус шкива *D*, проведённый в точку схода нити, составляет с вертикальным диаметром угол 30º.

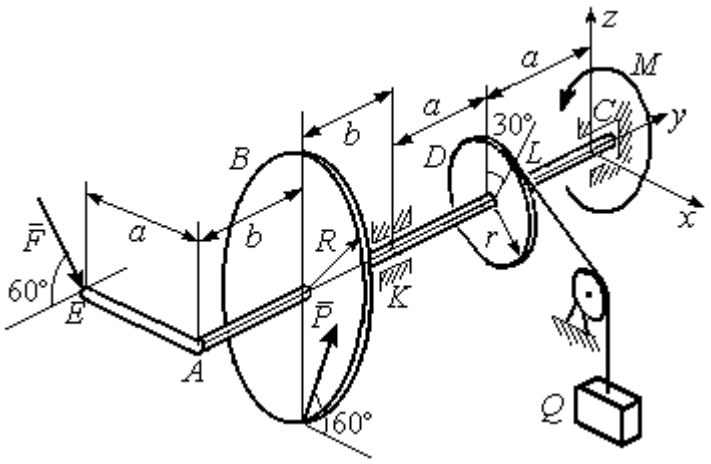


Рис. 1 39. Равновесие вала

На вал действуют силы: $\vec{F}$, $\vec{P}$ и пара сил с моментом *M*. Сила $\vec{F}$ находится в плоскости, параллельной *zCy*, и составляет угол 60° с направлением оси *Cy*. Сила $\vec{P}$ приложена в нижней точке шкива *B*, параллельна плоскости *zCx* и составляет угол 60° с направлением оси *Cx*. Определить вес удерживаемого груза Q и реакции подшипника и подпятника, если $P = 4$ кН; $F = 2$ кН; $M = 3$ кН·м; $R = 0{,}6$ м; $r = 0{,}3$ м; $a = 0{,}8$ м; $b = 0{,}4$ м.

Решение

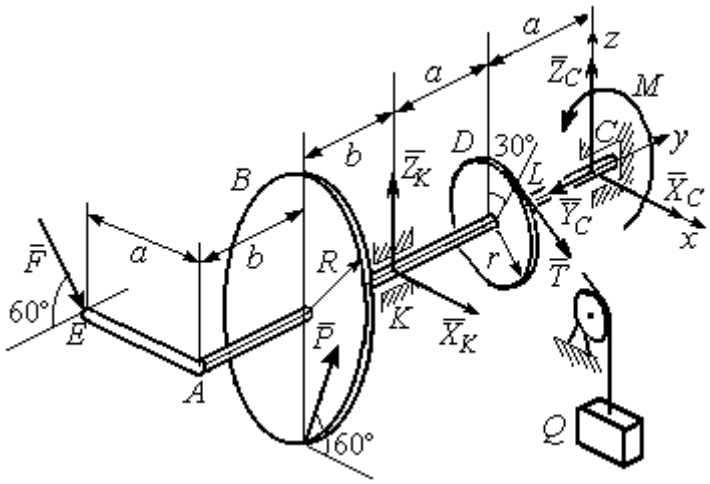


Рис. 1.40. Активные силы и реакции связей, действующие на вал, при его равновесии

Рассмотрим равновесие вала. На вал действуют активные силы $\vec{F}$, $\vec{P}$, пара с моментом *M* и реакции связей. Связями являются нить, натянутая грузом Q, подпятник *C* и подшипник *K*. Освобождаем вал от связей, заменяя их действие реакциями. Реакцию $\vec{R}_C$ подпятника *C* раскладываем на три составляющие: $\vec{X}_C$, $\vec{Y}_C$, $\vec{Z}_C$, направленные вдоль координатных осей (рис. 1.40). Реакция $\vec{R}_K$ подшипника *K* лежит в плоскости, пер-

пендикулярной оси вала, и ее составляющими будут вектора $\vec{X}_K, \vec{Z}_K$, направленные вдоль координатных осей *x*, *z*. Реакция нити $\vec{T}$ направлена вдоль нити от точки *L* и по модулю равна весу груза *Q*.

Активные силы и реакции связей составляют произвольную пространственную уравновешенную систему сил. При составлении уравнений равновесия изобразим вал вместе с действующими на него силами в проекциях на координатные плоскости (рис. 1.41).

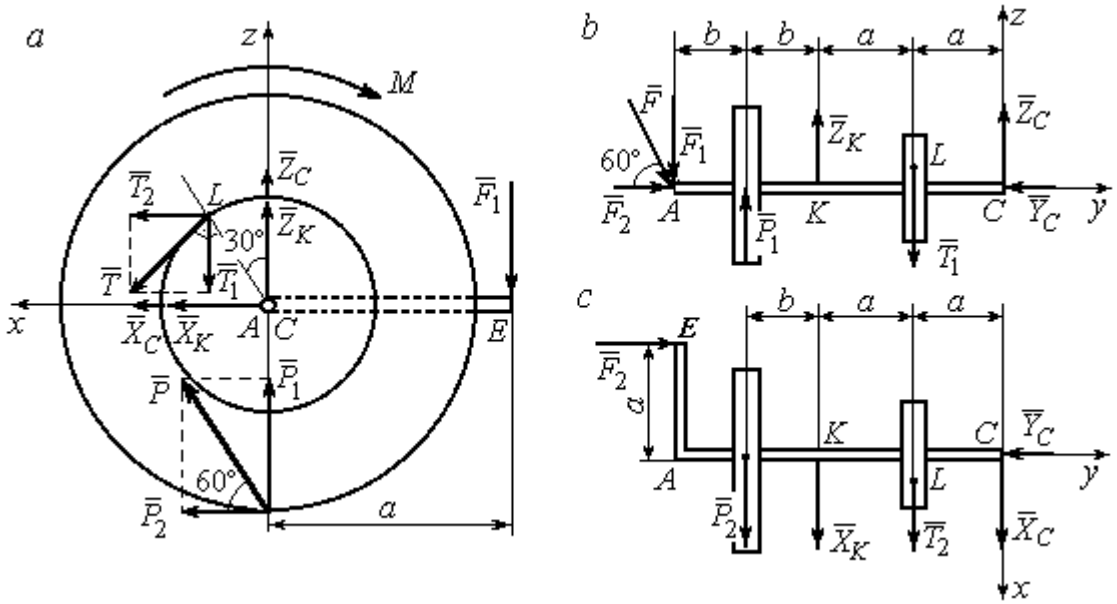


Рис. 1.41. Вал и действующие на него силы в проекциях на координатные плоскости:
a – вид вала в проекции на плоскость *zCx* с положительного конца оси *y*;
b – вид вала в проекции на плоскость *zCy* с положительного конца оси *x*;
c – вид вала в проекции на плоскость *xCy* с положительного конца оси *z*

На рис. 1.41, *a* показаны проекции вала и всех сил на плоскость *zCx*. Вычисляя моменты проекций сил относительно точки *C*, получим значения моментов этих сил относительно оси *y*. При вычислении моментов сил относительно оси *x* достаточно вычислить моменты проекций сил на плоскость *zCy* относительно точки *C* (рис. 1.41, *b*), а вычисляя моменты проекций сил на

плоскость *xCy* относительно точки *C*, получим значения моментов сил относительно оси *z* (рис. 1.41, *c*).

Величины проекций сил определяются равенствами: $P_1 = P\cos 30^\circ$;

$P_2 = P\cos 60^\circ$; $T_1 = T\cos 60^\circ$; $T_2 = T\cos 30^\circ$; $F_1 = F\cos 30^\circ$; $F_2 = F\cos 60^\circ$.

Составляем уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = P\cos 60^\circ + X_K + T\cos 30^\circ + X_C = 0; \quad \sum F_{ky} = F\cos 60^\circ - Y_C = 0;$$

$$\sum F_{kz} = P\cos 30^\circ + Z_K - T\cos 60^\circ + Z_C - F\cos 30^\circ = 0;$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = T\cos 60^\circ \cdot a - Z_K \cdot 2a - P\cos 30^\circ \cdot (2a + b) +$$

$$+ F\cos 30^\circ \cdot (2a + 2b) = 0;$$

$$\sum M_y(\vec{F}_k) = -F\cos 30^\circ \cdot a - P\cos 60^\circ \cdot R + T \cdot r - M = 0;$$

$$\sum M_z(\vec{F}_k) = T\cos 30^\circ \cdot a + X_K \cdot 2a + P\cos 60^\circ \cdot (2a + b) - F\cos 60^\circ \cdot a = 0.$$

Подставляя исходные данные задачи, получим систему шести уравнений с шестью неизвестными, решая которую, найдём:

$$X_C = -8{,}09 \text{ кН}, \; Y_C = 1 \text{ кН}, \; Z_C = 4{,}65 \text{ кН}, \; Z_K = 2{,}92 \text{ кН};$$

$$X_K = -10{,}02 \text{ кН}, \; T = 18{,}6 \text{ кН}.$$

Реакции подпятника и подшипника:

$$R_C = \sqrt{X_C^2 + Y_C^2 + Z_C^2} = 9{,}4 \text{ кН}, \; R_K = \sqrt{X_K^2 + Z_K^2} = 10{,}44 \text{ кН}.$$

Вес удерживаемого груза *Q* равен реакции нити *T*.

Задача 14. Однородная прямоугольная плита (рис. 1.42) веса 25 кН прикреплена к полу при помощи шарового шарнира *A*, подшипника *B* и удерживается в вертикальном положении стержнем *CO*, лежащим в плоскости, перпендикулярной плоскости плиты так, что $\angle COB = 60^\circ$. В плоскости плиты на неё действуют пара сил с моментом $M = 6$ кН·м, сила $\vec{F}_1$, равная $F_1 = 10$ кН, приложенная на верхней стороне плиты в точке *H* под углом 30º к линии *EC*, и сила $\vec{F}_2$, равная $F_2 = 5$ кН, приложенная в точке *D* параллельно стороне *AB*.

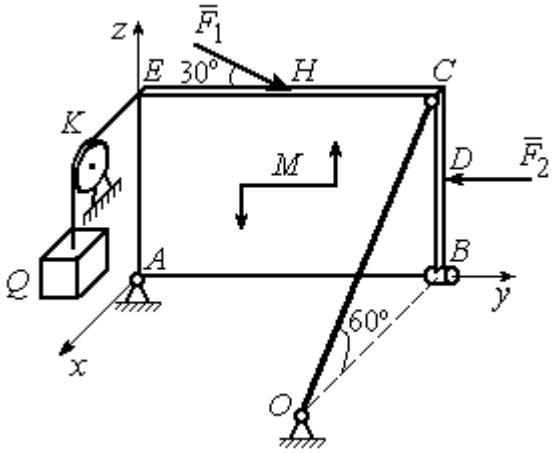


Рис. 1.42. Равновесие плиты

В точке E к плите прикреплён трос, на другом конце которого, перекинутым через блок K, подвешен груз весом $Q = 20$ кН. Отрезок троса EK перпендикулярен плоскости плиты.

Определить реакции шарнира A, подшипника B и реакцию стержня CO, если ширина плиты $AB = 3$ м; высота $AE = 2$ м; $EH = HC$, $CD = DB$.

Решение

Рассмотрим равновесие плиты $ABCE$. На плиту действуют активные силы $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, сила тяжести плиты $\vec{P}$, пара сил с моментом M и реакции связей. Связями являются пространственный шарнир A, нить, натянутая грузом Q, подшипник B и невесомый стержень CO.

Выберем систему координат, как показано на рис. 1.43. Освобождаем плиту от связей, заменяя их действие реакциями. Реакцию $\vec{R}_A$ шарнира A раскладываем на три составляющие: $\vec{X}_A$, $\vec{Y}_A$, $\vec{Z}_A$, направленные вдоль координатных осей. Реакция нити $\vec{T}$ направлена вдоль нити параллельно оси Ax и равна весу груза $T = Q$, реакция $\vec{R}_B$ подшипника B расположена в плоскости, перпендикулярной оси Ay, и представлена в виде двух своих составляющих $\vec{X}_B$, $\vec{Z}_B$, реакция $\vec{S}$ невесомого стержня CO направлена вдоль стержня. Направления активных сил и реакций связей показаны на рис. 1.43.

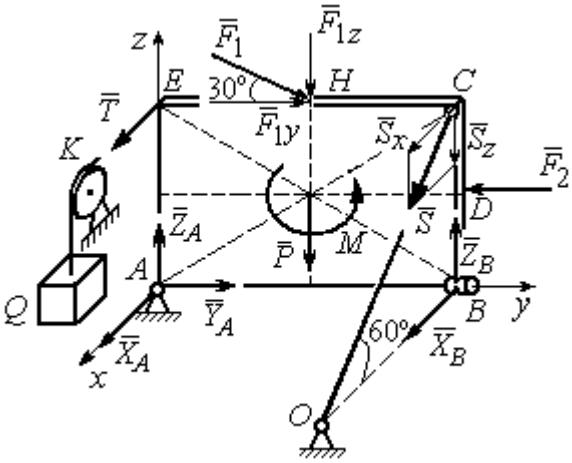


Рис. 1.43. Силы, действующие на плиту, при её равновесии

Силы, действующие на плиту, и реакции связей составляют пространственную уравновешенную систему сил. Составим уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = X_A + T + X_B + S\cos 60^\circ = 0;$$

$$\sum F_{ky} = Y_A - F_2 + F_1\cos 30^\circ = 0;$$

$$\sum F_{kz} = Z_A - F_1\cos 60^\circ - P + Z_B - S\cos 30^\circ = 0;$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = -F_1\cos 60^\circ \cdot 0{,}5 \cdot AB - F_1\cos 30^\circ \cdot AE - P \cdot 0{,}5 \cdot AB +$$

$$+ F_2 \cdot BD + Z_B \cdot AB - S\cos 30^\circ \cdot AB + M = 0;$$

$$\sum M_y(\vec{F}_k) = T \cdot AE + S\cos 60^\circ \cdot CB = 0;$$

$$\sum M_z(\vec{F}_k) = -X_B \cdot AB + S\cos 60^\circ \cdot EC = 0.$$

Подставляя исходные данные задачи, получим систему уравнений, решая которую, найдём значения реакций: $S = -40$ кН; $X_B = -20$ кН; $Z_B = -17{,}53$ кН; $X_A = 20$ кН; $Y_A = -3,66$ кН; $Z_A = 12{,}89$ кН.

Задача 15. Прямоугольная фрамуга *ACEB* весом $P = 50$ Н, закрепленная в точках *A* и *B* цилиндрическими шарнирами, открыта на угол 60º (рис. 1.44). На фрамуге в точке *H* закреплена верёвка, другой конец которой, переброшенный через невесомый блок *K*, несёт груз *Q*. При этом линия верёвки *HK* параллельна прямой *ED*. На фрамугу действует сила $\vec{F}$, приложенная в верхнем углу в точке *C* перпендикулярно плоскости фрамуги и равная по величине $F = 15$ Н.

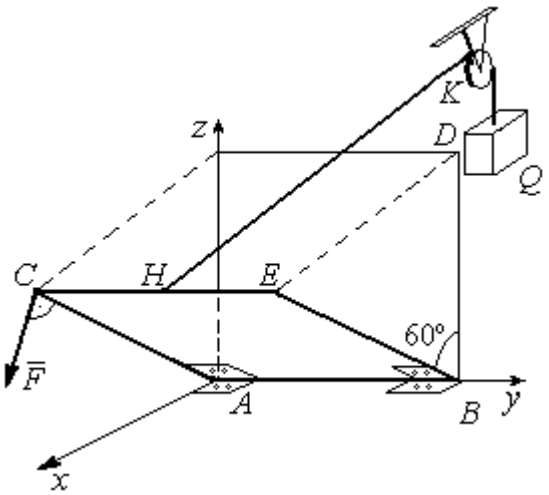


Рис. 1.44. Равновесие фрамуги

Определить вес груза *Q*, необходимый для удержания фрамуги в равновесии и реакции цилиндрических шарниров *A* и *B*, если размеры фрамуги $BE = BD = 2$ м; $AB = 3$ м; $CH = HE$.

Решение

Рассмотрим равновесие фрамуги *ABCE*. Изображаем внешние активные силы: силу $\vec{F}$, силу тяжести фрамуги $\vec{P}$, а также реакции связей. Связями являются два цилиндрических шарнира *A* и *B* (связь, аналогичная подшипнику) и нить, натянутая грузом *Q*. Выберем систему координат *Axyz*, как показано на рис. 1.45. Освобождаем фрамугу от связей, заменяя их действие реакциями. Реакции $\vec{R}_A$ и $\vec{R}_B$ шарниров *A* и *B* раскладываем на взаимно перпендикулярные составляющие: $\vec{X}_A$, $\vec{Z}_A$ и $\vec{X}_B$, $\vec{Z}_B$ в плоскостях, перпендикулярных оси вращения фрамуги (ось *Ay*), реакция нити $\vec{T}$ направлена вдоль нити и равна весу груза $T = Q$. Направления активных сил и реакций связей показаны на рис. 1.45.

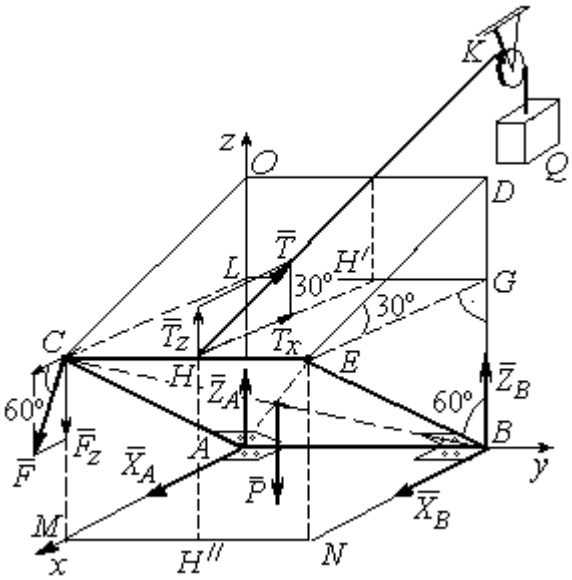


Рис. 1.45. Активные силы и реакции при равновесии фрамуги

Силы, действующие на фрамугу, составляют уравновешенную пространственную систему сил.

Составим уравнения равновесия. При этом для удобства вычисления моментов сил относительно осей изобразим плоскости, перпендикулярные этим осям, с проекциями на них сил, действующих на фрамугу (рис. 1.46). Тогда моменты сил, действующих на фрамугу, например, относительно оси *Ax* определяются как моменты векторов проекций этих сил на плоскость *zAy* относительно точки *A* – пересечения оси *Ax* и перпендикулярной ей плоскости *zAy* (см. рис. 1.46, *a*). Аналогично при вычислении моментов сил относительно оси *Az* достаточно вычислить моменты векторов проекций сил на плоскость *xAy* относительно точки *A* (см. рис. 1.46, *b*).

Значения моментов сил относительно оси Ay получим, вычисляя моменты векторов проекций сил на плоскость zAx относительно точки A (см. рис. 1.46, *c*).

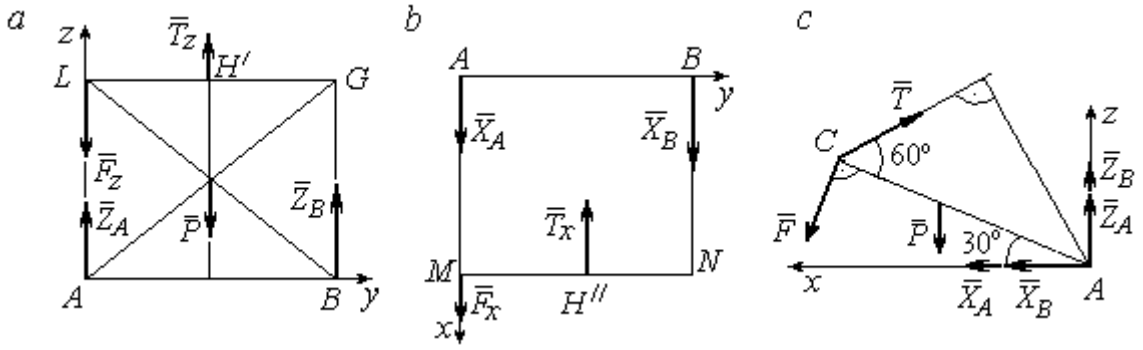


Рис. 1.46. Фрамуга и действующие на неё силы в проекциях на координатные плоскости:
a – проекция на плоскость *zAy* со стороны положительного направления оси *x*;
b – проекция на плоскость *xAy* со стороны положительного направления оси *z*; *c* – проекция на плоскость *zAx* со стороны положительного направления оси *y*

Уравнения равновесия фрамуги имеют вид:

$$X_A + X_B + F\cos 60^\circ - T\cos 30^\circ = 0;$$

$$Z_A + Z_B - P - F\cos 30^\circ + T\cos 60^\circ = 0;$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = T_z \cdot 0{,}5 \cdot AB - P \cdot 0{,}5 \cdot AB + Z_B \cdot AB =$$

$$= T\cos 60^\circ \cdot 0{,}5 \cdot AB - P \cdot 0{,}5 \cdot AB + Z_B \cdot AB = 0;$$

$$\sum M_y(\vec{F}_k) = P \cdot 0{,}5 \cdot AC\cos 30^\circ + F \cdot AC - T \cdot AC\sin 60^\circ = 0;$$

$$\sum M_z(\vec{F}_k) = -X_B \cdot AB + T_x \cdot 0{,}5 \cdot AB = -X_B \cdot AB + T\cos 30^\circ \cdot 0{,}5 \cdot AB = 0.$$

Подставляя исходные данные из условия задачи и решая систему, найдём реакции шарниров фрамуги:

$$X_B = 18{,}22 \text{ Н},\ Z_B = 14{,}41 \text{ Н},\ R_B = \sqrt{X_B^2 + Z_B^2} = 23{,}31 \text{ Н};$$

$$X_A = 10{,}83 \text{ Н},\ Z_A = 27{,}41 \text{ Н},\ R_A = \sqrt{X_A^2 + Z_A^2} = 29{,}47 \text{ Н}.$$

Вес груза, удерживающий фрамугу в равновесии, численно равен реакции верёвки: $Q = T = 42{,}37$ Н.

Задача 16. Горизонтальный коленчатый вал *AD* (рис. 1.47) закреплен в подпятнике *A* и подшипнике *C*. Вал имеет шкив радиуса r и рукоять *DH*, перпендикулярные оси вала. Рукоять *DH* образует угол 30º к направлению оси *Ax*. Колено вала расположено в горизонтальной плоскости *xAy*. Нить, удерживающая груз *Q*, намотана на шкив и сходит с него вертикально вниз. На вал действуют силы $\vec{F}$, $\vec{P}$, $\vec{G}$ и пара сил с моментом *M*. Сила $\vec{F}$ приложена в верхней точке вертикального диаметра шкива под углом 30° к направлению оси *Ay* и находится в плоскости *zAy*. Сила $\vec{P}$ приложена в нижней точке *H* рукояти параллельно оси *Az*. Сила $\vec{G}$ приложена в крайней точке *K* стойки колена вала под углом 60º к стойке и находится в плоскости, перпендикулярной оси вала. Пара сил с моментом *M* создаёт вращение вала вокруг оси *Ay*.

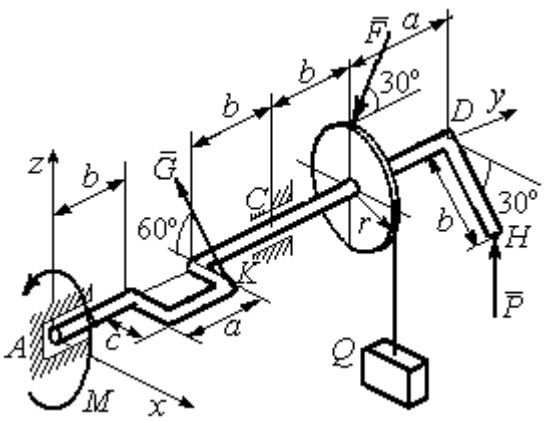


Рис. 1.47. Равновесие вала

Определить вес удерживаемого груза Q и реакции подшипника и подпятника, если: $P = 10$ кН; $F = 12$ кН; $G = 6$ кН; $M = 3$ кН·м; $r = 0{,}3$ м; $a = 0{,}8$ м; $b = 0{,}4$ м; $c = 0{,}2$ м.

Решение

Рассмотрим равновесие вала. На вал действуют активные силы – $\vec{F}$, $\vec{P}$, $\vec{G}$, пара сил с моментом *M* и реакции связей. Связями являются нить, натянутая грузом Q, подпятник *A* и подшипник *C*.

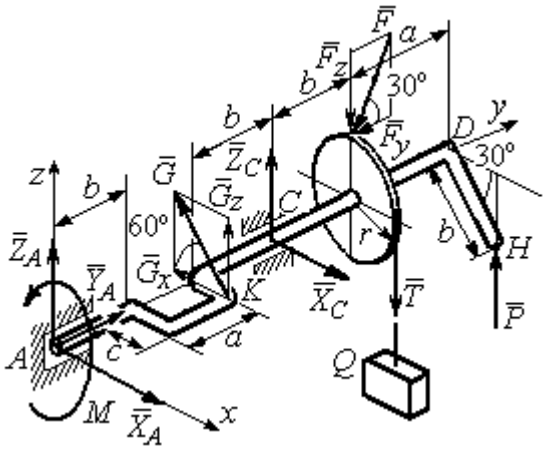


Рис. 1.48. Силы и реакции, действующие на вал при равновесии

Освобождаем вал от связей, заменяя их действие реакциями.

Реакцию подпятника A раскладываем на три составляющие: $\vec{X}_A$, $\vec{Y}_A$, $\vec{Z}_A$, направленные вдоль координатных осей. Реакция подшипника C лежит в плоскости, перпендикулярной оси вала, и также может быть разложена на составляющие $\vec{X}_C, \vec{Z}_C$, направленные вдоль координатных осей Ax, Az. Реакция нити $\vec{T}$ направлена вдоль нити и по модулю равна весу груза, $T = Q$. Действие на вал активных сил и реакций связи показано на рис. 1.48.

Указанные силы составляют произвольную пространственную уравновешенную систему сил.

Составим уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = X_A - G\cos 60^\circ + X_C = 0;$$

$$\sum F_{ky} = Y_A - F\cos 30^\circ = 0;$$

$$\sum F_{kz} = Z_A + G\cos 30^\circ + Z_C - F\cos 60^\circ - T + P = 0.$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = G_z(b+a) + Z_C(b+a+b) - F_z(b+a+b+b) + F_y r -$$

$$- T(b+a+b+b) + P(b+a+b+b+a) = 0;$$

$$\sum M_y(\vec{F}_k) = -G_z c + Tr - Pb\cos 30^\circ - M = 0;$$

$$\sum M_z(\vec{F}_k) = G_x(b+a) - X_C(b+a+b) = 0,$$

где значения проекций сил на оси $G_z = G\cos 30^\circ$; $G_x = G\cos 60^\circ$; $F_z = F\cos 60^\circ$; $F_y = F\cos 30^\circ$.

Подставляя исходные данные и решая систему, получим значения реакций:

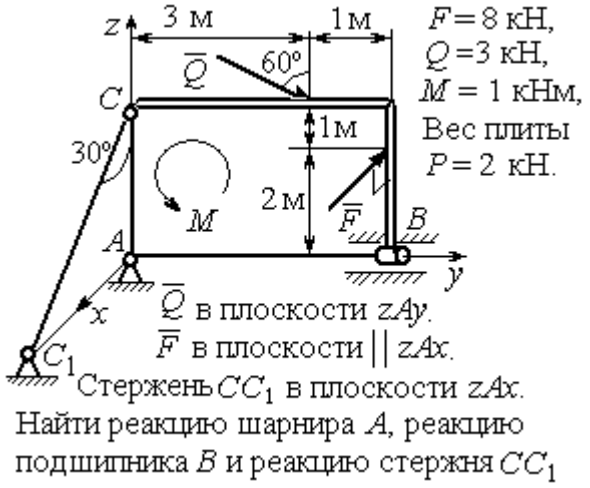
$$X_C = 2{,}25 \text{ кН}; \; Z_C = 13{,}57 \text{ кН}; \; R_C = \sqrt{X_C^2 + Z_C^2} = 15{,}58 \text{ кН};$$

$$Z_A = 0{,}39 \text{ кН}; \; Y_A = 10{,}39 \text{ кН}; \; X_A = 0{,}75 \text{ кН}; \; R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2 + Z_A^2} = 10{,}42 \text{ кН}.$$

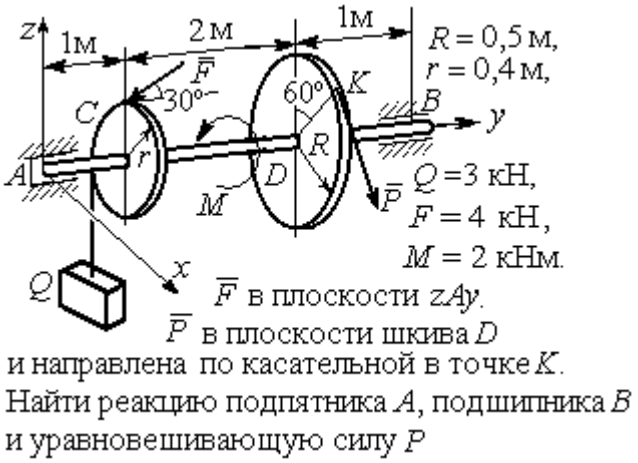
Вес удерживаемого груза равен реакции нити $Q = T = 25{,}03$ кН.

Упражнения

Упражнение 1.9



Упражнение 1.10



Упражнение 1.11



Упражнение 1.12

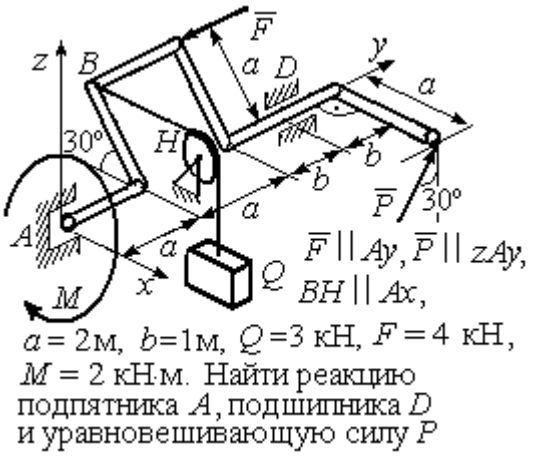


Рис. 1.49. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 1.9 – 1.12

1.6. Равновесие тел при наличии сил трения

Трение скольжения. При наличии трения скольжения полная реакция $\vec{R}$ шероховатой опоры раскладывается на нормальную составляющую $\vec{N}$ опоры и

силу $\vec{F}_{\text{тр с}}$ трения скольжения, направленную по касательной к поверхности в точке опоры.

В покое сила трения скольжения может принимать любые значения от нуля до некоторого предельного значения $F_{\text{тр с}}$, называемого **предельной силой трения скольжения** (рис. 1.50).

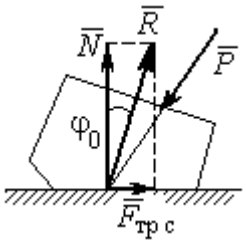


Рис. 1.50. Реакция опоры с трением скольжения

Наибольший угол φ_0, который полная реакция шероховатой поверхности образует с нормалью к поверхности, называется **предельным углом трения**. Предельная сила трения численно равна произведению коэффициента трения на величину нормальной реакции опоры тела на поверхность: $F_{\text{тр с}} = f \cdot N$, где f – безразмерный коэффициент трения, определяемый экспериментально.

Изучение равновесия тел с учетом сил трения сводится к рассмотрению предельного равновесия, когда сила трения принимает предельное значение.

Трением качения называется сопротивление, возникающее при качении одного тела по шероховатой поверхности другого. Реакция шероховатой опоры раскладывается на нормальную составляющую $\vec{N}$ и силу трения качения $\vec{F}_{\text{тр к}}$, направленную по касательной к поверхности качения. При этом за счёт небольшого вдавливания в поверхность качения нормальная реакция опоры $\vec{N}$ смещена в сторону от линии действия силы тяжести $\vec{P}$ так, что вместе с ней образует пару, противодействующую качению (рис. 1.51). В предельном положении равновесия тела смещение нормальной реакции опоры максимально. Величина максимального смещения k называется **коэффициентом трения качения**, измеряемого в единицах длины. Момент,

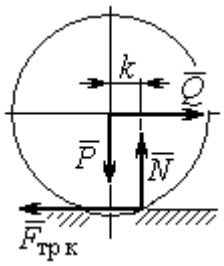


Рис. 1.51. Реакция опоры с трением качения

создаваемый парой $(\vec{N}, \vec{P})$, называется **моментом трения качения** $M_{\text{тр к}} = kN$. Максимальная сила трения качения $\vec{F}_{\text{тр к}}$ определяется из условия, что в предельном положении равновесия момент трения качения равен моменту качения, создаваемого парой $(\vec{F}_{\text{тр к}}, \vec{Q})$ (рис. 1.51).

Если максимальная сила трения качения меньше предельной силы трения скольжения, движение представляет качение без скольжения.

Примеры решения задач на равновесие тел с трением

Задача 17. Груз Q весом 50 Н удерживается нитью на шероховатой наклонной плоскости (рис.1.52). Один конец нити закреплен на грузе Q, а к другому, перекинутому через невесомый блок, подвешен груз весом P. Отрезок нити AB горизонтальный. Угол наклона плоскости составляет 30º к горизонту. Определить максимальное и минимальное значения веса груза P, при которых груз Q может начать скольжение по плоскости без опрокидывания, если коэффициент трения скольжения между грузом Q и наклонной плоскостью $f = 0{,}4$.

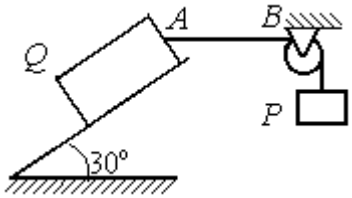


Рис.1.52. Равновесие груза на наклонной плоскости с трением

Решение

Рассмотрим равновесие груза Q при минимальном значении веса груза P. На груз действуют сила тяжести $\vec{Q}$, реакция нити $\vec{T}_{\min}$ и реакция шероховатой поверхности наклонной плоскости, состоящая из нормальной реакции наклонной плоскости $\vec{N}$ и силы трения $\vec{F}_{\text{тр1}}$ (рис. 1.53, *а*). Особенностью задач на равновесие призм является то, что точка приложения нормальной реакции не определена. В случае необходимости она находится из уравнений равновесия.

Определим направление силы трения. Если вес уравновешивающего груза P имеет минимальное значение $P_{\min}$, то при его дальнейшем уменьшении груз Q начнёт двигаться вниз по наклонной плоскости. Таким образом, предельная сила трения $\vec{F}_{\text{тр}1}$, обеспечивающая равновесие при минимальном значении веса груза P, направлена вверх по наклонной плоскости (см. рис. 1.53, *a*).

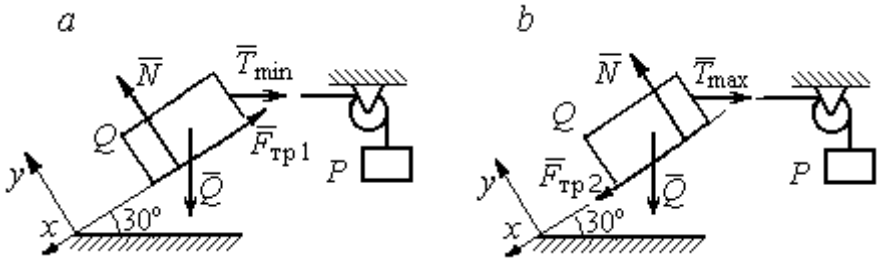


Рис. 1.53. Силы, действующие на груз при равновесии:
a – минимальный вес уравновешивающего груза;
b – максимальный вес уравновешивающего груза

Выберем систему координат, как показано на рис. 1.53, и составим уравнения равновесия в виде проекций сил:

$$\sum F_{kx} = Q\cos 60^\circ - T_{\min}\cos 30^\circ - F_{\text{тр}} = 0;$$

$$\sum F_{ky} = -Q\cos 30^\circ + N - T_{\min}\cos 60^\circ = 0.$$

Полагая в первом уравнении $F_{\text{тр}1} = fN$, решаем систему и находим реакцию нити $T_{\min} = 7{,}21$ Н. Минимальное значение веса уравновешивающего груза равно реакции нити: $P_{\min} = T_{\min} = 7{,}21$ Н.

Рассмотрим равновесие груза Q при максимальном $P_{\max}$ значении веса груза P. На груз действует сила тяжести $\vec{Q}$, реакция нити $\vec{T}_{\max}$ и реакция шероховатой поверхности наклонной плоскости, состоящая, как и в первом случае, из нормальной реакции наклонной плоскости $\vec{N}$ и силы трения $\vec{F}_{\text{тр}2}$ (см. рис. 1.53, *b*).

При определении направления силы трения заметим, что увеличение веса груза P больше максимального вызывает движение груза Q вверх по наклонной плоскости. Тогда предельная сила трения $\vec{F}_{\text{тр}2}$, действующая против возможного движения, должна быть направлена вниз по наклонной плоскости (см. рис. 1.53, *b*). Уравнения равновесия груза Q:

$$\sum F_{kx} = Q\cos 60^\circ - T_{\max}\cos 30^\circ + F_{\text{тр}2} = 0;$$

$$\sum F_{ky} = -Q\cos 30^\circ + N - T_{\max}\cos 60^\circ = 0.$$

Решаем систему, подставляя вместо силы трения её значение $F_{\text{тр}2} = fN$, и находим максимальное значение веса груза P: $P_{\max} = T_{\max} = 63{,}54$ Н.

Таким образом, груз Q будет находиться в равновесии на наклонной плоскости, если вес уравновешивающего груза находится в пределах $8{,}87 < P < 48{,}87$ Н.

Задача 18. Цилиндрический каток радиуса r = 0,5 м, весом P = 50 Н удерживается в равновесии на наклонной плоскости нитью, один конец которой закреплён в центре катка, а другой перекинут через блок и несёт груз весом Q (рис. 1.54). Коэффициент трения качения катка $f_{\text{к}}$ = 0,02 м. Наклонная плоскость составляет угол 30º с горизонтом.

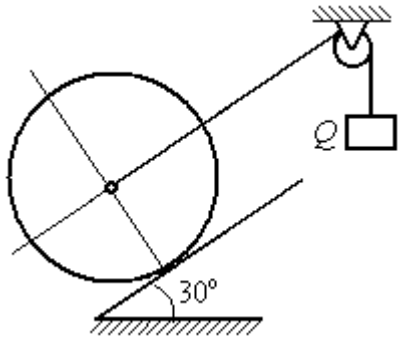


Рис. 1.54. Равновесие катка

Определить наименьшую и наибольшую величину веса Q, при которых каток будет в равновесии. Найти наименьшее значение коэффициента трения скольжения $f_{\text{с}}$, при котором в случае движения каток будет катиться без скольжения.

Решение

Рассмотрим равновесие катка при минимальном значении веса груза Q. На каток действует сила тяжести $\vec{P}$, реакции нити $\vec{Q}_{\min}$ и реакция шероховатой

поверхности наклонной плоскости $\vec{R}$, имеющая своими составляющими нормальную реакцию поверхности $\vec{N}$ и силу трения качения $\vec{F}_{\text{тр1к}}$ (рис. 1.55, *a*).

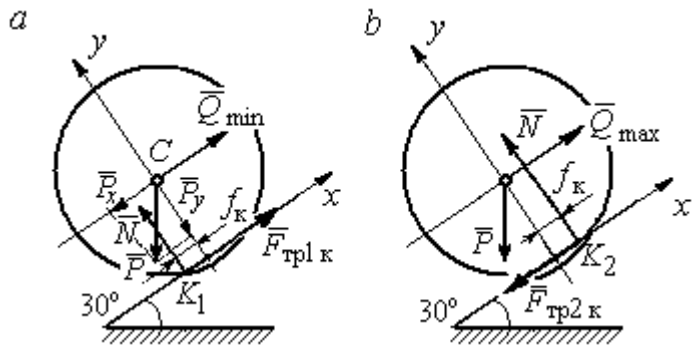


Рис. 1.55. Силы, действующие на каток, при равновесии:
a – минимальный вес груза; *b* – максимальный вес груза

Минимальный вес груза $Q_{\min}$ удерживает каток от качения вниз по наклонной плоскости. В этом случае составляющие реакции шероховатой поверхности наклонной плоскости приложены в точке K_1, слева от нормального к плоскости диаметра катка (см. рис. 1.55, *a*). Выбор точки приложения реакции шероховатой поверхности основан на том, что пара $(\vec{N}, \vec{P}_y)$ должна создавать момент трения качения, противодействующий предполагаемому движению.

На каток действует плоская уравновешенная система сил $(\vec{Q}_{\min}, \vec{F}_{\text{тр1к}}, \vec{N}, \vec{P}) \infty 0$. Выберем систему координат, как показано на рис. 1.55, *a*, и составим уравнения равновесия катка, где уравнение моментов сил составлено относительно точки K_1:

$$\sum F_{kx} = -P\cos 60^\circ + Q_{\min} + F_{\text{тр1к}} = 0;$$

$$\sum F_{ky} = = -P\cos 30^\circ + N = 0;$$

$$\sum M_{K_1}(\vec{F}_k) = P\cos 60^\circ \cdot r - Q_{\min} r - P\cos 30^\circ \cdot f_{\text{к}} = 0.$$

Подставляем данные задачи и находим минимальное значение веса груза, при котором каток находится в равновесии $Q_{\min} = 7{,}68$ Н, величину нормальной реакции наклонной плоскости $N = 43{,}3$ Н и значение силы трения качения, удерживающей каток в равновесии, $F_{\text{тр1к}} = 17{,}32$ Н.

Рассмотрим равновесие катка при максимальном значении веса груза $Q_{\max}$. Здесь нарушение предельного равновесия при увеличении веса груза Q вызывает движение катка вверх по наклонной плоскости. В таком случае точка приложения реакции опоры шероховатой поверхности (точка K_2) расположена справа от нормального к плоскости качения диаметра катка (рис. 1.55, *b*).

На каток действует плоская уравновешенная система сил $(\vec{Q}_{\max}, \vec{F}_{\text{тр2 к}}, \vec{N}, \vec{P}) \infty 0$. Выберем систему координат, как показано на рис. 1.55, *b*. Уравнения равновесия катка, где уравнение моментов сил составлено относительно точки K_2 имеют вид:

$$\sum F_{kx} = -P\cos 60^\circ + Q_{\max} - F_{\text{тр2 к}} = 0;$$

$$\sum F_{ky} = -P\cos 30^\circ + N = 0;$$

$$\sum M_{K_2}(\vec{F}_k) = -P\cos 60^\circ \cdot r + Q_{\max} r - P\cos 30^\circ \cdot f_{\text{к}} = 0.$$

Решая систему, получим: $Q_{\max} = 42{,}32$ Н; $N = 43{,}3$ Н; $F_{\text{тр2 к}} = 17{,}32$ Н.

Таким образом, на шероховатой поверхности каток находится в равновесии, если вес уравновешивающего груза выбран в пределах $7{,}68 \le Q \le 42{,}32$ Н.

При любом движении (вверх или вниз) качение катка будет без скольжения, если предельная сила трения скольжения $F_{\text{тр с}}$ больше аналогичной силы трения качения: $F_{\text{тр с}} > F_{\text{тр к}}$. Величина силы трения скольжения не зависит от направления движения: $F_{\text{тр с}} = f_{\text{с}} N = 43{,}3 f_{\text{с}}$, где $f_{\text{с}}$ – коэффициент трения скольжения. Величина силы трения качения также не зависит от направления движения: $F_{\text{тр к}} = F_{\text{тр1 к}} = F_{\text{тр2 к}} = 17{,}32$ Н. Таким образом, для определения требуемого коэффициента скольжения имеет место неравенство $43{,}3 f > 17{,}32$, откуда $f > 0{,}4$.

Задача 19. Для подъёма и опускания грузов в выработках используется ступенчатый ворот с тормозом, изображённый на рис. 1.56. Радиусы большой и малой ступенек барабана ворота $R = 0{,}5$ м и $r = 0{,}2$ м. Ворот тормозят, надавливая на конец A рычага AB, соединённого цепью CD с концом D тормозного рычага ED с расположенной на нём тормозной колодкой. Коэффициент трения между тормозной колодкой и барабаном ворота $f = 0{,}4$. На малой ступеньке барабана ворота навита верёвка, другой конец которой, переброшенный через невесомые неподвижный блок m и подвижный блок n, удерживает груз Q весом 1 кН (см. рис. 1.56). Угол наклона к горизонту участка верёвки, соединяющей барабан с неподвижным блоком m, составляет 30º.

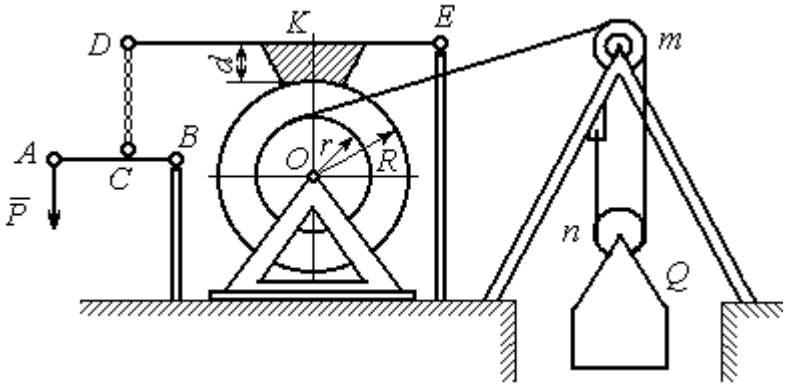


Рис. 1.56. Ворот с колодочным тормозом

Определить величину силы $\vec{P}$, уравновешивающей груз Q, и реакции шарниров O и E, если вес ворота G = 140 Н, высота тормозной колодки $d = 0{,}1$ м, расстояния AB = 1 м, BC = 0,1 м; $ED = 1{,}2$ м; $EK = 0{,}6$ м.

Решение

Рассмотрим отдельно равновесие барабана ворота, тормозного рычага DE и рычага AB (рис. 1.57).

Для того; чтобы определить силу натяжения верёвки, прикреплённой к барабану, рассмотрим равновесие груза вместе с подвижным блоком n (см. рис. 1.57, *а*). На объект равновесия действует сила тяжести груза $\vec{Q}$ и реакции $\vec{T}'$ и $\vec{T}''$ двух ветвей верёвки, огибающей снизу блок n.

Уравнения равновесия такой системы сил:

$$T' + T'' - Q = 0; \qquad T''r_{\text{бл}} = T'r_{\text{бл}},$$

где моменты сил вычислены относительно центра блока; $r_{бл}$ – радиус блока *n*. Решая систему уравнений, получим: $T' = T'' = 0{,}5Q = 500$ Н.

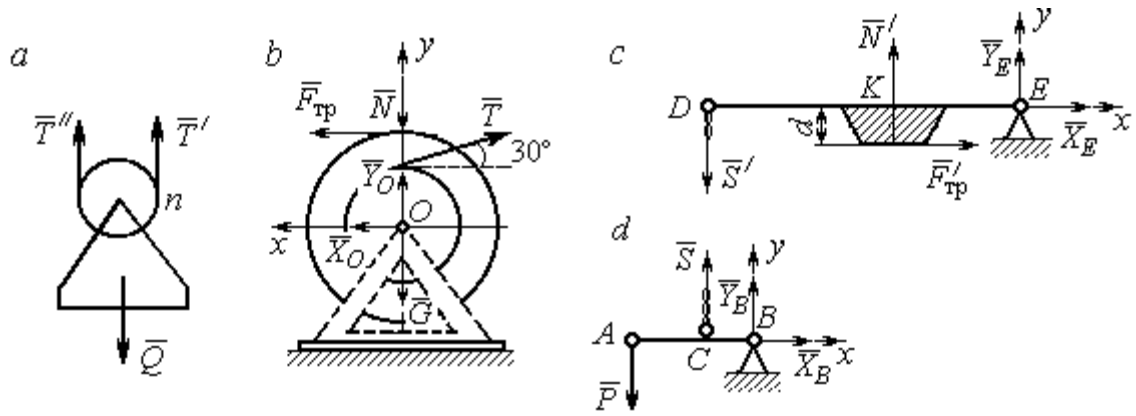


Рис. 1.57. Равновесие элементов конструкции ворота:
a – равновесие груза; *b* – силы, действующие на барабан; *c* – силы, действующие на тормозной рычаг *DE*; *d* – силы, действующие на рычаг *AB*

Рассмотрим равновесие барабана. На барабан действуют: сила веса барабана $\vec{G}$, сила давления $\vec{N}$ со стороны рычага, направленная по радиусу барабана, сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$, действующая по касательной к барабану в сторону, противоположную движению барабана при опускании груза, реакция $\vec{R}_O$ шарнира *O*, представленная двумя составляющими $\vec{X}_O, \vec{Y}_O$, и реакция верёвки $\vec{T}$, численно равная модулю силы $\vec{T}'$ (см. рис. 1.57, *b*).

Силы, действующие на барабан, составляют уравновешенную произвольную плоскую систему сил ($\vec{G}$, $\vec{X}_O, \vec{Y}_O$, $\vec{T}$, $\vec{N}$, $\vec{F}_{\text{тр}}$) ~ 0. Составим уравнение моментов относительно точки *O*:

$$-Tr + F_{\text{тр}}R = 0,\ \text{откуда с учётом}\ T = T'\ F_{\text{тр}} = 200\ \text{Н}.$$

Величина силы $\vec{N}$ давления рычага на барабан находится из вида зависимости силы трения $F_{\text{тр}} = fN$, тогда $N = \dfrac{F_{\text{тр}}}{f} = 500$ Н.

Составим уравнения равновесия барабана в виде проекций сил на оси, выбранные, как показано на рис. 1.57, *b*:

$$\sum F_{kx} = X_O + F_{\text{тр}} - T\cos 30^\circ = 0;$$

$$\sum F_{ky} = Y_O + T\cos 60^\circ - N - G = 0.$$

Решая систему, найдём реакцию шарнира *O*:

$$X_O = 233 \text{ Н};\ Y_O = 390 \text{ Н};\ R_O = \sqrt{X_O^2 + Y_O^2} = 454{,}3 \text{ Н}.$$

Рассмотрим теперь равновесие тормозного рычага *DE* (см. рис. 1.57, *c*).

На рычаг действуют сила $\vec{N}'$ давления со стороны барабана и сила трения $\vec{F}'_{\text{тр}}$, приложенные в точке касания тормозной колодки с барабаном, равные по величине и противоположные по направлению, соответственно, силам $\vec{N}$ и $\vec{F}_{\text{тр}}$. Кроме того, в точке *D* на рычаг действует сила $\vec{S}'$, под действием которой рычаг прижимается к барабану, и реакция шарнира *E*, разложенная на составляющие $\vec{X}_E$, $\vec{Y}_E$ вдоль осей *x*, *y*. Уравнения равновесия рычага имеют вид:

$$\sum F_{kx} = X_E + F'_{\text{тр}} = 0; \qquad \sum F_{ky} = Y_E + N' - S' = 0;$$

$$\sum M_E(\vec{F}_k) = S' \cdot DE - N' \cdot EK + F'_{\text{тр}} d = 0.$$

Подставляя в систему данные из условия задачи, с учётом найденных значений $F'_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} = 200$ Н, $N' = N = 500$ Н, определим усилие S', с которым тормозной рычаг прижимается к барабану, и реакцию шарнира *E*:

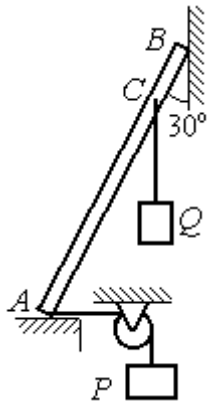
$$S' = 233{,}33 \text{ Н};\ X_E = -200 \text{ Н};\ Y_E = -266{,}67 \text{ Н};\ R_E = \sqrt{X_E^2 + Y_E^2} = 333{,}34 \text{ Н}.$$

Силу $\vec{P}$, необходимую для уравновешивания груза *Q*, найдём рассматривая равновесие рычага *AB* (см. рис. 1.57, *d*) . На рычаг действуют сила $\vec{P}$, реакция цепи $\vec{S}$ и реакция шарнира *B*, показанная на рис. 1.57, *d* составляющими $\vec{X}_B$, $\vec{Y}_B$.

Составим уравнение равновесия рычага в форме равенства нулю суммы моментов сил относительно точки *B*: $P \cdot AB - S \cdot CB = 0$. С учётом того, что модули сил $\vec{S}$ и $\vec{S}'$ равны, найдем $P = 23{,}3$ Н.

Упражнения

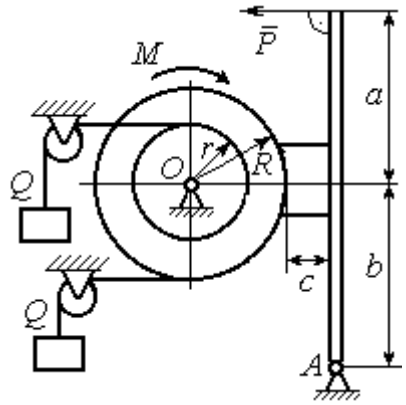
Упражнение 1.13



Невесомый стержень AB опирается в точках A и B на шероховатые поверхности – горизонтальный пол и вертикальную стену. Коэффициент трения между стержнем и полом и между стержнем и стеной $f = 0{,}2$. Угол наклона стержня к вертикальной стене 30°. В точке C к стержню подвешен груз Q. Стержень удерживается в равновесии горизонтальной нитью, прикреплённой в точке A и перекинутой через блок. К другому концу нити подвешен груз P. В каких границах можно изменять вес груза P, не нарушая равновесия стержня?

$AB = 3$ м, $AC = 2$ м, $Q = 200$ Н.

Упражнение 1.14



Шкив O состоит из двух барабанов радиусов R и r. На барабаны навиты верёвки, натянутые одинаковыми грузами Q. К шкиву приложена пара сил с моментом M. Шкив затормаживается с помощью рычажного тормоза. Коэффициент трения между тормозной колодкой и шкивом $f = 0{,}4$. Определить силу $\vec{P}$, приложенную к рычагу тормозной колодки и уравновешивающую шкив. Найти реакцию шарнира A.

$a = b = 1$ м; $c = 0{,}1$ м; $Q = 100$ Н; $M = 120$ Н·м;
$R = 0{,}6$ м; $r = 0{,}2$ м.

Рис. 1.58. Задания для самостоятельного решения. Упражнения № 1.13, 1.14

2. КИНЕМАТИКА ТОЧКИ И ТВЁРДОГО ТЕЛА

2.1. Криволинейное движение точки

Кривая, которую описывает движущаяся точка, называется **траекторией** точки. Движение точки может быть задано **векторным**, **координатным** или **естественным** способами.

Координатный способ задания движения точки основан на том, что положение точки определяется ее координатами, заданными для каждого момента времени (рис. 2.1): $x = x(t)$, $y = y(t)$, $z = z(t)$.

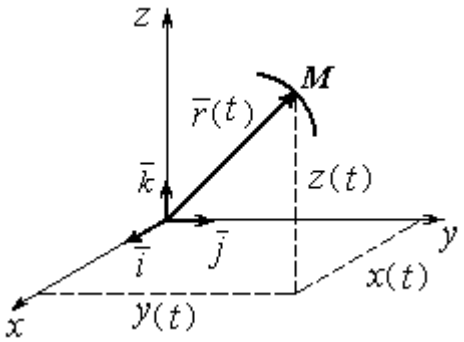


Рис. 2.1. Векторный и координатный способы задания движения точки

Мгновенная скорость, или скорость точки в данный момент времени, является векторной величиной и определяется как производная по времени от радиус-вектора точки: $\vec{V} = \frac{d\vec{r}}{dt}$. **Вектор скорости точки $\vec{V}$ всегда направлен по касательной к траектории в сторону движения точки.** Величины V_x, V_y, V_z проекций вектора скорости $\vec{V}$ на координатные оси определяются как производные по времени от соответствующих координат: $V_x = \frac{dx}{dt} = \dot{x}$; $V_y = \frac{dy}{dt} = \dot{y}$; $V_z = \frac{dz}{dt} = \dot{z}$. Модуль вектора скорости: $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}$.

Мгновенное ускорение точки**,** или ускорение в данный момент времени, является векторной величиной и определяется как производная по времени от вектора скорости точки или как вторая производная от радиус-вектора точки: $\vec{a} = \frac{d\vec{V}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$. Величины a_x, a_y, a_z проекций вектора ускорения на координ-

натные оси определяются равенствами: $a_x = \frac{dV_x}{dt} = \dot{V}_x = \ddot{x}$; $a_y = \frac{dV_y}{dt} = \dot{V}_y = \ddot{y}$; $a_z = \frac{dV_z}{dt} = \dot{V}_z = \ddot{z}$. Модуль вектора ускорения: $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$.

Естественный способ задания движения используется, если траектория движения точки заранее известна. Тогда положение точки однозначно определяется длиной дуги $\breve{OM} = S(t)$, отсчитываемой от некоторой фиксированной точки *O*, принятой за начало отсчета (рис. 2.2). При этом заранее устанавливаются положительное и отрицательное направления отсчета дуговой координаты.

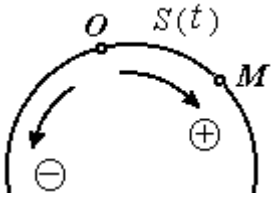


Рис. 2.2. Естественный способ задания движения точки

При естественном способе задания движения вектор скорости точки определяется равенством: $\vec{V} = \dot{S}\vec{\tau} = V_\tau \vec{\tau}$, где S – дуговая координата; $\vec{\tau}$ – единичный вектор касательной к траектории движения, направленный в сторону положительного направления дуговой координаты. Величина $V_\tau = \dot{S}$ называется алгебраической скоростью точки и представляет собой проекцию вектора скорости точки на касательную к траектории.

Вектор ускорения точки $\vec{a}$ раскладывается на составляющие по направлениям естественных осей – касательную (ось τ) и перпендикулярную к ней нормальную (ось *n*):

$$\vec{a} = a_\tau \vec{\tau} + a_n \vec{n} \text{ или } \vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n,$$

где $\vec{\tau}$ – единичный направляющий вектор касательной; $\vec{n}$ – единичный направляющий вектор нормали траектории; a_τ – проекция ускорения точки на касательную называется **касательным ускорением**; a_n – проекция вектора ускорения точки на нормаль называется **нормальным ускорением** (рис. 2.3). Касательная составляющая ускорения характеризует изменение величины скорости точки, нормальная – изменение направления вектора скорости.

Если проекции V_τ и a_τ имеют одинаковые знаки (направлены в одну сторону), движение будет ускоренным, если разных знаков (разнонаправлены) – замедленным (см. рис. 2.3, *a*, *b*).

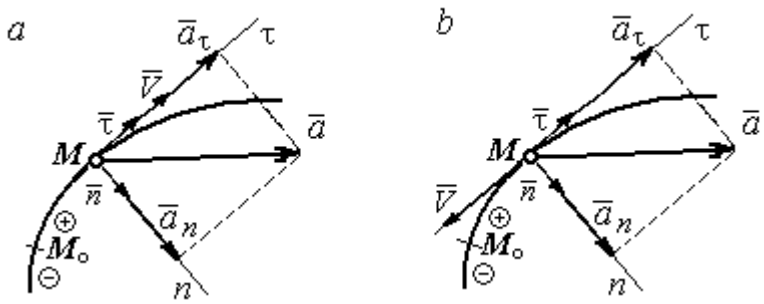


Рис. 2.3. Скорость и ускорение точки. Разложение ускорения на нормальную и касательную составляющие:
a – ускоренное движение; *b* – замедленное движение

Проекции ускорения на естественные оси и модуль вектора ускорения вычисляются по формулам:

$$a_\tau = \ddot{S} = \dot{V}_\tau,\ a_n = \frac{V^2}{\rho};$$

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2}\ ,$$

где ρ – радиус кривизны траектории. Иногда при вычислении касательной составляющей ускорения удобнее пользоваться формулой $a_\tau = \dfrac{a_x V_x + a_y V_y}{V_\tau}$.

Вектор нормальной составляющей ускорения $\vec{a}_n$ всегда направлен к центру кривизны траектории. Вектор касательной составляющей ускорения $\vec{a}_\tau$ направлен в сторону положительного направления касательной (по направлению единичного вектора $\vec{\tau}$), если $\ddot{S} > 0$, и в противоположную сторону – при $\ddot{S} < 0$.

Криволинейное движение точки называется **равномерным**, если проекция вектора скорости на касательную – постоянная величина: $V_\tau = \text{const}$.

Криволинейное движение точки называется **равнопеременным**, если постоянна проекция вектора ускорения на касательную: $a_\tau = \text{const}$.

Примеры решения задач на криволинейное движение точки

Задача 20. Движение точки задано координатным способом уравнениями $x(t) = 2\sin\pi t$, $y(t) = \cos 2\pi t$, где *x*, *y* – в сантиметрах, *t* – в секундах.

Найти траекторию точки, величину и направление скорости и ускорения в моменты времени t_1 = 0,25 с, t_2 = 0,75 с. Определить участки ускоренного и замедленного движений точки.

Решение

Определяем траекторию точки. Из уравнений движения находим $y = \cos 2\pi t = \cos^2 \pi t - \sin^2 \pi t = 1 - 2\sin^2 \pi t = 1 - \frac{x^2}{2}$. Траекторией точки является парабола $y = 1 - \frac{x^2}{2}$ (рис. 2.4). Однако не вся парабола будет траекторией движения, а только та её часть, точки которой согласно уравнениям движения удовлетворяют неравенствам: $-2 \le x \le 2$, $-1 \le y \le 1$.

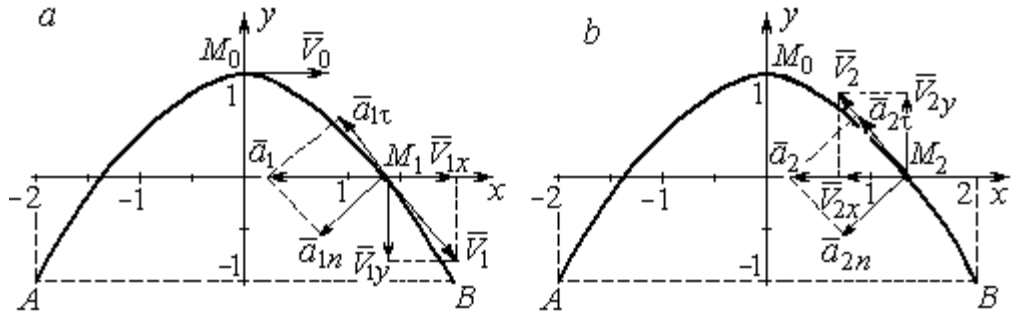


Рис. 2.4. Траектория движения точки:

a – замедленное движение точки на участке от M_0 к *B*;
b – ускоренное движение точки на участке от *B* к M_0

Определяем параметры движения точки в момент времени t_1 = 0,25 с.

Находим координаты x_1, y_1 положения точки M_1:

$$x_1 = x(0{,}25) = 2\sin\frac{\pi}{4} = \sqrt{2} \text{ см}, \quad y_1 = y(0{,}25) = \cos\frac{\pi}{2} = 0.$$

Находим проекции V_{1x}, V_{1y} вектора $\vec{V}_1$ скорости точки на оси системы координат:

$$V_x(t) = \dot{x} = 2\pi\cos\pi t; \; V_y(t) = \dot{y} = -2\pi\sin 2\pi t;$$

$$V_{1x} = V_x(0{,}25) = 2\pi\cos\frac{\pi}{4} = \pi\sqrt{2} \text{ см/с}; \quad V_{1y} = V_y(0{,}25) = -2\pi\sin\frac{\pi}{2} = -2\pi \text{ см/с}.$$

Модуль скорости $V_1 = \sqrt{V_{1x}^2 + V_{1y}^2} = \pi\sqrt{6}$ см/с.

Находим проекции a_{1x}, a_{1y} вектора $\vec{a}_1$ ускорения точки на оси системы координат:

$$a_x(t) = \dot{V}_x = -2\pi^2 \sin\pi t;\ a_y(t) = \dot{V}_y = -4\pi^2 \cos 2\pi t;$$

$$a_{1x} = a_x(0{,}25) = -2\pi^2 \sin\frac{\pi}{4} = -\pi^2\sqrt{2} \text{ см/с}^2;\ a_{1y} = a_y(0{,}25) = -4\pi^2 \cos\frac{\pi}{2} = 0.$$

Модуль вектора ускорения $a_1 = \sqrt{a_{1x}^2 + a_{1y}^2} = \pi^2\sqrt{2}$ см/с.

Положение точки M_1 в момент времени $t_1 = 0{,}25$ с, построение векторов скорости $\vec{V}_1$ и ускорения $\vec{a}_1$ по их проекциям показано на рис. 2.4, *а*.

Для того чтобы определить характер движения точки в положении M_1 – ускоренное или замедленное, найдём направление касательного ускорения. С этой целью разложим известный уже вектор ускорения $\vec{a}_1$ на нормальную и касательную составляющие согласно равенству $\vec{a}_1 = \vec{a}_{1\tau} + \vec{a}_{1n}$. При этом направление касательной совпадает с направлением вектора скорости $\vec{V}_1$, а направление нормали – перпендикулярно ему. Касательное ускорение $\vec{a}_{1\tau}$ оказалось направленным противоположно вектору скорости $\vec{V}_1$ (см. рис. 2.4, *а*). Следовательно, точка в рассматриваемый момент движется замедленно.

В момент времени $t_2 = 0{,}75$ с положение M_2 совпадает с положением M_1:

$$x_2 = x(0{,}75) = 2\sin\frac{3\pi}{4} = \sqrt{2} \text{ см};\ y_2 = y(0{,}75) = \cos 2\pi\frac{3}{4} = 0.$$

Проекции векторов скорости $\vec{V}_2$ и ускорения $\vec{a}_2$ точки на оси координат:

$$V_{2x} = V_x(0{,}75) = 2\pi\cos\frac{3\pi}{4} = -\pi\sqrt{2} \text{ см/с};\ V_{2y} = V_y(0{,}75) = -2\pi\sin 2\pi\frac{3}{4} = 2\pi \text{ см/с};$$

$$a_{2x} = a_x(0{,}75) = -2\pi^2 \sin\frac{3\pi}{4} = -\pi^2\sqrt{2} \text{ см/с}^2;\ a_{2y} = a_y(0{,}75) = -4\pi^2 \cos 2\pi\frac{3}{4} = 0.$$

Модули скорости и ускорения точки в момент времени $t_2 = 0{,}75$ с:

$$V_2 = \sqrt{V_{2x}^2 + V_{2y}^2} = \pi\sqrt{6} \text{ см/с}; \quad a_2 = |a_{2x}| = \pi^2\sqrt{2} \text{ см/с}^2.$$

Положение точки M_2 в момент времени t_2 = 0,75 с, построение векторов скорости $\vec{V}_2$ и ускорения $\vec{a}_2$ по их проекциям, а также разложение вектора ускорения $\vec{a}_2$ на составляющие $\vec{a}_{2n}$ и $\vec{a}_{2\tau}$ показано на рис. 2.4, *b*. В данном случае вектор касательного ускорения совпадает по направлению с вектором скорости (см. рис. 2.4, *b*), поэтому движение ускоренное.

В целом движение точки по траектории происходит следующим образом. Из начального положения M_0 (t_0 = 0) точка с замедлением перемещается по правой ветви параболы. Достигнув положения *B* на траектории (t_B = 0,5 с), точка совершает мгновенную остановку и начинает обратное ускоренное движение. Достигнув положения M_0 (t_{M_0} = 1 с), точка переходит на левую часть параболы, где движется аналогично.

Задача 21. Рудничный поезд выходит на закруглённый участок пути радиуса *R* = 1 км с начальной скоростью 54 км/ч. Считая движение поезда равнопеременным, определить его скорость и ускорение в конце 10-й секунды движения по закруглённому участку, если за это время поезд прошёл путь 500 м.

Решение

Примем за начало отсчёта расстояния точку M_0, где поезд выходит на закруглённый участок пути (рис. 2.5). Предположим, движение поезда равноускоренное и происходит в сторону возрастания дуговой координаты *S*. В этом случае вектор скорости и вектор касательного ускорения направлены в положительную сторону касательной.

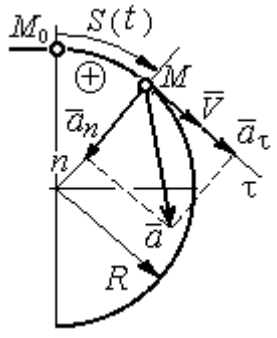


Рис. 2.5. Скорость и ускорение поезда

При равнопеременном движении проекция вектора ускорения на касательную постоянна: a_τ = const. Так как $a_\tau = \dfrac{dV_\tau}{dt}$, то $V_\tau = a_\tau t + C_1$, где V_τ – проекция вектора скорости на касательную

ось. Далее, поскольку $V_\tau = \frac{dS}{dt}$, имеем $S = \frac{a_\tau t^2}{2} + C_1 t + C_2$. Константы интегрирования C_1 и C_2 находятся из начальных условий: при $t = 0$ $S = 0$ и $V_\tau = V_0 =$ = 54 км/ч = 15 м/с. Подставив эти условия в уравнения движения, найдём константы интегрирования: C_1 = 15 м/с; C_2 = 0.

В результате получена система уравнений:

$$V_\tau = a_\tau t + 15; \quad S = \frac{a_\tau t^2}{2} + 15t .$$

По условию задачи через 10 с от начала движения по закруглённому участку поезд прошёл по дуге путь S = 500 м. Подставляя это условие во второе уравнение, получим a_τ = 7 м/с^2. Скорость поезда в конце пройденного пути с учётом известной величины касательного ускорения найдём из первого уравнения V_τ = 85 м/с. Следует заметить, что при указанном движении поезда проекция вектора скорости на касательную ось положительна и равна его модулю: $V_\tau = V$.

Нормальное ускорение поезда при движении по дуге окружности радиуса R = 1000 м в момент времени t = 10 с равно $a_n = \frac{V_\tau^2}{R}$ = 7,23 м/с^2. Величина (модуль) полного ускорения поезда $a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2}$ = 10,06 м/с^2. Разложение вектора ускорения поезда на нормальную и касательную составляющие показано на рис. 2.5.

Задача 22. Вагонетка движется равнопеременно по дуге окружности радиуса R = 80 м. За время движения скорость вагонетки изменилась от начальной V_0 = 18 км/ч до конечной V_1 = 9 км/ч.

Определить характер движения – ускоренное или замедленное. Найти ускорение вагонетки в начале и в конце участка движения, если за это время она прошла путь S = 60 м.

Решение

Выберем некоторую точку на траектории в качестве начальной, а направление положительного отсчёта расстояний – в сторону движения вагонетки.

Уравнения равнопеременного движения точки при начальных условиях: $t = 0$; $S = 0$ и $V_\tau = V_0 = 5$ м/с имеют вид:

$$V_\tau = 5 + a_\tau t\,; \quad S = 5t + \frac{a_\tau t^2}{2}.$$

Подставим в уравнения параметры движения в момент времени $t = t_1$, когда скорость вагонетки стала $V_{1\tau} = 2{,}5$ м/с, а пройденный ею путь составил 60 м. Получим систему:

$$-2{,}5 = a_\tau t_1\,; \quad 60 = 5t_1 + \frac{a_\tau t_1^2}{2},$$

откуда найдём касательное ускорение: $a_\tau = -0{,}16$ м/с^2.

Отрицательная величина означает, что вектор касательного ускорения направлен в сторону, противоположную направлению вектора скорости, и движение равнозамедленное.

Нормальное ускорение вагонетки в начале движения $a_{n0} = \frac{V_0^2}{R} = 0{,}31$ м/с^2.

Полное ускорение $a_0 = \sqrt{a_{n0}^2 + a_\tau^2} = 0{,}35$ м/с^2. В конце движения нормальное ускорение $a_{n1} = \frac{V_1^2}{R} = 0{,}08$ м/с^2. Полное ускорение $a_1 = \sqrt{a_{n1}^2 + a_\tau^2} = 0{,}18$ м/с^2.

2.2. Поступательное движение и вращение твердого тела вокруг неподвижной оси

Движение твёрдого тела называется **поступательным**, если любой прямолинейный отрезок, связанный с телом, остаётся в процессе движения параллельным самому себе. При **поступательном** движении твёрдого тела все его

точки движутся по одинаковым траекториям, имеют равные скорости и ускорения.

Вращением твёрдого тела вокруг неподвижной оси называется такое его движение, при котором две точки тела остаются неподвижными в течение всего времени движения. Прямая, проходящая через неподвижные точки, называется **осью вращения** тела.

Положение вращающегося тела определяется углом поворота $\varphi = \varphi(t)$ относительно какой-либо системы отсчёта, например, относительно неподвижной плоскости, проходящей через ось вращения.

Вектор угловой скорости вращения тела $\vec{\omega}$ лежит на оси вращения и направлен в сторону, откуда вращение тела видно против хода часовой стрелки. **Алгебраическим значением угловой скорости** вращения тела называют проекцию вектора угловой скорости на ось вращения (ось z) $\omega_z = \dot{\varphi}$. При $\dot{\varphi} > 0$ тело вращается в сторону положительного направления отсчёта угла φ, при $\dot{\varphi} < 0$ – в обратную сторону. Направление угловой скорости обычно показывают дуговой стрелкой вокруг оси вращения. Модуль алгебраического значения угловой скорости вращения тела называется угловой скоростью $\omega = |\omega_z| = |\dot{\varphi}|$.

Алгебраическим значением **углового ускорения** вращающегося тела называют проекцию вектора углового ускорения на ось вращения (ось z) $\varepsilon_z = \dot{\omega}_z = \ddot{\varphi}$. Модуль алгебраического значения углового ускорения вращения тела называется угловым ускорением: $\varepsilon = |\varepsilon_z| = |\dot{\omega}_z| = |\ddot{\varphi}|$.

Вектор углового ускорения направлен вдоль оси вращения. Если $\varepsilon_z \omega_z > 0$ (вектора угловой скорости и углового ускорения сонаправлены), движение ускоренное, если $\varepsilon_z \omega_z < 0$ (векторы угловой скорости и углового ускорения противоположны по направлению), – замедленное.

При равномерном вращении угловая скорость тела (алгебраическое значение) – постоянная величина: ω_z = const. Угол поворота тела изменяется по линейному закону $\varphi = \varphi_0 + \omega_z t$, где φ_0 – начальный угол поворота тела.

При равнопеременном вращении постоянной величиной является алгебраическое значение углового ускорения: ε_z = const. В этом случае справедливы уравнения движения: $\omega_z = \omega_{z0} + \varepsilon_z t$; $\varphi = \varphi_0 + \omega_{z0} t + \dfrac{\varepsilon_z t^2}{2}$.

При вращательном движении тела все его точки движутся по окружностям, радиусы которых равны расстояниям от выбранной точки до неподвижной оси. **Скорость точки** вращающегося твердого тела **(**в отличие от угловой скорости тела) называют **линейной,** или **окружной скоростью** точки. Модуль скорости точки рассчитывается по формуле: $V = \omega h$, где ω – угловая скорость тела; h – расстояние от точки до оси вращения. Вектор скорости направлен по касательной к описываемой точкой окружности в сторону вращения тела.

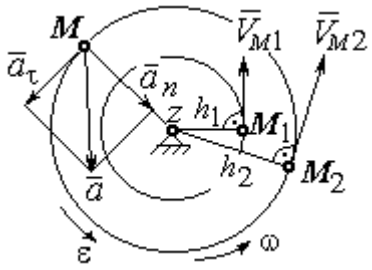


Рис. 2.6. Скорость и ускорение точек вращающегося тела

При вращении тела отношение скоростей двух точек тела равно отношению расстояний от этих точек до оси вращения: $\dfrac{V_{M_1}}{V_{M_2}} = \dfrac{h_1}{h_2}$ (рис. 2.6).

Ускорение точки вращающегося твердого тела рассчитывается как ускорение точки при естественном способе задания движения в виде суммы векторов касательного и нормального ускорений (см. рис. 2.6): $\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$, где модули векторов $a_\tau = \varepsilon h$, $a_n = \omega^2 h$; $a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$; ω, ε – угловая скорость и угловое ускорение тела, $\varepsilon = |\varepsilon_z|$; h – расстояние от точки до оси вращения. **Вектор касательного ускорения точки** $\vec{a}_\tau$ направлен по касательной к описываемой точкой окружности в сторону движения точки, если вращение тела ускоренное, и в противоположную сторо-

ну, если движение тела замедленное. **Вектор нормального ускорения точки** $\vec{a}_n$ направлен вдоль радиуса описываемой точкой окружности к её центру.

При **передаче вращения** одного тела другому без проскальзывания соотношения между угловыми скоростями и угловыми ускорениями выражаются из равенства скоростей и касательных ускорений в точке контакта: $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_2}{r_1}$; $\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{r_2}{r_1}$ (рис. 2.7).

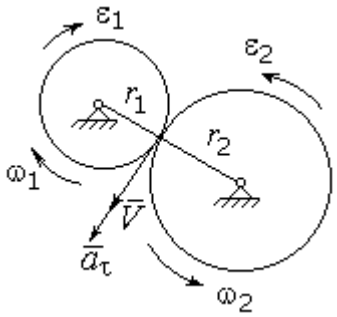


Рис. 2.7. Передача вращения одного тела другому

Примеры решения задач на вращательное движение тел

Задача 23. Вал, начиная вращаться равноускоренно из состояния покоя, за первые 2 мин. сделал 3600 оборотов. Определить угловую скорость вала в конце 2-й минуты и угловое ускорение вала.

Решение

Допустим, вращение вала вокруг оси *z* происходит в сторону положительного направления отсчёта угла. Тогда алгебраические значения угловой скорости и углового ускорения равны модулям соответствующих векторов $\omega_z = \omega$; $\varepsilon_z = \varepsilon$.

Воспользуемся уравнениями равнопеременного вращения вала с нулевыми начальными условиями (начальный угол поворота $\varphi_0 = 0$ и начальная угловая скорость вала $\omega_0 = 0$). Имеем $\omega = \varepsilon t$; $\varphi = \frac{\varepsilon t^2}{2}$.

Подставим в уравнения параметры движения вала в момент времени $t = t_1 = 2$ мин = 120 с; $\varphi_1 = 3600$ об $= 7200\pi$ рад. Получим систему:

$$\omega_1 = \varepsilon \cdot 120, \quad 7200\pi = \frac{\varepsilon \cdot 120^2}{2}, \text{ откуда } \varepsilon = \pi \text{ с}^{-2}; \quad \omega_1 = 120\pi \text{ с}^{-1}.$$

Задача 24. В механизме стрелочного индикатора (рис. 2.8) движение от рейки мерительного штифта 1 передаётся шестерне 2, скреплённой на одной оси с зубчатым колесом 3. Колесо 3 сцепляется, в свою очередь, с шестернёй 4, несущей стрелку-индикатор. Определить угловую скорость стрелки, если движение штифта задаётся уравнением $x = 4\sin\pi t$ и радиусы зубчатых колёс: $r_2 = 6$ см, $r_3 = 10$ см, $r_4 = 4$ см.

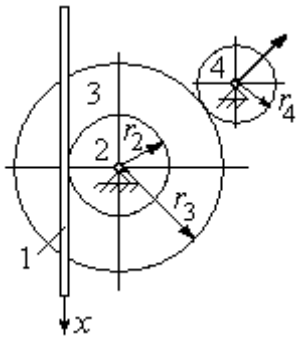


Рис. 2.8. Механизм стрелочного индикатора

Решение

Мерительный штифт движется поступательно вдоль оси x (см. рис. 2.8). Проекция скорости любой точки штифта на ось x $V_{1x} = \dot{x} = 4\pi\cos\pi t$ см/с. Такую же скорость имеет и точка касания штифта с шестернёй 2.

Полагая, что точка касания штифта с шестернёй 2 принадлежит и шестерне, найдём алгебраическое значение угловой скорости шестерни 2: $\omega_{2z} = \dfrac{V_{1x}}{r_2} = \dfrac{4\pi\cos\pi t}{6} = \dfrac{2\pi}{3}\cos\pi t$ рад/с. Зубчатое колесо 3 скреплено с шестернёй 2 на одной оси и имеет ту же угловую скорость $\omega_{3z} = \omega_{2z}$. Вращение колеса 3 через точку зацепления передаётся шестерне 4. Выразим соотношение между алгебраическими значениями угловых скоростей при передаче вращения одного тела другому: $\dfrac{\omega_{3z}}{\omega_{4z}} = \dfrac{r_4}{r_3}$. Отсюда получим: $\omega_{4z} = \dfrac{V_{1x} r_3}{r_2 r_4} = \dfrac{5\pi}{3}\cos\pi t$ с$^{-1}$. Угловая скорость стрелки равна угловой скорости шестерни 4.

Задача 25. Ведущее колесо 1 подъёмного устройства (рис. 2.9) передаёт движение шестерне 2. На одной оси с шестернёй 2 расположен шкив 3, жёстко скреплённый с шестернёй. Шкив 3 соединяется со шкивом 4 бесконечным

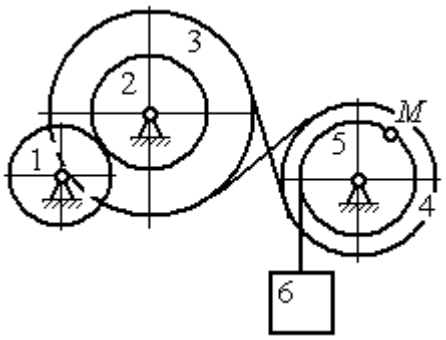


Рис. 2.9. Схема механизма подъёмного устройства

перекрёстным ремнём. Барабан 5 скреплён со шкивом 4 и находится с ним на одной оси. На барабан намотана нить, удерживающая груз 6. По заданному уравнению движения колеса 1 определить скорость, нормальное, касательное и полное ускорения точки M на ободе барабана 5 в момент времени $t_1 = 1$ с, а также скорость и ускорение груза 6. Скольжение между звеньями механизма отсутствует.

Значения радиусов колёса, шкивов и барабана механизма: $r_1 = 20$ см, $r_2 = 10$ см, $r_3 = 40$ см, $r_4 = 16$ см, $r_5 = 8$ см. Уравнение вращения колеса 1: $\varphi_1 = 2t^2 - 5t$ рад.

Решение

Ведущим звеном в механизме является колесо 1. Выберем положительное направление отсчёта угла поворота колеса 1 в сторону, противоположную направлению вращения часовой стрелки. На рис. 2.10 это направление показано дуговой стрелкой φ_1.

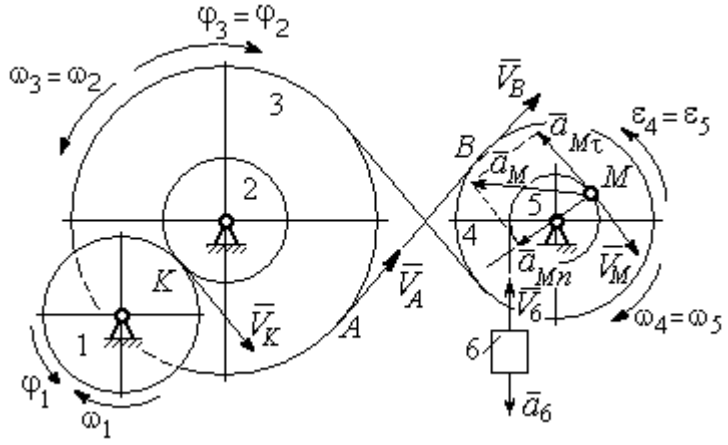


Рис. 2.10. Расчётная схема механизма

Продифференцировав по времени уравнение движения колеса 1, получим алгебраическое значение его угловой скорости: $\omega_{1z} = \dot{\varphi}_1 = 4t - 5$ рад/с. В момент времени $t_1 = 1$ с алгебраическое значение угловой скорости колеса 1 отрицательно: $\dot{\varphi}_1(1) = -1$ рад/с. Это означает, что в данный момент времени колесо 1 вращается в сторону, противоположную положительному направлению отсчёта угла φ_1. Угловая скорость колеса 1 равна модулю: $\omega_1 = |\omega_{1z}| = 1$ рад/с. Направление угловой скорости ω_1 колеса 1 в момент времени $t_1 = 1$ с показано дуговой стрелкой ω_1.

Вращение колеса 1 передаётся шестерне 2 через точку контакта *K*. Из соотношения $\frac{\omega_1}{\omega_2}=\frac{r_2}{r_1}$ найдём угловую скорость шестерни 2: $\omega_2=\frac{\omega_1 r_1}{r_2}$. Шкив 3, закреплённый на одной оси с шестернёй 2 имеет такую же угловую скорость, $\omega_3=\omega_2$. Направление угловых скоростей шестерни 2 и шкива 3 показано на рис. 2.10 дуговой стрелкой ω_2.

Передача движения шкива 3 шкиву 4 производится с помощью ремённой передачи. На участке от точки *A*, где ремень сходит со шкива 3, и до точки *B*, где ремень набегает на шкив 4, ремень движется поступательно, поэтому скорости точек *A* и *B* равны: $V_A=V_B$. Выразив скорости точек через угловые скорости тел, имеем равенство $\omega_3 r_3=\omega_4 r_4$, откуда с учётом, что $\omega_3=\omega_2$, найдём угловую скорость шкива 4: $\omega_4=\frac{\omega_3 r_3}{r_4}=\frac{\omega_1 r_1 r_3}{r_2 r_4}$. Угловая скорость барабана 5 равна угловой скорости шкива 4, $\omega_5=\omega_4$. Направление угловых скоростей шкива 4 и барабана 5 показано на рис. 2.10 дуговой стрелкой ω_4.

Величина (модуль) скорости точки *M* рассчитывается по формуле: $V_M=\omega_5 r_5$. В момент времени $t_1=1$ с $\omega_5=\frac{\omega_1 r_1 r_3}{r_2 r_4}=5$ рад/с и $V_M=20$ см/с. Вектор скорости $\vec{V}_M$ направлен по касательной к ободу барабана в точке *M* и направлен в сторону вращения барабана 5 (см. рис. 2.10).

Нить, несущая груз 6, сматываясь с обода барабана, имеет скорость, равную скорости точек обода барабана, и, следовательно, равна скорости точки *M*: $V_6=V_M$. Направление скорости груза 6 определяется направлением вращения барабана 5. При $t_1=1$с груз поднимается со скоростью $V_6=20$ см/с.

Определим ускорение точки *M*. Вектор ускорения точки *M* равен сумме векторов: $\vec{a}_M=\vec{a}_M^{\tau}+\vec{a}_M^{n}$, где $\vec{a}_M^{\tau}$, $\vec{a}_M^{n}$ – касательная и нормальная составляющие ускорения.

Найдём алгебраическое значение угловой скорости барабана 5: $\omega_{5z} = \dfrac{\omega_{1z} r_1 r_3}{r_2 r_4} = 20t - 25$ рад/с. Алгебраическое значение углового ускорения барабана 5 ε_{5z} равно производной $\varepsilon_{5z} = \dot{\omega}_{5z} = 20$ рад/с^2. Так как в момент времени $t_1 = 1$ с знаки алгебраических значений угловой скорости барабана и его углового ускорения разные ($\omega_{5z} = -5$ рад/с $\vec{a}_M = \vec{a}_M^{\tau} + \vec{a}_M^{n}$ $\varepsilon_{5z} = +20$ рад/с^2), угловое ускорение (по величине равное модулю $\varepsilon_5 = |\varepsilon_{5z}|$) направлено в сторону, противоположную угловой скорости. На рис. 2.10 направление углового ускорения барабана 5 показано дуговой стрелкой ε_5.

Касательное ускорение точки: $a_{M\tau} = \varepsilon_5 r_5 = 80$ см/с^2. Вектор $\vec{a}_{M\tau}$ касательного ускорения точки M направлен по касательной к траектории в точке M в сторону углового ускорения ε_5 (см. рис. 2.10).

Нормальное ускорение точки M рассчитывается как $a_M^n = \omega_5^2 r_5$, где угловая скорость барабана $\omega_5 = |\omega_{5z}|$. В момент времени $t_1 = 1$ с $\omega_5 = 5$ рад/с и величина нормального ускорения: $\vec{a}_M^{\,n} = 100$ см/с^2. Вектор нормального ускорения $\vec{a}_M^{\,n}$ направлен по радиусу к центру барабана 5.

Модуль полного ускорения точки M в заданный момент времени: $a_M = \sqrt{(a_M^{\tau})^2 + (a_M^n)^2} = 128{,}06$ см/с^2. Вектор ускорения $\vec{a}_M$ направлен по диагонали прямоугольника, построенного на векторах $\vec{a}_M^{\,n}$ и $\vec{a}_M^{\tau}$ (см. рис. 2.10).

Ускорение a_6 груза 6 находится из условия, что груз движется прямолинейно. При прямолинейном движении нормальная составляющая ускорения равна нулю. В результате, ускорение груза 6 $a_6 = a_6^{\tau} = \dot{V}_6 = \dot{V}_M = a_M^{\tau} = \varepsilon_5 r_5 = 80$ см/с^2. Направление вектора ускорения груза 6 определяется направлением углового ускорения барабана 5. На рис. 2.10 направление ускорения груза 6 показано вектором $\vec{a}_6$.

Задача 26. По заданному уравнению поступательного движения звена 1 механизма (рис. 2.11, *a*) определить скорость, нормальное, касательное и полное ускорения точки *M* диска 3 в момент времени $t_1 = 1$ с, а также скорость и ускорение звена 4. Скольжение между звеньями механизма отсутствует. Значения радиусов колес механизма и закон движения звена 1: $R_2 = 20$ см, $r_2 = 5$ см, $R_3 = 8$ см, $r_3 = 4$ см, $x_1 = \cos\pi t + \sin\pi t$ см.

Решение

Звено 1 движется поступательно вдоль оси *x*. Положительное направление движения задаётся направлением оси *x* (рис. 2.11, *a*). Продифференцировав по времени уравнение движения звена 1, получим его алгебраическое значение скорости: $V_{1x}(t) = \dot{x}_1 = -\pi\sin\pi t + \pi\cos\pi t$.

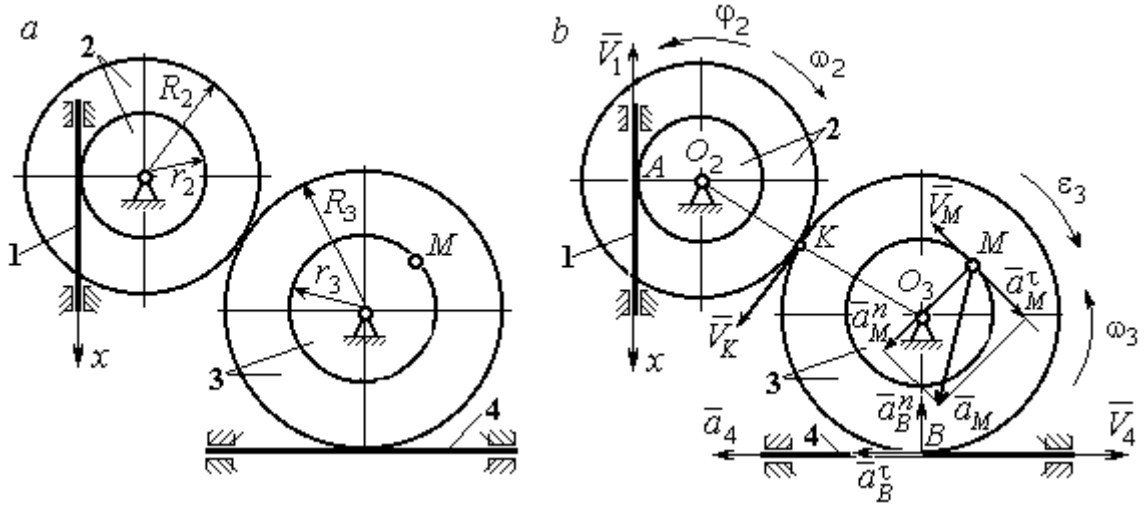


Рис. 2.11. Кинематика поступательного и вращательного движений твердого тела:
a – схема механизма; *b* – расчетная схема для определения скоростей
и ускорений точек механизма

В момент времени $t_1 = 1$ с алгебраическое значение скорости звена 1 отрицательное: $V_{1x}(1) = -\pi$ см/с. Это показывает, что в данный момент времени звено 1 движется в сторону, противоположную положительному направлению оси *x*. Скорость звена 1 равна модулю производной $V_1(1) = |\dot{x}_1| = \pi$ см/с. На рис. 2.11, *b* показано направление вектора скорости $\vec{V}_1$.

Точка A соприкосновения звена 1 с диском 2 имеет ту же скорость, что и звено 1. Угловая скорость диска 2 определяется из равенства $\omega_2 = \frac{V_1}{r_2}$ рад/с. Направление угловой скорости вращения диска 2 показано на рис. 2.11, *b* дуговой стрелкой ω_2.

Передача вращения диска 2 диску 3 происходит в точке *K*. Из соотношения $\frac{\omega_3}{\omega_2} = \frac{R_2}{R_3}$ находим угловую скорость диска 3: $\omega_3 = \frac{V_1 R_2}{r_2 R_3} = \frac{\pi}{2}$. Направление угловой скорости диска 3 показано на рис. 2.11, *b* дуговой стрелкой ω_3.

Модуль скорости точки M $V_M = \omega_3 r_3 = 2\pi$ см/с. Вектор скорости $\vec{V}_M$ направлен по касательной к траектории движения точки *M* в сторону вращения диска 3 (см. рис. 2.11, *b*).

Звено 4 движется поступательно. Величина и направление скорости звена 4 совпадают с величиной и направлением скорости точки *B* касания звена 4 с диском 3: $V_4 = V_B = \omega_3 R_3$. В момент времени $t_1 = 1$ с $V_4 = 4\pi$ см/с. Направление вектора скорости $\vec{V}_4$ определяется направлением вращения диска 3.

Определим ускорение точки *M*. Найдём алгебраическое значение ω_{3z} угловой скорости диска 3: $\omega_{3z} = \frac{V_{1x} R_2}{r_2 R_3} = \frac{\pi}{2}(-\sin\pi t + \cos\pi t)$. Алгебраическое значение ε_{3z} углового ускорения диска 3: $\varepsilon_{3z} = \dot{\omega}_{3z} = -\frac{\pi^2}{2}(\cos\pi t + \sin\pi t)$ и в момент времени $t_1 = 1$ с $\varepsilon_{3z} = \frac{\pi^2}{2}$. Разные знаки алгебраических значений угловой скорости и углового ускорения диска 3 ($\omega_{3z} = -\frac{\pi}{2}; \varepsilon_{3z} = +\frac{\pi^2}{2}$) показывают, что угловое ускорение направлено в сторону, противоположную угловой скорости. На рис 2.11, *b* направление углового ускорения диска 3 показано дуговой стрелкой ε_3.

Касательное ускорение точки M рассчитывается по формуле $a_M^{\tau} = \varepsilon_3 r_3$, где угловое ускорение $\varepsilon_3 = |\varepsilon_{3z}|$. В момент времени $t_1 = 1$ с $a_M^{\tau} = 2\pi^2$ см/с^2. Вектор касательного ускорения точки M $\vec{a}_M^{\tau}$ направлен по касательной к траектории точки M в сторону углового ускорения ε_3 (см. рис. 2.11, *b*).

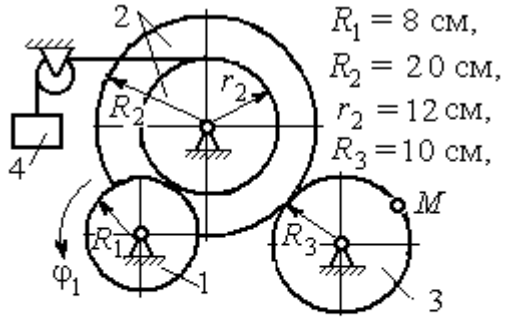
Нормальное ускорение точки M рассчитывается как $a_M^n = \omega_3^2 r_3$. В момент времени $t_1 = 1$ с величина нормального ускорения $a_M^n = \pi^2$ см/с^2. Вектор нормального ускорения $\vec{a}_M^n$ направлен по радиусу к центру диска 3.

Модуль полного ускорения точки M: $a_M = \sqrt{(a_M^n)^2 + (a_M^{\tau})^2} = \pi^2\sqrt{5}$ см/с^2. Вектор полного ускорения $\vec{a}_M$ направлен по диагонали прямоугольника, построенного на векторах $\vec{a}_M^n$ и $\vec{a}_M^{\tau}$.

Звено 4 движется поступательно и прямолинейно. Ускорение звена 4 равно проекции ускорения точки B (касания диска 3 со звеном 4) на линию движения звена 4: $a_4 = a_B^{\tau} = \varepsilon_3 R_3 = 4\pi^2$ см/с^2. Направление ускорения звена 4 совпадает с касательным ускорением точки B.

Упражнения

Упражнение 2.1

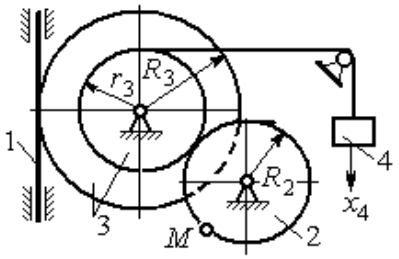


$R_1 = 8$ см,
$R_2 = 20$ см,
$r_2 = 12$ см,
$R_3 = 10$ см,

$\varphi_1 = 3t + 2\sin\frac{\pi t}{2}$ рад,

Найти скорость и ускорение точки M и груза 4 в момент $t = 1$ с

Упражнение 2.2



$R_2 = 0{,}2$ м, $R_3 = 0{,}4$ м, $r_3 = 0{,}3$ м,

$x_4 = t - 1 - \sin\frac{\pi t}{3} + \cos\frac{\pi t}{3}$ м.

Найти скорость и ускорение точки M и звена 1 в момент $t = t_1 = 3$ с.

Рис. 2.12. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 2.1, 2.2

2.3. Скорости точек при плоскопараллельном движении твёрдого тела

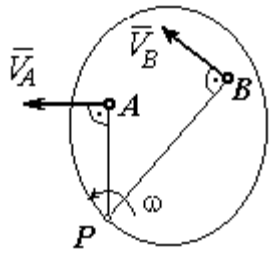
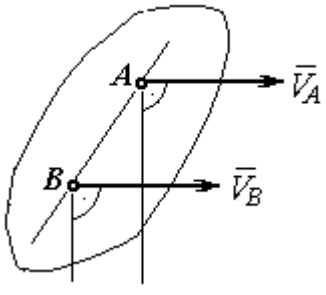
Плоскопараллельным, или плоским движением твердого тела, называется такое движение, при котором все точки тела движутся параллельно некоторой неподвижной (основной) плоскости.

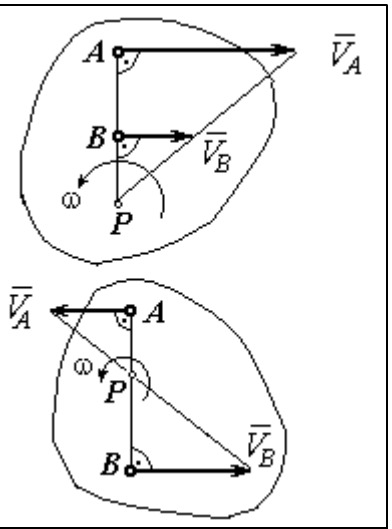
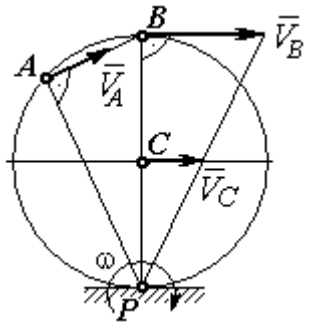
Для скоростей $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_M$ двух точек A и M тела, совершающего плоское движение, справедливо утверждение: **проекции скоростей двух точек твердого тела на ось, проходящую через эти точки, равны друг другу:** $V_A\cos\alpha = V_M\cos\beta$, где α, β – углы между векторами скорости $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_M$ и осью, проходящей через точки A и M.

Мгновенным центром скоростей (МЦС) называется точка P плоской фигуры, скорость которой в данный момент времени равна нулю. При известном положении МЦС скорость любой точки плоской фигуры находят так, как если бы движение фигуры было мгновенно вращательным вокруг мгновенного центра скоростей с угловой скоростью, равной угловой скорости плоской фигуры. Способы построения мгновенного центра скоростей приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Способы построения мгновенного центра скоростей

1. Если известны направления скоростей $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_B$ каких-нибудь двух точек A и B плоской фигуры, то мгновенный центр скоростей P находится в точке пересечения перпендикуляров, восстановленных из этих точек к векторам скоростей.	
2. Если скорости двух точек $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_B$ параллельны, но точки A и B не лежат на общем перпендикуляре к скоростям, то, как видно из рисунка, мгновенный центр P бесконечно удалён. В этом случае угловая скорость $\omega = 0$ и тело в данный момент движется поступательно (движение является мгновенным поступательным). При таком движении скорость любой точки тела равна $\vec{V}_A$.	

3. Если скорости двух точек $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_B$ параллельны, а точки A и B лежат на общем перпендикуляре к скоростям, то мгновенный центр скоростей P находится как пересечение прямой, соединяющей точки A и B и линии, проходящей через концы векторов, изображающих скорости $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_B$.	
4. Если плоскопараллельное движение осуществляется путем качения без скольжения одного тела по неподвижной поверхности другого, то мгновенный центр скоростей P расположен в точке касания катящегося тела с неподвижной поверхностью.	

Примеры решения задач на плоскопараллельное движение тела

Задача 27. Приводной механизм насоса находится в положении, показанном на рис. 2.13. Кривошип O_1C вращается с постоянной угловой скоростью $\omega_{O_1C} = 2$ рад/с вокруг оси, проходящей через точку O_1 перпендикулярно плоскости чертежа. Определить скорость поршня D и угловые скорости шатуна BC, коромысла AB и штока AD, если O_1C = 20 см, $OB = 2 \cdot OA$ = 40 см, AD = 60 см.

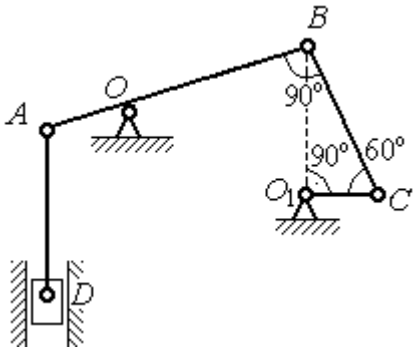


Рис. 2.13. Приводной механизм насоса

Решение

Предположим для определённости, что кривошип O_1C вращается в направлении по ходу часовой стрелки. Вектор $\vec{V}_C$ скорости точки C направлен

перпендикулярно кривошипу O_1C, в сторону его вращения (рис. 2.14). Модуль скорости $V_C = \omega_{O_1C} \cdot O_1C = 40$ см/с.

Коромысло AB качается (вращается) вокруг оси, проходящей через точку O, параллельно оси вращения кривошипа. Скорость точки B направлена перпендикулярно коромыслу AB вдоль шатуна BC (рис. 2.14).

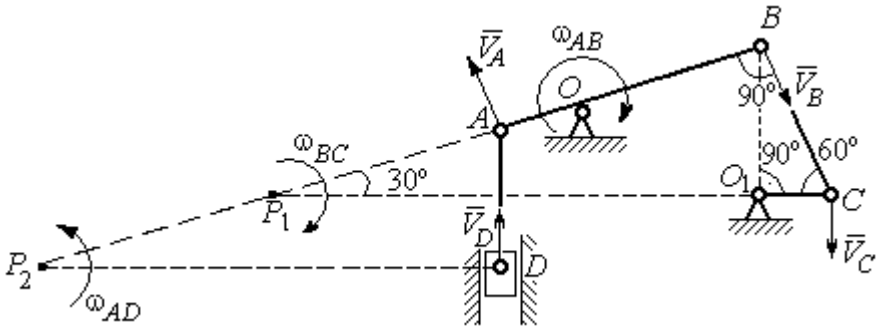


Рис. 2.14. Расчётная кинематическая схема механизма привода насоса

Шатун BC совершает плоскопараллельное движение. Мгновенный центр скоростей шатуна P_1 расположен в точке пересечения перпендикуляров к скоростям $\vec{V}_C$ и $\vec{V}_B$ точек C и B шатуна. Находим $P_1C = 4O_1C = 80$ см. Угловая скорость вращения шатуна BC $\omega_{BC} = \dfrac{V_C}{CP_1} = 0{,}5$ рад/с. Направление угловой скорости вращения шатуна BC определяется направлением вращения кривошипа O_1C и на рис. 2.14 показано дуговой стрелкой ω_{BC}.

Скорость V_B найдём по теореме о проекциях скоростей. Спроектируем вектора скоростей $\vec{V}_C$ и $\vec{V}_B$ точек C и B на линию BC. Получим $V_B \cos 0^\circ = V_C \cos 30^\circ$. Отсюда $V_B = 20\sqrt{3}$ см/с.

Угловая скорость коромысла AB $\omega_{AB} = \dfrac{V_B}{OB} = \dfrac{\sqrt{3}}{2}$ рад/с. Направление угловой скорости коромысла определяется направлением вектора скорости $\vec{V}_B$ и показано дуговой стрелкой ω_{AB}.

Скорость точки A коромысла равна половине скорости точки B: $V_A = \frac{1}{2}V_B = 10\sqrt{3}$ см/с. Вектор скорости $\vec{V}_A$ направлен перпендикулярно коромыслу AB в сторону его вращения.

Точка P_2 пересечения перпендикуляров к скоростям $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_D$ является мгновенным центром скоростей штока AD. Тогда угловая скорость штока $\omega_{AD} = \frac{V_A}{AP_2} = \frac{\sqrt{3}}{12}$ рад/с. Направление угловой скорости штока определяется по направлению скорости точки A и на рис. 2.14 показано дуговой стрелкой ω_{AD}.

Скорость поршня $V_D = \omega_{AD} \cdot P_2D = 15$ см/с.

Задача 28. Механизм качалки (рис. 2.15) состоит из кривошипа OA, вращающегося вокруг оси O и несущего в точке A ось подвижной шестерни 2, которая катится по неподвижной шестерне 1. Вращение кривошипа происходит с угловой скоростью $\omega_{OA} = 2$ рад/с. Радиусы шестерён $r_1 = r_2 = 6$ см. К ободу шестерни 2 в точке B шарнирно прикреплён шатун BC длиной $BC = 8$ см, который в точке C передаёт движение коромыслу CO_1 длиной $CO_1 = 16$ см.

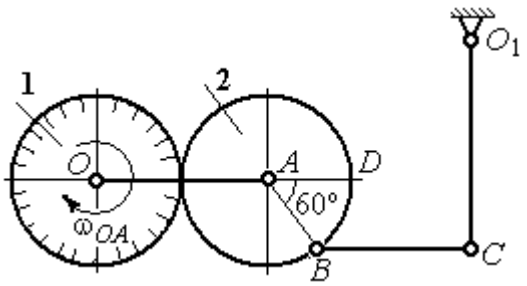


Рис. 2.15. Схема механизма качалки

Определить угловые скорости шестерни 2, шатуна BC, коромысла CO_1, а также скорости точек A, B, C, D в момент, когда кривошип OA и шатун BC горизонтальны и угол $\angle DAB = 60^\circ$.

Решение

Найдём скорость точки A кривошипа: $V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 24$ см/с. Вектор скорости точки $\vec{V}_A$ расположен перпендикулярно кривошипу OA и направлен в сторону вращения кривошипа (рис. 2.16).

Мгновенный центр скоростей P_2 шестерни 2 находится в точке касания с неподвижной поверхностью шестерни 1. Угловая скорость шестерни 2 $\omega_2 = \dfrac{V_A}{AP_2} = 4$ рад/с. Направление угловой скорости шестерни 2 определяется направлением вектора скорости $\vec{V}_A$ и на рис. 2.16 показано дуговой стрелкой ω_2.

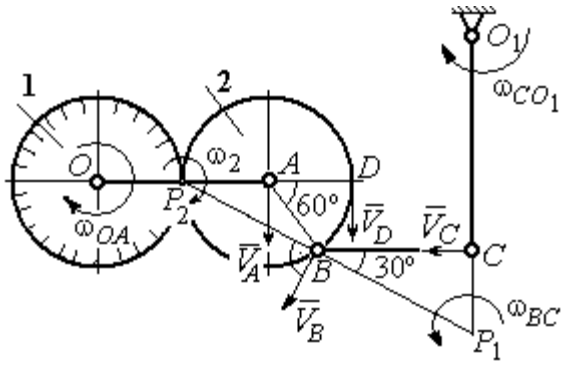


Рис.2.16. Расчётная кинематическая схема механизма качалки

Найдём расстояние P_2B из равнобедренного треугольника P_2AB по теореме косинусов: $P_2B = \sqrt{r^2 + r^2 - 2r^2\cos 120^\circ} = 6\sqrt{3}$ см. Скорость точки B $V_B = \omega_2 \cdot P_2B = 24\sqrt{3}$ см/с. Вектор скорости $\vec{V}_B$ перпендикулярен линии P_2B и направлен в сторону вращения шестерни 2.

Скорость точки D: $V_D = \omega_2 \cdot P_2D = 48$ см/с. Вектор скорости $\vec{V}_D$ перпендикулярен линии P_2D и направлен в ту же сторону (см. рис. 2.16).

Скорость точки C перпендикулярна линии CO_1. Восстанавливая перпендикуляры к скоростям $\vec{V}_B$ и $\vec{V}_C$, получим точку пересечения P_1, которая будет мгновенным центром скоростей шатуна BC. Расстояние $P_1B = \dfrac{BC}{\cos 30^\circ} = \dfrac{16}{\sqrt{3}}$ см.

Угловая скорость шатуна $\omega_{BC} = \dfrac{V_B}{P_1B} = \dfrac{9}{2}$ рад/с. Направление угловой скорости определяется по направлению скорости $\vec{V}_B$ и показано дуговой стрелкой ω_{BC}.

Скорость точки C: $V_C = \omega_{BC} \cdot P_1C = \dfrac{36}{\sqrt{3}}$ см/с. Направление вектора скорости определяется направлением вращения шатуна BC.

Угловая скорость коромысла CO_1: $\omega_{CO_1} = \dfrac{V_C}{O_1C} = \dfrac{9}{4\sqrt{3}}$ рад/с.

Задача 29. В планетарном механизме (рис. 2.17) кривошип OA длиной OA = 25 см вращается вокруг неподвижной оси O, перпендикулярной плоскости рисунка, с угловой скоростью ω_{OA} = 3,6 рад/с. На конец A кривошипа насажена шестерёнка 2, находящаяся во внутреннем зацеплении с колесом 1 радиуса r_1 = 45 см, соосным с кривошипом OA и вращающимся с угловой скоростью ω_1 = 1 рад/с. Шатун BC, шарнирно соединённый с шестерёнкой 2 на её ободе в точке B, приводит в движение кривошип CO_1. Определить угловые скорости шестерёнки 2, шатуна BC и кривошипа CO_1, скорости точек A, B, C в положении, показанном на рис.2.17, если длина шатуна BC = 100 см, длина кривошипа CO_1 = 50 см.

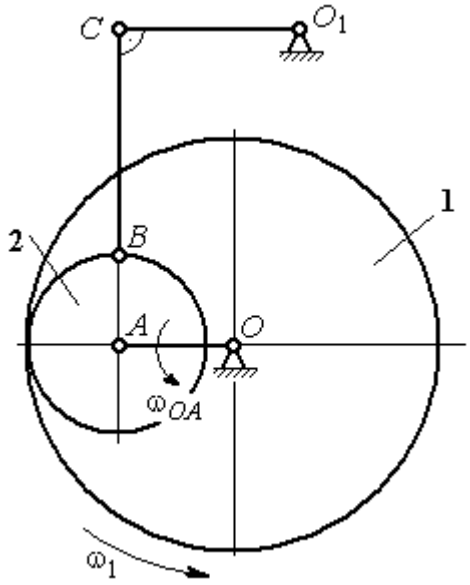


Рис. 2.17. Планетарный механизм

Решение

Найдём скорости точек A и D

$$V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 90 \text{ см/с}; \quad V_D = \omega_1 \cdot r_1 = 45 \text{ см/с}.$$

Вектор скорости $\vec{V}_A$ направлен перпендикулярно кривошипу OA в сторону его вращения. Вектор скорости $\vec{V}_D$ перпендикулярен радиусу OD колеса 1 и направлен в сторону вращения колеса (рис. 2.18).

Мгновенный центр скоростей P_2 шестерни 2 находится на пересечении прямой, соединяющей точки A и D, и линии, проходящей через концы векторов $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_D$, изображающих скорости точек A и D Расстояние P_2D от центра скоростей до точки D находится из пропорции $\frac{V_A}{V_D} = \frac{AP_2}{DP_2} = \frac{DP_2 + 20}{DP_2}$, откуда P_2D = 20 см.

Угловая скорость шестерёнки 2 $\omega_2 = \dfrac{V_D}{P_2 D} = 2{,}25$ рад/с. Направление угловой скорости ω_2 показано на рис. 2.18 дуговой стрелкой ω_2.

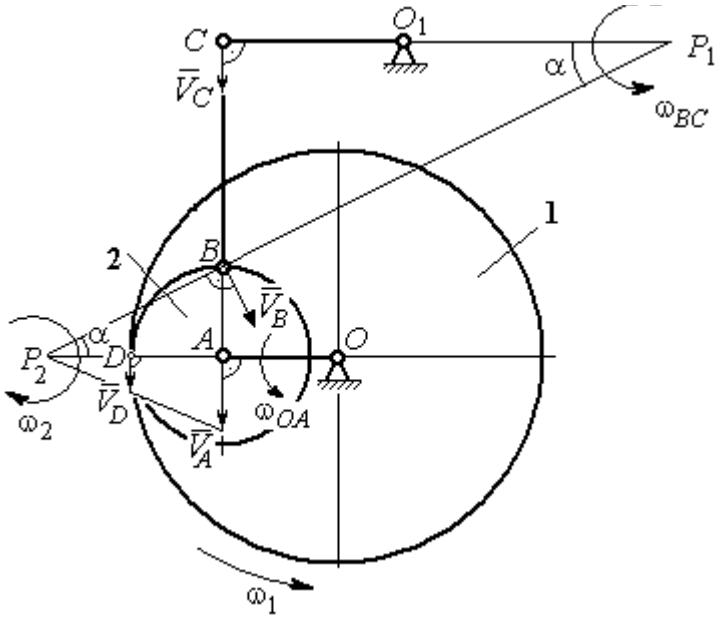


Рис. 2.18. Расчётная кинематическая схема планетарного механизма

Скорость точки *B,* которая находится на ободе шестеренки, $V_B = \omega_2 \cdot P_2 B = = 45\sqrt{5}$ см/с. Вектор скорости $\vec{V}_B$ перпендикулярен линии P_2B и направлен в сторону вращения шестерни 2.

Направим вектор скорости $\vec{V}_C$ перпендикулярно кривошипу CO_1 и восстановим перпендикуляры к скоростям $\vec{V}_C$ и $\vec{V}_B$. Точка P_1 пересечения перпендикуляров является мгновенным центром скоростей шатуна *BC.* Расстояние P_1B найдём из треугольника P_1BC: $P_1B = \dfrac{BC}{\sin\alpha}$, где $\sin\alpha = \dfrac{AB}{P_2B} = \dfrac{1}{\sqrt{5}}$. Тогда $P_1B = 100\sqrt{5}$ см. Угловая скорость шатуна $\omega_{BC} = \dfrac{V_B}{P_1B} = 0{,}45$ рад/с. Скорость точки *C* шатуна *BC* найдём по теореме о проекциях скоростей. Спроектируем скорости $\vec{V}_C$ и $\vec{V}_B$ точек *C* и *B* на линию, проходящую через эти точки Имеем: $V_C \cos 0^\circ = V_B \cos\alpha$, откуда $V_C = 90$ см/с.

Угловая скорость кривошипа CO_1 $\omega_{CO_1} = \dfrac{V_C}{O_1C} = 1{,}8$ рад/с.

Задача 30. В плоском механизме (рис. 2.19) кривошип OA вращается вокруг оси O с угловой скоростью ω_{OA}. На конец A кривошипа насажена шестерня 2, находящаяся во внешнем зацеплении с неподвижным колесом 1. Радиусы колеса и шестерни r_1 и r_2. Шестерня 2 соединяется с колесом 3 шатуном BC, закреплённым на шестерне в точке B и на колесе в точке C. Колесо 3 катится без скольжения по горизонтальной поверхности. Все соединения шарнирные. Качение шестерни 2 по неподвижному колесу 1 без проскальзывания. Для положения механизма, изображенного на рис. 2.19, определить скорости точек A, B, C и угловые скорости шатуна BC, шестерни 2 и колеса 3, если ω_{OA}= 4 рад/с; r_1= 4 см; $r_2 = r_3$= 8 см.

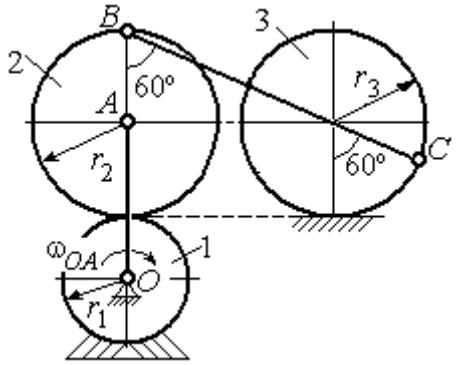


Рис. 2.19. Схема движения плоского механизма

Решение

Рассмотрим вращательное движение кривошипа OA. Скорость точки A кривошипа: $V_A = \omega_{OA} \cdot OA$= 48 см/с. Вектор скорости $\vec{V}_A$ направлен перпендикулярно кривошипу OA в сторону его вращения (рис. 2.20).

При качении шестерни 2 по неподвижной поверхности колеса 1 точка их соприкосновения P_2 является мгновенным центром скоростей шестерни.

Угловая скорость шестерни 2 $\omega_2 = \dfrac{V_A}{AP_2}$= 6 рад/с.

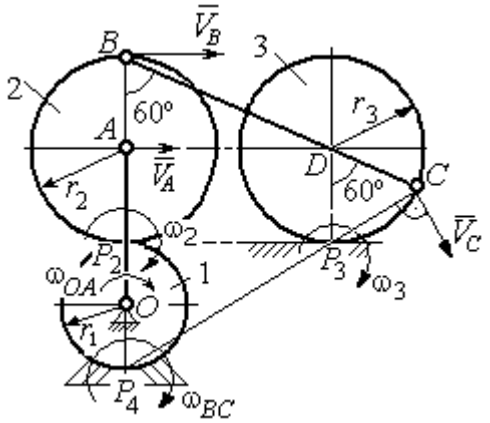


Рис. 2.20. Расчетная схема для определения угловых скоростей звеньев механизма

Скорость точки B шестерни 2 $V_B = \omega_2 \cdot BP_2$ = 96 см/с.

Точка P_3 касания колеса 3 с неподвижной поверхностью является его мгновенным центром скоростей. Вектор $\vec{V}_C$ скорости точки C колеса 3 перпендикулярен линии P_3C и направлен в сторону качения колеса (см. рис. 2.20).

Мгновенный центр скоростей шатуна BC – точка P_4 находится на пересечении перпендикуляров, восстановленных к скоростям точек B и C. По построению $BP_4 = BC = BD + DC = 2r_2 + r_3 = 24$ см. Угловая скорость шатуна BC $\omega_{BC} = \dfrac{V_B}{BP_4} = 4$ рад/с. Так как $BP_4 = CP_4$, скорости точек C и B $V_C = 96$ см/с.

Угловая скорость колеса 3 $\omega_3 = \dfrac{V_C}{CP_3} = 12$ рад/с.

Задача 31. В плоском механизме (рис. 2.21) кривошип OC, вращаясь вокруг неподвижной оси O, приводит в движение два шатуна CD и CE, присоединённых к кривошипу в точке C. Шатун CE прикреплён в точке E к ободу цилиндрического выступа диска 1, который катится без проскальзывания своим выступом по неподвижному горизонтальному рельсу. К другому шатуну CD в точке D прикреплён ползун, перемещающийся вдоль направления вертикального диаметра диска 1. Все соединения шарнирные. Радиусы диска и цилиндрического выступа $R_1 = 3$ см, $r_1 = 2$ см. Длина шатуна $CE = 4$ см. В заданном положении механизма (см. рис. 2.21) шатун CE горизонтален.

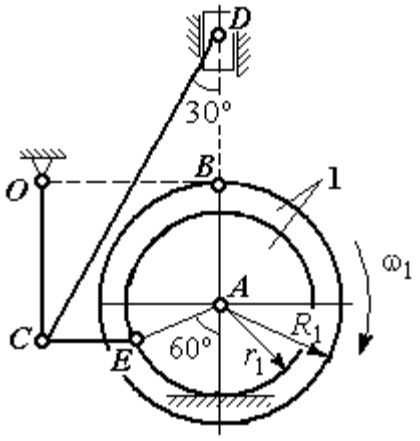


Рис. 2.21. Схема движения плоского механизма

Определить скорости точек A, E, C, D и угловые скорости диска 1, шатунов CE, CD и кривошипа CO, если известна скорость точки B на ободе диска 1 $V_B = 10$ см/с и направление ω_1 угловой скорости диска.

Решение

Изобразим вектор скорости точки B диска 1 в соответствии с заданным направлением его движения. При качении диска 1 по неподвижной поверхности рельса точка P_1 касания обода выступа с поверхностью рельса является его мгновенным центром скоростей (рис. 2.22).

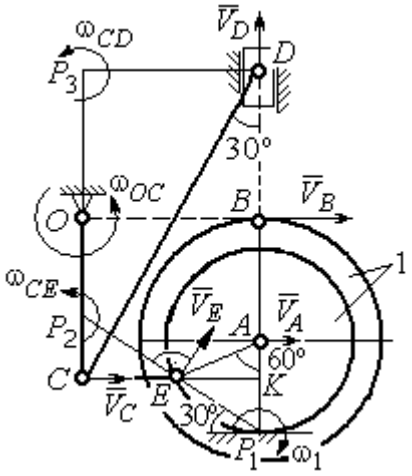


Рис. 2.22. Расчётная схема для определения скоростей точек и угловых скоростей звеньев механизма

Угловая скорость диска 1 $\omega_1 = \dfrac{V_B}{BP_1} = 2$ рад/с. Скорость точки A $V_A = \omega_1 \cdot AP_1 = 4$ см/с. Скорость точки E $V_E = \omega_1 \cdot EP_1 = 4$ см/с. Вектор скорости $\vec{V}_A$ и вектор скорости $\vec{V}_E$ перпендикулярны, соответственно, линиям AP_1 EP_1 и направлены в сторону вращения диска.

Шатун CE совершает плоскопараллельное движение. Скорость точки C шатуна неизвестна по величине, но известно, что вектор скорости $\vec{V}_C$ перпендикулярен кривошипу OC и направлен вдоль CE в сторону точки E. Мгновенный центр скоростей P_2 шатуна CE находится на пересечении перпендикуляров, восстановленных к скоростям $\vec{V}_E$ и $\vec{V}_C$ (см. рис. 2.22).

Расстояние $EP_2 = \dfrac{EC}{\cos 30^\circ} = 4{,}62$ см. Угловая скорость шатуна CE $\omega_{CE} = \dfrac{V_E}{EP_2} = 0{,}86$ рад/с. Направление угловой скорости шатуна, определяемое по направлению скорости точки E, на рис. 2.22 показано дуговой стрелкой ω_{CE}. Скорость точки C шатуна CE $V_C = \omega_{CE} \cdot CP_2 = \dfrac{V_E}{2} = 2$ см/с.

Длина кривошипа $OC = BK = R_1 + r_1 \sin 30^\circ = 4$ см. Угловая скорость кривошипа $\omega_{OC} = \dfrac{V_C}{OC} = 0{,}5$ рад/с.

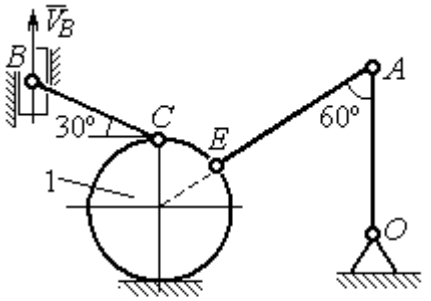
Для шатуна CD известны величина и направление вектора $\vec{V}_C$ скорости точки C и направление вектора $\vec{V}_D$ скорости точки D. Мгновенный центр скоростей шатуна CD находится в точке P_3, полученной на пересечении перпендикуляров, восстановленных к скоростям $\vec{V}_C$ и $\vec{V}_D$.

Расстояние $CP_3 = DK = (CE + r_1 \cos 30^\circ)\operatorname{ctg} 30^\circ = 9{,}92$ см (см. рис. 2.22). Угловая скорость шатуна CD: $\omega_{CD} = \dfrac{V_C}{CP_3} = 0{,}21$ рад/с.

Скорость ползуна D: $V_D = \omega_{CD} DP_3 = \omega_{CD}(CE + r_1 \cos 30^\circ) = 1{,}2$ см/с.

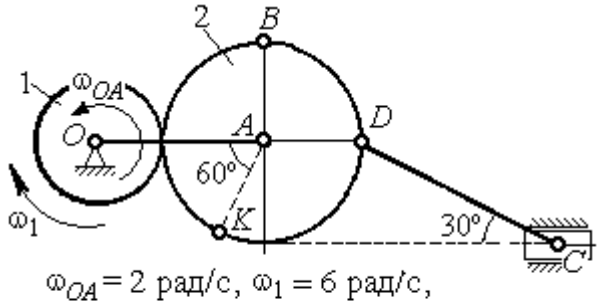
Упражнения

Упражнение 2.3



$R_1 = 2$ см, $OA = AE = 6$ см,
$BC = 5$ см, $V_B = 5$ см/с.
Найти: $\omega_{OA}, \omega_{AE}, \omega_{CB}, \omega_1, V_C, V_A, V_E$

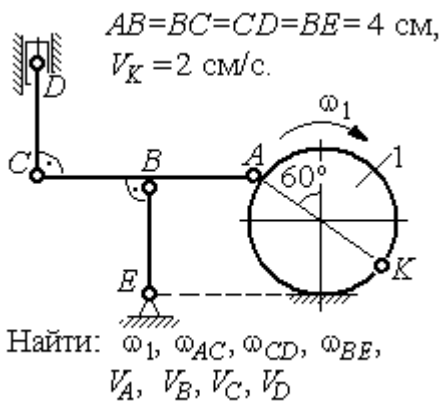
Упражнение 2.4



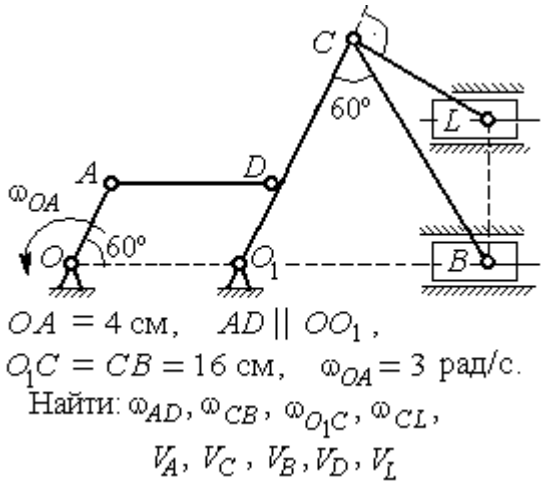
$\omega_{OA} = 2$ рад/с, $\omega_1 = 6$ рад/с,
$r_1 = 3$ см, $r_2 = 6$ см.
Найти: $\omega_2, \omega_{DC}, V_B, V_K, V_D, V_C$

Рис. 2.23. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 2.3, 2.4

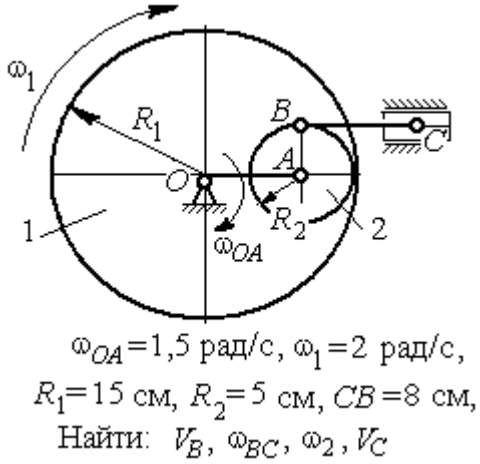
Упражнение 2.5



Упражнение 2.6



Упражнение 2.7



Упражнение 2.8

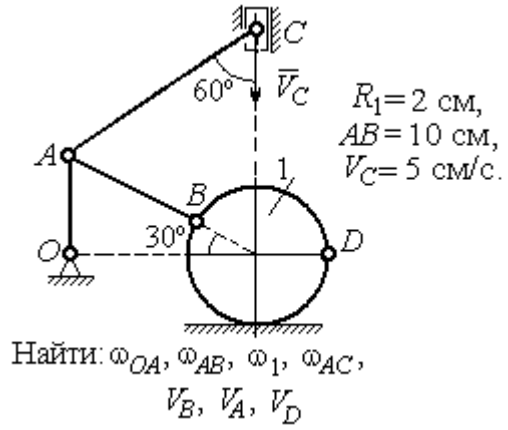


Рис. 2.24. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 2.5 – 2.8

2.4. Ускорения точек при плоскопараллельном движении твёрдого тела

Ускорение любой точки M плоской фигуры при плоскопараллельном движении твердого тела представляется как сумма векторов $\vec{a}_M = \vec{a}_A + \vec{a}^{\tau}_{MA} + \vec{a}^{n}_{MA}$, где $\vec{a}_A$ – ускорение полюса A; $\vec{a}^{\tau}_{MA}$, $\vec{a}^{n}_{MA}$ – касательная и

нормальная составляющие ускорения точки *M* при вращении фигуры вокруг полюса *A* (рис. 2.25).

Вектор нормального ускорения $\vec{a}^{\,n}_{MA}$ всегда направлен от точки *M* к полюсу *A*. Вектор касательного ускорения $\vec{a}^{\,\tau}_{MA}$ направлен перпендикулярно отрезку *AM* в сторону вращения, если оно ускоренное (см. рис. 2.25, *a*), и против вращения, если оно замедленное (см. рис. 2.25, *b*). Величины касательного и нормального составляющих ускорения точки *M* определяются по формулам:

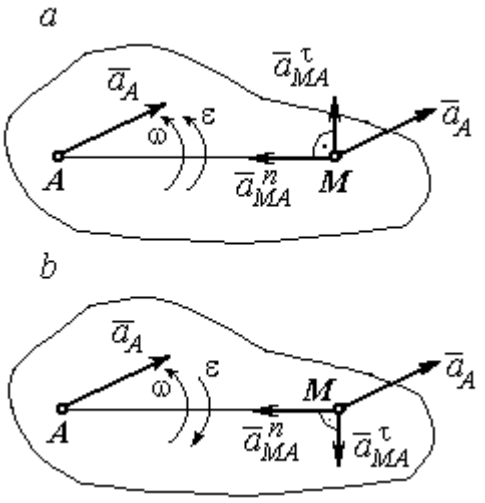


Рис. 2.25. Ускорение точки плоской фигуры:
a – ускоренное движение;
b – замедленное движение

$a^{\tau}_{MA} = \varepsilon \cdot AM$; $a^{n}_{MA} = \omega^2 \cdot AM$, где ω, ε – угловая скорость и угловое ускорение тела (плоской фигуры); AM – расстояние от точки *M* до полюса *A*.

Если при движении плоской фигуры известны траектории движения полюса *A* и точки *M*, то для определения ускорения точки *M* используется векторное равенство $\vec{a}^{\,\tau}_{M} + \vec{a}^{\,n}_{M} = \vec{a}^{\,\tau}_{A} + \vec{a}^{\,n}_{A} + \vec{a}^{\,\tau}_{MA} + \vec{a}^{\,n}_{MA}$, где $\vec{a}^{\,\tau}_{M}$, $\vec{a}^{\,n}_{M}$, $\vec{a}^{\,\tau}_{A}$, $\vec{a}^{\,n}_{A}$ – касательная и нормальная составляющие ускорения точки *M* и полюса *A* при движении их по заданным траекториям.

Примеры решения задач на определение ускорений точек

Задача 32. Поршень *D* гидравлического пресса приводится в движение шарнирно-рычажным механизмом *OABD*. В положении механизма, указанном на рис. 2.26, точка *L* рычага имеет скорость $V_L = 0{,}6$ м/с и ускорение $a_L = 0{,}5$ м/с^2. Длина рычага $OA = 2 \cdot AL = 0{,}6$ м, длина звена $AB = 0{,}4$ м. Определить скорость и ускорение поршня *D*, угловую скорость и ускорение звена *AB*.

Решение

Найдём угловую скорость рычага OL: $\omega_{OL} = \dfrac{V_L}{OL} = \dfrac{2}{3}$ рад/с.

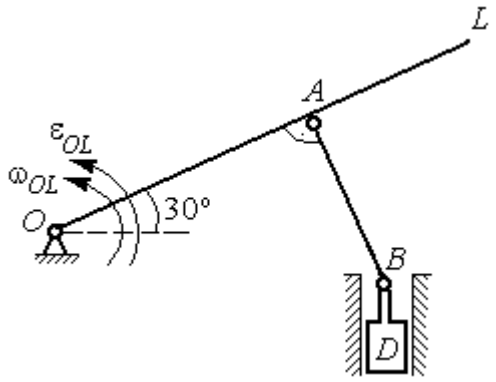


Рис. 2.26. Шарнирно-рычажный механизм гидравлического пресса

Ускорение точки L представляется в виде суммы векторов нормального и касательного ускорений: $\vec{a}_L = \vec{a}_L^{\,\tau} + \vec{a}_L^{\,n}$ (рис. 2.27). Модуль нормального ускорения точки L $a_L^n = \omega_{OL}^2 \cdot OL = 0{,}4$ м/с^2. Модуль её касательного ускорения и угловое ускорение рычага, соответственно, равны:

$$a_L^{\tau} = \sqrt{a_L^2 - (a_L^n)^2} = 0{,}3 \text{ м/с}^2, \quad \varepsilon_{OL} = \frac{a_L^{\tau}}{OL} = \frac{1}{3} \text{ рад/с}^2.$$

Скорость $\vec{V}_A$ точки A перпендикулярна рычагу OL и направлена в сторону вращения рычага. Её модуль $V_A = \omega_{OL} \cdot OA = 0{,}4$ м/с. Скорость $\vec{V}_B$ точки B направлена вертикально вверх вдоль линии движения поршня. Направления векторов скоростей $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_B$ показаны на рис. 2.27. Точка P_1 – пересечения перпендикуляров, восстановленных к векторам скоростей $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_B$ - определяет положение мгновенного центра скоростей звена AB. Расстояние $AP_1 = P_1B \cdot \cos 30^\circ = 0{,}4\sqrt{3}$ м.

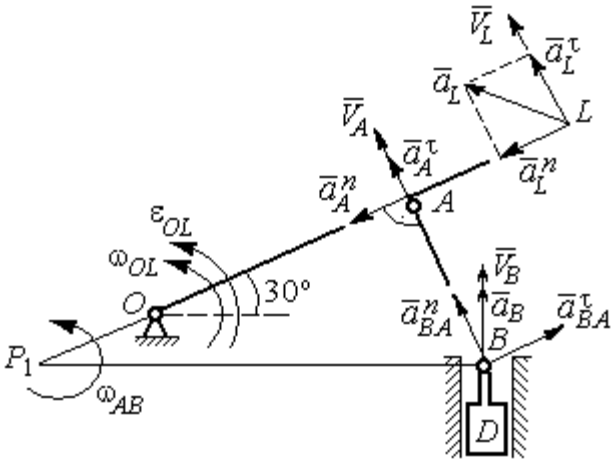


Рис. 2.27. Расчётная кинематическая схема механизма

Угловая скорость звена AB $\omega_{AB} = \dfrac{V_A}{P_1A} = \dfrac{1}{\sqrt{3}}$ рад/с.

Представим ускорение точки B через полюс A: $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}^{\tau}_{BA} + \vec{a}^{n}_{BA}$, где $\vec{a}_A$ – ускорение полюса A; $\vec{a}^{\tau}_{BA}$, $\vec{a}^{n}_{BA}$ – касательная и нормальная составляющие ускорения точки B при вращении звена AB вокруг полюса A. Так как траекторией точки A является окружность с центром в точке O, ускорение этой точки может быть разложено на две составляющие: $\vec{a}_A = \vec{a}^{\tau}_{A} + \vec{a}^{n}_{A}$. В результате ускорение точки B представляется в виде векторной суммы $\vec{a}_B = \vec{a}^{\tau}_{A} + \vec{a}^{n}_{A} + \vec{a}^{\tau}_{BA} + \vec{a}^{n}_{BA}$. Направления векторов ускорений показаны на рис. 2.27.

Модули ускорений:

$$a^{n}_{A} = \omega^{2}_{OL} \cdot OA = 0{,}27 \text{ см/с}^2;\ a^{n}_{BA} = \omega^{2}_{AB} \cdot AB = 0{,}13 \text{ см/с}^2;$$

$$a^{\tau}_{A} = \varepsilon_{OL} \cdot OA = 0{,}2 \text{ см/с}^2.$$

Ускорение $a^{\tau}_{BA} = \varepsilon_{AB} \cdot AB$ остаётся неизвестной величиной, так как угловое ускорение ε_{AB} звена AB неизвестно.

Спроектируем векторное равенство ускорения точки B на оси x, y, где ось x проходит вдоль линии звена AB, ось y – перпендикулярна ей (рис. 2.28). Получим равенства:

$$a_B \cdot \cos 30^\circ = a^{\tau}_{A} + a^{n}_{BA};\ \ a_B \cdot \cos 60^\circ = -a^{n}_{A} + a^{\tau}_{BA}.$$

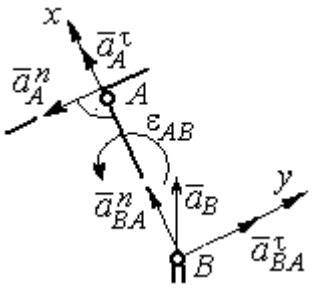


Рис. 2.28. Вычисление проекций векторов ускорений

Решая систему уравнений, находим модуль ускорения точки B: $a_B = 0{,}38$ см/с^2 и величину касательного ускорения: $a^{\tau}_{BA} = 0{,}46$ см/с^2. Угловое ускорение стержня AB $\varepsilon_{AB} = \dfrac{a^{\tau}_{BA}}{AB} = 1{,}15$ рад/с^2. Направление углового ускорения ε_{AB} звена AB определяется направлением вектора $\vec{a}^{\tau}_{BA}$ касательного ускорения точки B при вращении звена вокруг полюса A (см. рис. 2.28).

Ускорение поршня D равно ускорению точки B: $a_D = a_B = 0{,}38$ см/с^2.

Задача 34. Колесо 1 радиуса $r_1 = 0{,}6$ м катится без скольжения по прямолинейному участку пути и приводит в движение шатун 2, соединённый шарнирно с колесом в точке B на его ободе. На другом конце шатуна в точке C к нему присоединён ползун, перемещающийся горизонтально (рис. 2.29).

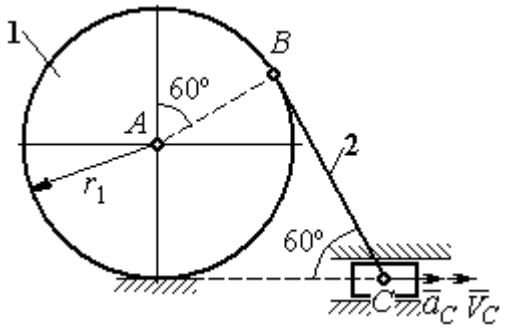


Рис. 2.29. Механизм, связывающий качение колеса с поступательным движением ползуна

В положении механизма, показанном на рис. 2.29, найти ускорение центра A колеса 1, его угловое ускорение, а также угловое ускорение шатуна 2, если заданы скорость и ускорение ползуна C: $V_C = 9$ м/с; $a_C = 4$ м/с^2.

Решение

При качении диска 1 по неподвижной поверхности точка P_1 касания его с поверхностью является мгновенным центром скоростей диска. Вектор скорости $\vec{V}_B$ перпендикулярен линии P_1B. Восстановим перпендикуляры к скоростям $\vec{V}_B$ и $\vec{V}_C$. Их пересечение в точке P_2 определяет положение мгновенного центра скоростей шатуна 2 (рис. 2.30).

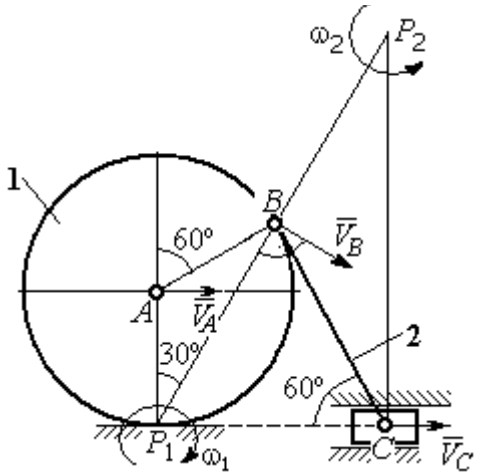


Рис. 2.30. Расчётная схема механизма для определения скоростей точек

Вычислим необходимые расстояния.

Расстояние P_1B (см. рис. 2.30) найдём из треугольника P_1AB по теореме косинусов: $P_1B = r_1\sqrt{3} = 1{,}04$ м. Из построения мгновенных центров скоростей P_1 и P_2 следует: $P_1B = BP_2 = BC$. Расстояние P_2C определяется из треугольника P_1P_2C: $P_2C = P_1P_2 \cdot \cos 30^\circ = 1{,}8$ м.

Угловая скорость шатуна 2 $\omega_2 = \dfrac{V_C}{P_2C}$ = 5рад/с. Направление угловой скорости ω_2 определяется направлением скорости $\vec{V}_C$.

Скорость точки B найдём по формуле $V_B = \omega_2 \cdot P_2B$ = 5,2 м/с.

Угловая скорость диска 1 $\omega_1 = \dfrac{V_B}{P_1B}$ = 5 рад/с. Скорость центра колеса 1 $V_A = \omega_1 \cdot P_1A$ = 3 м/с.

Найдём ускорение точки A.

Примем точку B за полюс и выразим ускорение точки A через полюс B: $\vec{a}_A = \vec{a}_B + \vec{a}^{\tau}_{AB} + \vec{a}^{n}_{AB}$, где $\vec{a}_B$ – ускорение полюса B; $\vec{a}^{\tau}_{AB}$, $\vec{a}^{n}_{AB}$ – касательная и нормальная составляющие ускорения точки A при вращении диска 1 вокруг полюса B (рис. 2.31). Направления ускорения точки $\vec{a}_A$ и касательной составляющей ускорения $\vec{a}^{\tau}_{AB}$ точки A выбраны в предположении ускоренного движения диска.

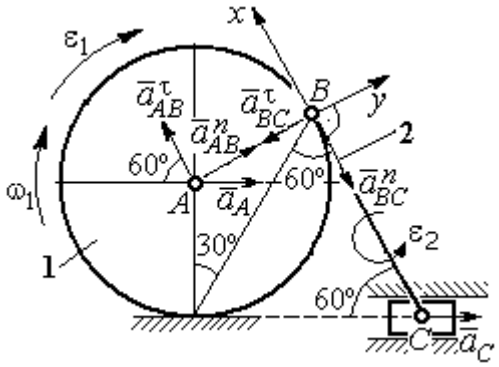


Рис. 2.31. Расчётная схема механизма для определения ускорений точек

Ускорение полюса B выразим через полюс C: $\vec{a}_B = \vec{a}_C + \vec{a}^{\tau}_{BC} + \vec{a}^{n}_{BC}$, где $\vec{a}_C$ – ускорение полюса C; $\vec{a}^{\tau}_{BC}$, $\vec{a}^{n}_{BC}$ – касательная и нормальная составляющие ускорения точки B при вращении шатуна 2 вокруг полюса C. Направление касательной составляющей ускорения $\vec{a}^{\tau}_{BC}$ точки B выбрано в направлении вращения шатуна 2 (см. рис. 2.30) исходя из предположения его ускоренного движения. В результате ускорение точки A выражается векторной суммой:

$$\vec{a}_A = \vec{a}^{\tau}_{AB} + \vec{a}^{n}_{AB} + \vec{a}^{\tau}_{BC} + \vec{a}^{n}_{BC} + \vec{a}_C.$$

Направления векторов ускорений показаны на рис. 2.31.

Заметим, что в любой момент времени движения колеса 1 расстояние от точки A до мгновенного центра скоростей колеса P_1 остаётся постоянным, равным радиусу колеса. Дифференцируем выражение $V_A = \omega_1 \cdot P_1A = \omega_1 \cdot r_1$. Получим $\frac{dV_A}{dt} = \frac{d\omega_1}{dt} r_1 = \varepsilon_1 \cdot r_1$, откуда с учётом $\frac{dV_A}{dt} = a_A$ (прямолинейное движение точки A) угловое ускорение диска 1 $\varepsilon_1 = \frac{a_A}{r_1}$. В результате, касательное ускорение a^{τ}_{AB} точки A при вращении диска 1 вокруг полюса B $a^{\tau}_{AB} = \varepsilon_1 \cdot AB = a_A$.

Найдём модули векторов ускорений:

$$a^n_{AB} = \omega_1^2 \cdot AB = 15 \text{ м/с}^2;\ a^n_{BC} = \omega_2^2 \cdot BC = 26 \text{ м/с}^2.$$

Ускорение $a^{\tau}_{BC} = \varepsilon_2 \cdot BC$ остаётся неизвестным. Применить здесь способ дифференцирования выражения $V_C = \omega_2 \cdot P_2C$ для определения углового ускорения ε_2 невозможно, так как расстояние P_2C от мгновенного центра скоростей P_2 шатуна 2 до точки C меняется во время движения механизма неизвестным образом.

Спроектируем векторное равенство ускорения точки A на оси x, y, выбранные, как показано на рис. 2.31. Получим систему уравнений:

$$\text{проекция на ось } x\text{: } -a_A\cos60^\circ = a^{\tau}_{AB} - a^n_{BC} - a_C\cos60^\circ;$$

$$\text{проекция на ось } y\text{: } a_A\cos30^\circ = a^n_{AB} - a^{\tau}_{BC} + a_C\cos30^\circ.$$

Из первого уравнения с учётом того, что $a^{\tau}_{AB} = a_A$, найдём ускорение точки A: a_A = 18,67 м/с^2. Положительное значение ускорения точки A означает, что вектор $\vec{a}_A$ направлен так, как показано на рис. 2.31, – в сторону направления вектора скорости $\vec{V}_A$. Из этого следует, что диск 1 движется ускоренно и угловое ускорение направлено в сторону его угловой скорости.

Из второго уравнения получим: $a_{BC}^{\tau} = 2{,}29$ м/с^2. Угловое ускорение шатуна 2: $\varepsilon_2 = \dfrac{\left|a_{BC}^{\tau}\right|}{BC} = 2{,}2$ рад/с^2. Из того, что касательное ускорение a_{BC}^{τ} положительно, следует, что направление вектора $\vec{a}_{BC}^{\tau}$ совпадает с направлением, указанным на рис. 2.31. Это, в свою очередь, означает, что в данном положении механизма угловое ускорение шатуна 2 направлено так, как показано на рис. 2.31, – по направлению его угловой скорости, то есть шатун 2 вращается ускоренно.

Задача 35. По неподвижной шестерне 1 радиуса r_1 обкатывается шестерня 2 радиуса r_2, насаженная в центре на кривошип OA (рис. 2.32). Кривошип OA вращается вокруг оси O с угловой скоростью ω_{OA} и угловым ускорением ε_{OA}. На ободе шестерни 2 в точке B шарнирно прикреплен стержень BC, соединенный другим концом с центром C диска 3, катящегося без скольжения вдоль горизонтальной прямой. Радиус диска 3 равен радиусу шестерни 2: $r_3 = r_2$. Для положения механизма, изображенного на рис. 2.32, определить ускорение точки D и угловое ускорение стержня BC, если $r_1 = 0{,}2$ м, $r_2 = 0{,}4$ м, $\omega_{OA} = 4$ рад/с, $\varepsilon_{OA} = 2$ рад/с^2. Длина стержня $BC = 1$ м.

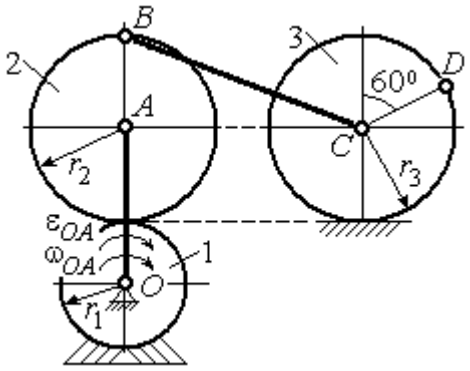


Рис. 2.32. Схема движения плоского механизма

Решение

Найдём угловые скорости звеньев механизма.

Рассмотрим вращательное движение кривошипа OA. Скорость его точки A: $V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 2{,}4$ м/с. Вектор скорости $\vec{V}_A$ направлен перпендикулярно кривошипу OA в сторону его вращения (рис. 2.33).

При качении подвижной шестерни 2 по неподвижной 1, точка их соприкосновения P_2 является мгновенным центром скоростей шестерни 2. Угловая скорость шестерни 2: $\omega_2 = \dfrac{V_A}{AP_2} =$ 6 рад/с. Скорость точки B шестерни 2: $V_B = \omega_2 \cdot BP_2 =$ 4,8 м/с.

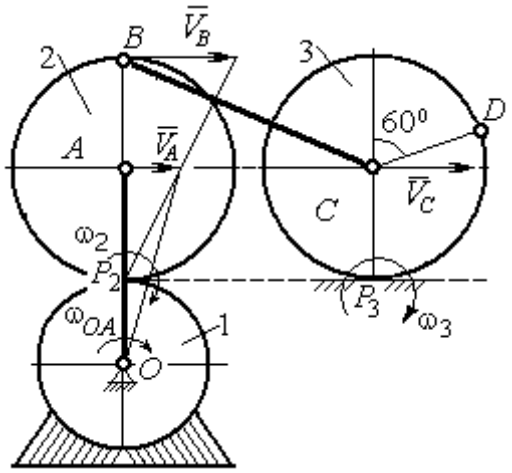


Рис. 2.33. Расчетная схема для определения угловых скоростей звеньев механизма

Для определения угловой скорости стержня BC заметим, что скорости двух точек стержня $\vec{V}_B$ и $\vec{V}_C$ параллельны, но точки B и C не лежат на общем перпендикуляре к скоростям. В этом случае мгновенный центр скоростей стержня BC отсутствует (или бесконечно удалён), угловая скорость стержня равна нулю и стержень совершает мгновенное поступательное движение. При таком движении мгновенные скорости всех точек стержня BC одинаковы по величине и направлению. Таким образом, $\omega_{BC} = 0$; $V_C = V_B =$ 4,8 м/с.

При качении диска 3 по неподвижной поверхности без проскальзывания точка P_3 касания диска с поверхностью является его мгновенным центром скоростей. Угловая скорость диска 3: $\omega_3 = \dfrac{V_C}{CP_3} =$ 12 рад/с. Направление угловой скорости ω_3 определяется направлением вектора $\vec{V}_C$.

Найдём ускорения точек и угловые ускорения звеньев механизма.

Выразим ускорение $\vec{a}_C$ точки C, направленное вдоль линии движения центра колеса 3, через полюс B. Ускорение представляется векторной суммой: $\vec{a}_C = \vec{a}_B + \vec{a}^{\,n}_{CB} + \vec{a}^{\,\tau}_{CB}$, где $\vec{a}_B$ – вектор ускорения полюса B; $\vec{a}^{\,n}_{CB}$, $\vec{a}^{\,\tau}_{CB}$ – нормальная и касательная составляющие ускорения точки C при вращении

стержня BC вокруг полюса B. Вектор $\vec{a}^{n}_{CB}$ направлен вдоль стержня от точки C к полюсу B, вектор $\vec{a}^{\tau}_{CB}$ перпендикулярен стержню BC. Направление вектора $\vec{a}^{\tau}_{CB}$ выбрано по предполагаемому угловому ускорению стержня BC, показанному на рис. 2.34 дуговой стрелкой ε_{CB}.

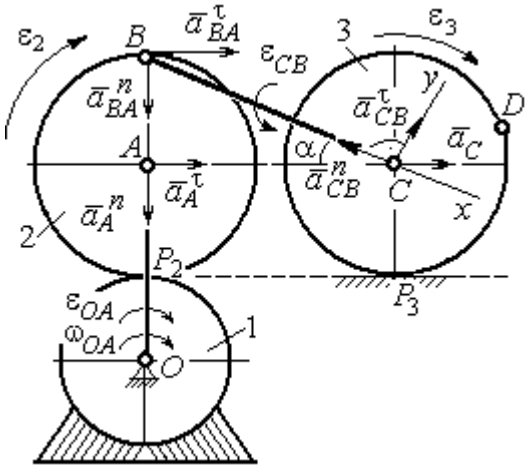


Рис. 2.34. Расчетная схема для определения ускорений точек механизма и угловых ускорений его звеньев

Рассмотрим плоскопараллельное движение шестерни 2 и выразим ускорение точки B через полюс A в виде векторного равенства: $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}^{n}_{BA} + \vec{a}^{\tau}_{BA}$, где $\vec{a}_A$ – ускорение полюса A; $\vec{a}^{n}_{BA}$, $\vec{a}^{\tau}_{BA}$ – нормальная и касательная составляющие ускорения точки B при вращении шестерни 2 вокруг полюса A. Вектор $\vec{a}^{n}_{BA}$ направлен вдоль радиуса шестерни от точки B к полюсу A, вектор $\vec{a}^{\tau}_{BA}$ перпендикулярен линии BA. Направление вектора $\vec{a}^{\tau}_{BA}$ соответствует ускоренному вращению шестерни 2.

Рассмотрим вращение кривошипа OA. Вектор ускорения точки A кривошипа при вращении его вокруг неподвижной оси O представляется в виде суммы: $\vec{a}_A = \vec{a}^{n}_{A} + \vec{a}^{\tau}_{A}$, где $\vec{a}^{n}_{A}$ и $\vec{a}^{\tau}_{A}$ – вектора нормальной и касательной составляющих ускорения точки A. Вектор $\vec{a}^{n}_{A}$ направлен вдоль кривошипа по направлению к оси вращения, вектор $\vec{a}^{\tau}_{A}$ перпендикулярен кривошипу и направлен в сторону углового ускорения ε_{OA} вращения кривошипа.

В результате для определения ускорения точки C имеем векторное равенство:

$$\vec{a}_C = \vec{a}^{n}_{A} + \vec{a}^{\tau}_{A} + \vec{a}^{n}_{BA} + \vec{a}^{\tau}_{BA} + \vec{a}^{n}_{CB} + \vec{a}^{\tau}_{CB}.$$

Направления всех векторов ускорений показаны на рис. 2.34.

Вычислим модули векторов, составляющих векторную сумму:

$$a_A^n = \omega_{OA}^2 \cdot OA = 9{,}6 \text{ м/с}^2; \quad a_A^\tau = \varepsilon_{OA} \cdot OA = 1{,}2 \text{ м/с}^2;$$

$$a_{BA}^n = \omega_2^2 \cdot BA = 14{,}4 \text{ м/с}^2; \quad a_{CB}^n = \omega_{BC}^2 \cdot BC = 0.$$

Заметим, что во время движения шестерни 2 расстояние AP_2 остается постоянным, равным r_2. Дифференцируя равенство $V_A = \omega_2 \cdot AP_2 = \omega_2 r_2$, получим: $\frac{dV_A}{dt} = \frac{d\omega_2}{dt} r_2$. При криволинейном движении точки A производная от скорости равна касательному ускорению: $\frac{dV_A}{dt} = a_A^\tau$. С учётом, что $\frac{d\omega_2}{dt} = \varepsilon_2$, получим: $a_A^\tau = \varepsilon_2 r_2$, откуда $\varepsilon_2 = \frac{a_A^\tau}{r_2} = 3$ рад/с^2 и $a_{BA}^\tau = \varepsilon_2 \cdot BA = 1{,}2$ м/с^2.

Выберем оси Cx, Cy, как показано на рис. 2.34, – вдоль отрезка BC и перпендикулярно ему и спроектируем на них векторное равенство ускорения точки C. Получим систему уравнений:

$$a_C \cos\alpha = a_A^n \sin\alpha + a_A^\tau \cos\alpha + a_{BA}^n \sin\alpha + a_{BA}^\tau \cos\alpha - a_{CB}^n;$$

$$a_C \sin\alpha = -a_A^n \cos\alpha + a_A^\tau \sin\alpha - a_{BA}^n \cos\alpha + a_{BA}^\tau \sin\alpha + a_{CB}^\tau,$$

где α – угол между стержнем BC и линией центров AC, $\sin\alpha = \frac{AB}{BC} = 0{,}4$; $\cos\alpha = 0{,}92$.

Находим из первого уравнения ускорение точки C: $a_C = 12{,}83$ м/с^2, из второго – касательное ускорение точки C при вращении стержня BC вокруг полюса B: $a_{CB}^\tau = 33{,}95$ м/с^2. Величина углового ускорения стержня BC: $\varepsilon_{CB} = \frac{\left|a_{CB}^\tau\right|}{BC} = 33{,}95$ рад/с^2. Положительное значение a_{CB}^τ означает, что вектор касательного ускорения $\vec{a}_{CB}^\tau$ направлен так, как показано на рис. 2.34. Тогда и

направление углового ускорения ε_{CB} стержня BC совпадает с направлением, показанным дуговой стрелкой на рис. 2.34.

При качении диска 3 точка C движется по прямой и расстояние CP_3 остается постоянным, равным радиусу диска 3. В этом случае равенство $V_C = \omega_3 \cdot CP_3 = \omega_3 r_3$ можно продифференцировать по времени. Получим: $\frac{dV_C}{dt} = \frac{d\omega_3}{dt} r_3$. Так как движение точки C является прямолинейным, производная от скорости точки C равна ускорению этой точки: $\frac{dV_C}{dt} = a_C$. Тогда с учётом $\frac{d\omega_3}{dt} = \varepsilon_3$ имеем равенство $a_C = \varepsilon_3 r_3$. Угловое ускорение диска 3: $\varepsilon_3 = \frac{a_C}{r_3} = 32{,}07$ рад/с^2.

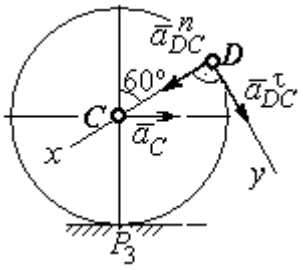


Рис.2.35. Расчетная схема для определения ускорения точки D

Выразим ускорение точки D через полюс C, ускорение которого известно и по величине, и по направлению: $\vec{a}_D = \vec{a}_C + \vec{a}^n_{DC} + \vec{a}^\tau_{DC}$, где $\vec{a}_C$ – ускорение точки C; $\vec{a}^n_{DC}$, $\vec{a}^\tau_{DC}$ – нормальное и касательное составляющие ускорения точки D при вращении диска 3 вокруг полюса C. Модули ускорений

$$a_C = 12{,}83 \text{ м/с}^2;\ a^n_{DC} = \omega_3^2 DC = 57{,}6 \text{ м/с}^2;\ a^\tau_{DC} = \varepsilon_3 DC = 12{,}83 \text{ м/с}^2.$$

Проведём оси Dx и Dy, как показано на рис. 2.34, и спроектируем векторное равенство ускорения точки D на оси. Получим систему уравнений:

$$a_{Dx} = -a_C \cos 30^\circ + a^n_{DC};\quad a_{Dy} = a_C \cos 60^\circ + a^\tau_{DC}.$$

Подставляя в уравнения проекций значения модулей ускорений, найдём: $a_{Dx} = 46{,}49$ м/с^2; $a_{Dy} = 19{,}25$ м/с^2.

Величина ускорения точки D: $a_D = \sqrt{a^2_{Dx} + a^2_{Dy}} = 50{,}32$ м/с^2.

Заметим, что для определения ускорения точки D невозможно было сразу использовать приём с последовательным выражением ускорения точки D через

ускорения полюсов C, B и A, так как в полученной в результате проекций системе двух уравнений будет три неизвестных величины - a_{Dx}, a_{Dy} и величина ускорения a_{CB}^{τ}.

Задача 36. Механизм качалки (рис. 2.36) включает в себя кривошип OA, вращающийся вокруг неподвижной оси O, шестерню 1 радиуса r_1, насаженную на кривошип в точке A и обкатывающуюся по неподвижной цилиндрической поверхности, и шатун BC, присоединённый одним концом в точке B к шестерне, а другим – в точке C к коромыслу CO_1. В положении, указанном на рис. 2.36, определить угловую скорость и угловое ускорение коромысла CO_1, если ω_{OA} = 2 рад/с; ε_{OA} = 4 рад/с^2; OA = 0,8 м; r_1 = 0,4 м; AB = 0,2 м; BC = 0,6 м. Для этого же положения определить ускорение точки C.

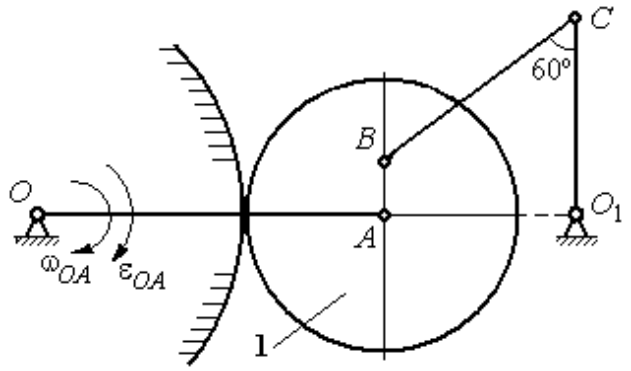


Рис. 2.36. Механизм качалки

Решение

Найдём угловые скорости звеньев механизма.

Скорость точки A кривошипа $V_A = \omega_{OA} \cdot OA$ = 1,6 м/с. Вращаясь, кривошип передаёт движение шестерне 1, которая катится по неподвижной поверхности. Точка касания P_1 шестерни с неподвижной поверхностью является мгновенным центром скоростей шестерни. Тогда её угловая скорость $\omega_1 = \dfrac{V_A}{AP_1}$ = 4 рад/с. Направление угловой скорости показано на рис. 2.37 дуговой стрелкой ω_1.

Расстояние от мгновенного центра скоростей шестерни до её точки B P_1B = 0,45 м. Скорость точки B: $V_B = \omega_1 \cdot P_1B$ = 1,8 м/с. Вектор скорости $\vec{V}_B$ перпендикулярен линии P_1B и направлен в сторону вращения шестерни.

При вращении коромысла CO_1 вокруг неподвижной оси O_1 вектор скорости $\vec{V}_C$ перпендикулярен коромыслу. Точка P_2, лежащая на пересечении перпендикуляров, восстановленных к векторам $\vec{V}_B$ и $\vec{V}_C$ – скоростей точек B и C, является мгновенным центром скоростей шатуна BC (рис. 2.37). Расстояние $BK = BC\cos 30^\circ = 0{,}52$ м; $\cos\alpha = \dfrac{AP_1}{BP_1} = 0{,}89$; $P_2B = \dfrac{BK}{\cos\alpha} = 0{,}58$ м. Угловая скорость шатуна $\omega_{BC} = \dfrac{V_B}{BP_2} = 3{,}1$ рад/с. Направление угловой скорости шатуна показано на рис. 2.37 дуговой стрелкой ω_{BC}.

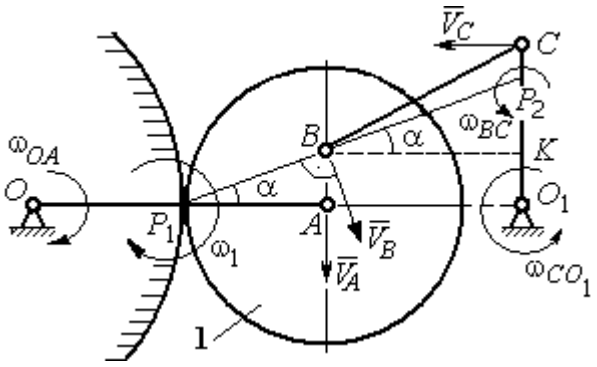


Рис. 2.37. Расчётная схема для определения угловых скоростей звеньев механизма

Расстояние $P_2C = BC \cdot \sin 30^\circ - P_2B \cdot \sin\alpha = 0{,}04$ м. Скорость точки C шатуна BC: $V_C = \omega_{BC} \cdot P_2C = 0{,}12$ м/с. Длина коромысла $CO_1 = CK + KO_1 = 0{,}5$ м, угловая скорость коромысла $\omega_{CO_1} = \dfrac{V_C}{CO_1} = 0{,}24$ рад/с.

Найдём ускорения звеньев механизма.

Считая, что точка C принадлежит шатуну BC, выразим ускорение точки C через полюс B: $\vec{a}_C = \vec{a}_B + \vec{a}^{\,n}_{CB} + \vec{a}^{\,\tau}_{CB}$, где $\vec{a}_B$ – ускорение полюса B; $\vec{a}^{\,n}_{CB}$, $\vec{a}^{\,\tau}_{CB}$ – нормальная и касательная составляющие вектора ускорения точки C при вращении шатуна вокруг полюса B.

Полагая, что точка B принадлежит шестерне 1, выразим её ускорение через полюс A: $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}^{\,n}_{BA} + \vec{a}^{\,\tau}_{BA}$, где $\vec{a}_A$ – ускорение точки A шестерни; $\vec{a}^{\,n}_{BA}$, $\vec{a}^{\,\tau}_{BA}$ – нормальная и касательная составляющие вектора ускорения точки B при вращении шестерни вокруг полюса A.

Поскольку точка A принадлежит и кривошипу OA, а точка C – коромыслу CO_1, вращающихся вокруг своих неподвижных осей, вектора ускорений этих точек можно представить в виде сумм векторов:

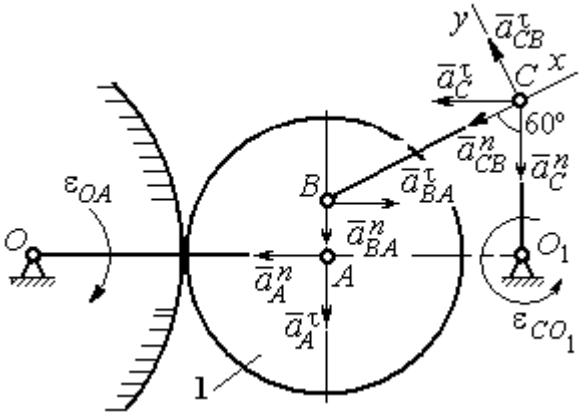


Рис. 2.38. Расчётная схема для определения ускорений точек механизма

$$\vec{a}_A = \vec{a}_A^{\,n} + \vec{a}_A^{\,\tau},\ \vec{a}_C = \vec{a}_C^{\,n} + \vec{a}_C^{\,\tau},$$

где $\vec{a}_A^{\,n}$, $\vec{a}_A^{\,\tau}$ – нормальная и касательная составляющие вектора ускорения точки A при вращении кривошипа вокруг оси O; $\vec{a}_C^{\,n}$, $\vec{a}_C^{\,\tau}$ – нормальная и касательная составляющие вектора ускорения точки C при вращении коромысла вокруг оси O_1.

В результате подстановок получим полное векторное равенство, связывающее ускорения точек механизма:

$$\vec{a}_C^{\,n} + \vec{a}_C^{\,\tau} = \vec{a}_{CB}^{\,n} + \vec{a}_{CB}^{\,\tau} + \vec{a}_{BA}^{\,n} + \vec{a}_{BA}^{\,\tau} + \vec{a}_A^{\,n} + \vec{a}_A^{\,\tau}.$$

Направления векторов ускорений показаны на рис. 2.38.

Модули векторов ускорений:

$$a_C^n = \omega_{CO_1}^2 \cdot CO_1 = 0{,}03 \text{ м/с}^2;\ \ a_{CB}^n = \omega_{CB}^2 \cdot CB = 5{,}77 \text{ м/с}^2,$$

$$a_A^n = \omega_{OA}^2 \cdot OA = 3{,}2 \text{ м/с}^2;\ a_A^\tau = \varepsilon_{OA} \cdot OA = 3{,}2 \text{ м/с}^2,$$

$$a_{BA}^n = \omega_1^2 \cdot BA = 3{,}2 \text{ м/с}^2;\ \ a_{BA}^\tau = \varepsilon_1 \cdot BA.$$

Для определения ε_1 углового ускорения шестерни 1 продифференцируем равенство $V_A = \omega_1 \cdot AP_1 = \omega_1 r_1$. Получим: $a_A^\tau = \varepsilon_1 r_1$, откуда $\varepsilon_1 = \dfrac{a_A^\tau}{r_1} = 8$ рад/с^2.

Тогда $a_{BA}^\tau = 1{,}6$ м/с^2.

Неизвестными в векторном равенстве ускорений остаются модули векторов $\vec{a}^{\tau}_{CB}$ и $\vec{a}^{\tau}_{C}$. Выберем ось x вдоль шатуна BC, как показано на рис. 2.38, и спроектируем на неё полное векторное равенство.

Получим уравнение:

$$-a^{n}_{C}\cos 60^{\circ} - \vec{a}^{\tau}_{C}\cos 30^{\circ} = -a^{n}_{CB} - a^{n}_{BA}\cos 60^{\circ} + a^{\tau}_{BA}\cos 30^{\circ} - a^{n}_{A}\cos 30^{\circ} - a^{\tau}_{A}\cos 60^{\circ},$$

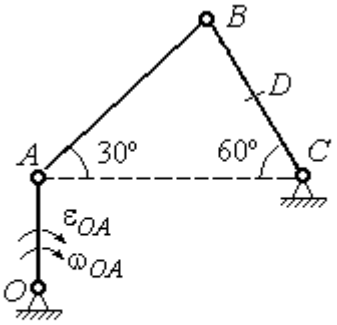
откуда найдём ускорение a^{τ}_{C} = 11,94 м/с^2. Угловое ускорение качалки

$$\varepsilon_{CO_1} = \frac{\left|a^{\tau}_{C}\right|}{CO_1} = 23{,}88 \text{ рад/с}^2.$$

Положительное значение касательного ускорения a^{τ}_{C} свидетельствует о том, что направление вектора ускорения $\vec{a}^{\tau}_{C}$ совпадает с направлением, показанным на рис. 2.38. В эту же сторону направлена и скорость $\vec{V}_C$ точки C (см. рис. 2.37). Следовательно, в данном положении движение качалки ускоренное и угловое ускорение направлено в сторону угловой скорости.

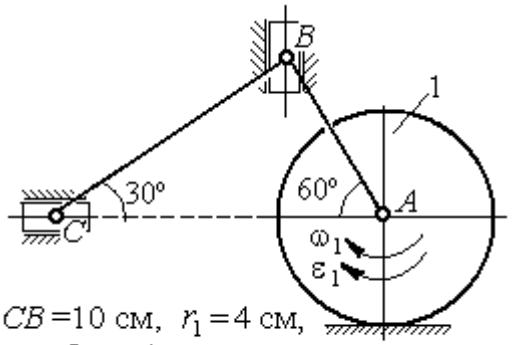
Упражнения

Упражнения 2.9



$OA = 4$ см, $BD = DC = 4$ см,
$\omega_{OA} = 3$ рад/с, $\varepsilon_{OA} = 2$ рад/с^2.
Найти ускорение точки D

Упражнения 2.10



$CB = 10$ см, $r_1 = 4$ см,
$\omega_1 = 3$ рад/с, $\varepsilon_1 = 2$ рад/с^2.
Найти ускорение точки C

Рис. 2.39. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 2.9, 2.10

3. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ

3.1. Основные понятия и определения сложного движения точки

Рассматривается подвижное твердое тело и точка, перемещающаяся относительно тела.

Неподвижная система координат, относительно которой определяются движения точки и тела, называется **основной**. Связанная с телом и движущаяся вместе с ним система координат называется **подвижной.**

Движение точки относительно подвижной системы координат (фактически движение точки относительно тела) называется **относительным**. **Переносным** движением называют движение, которое совершает точка вместе с подвижной системой координат (фактически вместе с телом). Движение точки относительно основной (неподвижной) системы координат называется **абсолютным.**

Скорость точки относительно подвижной системы координат называют **относительной скоростью**, ускорение – **относительным ускорением**.

Переносной скоростью точки и **переносным ускорением** называют скорость и ускорение той точки тела, с которой в данный момент совпадает движущаяся точка.

Скорость и ускорение точки относительно основной системы называют **абсолютной скоростью и абсолютным ускорением.**

При вычислении абсолютной скорости используется теорема о сложении скоростей: **скорость абсолютного движения точки равна векторной сумме переносной и относительной скоростей:** $\vec{V} = \vec{V}_e + \vec{V}_r$, где $\vec{V}$, $\vec{V}_e$, $\vec{V}_r$ – вектора абсолютной, переносной и относительной скоростей точки.

При вычислении абсолютного ускорения используется теорема Кориолиса о сложении ускорений: **абсолютное ускорение точки равно векторной сумме трех ускорений – относительного, переносного и ускорения Кориолиса:** $\vec{a} = \vec{a}_e + \vec{a}_r + \vec{a}_к$, где $\vec{a}$ – вектор абсолютного ускорения точки; $\vec{a}_e, \vec{a}_r$ –

вектора соответственно переносного и относительного ускорений точки; $\vec{a}_{\text{к}}$ – вектор ускорения Кориолиса.

Вектор ускорения Кориолиса определяется векторным произведением: $\vec{a}_{\text{к}} = 2(\vec{\omega}_e \times \vec{V}_r)$, где $\vec{\omega}_e$ – вектор угловой скорости переносного движения; $\vec{V}_r$ – вектор относительной скорости точки. Модуль ускорения Кориолиса: $|\vec{a}_{\text{к}}| = 2|\vec{\omega}_e| \cdot |\vec{V}_r| \sin\alpha$, где α – угол между вектором угловой скорости переносного движения $\vec{\omega}_e$ и вектором относительной скорости точки $\vec{V}_r$ (рис. 3.1).

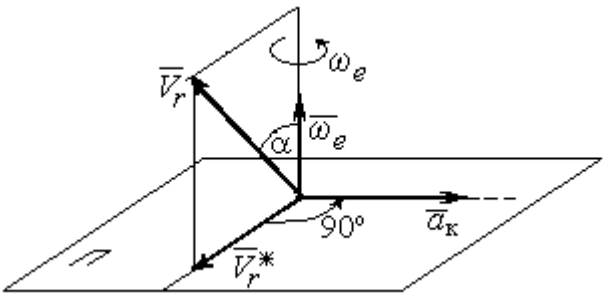


Рис. 3.1. Определение ускорения Кориолиса по правилу Жуковского

На рис. 3.1 показан способ определения вектора ускорения Кориолиса по правилу Н. Е. Жуковского. Правило состоит в следующем. Построим плоскость *П*, перпендикулярную вектору угловой скорости $\vec{\omega}_e$, и спроектируем вектор относительной скорости $\vec{V}_r$ на эту плоскость. Проекцию обозначим $\vec{V}_r^*$ (см. рис. 3.1). Чтобы получить направление ускорения Кориолиса, следует вектор проекции относительной скорости $\vec{V}_r^*$ повернуть на 90° в плоскости *П* вокруг оси переносного вращения в направлении этого вращения.

Если сложное движение точки происходит в плоскости, перпендикулярной оси переносного вращения, направление ускорения Кориолиса можно получить простым поворотом вектора относительной скорости на угол 90° вокруг оси переносного вращения в направлении этого вращения. При этом модуль ускорения Кориолиса $a_{\text{к}} = 2|\omega_e| \cdot |V_r| \sin 90^\circ = 2\omega_e V_r$.

Примеры решения задач на сложное движение точки

Задача 37. Компрессор с криволинейными каналами (рис. 3.2) вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с вокруг оси *O*, перпендикулярной плоскости рисунка. Воздух перемещается по каналу *AB* с постоянной относительной скоростью $V_r = 4$ м/с. Найти ускорение частицы воздуха в начале канала в точке *A* и проекции этого ускорения на оси неподвижной системы координат *xOy*, если радиус $OA = 0{,}5$ м, радиус кривизны канала в точке *A* $\rho = 0{,}8$ м, угол между нормалью *n* к кривой *AB* в точке *A* и радиусом *OA* $\alpha = 30^\circ$.

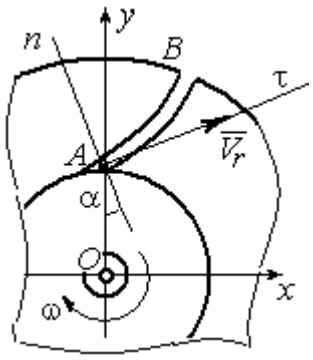


Рис.3.2. Движение воздуха по каналу компрессора

Решение

Переносным движением для частицы воздуха будет вращательное движение компрессора, а скорость точки *A* компрессора, где по условию находится частица воздуха, будет её переносной скоростью: $V_e = \omega \cdot OA = 5$ м/с. Вектор $\vec{V}_e$ переносной скорости частицы перпендикулярен радиусу *OA* и направлен в сторону угловой скорости вращения компрессора (рис. 3.3).

Вектор $\vec{V}_r$ относительной скорости частицы воздуха направлен вдоль касательной к кривой *AB* (стенки канала) в точке *A*.

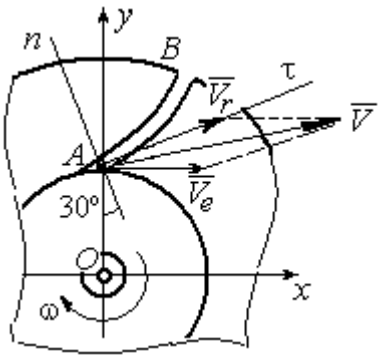


Рис. 3.3. Построение вектора абсолютной скорости частицы

Вектор абсолютной скорости частицы воздуха равен геометрической сумме векторов относительной и переносной скоростей: $\vec{V} = \vec{V}_r + \vec{V}_e$ (см. рис. 3.3). Спроектируем это векторное равенство на оси *x*, *y*. Получим систему уравнений:

$$V_x = V_e + V_r \cos 30^\circ = 8{,}46 \text{ м/с}; \; V_y = V_r \cos 60^\circ = 2 \text{ м/с}.$$

Модуль абсолютной скорости $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = 8{,}69$ м/с.

Найдём ускорение частицы воздуха.

Абсолютное ускорение частицы определяется по теореме сложения ускорений:

$$\vec{a} = \vec{a}_r + \vec{a}_e + \vec{a}_{\text{к}}.$$

В относительном движении частица движется между стенками канала по криволинейной траектории, и её ускорение $\vec{a}_r$ представляется суммой: $\vec{a}_r = \vec{a}_r^{\,n} + \vec{a}_r^{\,\tau}$, где $\vec{a}_r^{\,n}$, $\vec{a}_r^{\,\tau}$ – вектора нормальной и касательной составляющих относительного ускорения частицы.

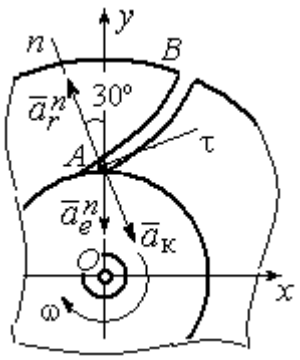


Рис. 3.4. Составляющие ускорения частицы в сложном движении

Переносное ускорение частицы $\vec{a}_e$ есть ускорение точки *A* вращающегося компрессора, которое выражается суммой $\vec{a}_e = \vec{a}_e^{\,n} + \vec{a}_e^{\,\tau}$, где $\vec{a}_e^{\,n}$, $\vec{a}_e^{\,\tau}$ – вектора нормальной и касательной составляющих переносного ускорения частицы.

В результате абсолютное ускорение частицы воздуха в точке А выражается векторной суммой:

$$\vec{a} = \vec{a}_r^{\,n} + \vec{a}_r^{\,\tau} + \vec{a}_e^{\,n} + \vec{a}_e^{\,\tau} + \vec{a}_{\text{к}}.$$

Вычислим модули ускорений:

$$a_r^{\tau} = \dot{V}_r = 0,\ a_r^n = \frac{V_r^2}{\rho} = 20 \text{ м/с}^2;\ a_e^{\tau} = \varepsilon \cdot OA = \dot{\omega} \cdot OA = 0,$$

$$a_e^n = \omega^2 r = 50 \text{ м/с}^2;\ a_{\text{к}} = 2\omega V_r = 80 \text{ м/с}^2.$$

Направление ускорения Кориолиса определяется простым поворотом вектора относительной скорости на угол 90° вокруг оси переносного вращения в направлении этого вращения. Вектора ускорений показаны на рис. 3.4.

Спроектируем векторное равенство ускорения частицы на оси неподвижной системы координат *xOy*. Получим:

$$a_x = -a_r^n \cos 60^\circ + a_к \cos 60^\circ = 30 \text{ м/с}^2 ;$$

$$a_y = a_r^n \cos 30^\circ - a_e^n - a_к \cos 30^\circ = -101{,}96 \text{ м/с}^2.$$

Модуль ускорения $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = 106{,}28$ м/с^2.

Задача 38. При совмещении работы механизмов подъёма груза и поворота крана (рис. 3.5) груз *A* перемещается в горизонтальном и вертикальном направлениях. На участке разгона барабан *B* радиуса $r_1 = 0{,}5$ м, на который навит канат, поддерживающий груз, вращается с постоянным угловым ускорением $\varepsilon_1 = 3$ рад/с^2, а кран разворачивается вокруг оси O_1O_2 с угловым ускорением $\varepsilon_2 = 0{,}5$ рад/с^2.

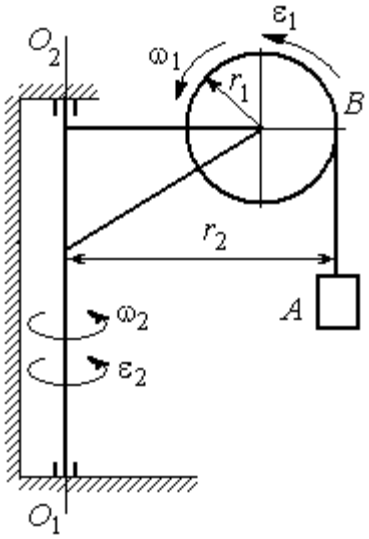


Рис. 3.5. Механизм поворотного крана

Пренебрегая отклонением каната от вертикали, определить скорость и ускорение груза в момент времени $t_1 = 1$ с, если вылет стрелы крана до линии подвеса груза $r_2 = 10$ м.

Решение

Подъём груза *A* на канате является для груза относительным движением, а вращение крана – переносным. Вектор абсолютной скорости груза равен сумме $\vec{V} = \vec{V}_r + \vec{V}_e$, где вектора относительной $\vec{V}_r$ и переносной $\vec{V}_e$ скоростей.

При равноускоренном вращении барабана *B* из состояния покоя его угловая скорость $\omega_1 = \varepsilon_1 t$. В момент времени $t_1 = 1$ с $\omega_1 = 3$ рад/с. Скорость подъёма груза *A* в этот момент $V_r(1) = \omega_1(1) r_1 = 1{,}5$ м/с. Вектор относительной скорости $\vec{V}_r$ направлен вдоль линии движения груза, в сторону его подъёма (рис. 3.6).

Угловая скорость крана при постоянном угловом ускорении $\omega_2 = \varepsilon_2 t$. При $t_1 = 1$ с $\omega_2 = 0{,}5$ рад/с. Переносная скорость груза A равна скорости груза, движущегося вместе со стрелой крана по окружности радиуса r_2: $V_e = \omega_2 r_2 = 5$ м/с. Вектор переносной скорости груза $\vec{V}_e$ направлен по касательной к траектории переносного движения груза в сторону угловой скорости вращения крана (см. рис. 3.6).

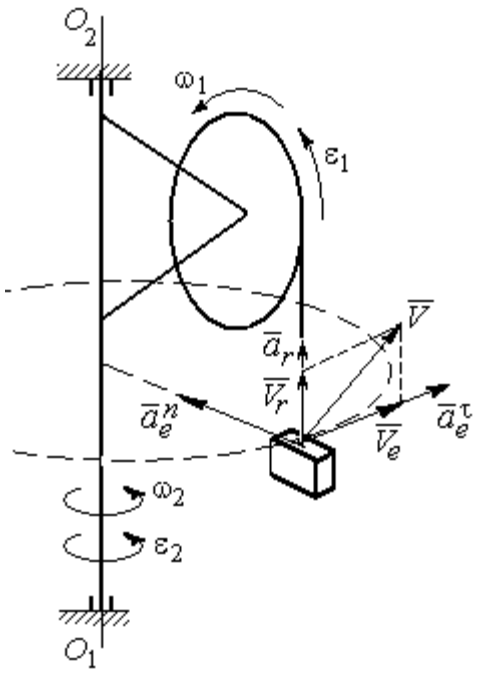


Рис. 3.6. Расчётная схема для определения скорости и ускорения груза на поворотном кране

Так как вектора относительной и переносной скоростей груза взаимно перпендикулярны, модуль абсолютной скорости $V = \sqrt{V_r^2 + V_e^2} = 5{,}22$ м/с.

Найдём абсолютное ускорение груза.

Теорема сложения ускорений имеет вид векторной суммы: $\vec{a} = \vec{a}_r + \vec{a}_e + \vec{a}_\text{к} = \vec{a}_r^{\,n} + \vec{a}_r^{\,\tau} + \vec{a}_e^{\,n} + \vec{a}_e^{\,\tau} + \vec{a}_\text{к}$, где $\vec{a}_r^{\,n}$, $\vec{a}_r^{\,\tau}$, $\vec{a}_e^{\,n}$, $\vec{a}_e^{\,\tau}$, $\vec{a}_\text{к}$ – вектора нормального и касательного ускорений груза в относительном и переносном движениях и ускорение Кориолиса. Найдём модули векторов ускорений.

Нормальное относительное ускорение a_r^n груза, движущегося прямолинейно, равно нулю: $a_r^n = 0$, а касательное a_r^τ равно по величине касательному ускорению точки на поверхности барабана: $a_r^\tau = \varepsilon_1 r_1 = 1{,}5$ м/с^2. Направление вектора $\vec{a}_r^{\,\tau}$ относительного касательного ускорения груза определяется направлением углового ускорения барабана.

Переносные нормальное a_e^n и касательное a_e^τ ускорения груза: $a_e^n = \omega_2^2 r_2$ = 2,5 м/с^2; $a_e^\tau = \varepsilon_2 r_2$ = 5 м/с^2. Вектор касательного ускорения $\vec{a}_e^\tau$ направлен в сторону углового ускорения вращения крана.

Ускорение Кориолиса $a_к$ равно нулю, так как вектор $\vec{V}_r$ параллелен вектору $\vec{\omega}_2$: $a_к = 0$.

Направления векторов ускорений, модули которых отличны от нуля, показаны на рис. 3.6. В результате вектор абсолютного ускорения груза представлен в виде разложения на три взаимно перпендикулярных вектора: $\vec{a} = \vec{a}_e^n + \vec{a}_e^\tau + \vec{a}_r^\tau$, поэтому модуль абсолютного ускорения груза $a = \sqrt{(a_e^n)^2 + (\vec{a}_e^\tau)^2 + (\vec{a}_r)^2}$ = 5,79 м/с^2.

Задача 39. Фигура, состоящая из половины диска и построенного на его диаметре равнобедренного треугольника (рис. 3.7), вращается вокруг оси, перпендикулярной плоскости фигуры и проходящей через вершину A треугольника, по закону $\varphi_e = 5t - 2t^2$ рад. Положительное направление вращения отмечено на схеме дуговой стрелкой φ.

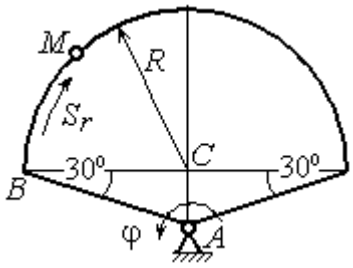


Рис. 3.7. Схема сложного движения точки

По ободу диска из начального положения B движется точка M. Уравнение движения точки: $\breve{BM} = S_r = 9\pi t^2$, см.. Положительное направление отсчёта дуги BM показано дуговой стрелкой S_r (см. рис. 3.7). Радиус диска R = 9 см. Найти абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки M в момент времени t_1 = 1 с.

Решение

Переносным движением точки M является вращение фигуры вокруг оси A, относительным – её движение по окружности обода диска.

Положение точки M на окружности определяется центральным углом: $\alpha = \dfrac{S_r}{R}$, где S_r – длина дуги окружности, пройденная точкой. В момент времени $t_1 = 1$ с $S_r = 9\pi$ см и $\alpha = \pi$. Расчётное положение точки M на рис. 3.8 обозначено M_1.

Угловая скорость вращения фигуры равна модулю производной $\omega_e = |\dot{\varphi}_e| = |5 - 4t|$. При $t_1 = 1$ с $\omega_e(1) = 1$ рад/с. Направление угловой скорости определяется знаком производной $\dot{\varphi}_e$. Положительная на данный момент времени величина производной ($\dot{\varphi}_e = 1$) показывает, что вращение фигуры происходит в положительном направлении отсчёта угла φ_e и отмечено на рис. 3.8 дуговой стрелкой ω_e.

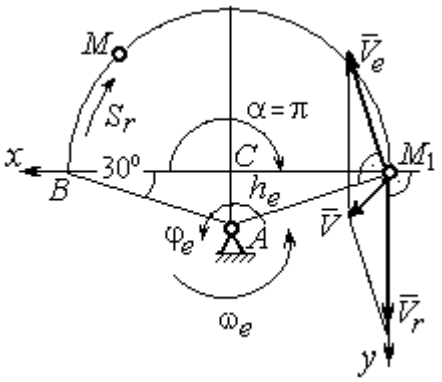


Рис. 3.8. Расчетная схема для вычисления абсолютной скорости точки

Переносная скорость точки V_e – это скорость расчётного положения точки M вращающейся фигуры: $V_e = \omega_e h_e = = \omega_e AM_1 = \dfrac{\omega_e R}{\cos 30^\circ} = 10{,}39$ см/с. Вектор переносной скорости точки $\vec{V}_e$ перпендикулярен отрезку AM_1 и направлен в сторону вращения фигуры (см. рис. 3.8).

Скорость точки в относительном движении определяется как модуль производной: $V_r = |\dot{S}_r| = |18\pi t|$. При $t_1 = 1$ с $V_r = 56{,}5$ см/с. Положительное значение производной $\dot{S}_r = 18\pi > 0$ указывает, что в этот момент времени относительное движение точки происходит в положительном направлении отсчёта дуги окружности, по которой движется точка. Вектор $\vec{V}_r$ относительной скорости точки перпендикулярен отрезку CM_1 и направлен в сторону её движения.

Абсолютная скорость точки равна сумме векторов переносной и относительной скоростей $\vec{V} = \vec{V}_e + \vec{V}_r$. Для того чтобы найти абсолютную скорость

точки, выберем оси координат M_1x, M_1y, как показано на рис. 3.8, и спроектируем обе части векторного равенства теоремы сложения скоростей на эти оси:

$$V_x = V_e\cos 60^\circ = 5{,}2 \text{ см/с}, \; V_y = -V_e\cos 30^\circ + V_r = 47{,}5 \text{ см/с}.$$

Модуль абсолютной скорости: $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = 47{,}8$ см/с.

Абсолютное ускорение точки определяется по теореме сложения ускорений: $\vec{a} = \vec{a}_e + \vec{a}_r + \vec{a}_\text{к}$.

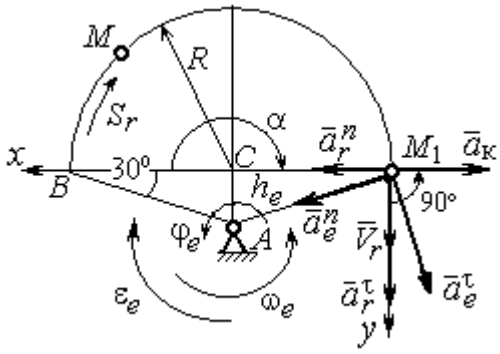


Рис. 3.9. Расчетная схема для определения абсолютного ускорения точки

Переносное ускорение точки представляется в виде суммы: $\vec{a}_e = \vec{a}_e^{\,\tau} + \vec{a}_e^{\,n}$, где $\vec{a}_e^{\,\tau}$ и $\vec{a}_e^{\,n}$ – переносные касательное и нормальное ускорения. В относительном движении точки (по дуге окружности) ускорение также может быть разложено на две составляющие – относительные касательное и нормальное ускорения: $\vec{a}_r = \vec{a}_r^{\,\tau} + \vec{a}_r^{\,n}$. В результате теорема о сложении ускорений приобретает вид: $\vec{a} = \vec{a}_r^{\,\tau} + \vec{a}_r^{\,n} + \vec{a}_e^{\,\tau} + \vec{a}_e^{\,n} + \vec{a}_\text{к}$.

Вычислим модули и направления векторов ускорений в расчётном положении точки M_1.

Относительное касательное ускорение a_r^τ вычисляется по формуле: $a_r^\tau = \left|\ddot{S}_r\right|$, где $\ddot{S}_r = 18\pi = 56{,}5$ см/с^2. Так как значение второй производной $\ddot{S}_r$ положительно, вектор ускорения $\vec{a}_r^{\,\tau}$ направлен по касательной в сторону положительного отсчёта траектории относительного движения. Относительное нормальное ускорение точки a_r^n вычисляется по формуле: $a_r^n = \dfrac{V_r^2}{R}$ и в момент $t_1 = 1$ с равно 355,3 см/с^2. Вектор ускорения $\vec{a}_r^{\,n}$ направлен по радиусу диска к центру C (рис. 3.9).

Угловое ускорение фигуры в момент времени $t_1 = 1$ с, $\varepsilon_e = |\ddot{\varphi}_e| = 4$ рад/с^2. Поскольку значение второй производной угла поворота отрицательное ($\ddot{\varphi}_e = -4$ рад/с^2), то угловое ускорение направлено в сторону, противоположную положительному направлению отсчёта угла поворота фигуры, как показано на рис. 3.9 дуговой стрелкой ε_e. Модуль переносного касательного ускорения a_e^τ определяется по формуле $a_e^\tau = \varepsilon_e h_e = \varepsilon_e \cdot AM_1$ и в момент времени $t_1 = 1$ с равен 41,6 см/с^2. Вектор переносного касательного ускорения точки $\vec{a}_e^\tau$ перпендикулярен AM_1 и направлен в сторону углового ускорения фигуры ε_e (см. рис. 3.9). Переносное нормальное ускорение вычисляется по формуле $a_e^n = \omega_e^2 h_e = \omega_e^2 \cdot AM_1$ и на момент времени $t_1 = 1$ с: $a_e^n = 10{,}4$ см/с^2. Вектор переносного нормального ускорения $\vec{a}_e^n$ направлен вдоль отрезка M_1A к оси вращения тела (см. рис. 3.9).

Модуль ускорения Кориолиса в момент времени $t_1 = 1$ с $a_к = 2\omega V_r =$ $=113{,}1$ см/с^2. По условию задачи вектор $\vec{V}_r$ скорости относительного движения точки перпендикулярен вектору $\vec{\omega}_e$ угловой скорости переносного движения. В этом случае для определения направления ускорения Кориолиса достаточно повернуть вектор относительной скорости $\vec{V}_r$ на 90° в сторону переносного движения (см. рис. 3.9).

Для определения абсолютного ускорения точки выберем оси M_1x и M_1y, как показано на рис. 3.9, и спроектируем обе части векторного равенства теоремы сложения ускорений на эти оси. Получим:

$$a_x = -a_e^\tau \cos 60^\circ + a_e^n \cos 30^\circ + a_r^n - a_к = 230{,}4 \text{ см/с}^2;$$

$$a_y = a_e^\tau \cos 30^\circ + a_e^n \cos 60^\circ + a_r^\tau = 97{,}9 \text{ см/с}^2.$$

Модуль абсолютного ускорения

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = 250{,}3 \text{ см/с}^2.$$

Задача 40. Диск (рис. 3.10) вращается вокруг оси O_1O_2, проходящей вдоль вертикального диаметра, с угловой скоростью $\omega = 2t^2 + 4\cos\pi t$ рад/с. Положительное направление отсчёта угла поворота диска отмечено на схеме дуговой стрелкой φ. Вдоль другого диаметра диска, наклоненного под углом 30º к вертикальному, движется точка M по закону $CM = S_r = (4t-1)^2 - 1$ см. Расстояние отсчитывается от точки C на краю диска. Положительное направление движения точки M показано стрелкой S_r. Радиус диска $R = 4$ см. Найти абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки M в момент времени $t_1 = 1$ с.

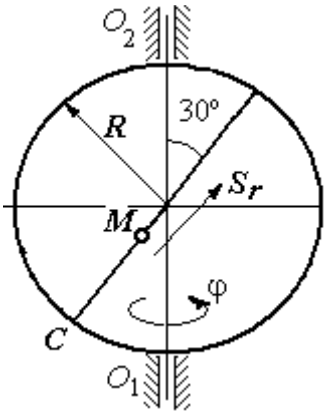


Рис. 3.10. Схема сложного движения точки

Решение

Переносным движением точки M является вращение диска вокруг вертикального диаметра, относительным – её прямолинейное движение вдоль наклонного диаметра диска.

Расстояние S_r, пройденное точкой, к моменту времени $t_1 = 1$ с равно 8 см. При радиусе диска $R = 4$ см точка M в данный момент времени находится на противоположном от точки C конце диаметра. На рис. 3.11 это положение обозначено буквой M_1.

Угловая скорость диска равна модулю производной: $\omega = |\dot{\varphi}| = |2 + 4\cos\pi|$ и при $t_1 = 1$ с $\omega = 2$ рад/с. Направление угловой скорости определяется по знаку производной $\dot{\varphi}$. В данном случае производная имеет отрицательное значение ($\dot{\varphi} = -2$ рад/с). Это означает, что вращение диска происходит в сторону, противоположную положительному направлению отсчёта угла поворота. Направление угловой скорости диска в данный момент времени отмечено на рис. 3.11 дуговой стрелкой ω.

Переносная скорость точки V_e – это скорость точки M_1 на вращающемся диске: $V_e = \omega h_e = \omega \cdot KM_1$, где $KM_1 = h_e$ – расстояние от оси вращения диска до точки M_1. Очевидно, $KM_1 = 0{,}5R = 2$ см. При $t_1 = 1$ с величина переносной скорости $V_e = 4$ см/с. Вектор переносной скорости $\vec{V}_e$ перпендикулярен плоскости диска $O_1M_1O_2$ и направлен в сторону вращения диска (рис. 3.11, *a*).

(На рис. 3.11, *a* символ ⊙ рядом с вектором означает, что данный вектор направлен перпендикулярно плоскости рисунка «к нам», символ ⊕ – «от нас».)

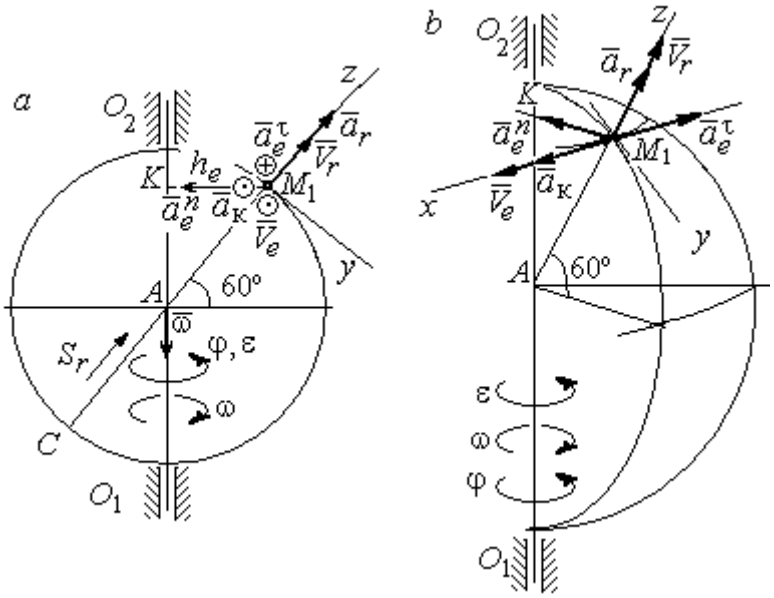


Рис. 3.11. Расчётная схема определения абсолютной скорости и ускорения точки:
a – плоская модель движения;
b – пространственная модель движения

Относительная скорость точки равна модулю производной: $V_r = \left|\dot{S}_r\right| = \left|8(4t - 1)\right|$. При $t_1 = 1$ с $V_r = 24$ см/с. Положительное значение самой производной $\dot{S}_r$ указывает, что относительное движение точки в данный момент времени происходит в положительном направлении. Вектор $\vec{V}_r$ относительной скорости точки в положении M_1 направлен вдоль диаметра диска CM_1 в сторону движения.

Абсолютная скорость точки равна сумме векторов переносной и относительной скоростей: $\vec{V} = \vec{V}_e + \vec{V}_r$. Так как векторы $\vec{V}_e$ и $\vec{V}_r$ взаимно перпендикулярны, модуль абсолютной скорости $V = \sqrt{V_e^2 + V_r^2} = 24{,}33$ см/с. Вектор абсолютной скорости на рис. 3.11 не показан.

Абсолютное ускорение точки определяется векторной суммой, которая при прямолинейном относительном и вращательном переносном движениях представляется в виде: $\vec{a} = \vec{a}_r + \vec{a}_e^{\tau} + \vec{a}_e^{n} + \vec{a}_{\text{к}}$.

Относительное ускорение точки $a_r = \left|\ddot{S}_r\right| = 32$ см/с^2. Так как значение второй производной $\ddot{S}_r$ положительно, вектор ускорения $\vec{a}_r$ в точке M_1 направлен по линии движения точки в сторону положительного направления (см. рис. 3.11).

Угловое ускорение диска $\varepsilon = \left|\dot{\omega}\right| = \left|4t - 4\pi\sin\pi t\right|$. В момент времени $t_1 = 1$ с $\varepsilon = 4$ рад/с^2. Положительное значение производной в данный момент времени ($\dot{\omega} = 4$ рад/с^2) означает, что угловое ускорение ε направлено в сторону положительного направления отсчёта угла поворота диска. Направление углового ускорения показано на рис. 3.11 дуговой стрелкой ε. Модуль переносного касательного ускорения a_e^{τ} определяется по формуле $a_e^{\tau} = \varepsilon h_e$, и при $t_1 = 1$ с $a_e^{\tau} = 8$ см/с^2. Вектор ускорения $\vec{a}_e^{\tau}$ перпендикулярен плоскости диска $O_1M_1O_2$ в точке M_1 и направлен в сторону углового ускорения (противоположно вектору скорости).

Переносное нормальное ускорение a_e^{n} рассчитывается по формуле $a_e^{n} = \omega^2 h_e = \omega^2 \cdot KM_1$, и при $t_1 = 1$ с $a_e^{n} = 8$ см/с^2. Вектор переносного нормального ускорения $\vec{a}_e^{n}$ направлен вдоль отрезка M_1K к оси вращения диска (см. рис. 3.11).

Вектор скорости относительного движения точки $\vec{V}_r$ составляет с вектором угловой скорости переносного движения $\vec{\omega}$ угол 150º. Модуль ускорения Кориолиса на момент времени $t_1 = 1$ с $a_{\text{к}} = 2\left|\omega\right\|V_r\left|\sin 150^\circ = 48\right.$ см/с^2. Направление вектора ускорения Кориолиса определяем по правилу Жуковского. Так, вектор относительной скорости точки $\vec{V}_r$ проектируем на плоскость, перпенди-

кулярную вектору $\vec{\omega}$ (т. е. на плоскость, перпендикулярную оси вращения тела). На рис 3.11, *а* это будет проекция на линию KM_1. Далее следует повернуть вектор проекции относительной скорости вокруг оси вращения на 90° в сторону угловой скорости вращения диска. На рис 1.11, *а* вектор ускорения Кориолиса перпендикулярен плоскости рисунка в точке M_1 и направлен «на нас».

Для определения абсолютного ускорения точки выберем оси координат M_1x, M_1y и M_1z, как показано на рис. 3.11 (на рис. 3.11, *а* ось M_1x направлена перпендикулярно рисунку «к нам» и на рисунке не показана). Спроектируем обе части векторного равенства теоремы сложения ускорений на оси

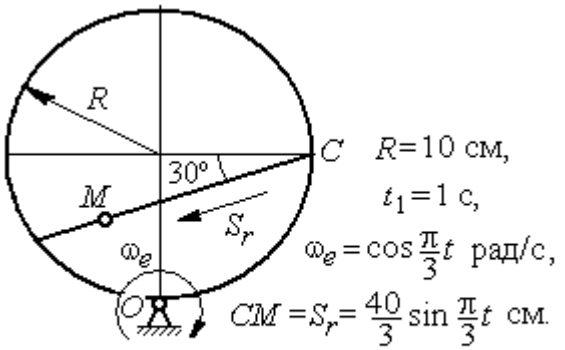
$$a_x = -a_e^{\tau} + a_{\text{к}} = 40 \text{ см/с}^2; \quad a_y = -a_e^n \cos 30^\circ = 6{,}93 \text{ см/с}^2;$$

$$a_z = a_r - a_e^n \cos 60^\circ = 28 \text{ см/с}^2.$$

Модуль абсолютного ускорения $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} = 49{,}32$ см/с^2.

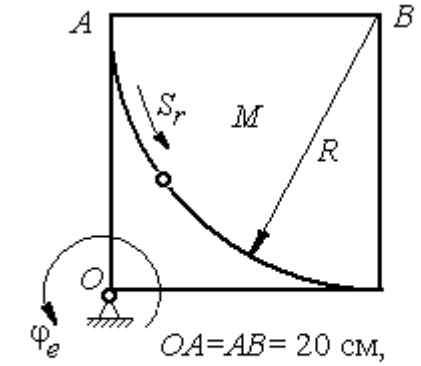
Упражнения

Упражнение 3.1



Найти скорость и ускорение точки M в момент $t = t_1$

Упражнение 3.2



Найти скорость и ускорение точки M в момент $t = t_1 = 1$ с

Рис. 3.12. Задания для самостоятельного решения. Упражнения 3.1, 3.2

4. ДИНАМИКА ТОЧКИ

4.1. Дифференциальные уравнения движения точки

Движение материальной точки под действием системы сил $\vec{F}_1,\ \vec{F}_2,\ldots,\ \vec{F}_K$ в прямоугольной декартовой системе координат *Oxyz* описывается **дифференциальными уравнениями:**

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = \sum F_{kx}\ ,\ m\frac{d^2y}{dt^2} = \sum F_{ky}\ ,\ m\frac{d^2z}{dt^2} = \sum F_{kz}\ .$$

Обозначая вторые производные от координат по времени двумя точками, уравнения движения можно записать в виде:

$$m\ddot{x} = \sum F_{kx}\ ;\ m\ddot{y} = \sum F_{ky}\ ;\ m\ddot{z} = \sum F_{kz}\ ,$$

где m – масса точки; x, y, z – текущие координаты точки; $\ddot{x}$, $\ddot{y}$, $\ddot{z}$ – проекции вектора ускорения точки на оси координат; $\sum F_{kx}$, $\sum F_{ky}$, $\sum F_{kz}$ – алгебраические суммы проекций всех сил на оси координат.

Для удобства интегрирования дифференциальные уравнения движения иногда представляют в виде:

$$m\frac{dV_x}{dt} = \sum F_{kx}\ ;\ \ m\frac{dV_y}{dt} = \sum F_{ky}\ ;\ \ m\frac{dV_z}{dt} = \sum F_{kz}\ ,$$

где $V_x = \dot{x}$, $V_y = \dot{y}$, $V_z = \dot{z}$ – проекции вектора скорости точки на оси координат.

В естественной системе координат движение материальной точки описывается уравнениями в естественной форме:

$$m\frac{dV}{dt} = \sum F_{k\tau}\ ;\ \ m\frac{V^2}{\rho} = \sum F_{kn}\ ;\ 0 = \sum F_{kb}\ ,$$

где ρ – радиус кривизны траектории; τ, n, b – оси естественного трехгранника – касательная, нормаль и бинормаль.

В общем случае правые части дифференциальных уравнений зависят от времени, положения и скорости точки. Интегрирование дифференциальных

уравнений производится в зависимости от их вида методами, известными из курса математики.

Примеры решения задач на интегрирование уравнений движения

Задача 41. При обогащении по трению разделение частиц производится следующим образом. Барабанный питатель (рис. 4.1) сообщает частице в точке A сортировочного стола AB начальную скорость V_0, направленную вдоль поверхности стола, наклоненного под углом α к горизонту. Нижний край стола в точке B поднят на высоту h над уровнем пола. Частица скользит по столу, испытывая силу трения скольжения с коэффициентом трения f. Дойдя до края стола в точке B, частица отрывается от него и совершает свободное падение с высоты h. На каком расстоянии $CK = \ell$ на полу нужно установить стенку приёмного устройства, чтобы частицы с коэффициентом трения меньше заданного $f < f_1$ перелетали за точку C и попадали в приёмник, а с большим коэффициентом $f > f_1$ – не долетали до него.

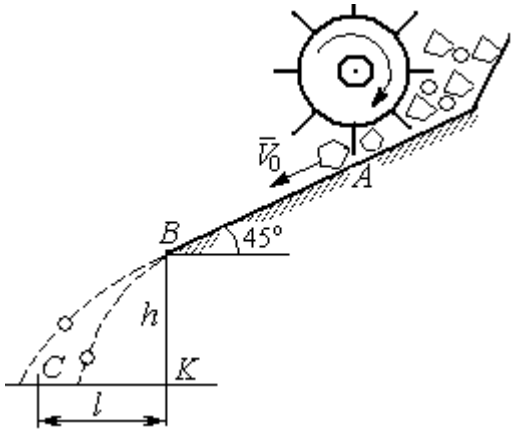


Рис. 4.1. Разделение частиц по трению

Начальная скорость частицы $V_0 = 1$ м/с, длина сортировочного стола $AB = S = 1{,}2$ м, угол наклона $\alpha = 45°$, высота точки отрыва $BK = h = 1{,}5$ м, заданный коэффициент трения для разделения частиц $f_1 = 0{,}4$.

Решение

Из условия задачи следует, что частица с коэффициентом трения, равным заданному, $f = f_1$ в конце своего движения (скольжение по столу + свободное падение) должна попасть ровно в точку C (см. рис. 4.1).

Рассмотрим первый участок движения такой частицы – прямолинейное движение по шероховатой поверхности наклонного стола. На частицу действуют сила тяжести $\vec{P}$, реакция опоры $\vec{N}$ и сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$. Выберем систему координат *xAy*, направив ось *x* вдоль линии движения, а ось *y* – перпендикулярно ей (рис. 4.2). Движение частицы описывается уравнениями:

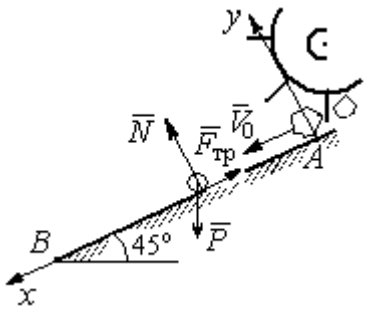


Рис. 4.2. Движение частицы по наклонной плоскости

$$m\ddot{x} = \sum F_{kx} = P\cos 45^\circ - F_{\text{тр}};$$

$$m\ddot{y} = \sum F_{ky} = -P\cos 45^\circ + N.$$

Поскольку вдоль оси *y* частица не перемещается, то $\ddot{y} = 0$. Тогда второе уравнение движения представляется в виде: $-P\cos 45^\circ + N = 0$, откуда реакция опоры частицы $N = mg\cos 45^\circ$. Сила трения, которую испытывает частица, двигаясь по сортировочному столу: $F_{\text{тр}} = fN = fmg\cos 45^\circ$, где f – коэффициент трения.

Подставляя в уравнение движения частицы, выражение силы трения и полагая ускорение $\ddot{x} = \dfrac{dV_x}{dt}$, получим дифференциальное уравнение

$$\frac{dV_x}{dt} = g(1-f)\cos 45^\circ \text{ или при } f = f_1 = 0{,}4: \ \frac{dV_x}{dt} = 4{,}18.$$

После интегрирования найдём скорость и закон движения частицы как функции времени: $V_x = 4{,}18t + C_1$; $x = 2{,}09t^2 + C_1 t + C_2$.

Константы интегрирования C_1, C_2 находятся из начальных условий движения. Подставляя начальные условия $x(0) = 0$, $\dot{x}(0) = V_x(0) = V_0$ в уравнение движения частицы, найдём $C_2 = 0$, $C_1 = V_0$.

Окончательно движение частицы на прямолинейном участке *AB* сортировочного стола описывается системой уравнений: $V_x = 4{,}18t + 1$; $x = 2{,}09t^2 + t$.

Допустим частица достигает края стола B в момент времени $t = t_B$. Её координата равна длине сортировочного стола: $x(t_B) = S$, а скорость равна скорости отрыва её от стола: $V_x(t_B) = V_B$. Подставим эти условия в уравнения движения, получим систему: $V_B = 4{,}18t_B + 1$, $S = 2{,}09t_B^2 + t_B$, откуда скорость частицы в точке отрыва её от стола $V_B = \sqrt{1 + 8{,}36S}$. При длине стола S = 1,2 м скорость отрыва V_B = 3,32 м/с.

Рассмотрим участок BC свободного падения частицы, брошенной с высоты h с начальной скоростью V_B, направленной под углом 45° к горизонту (рис. 4.3). В полёте на частицу действует только сила тяжести $\vec{P}$. Выберем прямоугольную систему координат xKy с началом координат в точке K (см. рис. 4.3). Дифференциальные уравнения движения точки

$$m\ddot{x} = 0;\ m\ddot{y} = -P = -mg \text{ или } \ddot{x} = 0,\ \ddot{y} = -g.$$

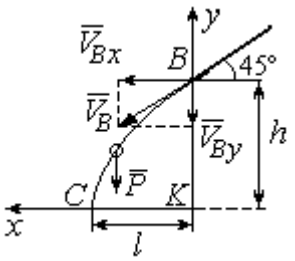


Рис. 4.3. Свободное падение частицы

Интегрируя первое уравнение, получим, что движение частицы вдоль оси x описывается уравнениями $\dot{x} = C_3;\ x = C_3t + C_4$. Константы интегрирования C_3 и C_4. определяются из начальных условий движения: при t = 0 , $x(0) = 0$, $\dot{x}(0) = V_{Bx}$, где V_{Bx} – проекция вектора скорости $\overline{V}_B$ на ось x, $V_{Bx} = V_B\cos45^\circ$ = 2,35 м/с. После подстановки начальных условий в уравнение движения частицы получим: C_4 = 0, C_3 = 2,35. В результате, движение частицы вдоль оси x при её свободном падении описывается уравнением $x = 2{,}35t$.

Проинтегрируем уравнение движения частицы в направлении оси y. Получим: $\dot{y} = -gt + C_5$ и $y = -g\dfrac{t^2}{2} + C_5t + C_6$. Начальные условия движения частицы вдоль оси y: при t = 0 , $y(0) = h$ = 1,5 м, $\dot{y}(0) = V_{By} = -V_B\cos45^\circ = -2{,}35$ м/с, где V_{By} – проекция вектора скорости $\overline{V}_B$ на ось y. Подставляя начальные

условия в уравнение движения, найдём: $C_6 = h$; $C_5 = V_{By} = -2{,}35$. Таким образом, движение частицы вдоль оси y при её свободном падении описывается уравнением $y = -4{,}91t^2 - 2{,}35t + 1{,}5$.

В момент $t = t_{\text{п}}$ падения частицы на пол её вертикальная координата обращается в нуль: $y = 0$, а горизонтальная – равна дальности полёта: $x = \ell$. Подставляя эти условия в уравнения движения частицы, получим систему:

$$\ell = 2{,}35t_{\text{п}},\ 0 = -4{,}91t_{\text{п}}^2 - 2{,}35t_{\text{п}} + 1{,}5.$$

Исключая в системе время $t_{\text{п}}$, выразим уравнение для определения дальности горизонтального полёта: $\ell^2 + 1{,}12\ell - 1{,}68 = 0$. Отсюда находим: $\ell = 0{,}85$ м.

Таким образом, частицы с коэффициентом трения $f = 0{,}4$ в конце своего движения падают на горизонтальную поверхность на расстоянии 0,85 м от края стола. Очевидно, именно здесь необходимо установить разделительную стенку приёмного устройства. Частицы с меньшим коэффициентом трения ($f < 0{,}4$) будут улетать за стенку, а при большем ($f > 0{,}4$) – недолетать. К примеру, длина горизонтального полёта частицы с коэффициентом трения $f = 0{,}3$ составляет 0,89 м, а при $f = 0{,}5$ равна 0,61 м.

Задача 42. Материальная точка массой $m = 1$ кг движется прямолинейно по горизонтальной поверхности под действием силы $F = 10 - kt$ Н, где k – коэффициент пропорциональности; $k = \text{const}$; t – время в секундах. Определить величину коэффициента k, при котором скорость точки за первую секунду от начала движения увеличится от начального значения $V_0 = 2$ м/с до величины $V_1 = 10$ м/с, а также путь, пройденный точкой до остановки.

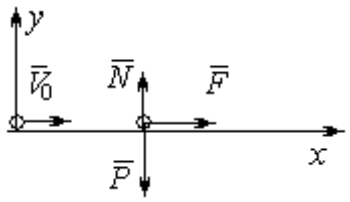


Рис. 4.4. Прямолинейное движение точки

Решение

Для описания движения точки выберем прямоугольную систему координат x, y с началом в том месте, откуда точка начала движение (рис. 4.4).

На точку действуют сила тяжести $\vec{P}$, реакция опоры $\vec{N}$ и заданная сила $\vec{F}$. Направление силы $\vec{F}$ на рис. 4.4 соответствует начальному этапу движения, когда проекция силы на ось *x* положительная. Движение точки описывается уравнением $m\ddot{x} = F_x = 10 - kt$.

Положим $\ddot{x} = \dfrac{dV}{dt}$. Здесь в силу того, что движение происходит только вдоль одной координаты, индекс *x* у скорости опущен. Учитывая массу точки, получим уравнение $\dfrac{dV}{dt} = 10 - kt$. Разделив переменные и проинтегрировав полученное уравнение, найдём закон изменения скорости точки $V = 10t - k\dfrac{t^2}{2} + C_1$. Выражая скорость через производную от координаты $V = \dfrac{dx}{dt}$, получим дифференциальное уравнение $\dfrac{dx}{dt} = 10t - k\dfrac{t^2}{2} + C_1$, интегрируя которое, найдём уравнение движения точки $x = 5t^2 - k\dfrac{t^3}{6} + C_1 t + C_2$.

Подставляя начальные условия (при $t = 0$, $V = V_0 = 2$ м/с, $x = 0$) в уравнения, получим: $C_1 = 2$, $C_2 = 0$. Окончательно движение точки описывается системой уравнений: $V = 10t - k\dfrac{t^2}{2} + 2$; $x = 5t^2 - k\dfrac{t^3}{6} + 2t$.

Известно, что через 1 с от начала движения точка приобрела скорость $V_1 = 10$ м/с. Подставляя это условие в первое уравнение, найдём $k = 4$.

В момент t_1 точка остановилась и её скорость обращается в нуль: $V(t_1) = 0$, а координата равна пройденному пути: $x(t_1) = S$. Подставляя эти условия в уравнения движения с учетом вычисленного значения коэффициента *k*, получим систему: $0 = 10t_1 - 2t_1^2 + 2$; $S = 5t_1^2 - \dfrac{2}{3}t_1^3 + 2t_1$, откуда находим путь, пройденный точкой до остановки: $S = 51{,}86$ м.

Задача 43. Материальная точка массой m = 1 кг, находясь на высоте h_1 = 2 м над уровнем Земли, подброшена вертикально вверх (ось x) с начальной скоростью V_0 = 4 м/с (рис. 4.5, *a*). При движении на точку действует сила сопротивления, пропорциональная квадрату скорости, так, что проекция её на вертикаль направлена в сторону, противоположную движению, $R_x = -0{,}5mV^2$ Н, где V – скорость точки. Определить, на какой высоте h_2 от уровня Земли скорость падающей обратно точки достигнет значения начальной стартовой скорости.

Решение

Решение задачи осуществляется в два этапа. На первом этапе рассматривается движение точки вверх с высоты h_1 с начальной скоростью V_0 и определение максимальной высоты полёта H, на втором этапе – падение точки вниз с высоты H без начальной скорости (рис. 4.5, *b*).

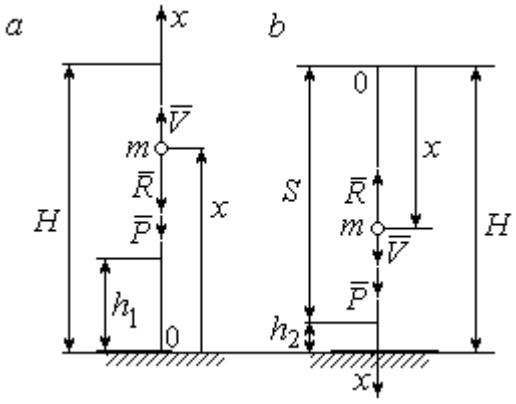


Рис. 4.5. Силы, действующие на точку в полёте:
a – движение точки вверх;
b – движение точки вниз

Рассмотрим первый этап движения и найдём максимальную высоту подъёма точки. На рис. 4.5, *a* показаны силы, действующие на точку в полёте: сила тяжести $\vec{P}$ и сила сопротивления $\vec{R}$. Ось x, вдоль которой происходит движение точки, выбрана по направлению движения, начало координат – на уровне Земли (см. рис. 4.5, *a*).

Дифференциальное уравнение движения точки в проекции на ось x: $m\ddot{x} = \sum F_x = P_x + R_x$, где проекции сил тяжести и сопротивления на ось x: $P_x = -P = -mg$; $R_x = -0{,}5mV^2$. Полагая $\ddot{x} = \dfrac{dV}{dt}$, получим уравнение движения точки в виде: $\dfrac{dV}{dt} = -(g + 0{,}5V^2)$.

Учитывая, что $\frac{dV}{dt}=\frac{dV}{dx}\frac{dx}{dt}=V\frac{dV}{dx}=\frac{dV^2}{2dx}$, исходное уравнение движения представляется в виде, удобном для интегрирования: $\frac{dV^2}{g+0{,}5V^2}=-2dx$.

Проинтегрировав это уравнение, находим: $\ln(g+0{,}5V^2)=-x+C$.

В начальном положении, т. е. при $t = 0$, точка находилась на высоте $x = h_1$, а скорость её $V = V_0$. Подставив эти значения в проинтегрированное уравнение, получим: $C=h_1+\ln(g+0{,}5V_0^2)$. Окончательно положение точки в полёте определяется выражением $x=h_1+\ln\left(\frac{g+0{,}5V_0^2}{g+0{,}5V^2}\right)$.

При максимальном подъёме точки, т. е. при $x=H$, её скорость обращается в нуль: $V = 0$. Подставляя H, получим: $H=h_1+\ln\left(1+\frac{V_0^2}{2g}\right)$. При начальной скорости $V_0 = 4$ м/с, с учётом высоты точки старта $h_1 = 2$ м, высота подъёма точки относительно уровня Земли $H = 2{,}6$ м.

Рассмотрим второй этап решения задачи – движение точки вниз с максимальной высоты H без начальной скорости. Выберем ось x по направлению движения и поместим начало координат в точке, откуда началось движение вниз (рис. 4.5, *b*). Дифференциальное уравнение движения падающей точки: $m\frac{dV}{dt}=P_x+R_x = mg-0{,}5mV^2$, которое, как и в предыдущем случае, приводится к виду: $\frac{dV^2}{g-0{,}5V^2}=2dx$.

Проинтегрировав это уравнение, находим: $\ln(g-0{,}5V^2)=-x+C_1$.

В начальном положении, т. е. при $t = 0$, координата точки и скорость равны нулю: $x = 0$, $V = 0$. Подставив эти значения, находим: $C_1=\ln g$.

Окончательно положение падающей точки определяется выражением $x = \ln\left(\frac{g}{g - 0{,}5V^2}\right)$.

Расстояние S, которое пролетела точка с высоты H, приобретя скорость, V_0: $S = \ln\left(\frac{g}{g - 0{,}5V_0^2}\right)$. Высота h_2 этого положения от уровня Земли: $h_2 = H - S$ (см. рис. 4.5, *b*). С учётом величины начальной скорости $V_0 = 4$ м/с, максимальной высоты подъёма точки $H = 2{,}6$ м высота $h_2 = 0{,}91$ м.

Задача 44. Точка 1 движется горизонтально с постоянной скоростью V_1 на высоте h. Точка 2 массой m_2 находится в начале координат (рис. 4.6).

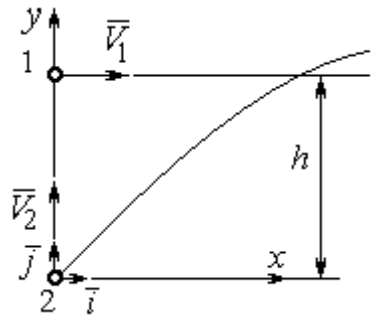


Рис. 4.6. Схема встречного движения точек

В момент, когда обе точки находились на одной вертикали y, точка 2 стартовала вертикально вверх со скоростью V_2. В полёте на точку 2 действует отклоняющая сила $\vec{F}_2$, которая представлена в виде разложения по единичным векторам $\vec{i}$, $\vec{j}$ системы координат xy: $\vec{F}_2 = p\vec{i} + q\vec{j}$, где p, q – const. С какой скоростью V_2 должна стартовать точка 2, чтобы обе точки встретились.

Решение

Рассмотрим движение точки 2. На точку действует сила тяжести $\vec{P}_2$ и сила $\vec{F}_2$, проекции которой на оси x, y: $F_{2x} = p$, $F_{2y} = q$ (рис. 4.7).

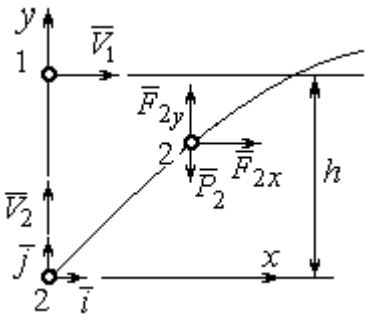


Рис. 4.7. Расчётная схема встречи точек

Уравнения движения точки в проекциях на оси xy имеют вид:

$$m_2\ddot{x} = p,\ m_2\ddot{y} = q - m_2 g.$$

Дважды интегрируя первое уравнение, полу-

чим: $\dot{x} = \frac{p}{m_2}t + C_1$; $x = \frac{p}{2m_2}t^2 + C_1 t + C_2$. Константы интегрирования найдём из условия, что в начальный момент вторая точка стартовала из начала координат вертикально, то есть при $t = 0$ $x = 0$ и $\dot{x} = V_{2x} = 0$. Подставляя начальные условия в уравнения движения, получим: $C_1 = 0$, $C_2 = 0$. Таким образом, движение точки 2 вдоль оси x описывается уравнением $x = \frac{p}{2m_2}t^2$.

Аналогично, дважды интегрируя второе уравнение движения, получим зависимость скорости движения точки 2 от времени и закон её движения вдоль оси y: $\dot{y} = \left(\frac{q}{m_2} - g\right)t + C_3$; $y = \left(\frac{q}{m_2} - g\right)\frac{t^2}{2} + C_3 t + C_4$. Из начальных условий: при $t = 0$ $y = 0$, $\dot{y} = V_{2y} = V_2$ следует: $C_3 = V_2$, $C_4 = 0$.

В результате закон движения точки 2 вдоль оси y: $y = \left(\frac{q}{m_2} - g\right)\frac{t^2}{2} + V_2 t$.

Обозначим t_1 – время движения точек до встречи. В момент встречи высота точки 2 $y(t_1) = h$, а расстояние по горизонтали, которое прошла точка 2 до встречи, должно быть равно расстоянию, пройденному точкой 1 за это же время. Подставляя условия встречи в уравнения движения, получим систему:

$$V_1 t_1 = \frac{p}{2m_2}t_1^2; \qquad h = \left(\frac{q}{m_2} - g\right)\frac{t_1^2}{2} + V_2 t_1,$$

откуда найдём: $V_2 = \frac{h}{t_1} - \left(\frac{q}{m_2} - g\right)\frac{t_1}{2}$, где $t_1 = \frac{2V_1 m_2}{p}$.

Упражнения

Упражнение 4.1. Тело массы m = 2 кг поднимается по прямой по шероховатой поверхности, составляющей угол 30° с горизонтом. Коэффициент трения f = 0,4. На тело действует сила $F = kt + 0{,}5P$, направленная в сторону движения, параллельно плоскости. Определить величину коэффициента k и начальную скорость тела, направленную вверх по наклонной плоскости, если за первую секунду тело прошло путь S = 2 м, а скорость увеличилась вдвое относительно начальной.

Упражнение 4.2. Материальную точку массы m = 1 кг, находящуюся на высоте H = 10 м над уровнем Земли, бросили под углом φ = 30° к горизонту с начальной скоростью V_0. Свободное движение точки происходит в вертикальной плоскости. Определить начальную скорость V_0 и горизонтальную дальность полета l при падении точки на Землю, если высоту h =7 м она пересекла через 1 с от начала движения.

4.2. Колебания материальной точки

Если материальная точка массой m движется вдоль оси Оx под действием линейной восстанавливающей силы, равной $F = cx$, где c – постоянный коэффициент, x – отклонение точки от положения равновесия, куда поместили начало координат, то дифференциальное уравнение свободных прямолинейных колебаний имеет вид:

$$m\ddot{x} + cx = 0, \text{ или } \ddot{x} + \omega^2 x = 0,\ \omega^2 = \frac{c}{m},$$

где ω – угловая частота колебаний.

Решение дифференциального уравнения свободных колебаний представляется в виде $x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t$. Постоянные интегрирования C_1 и C_2 находятся из начальных условий.

Если кроме восстанавливающей силы на материальную точку действует переменная возмущающая сила, колебания точки называются **вынужденными.** В случае гармонического возмущения $Q = H\sin pt$, где H, p – амплитуда и угловая частота возмущающей силы, дифференциальное уравнение вынужденных колебаний материальной точки относительно положения равновесия

$$m\ddot{x} + cx = H\sin pt, \text{ или } \ddot{x} + \omega^2 x = h\sin pt,\ \omega^2 = \frac{c}{m},\ h = \frac{H}{m}$$

где ω – угловая частота собственных колебаний; h – относительная амплитуда возмущающей силы.

Общее решение неоднородного дифференциального уравнения вынужденных колебаний при отсутствии резонанса (частота собственных колебаний точки не совпадает с частотой возмущающей силы $p \neq \omega$) имеет вид:

$x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t + \dfrac{h}{\omega^2 - p^2}\sin pt$, а в случае возникновения резонанса ($p = \omega$) определяется формулой: $x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t - \dfrac{ht}{2p}\cos pt$. Значения произвольных постоянных C_1 и C_2 находятся с учётом начальных условий движения.

Колебания груза на двух параллельных пружинах с жесткостью c_1 и c_2 можно рассматривать как колебания груза на одной пружине с эквивалентной жесткостью $c_{экв} = c_1 + c_2$, где $c_{экв}$ – жесткость эквивалентной пружины. При последовательном соединении пружин коэффициент жесткости эквивалентной пружины $c_{экв} = \dfrac{c_1 c_2}{c_1 + c_2}$.

Примеры решения задач на колебания точки

Задача 45. Подъёмное устройство (рис. 4.8) опускает груз Q массой $m = 400$ кг в шахту при помощи упругого троса с коэффициентом жесткости $c = 8 \cdot 10^4$ Н/м с постоянной скоростью $V = 10$ м/с. В некоторый момент во время спуска трос защемило в блоке. Пренебрегая массой троса, определить дальнейшее движение груза и найти максимальную силу натяжения троса.

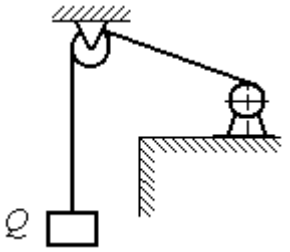


Рис. 4.8. Подъёмное устройство

Решение

После того как произошло защемление троса в обойме блока, вертикальную часть троса длиной ℓ_0 можно рассматривать как пружину с закреплённым верхним концом, а груз – материальной точкой.

Расчетная схема колебаний груза Q на пружине показана на рис. 4.9.

Ось *Ox*, вдоль которой происходят колебания груза, направлена вертикально вниз. Начало отсчёта координаты *x* (точка *O*) выбрано в положении нерастянутой пружины.

На рис. 4.9, *a* положение нерастянутой пружины соответствует положению груза на тросе в момент его защемления. В произвольном положении груза (рис. 4.9, *b*), обозначенном координатой *x*, к нему приложены две силы: сила тяжести $\vec{Q}$ и сила упругости пружины $\vec{F}_{\text{упр}}$. Проекция силы упругости пружины на ось *Ox*: $F_{\text{упр}\,x} = -c\Delta\ell = -cx$, где $\Delta\ell$ – удлинение пружины. Дифференциальное уравнение движения груза в проекции на ось *Ox* имеет вид: $m\ddot{x} = Q - cx$. В результате получаем неоднородное дифференциальное уравнение колебаний:

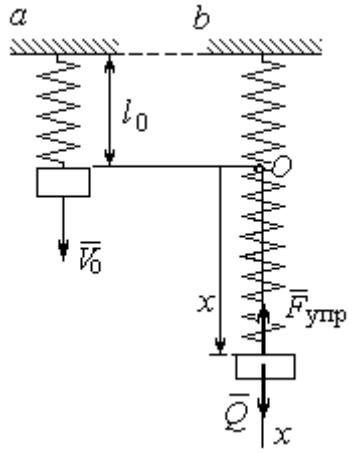


Рис. 4.9. Расчётная схема колебаний груза:
a – положение груза на начало колебаний; *b* – положение груза в произвольный момент времени

$$m\ddot{x} + cx = mg \text{ или } \ddot{x} + \omega^2 x = g,$$

где ω – угловая частота собственных колебаний, $\omega = \sqrt{\dfrac{c}{m}} = 14{,}14$ рад/с.

Решение неоднородного дифференциального уравнения представляется в виде $x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t + \dfrac{g}{\omega^2}$, где первые два слагаемых представляют общее решения однородного уравнения, последнее – частное решение неоднородного

Для определения произвольных постоянных C_1 и C_2 используем начальные условия движения: при $t = 0$ груз находился в положении $x = 0$, а его скорость равнялась скорости груза $\dot{x} = V_0 = 10$ м/с. Подставляя значение координаты начального положения груза в общее решение уравнения колебаний, полу-

чим: $C_1 = -\frac{g}{\omega^2} = -0{,}69$ м. Для определения второй константы вычислим скорость груза: $\dot{x} = -C_1\omega\sin\omega t + C_2\omega\cos\omega t$. Подставив начальное значение скорости груза при $t = 0$, получим: $C_2 = \frac{V_0}{\omega} = 0{,}71$ м. Окончательно, движение груза после защемления троса в обойме блока описывается уравнением

$$x = -0{,}69\cos 14{,}14t + 0{,}71\sin 14{,}14t + 0{,}69.$$

Представим уравнение колебаний в виде $x = A\sin(\omega t + \alpha) + \frac{g}{\omega^2}$, где A – амплитуда собственных колебаний груза $A = \sqrt{C_1^2 + C_2^2}$, α – фаза колебаний; $\operatorname{tg}\alpha = \frac{C_1}{C_2}$. Максимальное растяжение троса равно максимальному значению координаты груза: $x_{\max} = \max[A\sin(\omega t + \alpha) + \frac{g}{\omega^2}] = A + \frac{g}{\omega^2} = 1{,}68$ м. Соответственно, максимальное усилие в тросе равно значению силы упругости при максимальном растяжении: $F_{\text{упр max}} = cx_{\max} = 134{,}4$ кН.

Задача 46. Рабочий орган вибрационной машины представляет собой массивное тело, расположенное на гладкой наклонной плоскости между двумя пружинами (см. рис. 4.10). Угол наклона плоскости к горизонту 60º. Масса груза $m = 9$ кг. Пружины, зажимающие груз, имеют коэффициенты жесткости $c_1 = 300$ Н/м и $c_2 = 600$ Н/м.

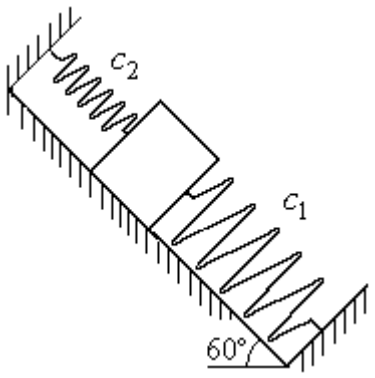


Рис. 4.10. Колебания груза на наклонной плоскости

В начальный момент груз, когда пружины не деформированы, груз оттягивают вниз по наклонной плоскости на расстояние $\Delta\ell = 0{,}12$ м и отпускают без начальной скорости.

Найти период колебаний, амплитуду и уравнение движения груза.

Решение

Колебания груза, зажатого между двумя пружинами, представим как колебания груза, прикреплённого к одной пружине эквивалентной жёсткости: $c_э = c_1 + c_2$ = 900 Н/м (рис. 4.11). Ось, вдоль которой происходят колебания, направим вниз по наклонной плоскости. Начало отсчёта координаты груза x выберем в положении его статического равновесия (точка O) (см. рис. 4.11).

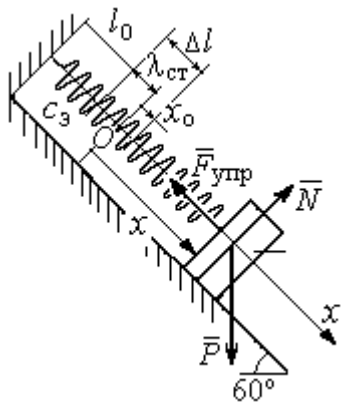


Рис. 4.11. Схема колебаний груза на эквивалентной пружине

Дифференциальное уравнение движения груза в проекции на ось Ox: $m\ddot{x} = P_x - F_{упр\,x}$. Проекция силы упругости пружины на ось Ox: $F_{упр\,x} = -c_э \Delta\ell$, где $\Delta\ell = (x + \lambda_{ст})$ – удлинение пружины, включающее её растяжение $\lambda_{ст}$ относительно положения нерастянутой пружины и растяжение x относительно начала координат.

Удлинение пружины $\lambda_{ст}$ определяется из условия равновесия груза на наклонной плоскости в положении статического равновесия:

$$P\cos 30^\circ - F_{упр} = 0{,}87mg - c_э\lambda_{ст} = 0.$$

Находим $\lambda_{ст} = \dfrac{0{,}87mg}{c_э} = 0{,}085$ м.

Подставляя выражение силы упругости, с учётом условия статического равновесия груза ($0{,}87mg = c_э\lambda_{ст}$), получим дифференциальное уравнение колебаний: $m\ddot{x} = -c_э x$ или $\ddot{x} + \omega^2 x = 0$, где ω – угловая частота собственных колебаний груза, $\omega = \sqrt{\dfrac{c_э}{m}} = 10$ рад/с.

Общее решение уравнения колебаний $x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t$.

Для определения произвольных постоянных C_1 и C_2 вычислим начальные условия движения груза.

Координата начального положения груза на оси Ox (см. рис. 4.11) $x_0 = \Delta\ell - \lambda_{ст} = 0{,}035$ м. Подставляя значение координаты начального положения груза в общее решение уравнения колебаний при $t = 0$, получим: $C_1 = x_0 = 0{,}035$ м. Для определения второй константы вычислим скорость груза: $\dot{x} = -C_1\omega_2 \sin\omega_2 t + C_2\omega_2 \cos\omega_2 t$. Подставив начальное значение скорости груза: при $t = 0$ $\dot{x} = V_0 = 0$, получим $C_2 = 0$. Окончательно уравнение движения груза относительно его положения статического равновесия $x(t) = 0{,}035\cos 10t$ м. Амплитуда колебаний $A = 0{,}035$ м. Период колебаний $T = \dfrac{2\pi}{\omega} = 0{,}63$ с.

Задача 47. Пружинный амортизатор состоит из двух одинаковых вертикально стоящих пружин, к верхним концам которых прикреплена невесомая горизонтальная площадка (рис. 4.12). Жёсткость каждой пружины c = 350 Н/м. Груз массой m = 5 кг падает с высоты h = 0,3 м.

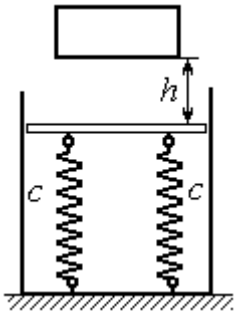


Рис. 4.12. Пружинный амортизатор

Коснувшись площадки, груз начинает двигаться вместе с ней. Определить максимальную осадку амортизатора и уравнение движения груза.

Решение

Заменим две пружины амортизатора одной с жесткостью, эквивалентной двум пружинам: $c_э = 2c$ = 700 Н/м. Расчётная схема колебаний груза показана на рис. 4.13. Начало координат оси x (точка O), вдоль которой происходят колебания, выбрано на уровне статического равновесия груза.

При движении (на рис. 4.13, c предполагается движение груза вниз) на груз действуют сила упругости $\vec{F}_{упр}$ и сила тяжести $\vec{P}$. Уравнение движения груза в проекции на ось x: $m\ddot{x} = P - F_{упр} = P - c_э\Delta\ell$, где $\Delta\ell$ – удлинение (или сжатие) пружины относительно недеформированного состояния.

В произвольном положении груза, обозначенном координатой x (см. рис. 4.13, *c*), сжатие пружины относительно её недеформированного состояния (см. рис. 4.13, *a*) составляет величину: $\Delta\ell = x + \lambda_{ст}$. Величина $\lambda_{ст}$ находится из условия статического равновесия груза, которое выражается равенством (рис. 4.13, *b*): $P - F_{упр\,ст} = P - c_э\lambda_{ст} = 0$.

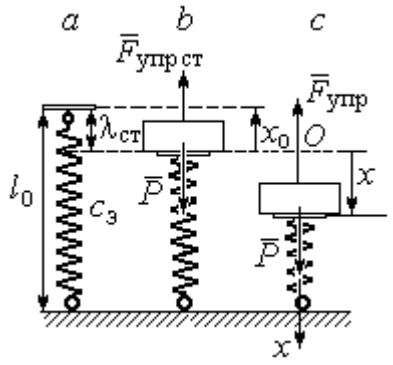


Рис. 4.13. Расчётная схема колебаний на эквивалентной пружине:
a – недеформированная пружина;
b – положение статического равновесия груза; *c* – произвольное положение

Подставляя это условие в уравнение движения груза, получим дифференциальное уравнение колебаний: $m\ddot{x} + c_э x = 0$ или $m\ddot{x} + \omega^2 x = 0$, где $\omega = \sqrt{\dfrac{c_э}{m}}$ = 11,83 рад/с – угловая частота колебаний.

Общее решение однородного уравнения колебаний представляется в виде $x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t$, где C_1 и C_2 – произвольные постоянные, вычисляемые по начальным условиям движения груза.

По условию задачи груз падает на площадку, установленную на недеформированных пружинах. Это означает, что начальная координата груза при его движении на пружинах соответствует положению недеформированной пружины: $x_0 = -\lambda_{ст} = -\dfrac{mg}{c_э} = -0{,}07$ м.

Начальная скорость колебаний груза равна скорости груза при падении его с высоты 1 м. Интегрируя уравнение движения груза во время падения $m\ddot{s} = mg$, где s – путь, пройденный телом, получим зависимость скорости от пройденного пути: $V^2 = 2gs$. Полагая s = 0,3, найдём скорость груза при его встрече с площадкой: V = 2,43 м/с. Проекция начальной скорости колебаний груза на ось x положительна: $V_{0x} = V$ = 2,43 м/с.

Подставив начальные условия в общее решение уравнения колебаний, получим: $C_1 = x_0 = -0{,}07$ м; $C_2 = \frac{V_{0x}}{\omega} = 0{,}2$ м. Окончательно уравнение колебаний груза на амортизаторе $x = -0{,}07\cos 11{,}83t + 0{,}2\sin 11{,}83t$. Амплитуда колебаний $A = \sqrt{C_1^2 + C_2^2} = 0{,}21$ м. Проседание амортизатора H отсчитывается от положения нерастянутых пружин: $H = A + \lambda_{ст} = 0{,}28$ м.

Задача 48. Для регистрации (записи) вертикальных колебаний тяжёлых платформ используется пружинный виброграф (рис. 4.14). Схема действия прибора состоит в следующем. Массивная платформа A совершает вертикальные гармонические колебания по закону $\xi = \xi(t)$. На платформе установлена вертикальная стойка с горизонтальной перекладиной, к которой прикреплена пружина жесткостью c. К нижнему концу пружины подвешен груз P массой m с индикаторной стрелкой B (см. рис. 4.14). Вертикальная шкала индикаторной стрелки закреплена на платформе A. В начальный момент груз на пружине находился в покое в положении статического равновесия. Определить закон колебаний стрелки B вдоль шкалы, если масса груза $m = 1$ кг, жесткость пружины $c = 10$ Н/м, платформа совершает вертикальные колебания по закону $\xi = a\sin pt$ см, где амплитуда $a = 0{,}02$ м, частота колебаний платформы $p = 7$ рад/с.

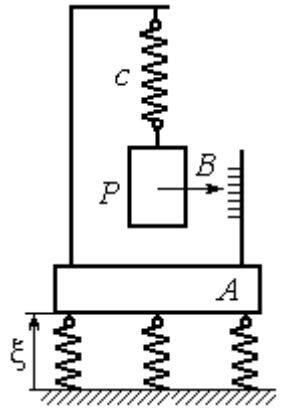


Рис.4.14. Регистратор вертикальных колебаний

Решение

Выберем неподвижную ось x, связанную, например, с неподвижной поверхностью, на которой стоит платформа. Начало координат – точку O выберем на уровне статического равновесия груза на пружине при неподвижной платформе. Произвольное положение груза отмечено координатой x (рис. 4.15).

Растяжение пружины при неподвижной платформе составляет величину $x+\lambda_{ст}$, где $\lambda_{ст}$ – удлинение пружины в положении статического равновесия груза, определяемое из условия $P-c\lambda_{ст}=0$. Вместе с тем колебание платформы вызывает аналогичное смещение точки подвеса пружины. В результате растяжение пружины при произвольном положении груза равно сумме: $\Delta\ell=(x+\lambda_{ст}+\xi)$.

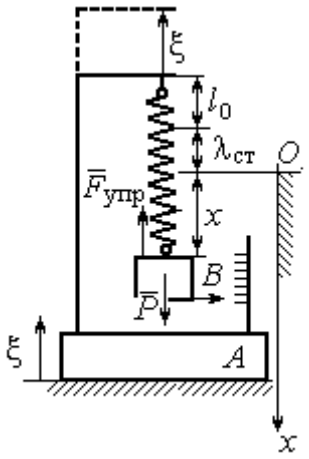


Рис. 4.15. Расчётная схема колебаний груза

На груз действуют сила тяжести $\vec{P}$ и сила упругости пружины $\vec{F}_{упр}$. Дифференциальное уравнение движения груза в проекции на ось *Ox*: $m\ddot{x}=P_x+F_{упр\,x}$, где проекции $P_x=P$, $F_{упр\,x}=-c\Delta\ell=-c(x+\lambda_{ст}+\xi)$. Расчётная схема колебаний груза показана на рис. 4.15.

С учётом условия статического равновесия груза $P-c\lambda_{ст}=0$ получим дифференциальное уравнение вынужденных колебаний груза в виде:

$$\ddot{x}+\omega^2x=-h\sin pt,$$

где ω – угловая частота собственных колебаний груза, $\omega=\sqrt{\dfrac{c}{m}}=3{,}16$ рад/с;

h – относительная амплитуда вынужденных колебаний, $h=\dfrac{ca}{m}$ = 0,2 м/с^2;

p – угловая частота вынужденных колебаний, p = 7 рад/с.

Решение уравнения вынужденных колебаний представляется суммой $x=x_1+x_2$, где x_1 является общим решением однородного уравнения $\ddot{x}_1+\omega^2x_1=0$, а x_2 – частное решение уравнения вынужденных колебаний: $\ddot{x}_2+\omega^2x_2=-h\sin pt$.

Решив однородное уравнение, находим: $x_1=C_1\cos\omega t+C_2\sin\omega t$.

При отсутствии резонанса (а в данном случае частота вынужденных колебаний груза не совпадает с частотой собственных $\omega \neq p$) частное решение уравнения вынужденных колебаний ищем в виде $x_2 = b\sin pt$. Подставляя частное решение в уравнение вынужденных колебаний, получим уравнение $-bp^2\sin pt + \omega^2 b\sin pt = -h\sin pt$, откуда находим коэффициент: $b = \dfrac{h}{p^2 - \omega^2}$.

В результате общее решение уравнения колебаний принимает вид:

$$x = x_1 + x_2 = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t + \frac{h}{p^2 - \omega^2}\sin pt,$$

где константы C_1 и C_2 подлежат определению.

В начальный момент груз находился на пружине в положении статического равновесия, и потому его начальная координата и скорость равны нулю Подставляя значение координаты начального положения груза в общее решение уравнения вынужденных колебаний при t = 0, получим C_1= 0. Для определения второй константы вычислим скорость груза в произвольный момент времени: $\dot{x} = -C_1\omega\sin\omega t + C_2\omega\cos\omega t + \dfrac{hp}{p^2 - \omega^2}\cos pt$. Подставив начальное значение скорости груза, найдём $C_2 = -\dfrac{hp}{\omega(p^2 - \omega^2)} = -0{,}01$ м.

Таким образом, колебания груза относительно неподвижной системы координат описываются уравнением $x = -0{,}01\sin 3{,}16t + 0{,}05\sin 7t$ и представляют абсолютное движение груза. Для того чтобы найти закон движения груза относительно платформы – относительное движение, нужно из его абсолютного движения исключить переносное – колебания платформы. Поскольку стрелка прибора закреплена на грузе, а шкала – на платформе, то закон движения стрелки относительно шкалы:

$$x_r = x - \xi = -0{,}01\sin 3{,}16t + 0{,}05\sin 7t - 0{,}02\sin 7t = -0{,}01\sin 3{,}16t + 0{,}03\sin 7t.$$

Упражнения

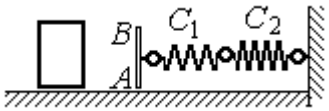


Рис. 4.16. Схема движения груза

Упражнение 4.3. Груз массы m = 0,5 кг, получив начальную скорость V_0 = 6 м/с, движется по горизонтальной поверхности, испытывая силу сопротивления, равную по величине $F = kV$ и направленную в сторону, противоположную движению. Через 1 с груз соединяется с невесомой вертикальной площадкой AB и продолжает движение вместе с ней, уже без сопротивления. К площадке прикреплены две горизонтальные последовательно соединённые пружины жёсткостью C_1 = 120 и C_2 = 40 Н/м (рис. 4.16).

Найти величину максимального сжатия пружины, если k = 0,5 Н/м/с. Определить закон движения груза.

Упражнение 4.4. Груз массы m =1 кг прикреплен к конструкции, состоящей из трёх вертикальных пружин одинаковой жёсткости C = 160 Н/м (рис. 4.17), и находится в равновесии. В некоторый момент времени грузу сообщают скорость V = 4 м/с, направленную вверх.

Найти амплитуду и частоту колебаний груза.

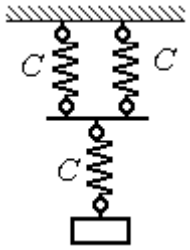


Рис. 4.17. Схема крепления груза на пружинах

4.3. Теорема об изменении кинетической энергии точки

Работой постоянной по величине и направлению силы $\vec{F}$ на прямолинейном перемещении точки приложения силы M (рис. 4.18) называется скалярная величина $A(\vec{F}) = FS\cos\alpha$, где F – модуль силы; S – конечное перемещение точки приложения силы; α – угол между направлением вектора силы и направлением перемещения точки приложения силы.

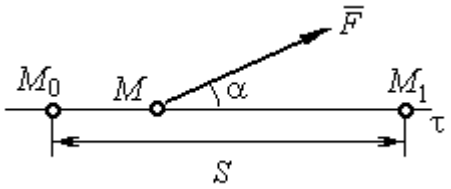


Рис. 4.18. Работа постоянной силы на прямолинейном участке

Работа силы тяжести материальной точки при перемещении её из положения M_0 в положение M_1 равна произведению $A_{(M_0M_1)} = \pm Ph$, где P – величина силы тяжести точки; h – вертикальное перемещение точки (рис. 4.19).

Работа силы тяжести положительна, если начальная точка движения выше конечной (см. рис. 4.19, *a*), и отрицательна, если начальная точка ниже конечной (см. рис. 4.19, *b*).

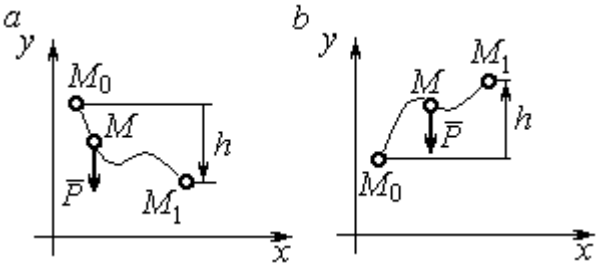


Рис. 4.19. Работа силы тяжести:
a – перемещение точки сверху вниз;
b – перемещение точки снизу вверх

Работа силы упругости пружины при перемещении вдоль линии действия силы из положения недеформированной пружины на расстояние *h* определяется формулой $A(\vec{F}_{\text{упр}}) = -\frac{ch^2}{2}$, где c – коэффициент жесткости (или жёсткость) пружины.

Кинетической энергией материальной точки называется скалярная величина $T = \frac{1}{2}mV^2$, где *m* – масса точки; *V* – её скорость.

Теорема об изменении кинетической энергии точки. Изменение кинетической энергии материальной точки при переходе её из начального положения в текущее равно алгебраической сумме работ всех действующих на неё сил: $\frac{mV_1^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = \sum A_{(M_0M_1)}$, где V_0, V_1 – скорость точки в начальном положении M_0 и в положении M_1; $\sum A_{(M_0M_1)}$ – сумма работ всех сил, действующих на точку, при перемещении её из положения M_0 в положение M_1. При несвободном движении точки в сумму работ сил войдёт и работа реакций связи.

Для определения реакций связи при несвободном движении точки используются уравнения движения в проекциях на оси естественной системы координат – касательную и нормальную: $m\frac{dV}{dt} = \sum F_\tau$, $m\frac{V^2}{\rho} = \sum F_n$, где $\sum F_\tau$, $\sum F_n$ – суммы проекций сил на касательную и нормальную оси естественной системы координат, ρ – радиус кривизны траектории точки.

Примеры решения задач с использованием теоремы об изменении кинетической энергии точки

Задача 49. Подъёмное устройство в шахте опускает груз массой 500 кг с постоянной скоростью V_0 = 6 м/с. После обрыва каната подъёмника срабатывает предохранительное устройство, которое создаёт силу трения между лифтом подъёмного устройства и стенками шахты. Какую силу трения, считая её постоянной, должно создать предохранительное устройство, чтобы остановить лифт на протяжении пути 10 м.

Решение

Рассмотрим падение груза после обрыва каната подъёмника. На груз действуют сила тяжести $\vec{P}$ и сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$, направленная в сторону, противоположную движению. Считая груз материальной точкой, составим уравнение теоремы об изменении кинетической энергии точки. Получим выражение $\frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = Ps - F_{\text{тр}}s$, где V_0, V – скорость груза в начале движения (сразу после обрыва каната) и в конце; s – путь, проходимый грузом за время движения. В конце движения груз должен остановиться, то есть V = 0. Тогда уравнение теоремы об изменении кинетической энергии точки принимает вид: $-\frac{mV_0^2}{2} = \left(P - F_{\text{тр}}\right)s$, откуда находим требуемую для остановки груза силу трения: $F_{\text{тр}} = P + \frac{mV_0^2}{2s}$. Подставляя условия задачи, получим: $F_{\text{тр}}$ = 5,81 кН

Задача 50. Тонкий стержень, расположенный в вертикальной плоскости, состоит из двух дуг сопряженных окружностей радиусов R = 1 м и r = 0,5 м (рис. 4.20). Линия OO_1, соединяющая центры окружностей, составляет с горизонтом угол 30°. На стержень надет шарик весом P = 10 Н. В точке A, положение которой на дуге радиуса R определяется углом α = 60°, шарику сообщают начальную скорость V_0, после чего он скользит по стержню без трения. Опре-

делить значение начальной скорости, при которой шарик достигнет наивысшей точки B со скоростью, равной половине начальной. При найденном значении начальной скорости рассчитать давление шарика на стержень в точке C, положение которой на дуге радиуса r определяется углом $\beta = 90°$ относительно линии центров.

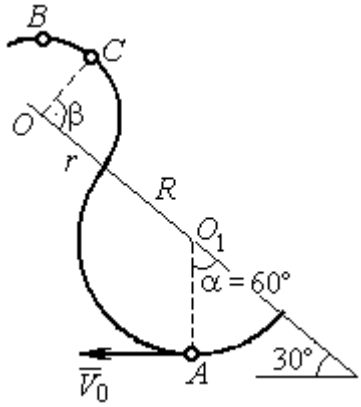


Рис. 4.20. Движение шарика по изогнутому стержню

Решение

При движении шарика по стержню без трения на него действуют сила тяжести $\vec{P}$ и реакция опоры $\vec{N}$. При этом работу совершает только сила тяжести шарика. Реакция гладкой поверхности стержня в любой момент времени перпендикулярна поверхности стержня и потому её работа равна нулю.

По теореме об изменении кинетической энергии точки при движении её из начального положения A в положение B имеем равенство:

$$\frac{mV_B^2}{2} - \frac{mV_A^2}{2} = A(P) = -Ph_{(AB)},$$

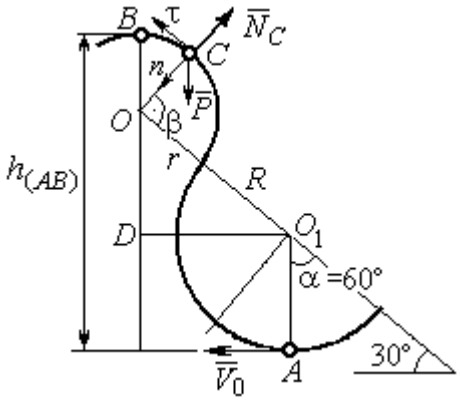


Рис. 4.21. Расчётная схема движения шарика

где $h_{(AB)}$ – перепад высот точек B и A, $h_{(AB)} = R + DO + r = \frac{3}{2}(R + r)$ (см. рис. 4.21); V_A, V_B – скорость шарика в точках A и B, причём $V_A = V_0$, $V_B = 0{,}5V_0$.

В результате уравнение, составленное на основании теоремы об изменении кинетической энергии, принимает вид: $\frac{3V_0^2}{8} = g\frac{3}{2}(R + r)$, откуда $V_0 = 2\sqrt{(R + r)g} = 7{,}67$ м/с.

На рис. 4.21 показаны силы, приложенные к шарику, в момент, когда он находится в точке *C*. Проведём в точке *C* оси естественной системы координат – касательную $C\tau$ и нормаль Cn. Уравнение движения шарика в проекции на нормальную ось имеет вид: $m\dfrac{V_C^2}{r} = P\cos 30^\circ - N_C$, откуда найдём реакцию N_C.

Для определения скорости шарика в точке *C* воспользуемся теоремой об изменении кинетической энергии точки при движении шарика из положения *C* в положение *B*. Получим равенство $\dfrac{mV_B^2}{2} - \dfrac{mV_C^2}{2} = -Ph_{(CB)}$, где $h_{(CB)}$ – перепад высот при движении шарика из начального положения *C* в положение *B*. С учётом известных значений $V_B = 0{,}5V_0 =$ 3,84 м/с и $h_{(CB)} = r\cos 30^\circ =$ 0,43 м получим: $V_C = \sqrt{V_B^2 + 2gh_{(CB)}} =$ 4,82 м/с.

Из уравнения движения шарика находим реакцию опоры $N_C = P\cos 30^\circ - m\dfrac{V_C^2}{r} =$ – 38,7 Н.

Отрицательное значение реакции опоры шарика показывает, что фактическое направление реакции противоположно тому, как показано на рис. 4.21. Искомое давление шарика на трубку равно модулю реакции опоры.

Задача 51. Желоб состоит из шероховатой наклонной прямой *AB* и гладкой дуги окружности радиуса *r* = 0,8 м, сопряжённых в точке *B* так, что прямая *AB* является касательной к окружности в точке *B* (рис. 4.22). Положение точки *B* на дуге задаётся углом 30º относительно вертикального диаметра окружности. Тяжёлый шарик массой *m* = 0,5 кг начинает движение из точки *A* со скоростью $V_0 = 0{,}2$ м/с.

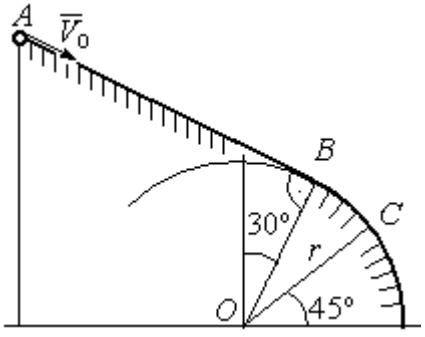


Рис. 4.22. Движение точки по составному желобу

Какой длины *S* должен быть желоб *AB*,

чтобы шарик оторвался от окружности в точке C, определяемой углом 45º относительно горизонтального диаметра, если при движении по прямой AB шарик испытывает сопротивление скольжения с коэффициентом трения $f = 0{,}4$.

Решение

Рассмотрим движение шарика по дуге окружности. Проведём в точке C оси естественной системы координат – касательную $C\tau$ и нормаль Cn (рис. 4.23). На шарик действуют сила тяжести $\vec{P}$, реакция $\vec{N}_C$ опоры в точке C. Уравнение движения шарика в проекции на ось Cn имеет вид: $m\dfrac{V_C^2}{r} = P\cos 45^\circ - N_C$, где V_C – скорость шарика в точке C. Реакция опоры $N_C = P\cos 45^\circ - m\dfrac{V_C^2}{r}$.

В момент отрыва шарика в точке C реакция опоры обращается в ноль: $N_C = 0$. В результате получаем уравнение $V_C^2 = rg\cos 45^\circ$, из которого находим скорость шарика в момент его отрыва от опоры: $V_C = 2{,}36$ м/с.

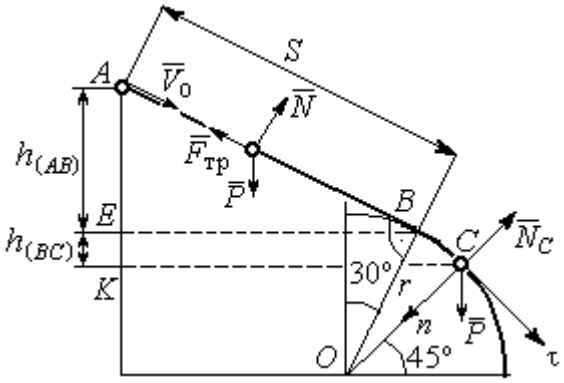


Рис. 4.23. Расчётная схема движения точки

Рассмотрим движение шарика из начального положения A в положение C. На шарик действуют сила тяжести $\vec{P}$, нормальная реакция опоры $\vec{N}$ и, при движении по наклонной прямой AB, сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$ (см. рис. 4.23). Работу совершают сила тяжести шарика и сила трения. Реакция опоры $\vec{N}$ и в том и другом случае перпендикулярна траектории движения, и её работа равна нулю.

Составим уравнение теоремы об изменении кинетической энергии точки $\dfrac{mV_C^2}{2} - \dfrac{mV_A^2}{2} = Ph_{(AC)} - F_{\text{тр}}S$, где S – длина участка AB; $h_{(AC)}$ – перепад высот на участке AC (см. рис. 4.23); $h_{(AC)} = h_{(AB)} + h_{(BC)} = S\sin 30^\circ + r\left(\cos 30^\circ - \cos 45^\circ\right)$.

Модуль силы трения: $F_{\text{тр}} = fN$. Для того чтобы найти реакцию N опоры шарика на наклонную поверхность желоба AB, составим проекцию уравнения движения шарика на ось y, перпендикулярную AB (на рис. 4.23 не показана). Получим: $m\ddot{y} = N - P\cos 30^\circ = 0$. Отсюда $N = P\cos 30^\circ$ и сила трения $F_{\text{тр}} = fP\cos 30^\circ$.

Из уравнения теоремы об изменении кинетической энергии точки найдём выражение для определения длины S участка AB:

$$\frac{V_C^2 - V_A^2}{2g} = S\sin 30^\circ + r\left(\cos 30^\circ - \cos 45^\circ\right) - fPS\cos 30^\circ,$$

откуда получим $S = 1$ м.

Задача 52. Груз подвешен на нити длиной $l = 1$ м, закреплённой в неподвижной точке O (рис. 4.24). В начальный момент груз находился в положении A, при котором линия OA составляет с вертикалью угол $60°$. В этом положении грузу сообщают начальную скорость $\vec{V}_0$, перпендикулярно нити. Достигнув горизонтального положения, нить, натянутая грузом, встречает препятствие в виде тонкой проволоки в точке O_1, расположенной на середине длины нити, и дальше навивается на неё.

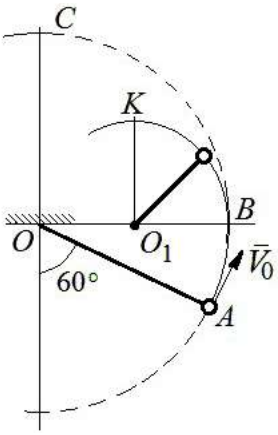


Рис. 4.24. Схема движения груза на нити

Какую минимальную начальную скорость нужно сообщить грузу в точке A, чтобы после встречи нити с проволокой в O_1 груз проскочил верхнюю точку траектории K. На какую максимальную высоту (относительно горизонтального диаметра OB) поднимется груз, двигаясь из той же точки A и с той же начальной скоростью, если нить будет двигаться беспрепятственно. Определить скачок натяжения нити в точке B при переходе груза с одной траектории на другую.

Решение

Построим оси естественной системы координат $n K \tau$ в точке K траектории – окружности радиуса $0{,}5l$ с центром O_1 (рис. 4.25, *a*). Во время движения на груз действуют сила тяжести и реакция нити. Уравнение движения груза в проекции на ось Kn имеет вид: $m\dfrac{V_K^2}{r} = P + N_K$, где V_K – скорость

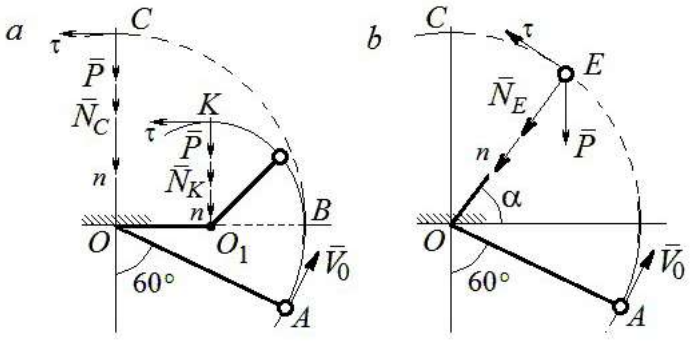


Рис. 4.25. Расчётная схема движения груза:
a – нить навивается на препятствие;
b – свободное движение

груза в точке K; N_K – реакция нити; r – радиус окружности движения груза; $r = 0{,}5l$. Из уравнения движения находим реакцию нити: $N_K = m\dfrac{2V_K^2}{l} - P$.

Так как нить представляет собой гибкую связь, то условием достижимости грузом точки K является требование, что при движении нить должна быть натянута, иначе говоря, всюду во время движения должно выполняться неравенство $N_K \geq 0$. С учётом уравнения движения груза это приводит к неравенству, выражающему требование к скорости в конечной точке: $V_K^2 \geq \dfrac{1}{2}gl$.

Скорость груза в точке K найдём на основании теоремы об изменении кинетической энергии точки при движении груза из положения A в положение K. Имеем равенство $\dfrac{mV_K^2}{2} - \dfrac{mV_0^2}{2} = -Ph_{(AK)}$, где $h_{(AK)}$ – перепад высот точек A и K; $h_{(AK)} = l$ (см. рис. 4.25, *a*). Решая полученное уравнение, найдём зависимость скорости груза в точке K от начальной: $V_K^2 = V_0^2 - 2gl$. С учётом выполнения неравенства натяжения нити получим: $V_0 \geq \sqrt{\dfrac{5}{2}gl}$.

При минимальной начальной скорости $V_0 = \sqrt{\frac{5}{2}gl}$ груз достигает верхней точки *K*. Однако, натяжение нити в точке *K* обращается в нуль: $N_K = 0$ и нить в этом месте перестаёт быть натянутой. Груз продолжает движение, но уже в виде свободного падения с начальной скоростью $V_K = \sqrt{\frac{1}{2}gl}$.

Определим, на какую высоту поднимется груз из положения *A* с минимальной начальной скоростью $V_0 = \sqrt{\frac{5}{2}gl}$, если нить движется беспрепятственно (см. рис. 4.25, *b*). Построим в точке *E* оси естественной системы координат $nE\tau$ аналогично тому, как это было сделано в точке *K*. Уравнение движения груза в проекции на ось *En* имеет вид: $m\frac{V_E^2}{l} = P\sin\alpha + N_E$, где V_E – скорость груза в точке *E*; N_E – проекция реакции нити на нормальную ось.

Для определения скорости груза в точке *E* составим уравнение теоремы об изменении кинетической энергии точки при движении груза из начального положения *A* в положение *E*. Получим: $\frac{mV_E^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = -Ph_{(AE)}$, где $h_{(AE)}$ – перепад высот точек *A* и *E*; $h_{(AE)} = \frac{l}{2} + l\sin\alpha$ (см. рис. 4.25, *b*). Решая полученное уравнение относительно скорости V_E при заданной начальной скорости $V_0 = \sqrt{\frac{5}{2}gl}$, найдём: $mV_E^2 = \frac{3}{2}mgl - 2mgl\sin\alpha$. С другой стороны, из уравнения движения груза (учитывая, что в точке *E* натяжение нити равно нулю: $N_E = 0$) получим: $mV_E^2 = Pl\sin\alpha$. Приравнивая выражения, получим $\sin\alpha = \frac{1}{2}$. Высота подъёма относительно горизонтального радиуса составляет $\frac{1}{2}l$.

Для определения скачка натяжения нити при переходе груза в точке B с окружности радиуса l на окружность радиуса $\frac{1}{2}l$, т. е. в момент, когда нить начинает навиваться на проволоку, напишем проекции уравнения движения груза на нормальную ось в точке B. Получим для малой окружности $\frac{2mV_B^2}{l} = N_B$ и для большой $\frac{mV_B^2}{l} = N'_B$, где N_B и N'_B – проекции реакции нити в точке B при движении груза по окружности радиусов $\frac{1}{2}l$ и l. Из уравнений видно, что переход груза с большой окружности на малую вызывает двукратное увеличение натяжения нити: $N'_B = \frac{3}{2}mg$, $N_B = 3mg$.

Задача 53. Шарик массой m = 0,5 кг движется в вертикальной плоскости из положения A внутри трубки, которая состоит из полуокружности AB радиуса R = 0,6 м и прямолинейного участка BD, сопряжённого в точке B с окружностью (рис. 4.26). Диаметр полуокружности AB составляет с горизонталью угол 60°. Начальная скорость шарика V_0 = 5 м/с. В конце кругового участка в точке B шарик упирается в недеформированную пружину жесткостью c = 100 Н/м. Найти величину S максимального сжатия пружины.

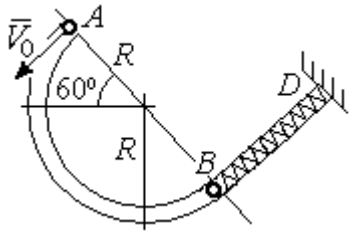


Рис. 4.26. Схема движения шарика

Решение

Найдём скорость шарика в точке B. Для этого составим уравнение теоремы об изменении кинетической энергии точки при движении шарика из начального положения A в положение B. Получим: $\frac{mV_B^2}{2} - \frac{mV_A^2}{2} = A(P) = Ph_{(AB)}$, где $h_{(AB)}$ – перепад высот точек A и B, $h_{(AB)} = 2R\sin 60^\circ = 1{,}04$ м (рис. 4.27).

Решая уравнение, найдём скорость шарика в точке B: $V_B = \sqrt{V_A^2 + 2gh_{(AB)}} = 6{,}74$ м/с.

Для того, чтобы найти величину максимального сжатия пружины, рассмотрим движение шарика на прямолинейном отрезке трубки BD. На этом отрезке работу совершают сила тяжести шарика и сила упругости пружины, приложенные к шарику (см. рис. 4.27).

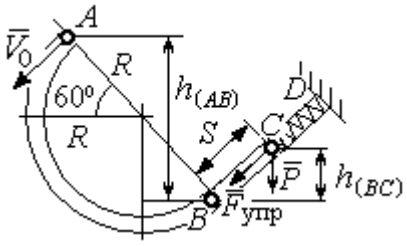


Рис. 4.27. Расчетная схема движения шарика

Обозначим S – максимальное сжатие пружины, равное BC. На основании теоремы об изменении кинетической энергии точки, применённой к движению шарика на отрезке BC, имеем уравнение $\frac{mV_C^2}{2} - \frac{mV_B^2}{2} = A(P) + A(F_{упр}) = -Ph_{(BC)} - \frac{cS^2}{2}$,

где $h_{(BC)}$ – перепад высот точек B и C; $h_{(BC)} = S\sin 30^\circ = 0{,}5S$ (см. рис. 4.27).

В точке C максимального сжатия пружины скорость шарика обращается в нуль: $V_C = 0$. Подставляя это условие, с учётом $V_B = 6{,}74$ м/с, получим уравнение для определения величины максимального сжатия пружины: $S^2 + 0{,}05S - 0{,}23 = 0$.

Выбирая положительный корень уравнения, находим: $S = 0{,}45$ м.

Упражнения

Упражнение 4.5. Лётчик в самолёте пикирует из точки A по прямой, составляющей с горизонтом угол φ, с начальной скоростью V_0. Пройдя расстояние $AB = l$, самолёт продолжает движение по дуге окружности радиуса R, сопряженной с прямой AB в точке B (рис. 4.28).

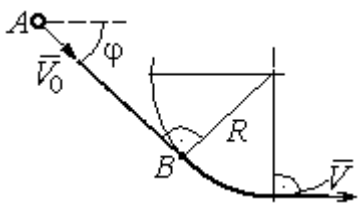


Рис. 4.28. Схема движения самолёта

Каким должен быть радиус окружности, чтобы в точке C – выхода самолёта на горизонтальный полёт - сила давления человека на корпус самолёта не превосходила его тройной вес.

Упражнение 4.6. Пружина жесткостью C = 100 Н/м, сжатая из недеформированного состояния на расстояние $KA = a = 0{,}3$ м, выталкивает шарик массой $m = 0{,}5$ кг, который отделяется от неё в точке K и продолжает движение в трубке по дуге KCB, окружности радиуса R = 1 м, затем – по горизонтальному участку BD. Определить давление шарика на трубку в точке C. Какой путь пройдёт шарик до остановки по прямой BD, если здесь на него действует сила трения с коэффициентом $f = 0{,}4$.

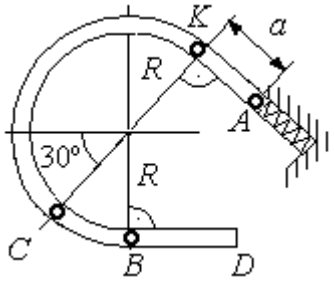


Рис. 4.29. Схема движения шарика в трубке

5. ОБЩИЕ ТЕОРЕМЫ ДИНАМИКИ СИСТЕМЫ

5.1. Теорема о движении центра масс системы

Центром масс системы материальных точек называют точку C, координаты которой x_C, y_C, z_C удовлетворяют равенствам:

$$mx_C = \sum m_k x_k \ , \quad my_C = \sum m_k y_k \ , \ mz_C = \sum m_k z_k \ ,$$

где m – масса системы: $m = \sum m_k$; m_k, x_k, y_k, z_k – массы и координаты материальных точек системы.

Теорема о движении центра масс системы. Центр масс механической системы движется как материальная точка с массой, равной массе системы, и к которой приложены внешние силы, действующие на систему: $m\vec{a}_C = \sum \vec{F}_k^e$, где $\vec{a}_C$ – вектор ускорения центра масс системы; $\sum \vec{F}_k^e$ – сумма всех внешних сил, действующих на систему.

Пример решения задач на применение теоремы о движении центра масс

Задача 54. Груз 1, находящийся на верхнем основании прямоугольной пирамиды *ABCD*, соединен с грузом 2 нерастяжимой нитью, перекинутой через блок C (рис. 5.1). Определить перемещение пирамиды, если груз 2 опустился на высоту 1 м. Масса груза 1 m_1 = 15 кг, груза 2 m_2 = 20 кг, пирамиды m = 50 кг. Трение при движении груза 1 по пирамиде и пирамиды по горизонтальной поверхности не учитывать.

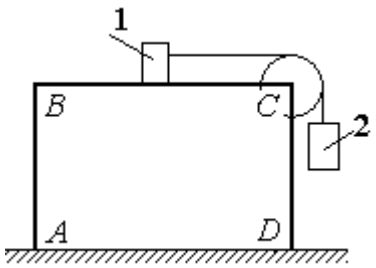


Рис. 5.1. Пирамида с системой подвижных грузов

Решение

Рассматриваем механическую систему, состоящую из двух грузов, соединённых нерастяжимой нитью, блока *C* и пирамиды *ABCD*.

Внешние силы, приложенные к системе: силы тяжести грузов и пирамиды – $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}$ и нормальная реакция $\vec{N}$ опоры поверхности, на которой стоит пирамида. Направления векторов внешних сил показаны на рис. 5.2.

Выберем неподвижную систему координат *Axy*, как показано на рис. 5.2. Все внешние силы, действующие на механическую систему, вертикальны, поэтому дифференциальное уравнение, составленное на основании теоремы о движении центра масс механической системы в проекции на ось *Ax,* имеет вид:

$$(m + m_1 + m_2)\ddot{x}_C = P_{1x} + P_{2x} + P_x + N_x = 0$$

$$\text{или} \quad \ddot{x}_C = 0,$$

где x_C – координата центра масс системы.

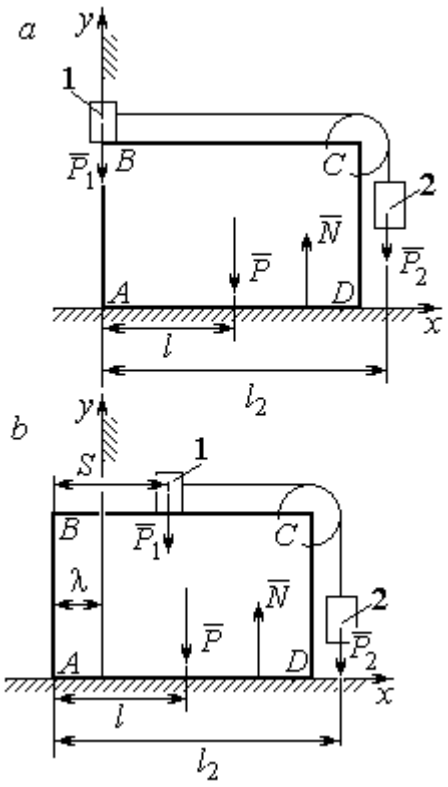


Рис. 5.2. Расчётная схема перемещения пирамиды: *a* – начальное положение; *b* – положение пирамиды при перемещении грузов на расстояние *S*

Проинтегрировав его дважды, получим закон движения центра масс системы: $x_C = C_1 t + C_2$, где константы интегрирования C_1 и C_2 находятся из начальных условий. Предположим, в начальный момент движение в механической системе отсутствовало и координата центра масс системы была равна x_{C0} (на рис. 5.2, *a* не показана), то есть при $t = 0$ $x_C(0) = x_{C0}$ и $\dot{x}_C(0) = 0$. Подставляя начальные условия, получим: $C_1 = 0$, $C_2 = x_{C0}$. В результате закон движения центра масс системы имеет вид: $x_C = x_{C0}$. Последнее означает, что при любом перемещении тел в системе координата центра масс системы на оси *Ax* остаётся постоянной, равной своему начальному значению.

Предположим, в начальный момент времени груз 1 находился у левого края призмы, как показано на рис. 5.2, *a*.

Начальная координата x_{C0} центра масс системы находится из равенства $(m_1 + m_2 + m)x_{C0} = \sum m_k x_k = m_1 \cdot 0 + m_2 l_2 + ml$, где l_2 – расстояние от начала координат до линии действия силы тяжести груза 2 (координата центра масс гру-

за 2 на оси Ax); l – аналогичное расстояние до линии действия силы тяжести пирамиды (см. рис. 5.2, *a*). Тогда начальная координата центра масс системы: $x_{C0} = \dfrac{m_2 l_2 + ml}{(m_1 + m_2 + m)}$.

Положение грузов в системе, после того как груз 1 переместился на расстояние *S*, и положение призмы показано на рис. 5.2, *b*. На рисунке отмечено, что при перемещении груза 1 вправо на расстояние *S* призма *ABCD* сместилась влево на расстояние λ. Координата x_{C1} центра масс для нового положения системы определяется из равенства:

$$(m_1 + m_2 + m)x_{C1} = m_1(S - \lambda) + m_2(l_2 - \lambda) + m(l - \lambda).$$

Выражая отсюда координату x_{C1} и приравнивая её начальному значению координаты центра масс $x_{C0} = x_{C1}$, найдём перемещение пирамиды $\lambda = \dfrac{m_1 S}{(m_1 + m_2 + m)}$. Подставляя данные задачи, получим $\lambda = 0{,}18$ м.

5.2. Теорема об изменении кинетического момента системы относительно оси

Момент инерции однородного диска радиусом *R*, массой *m* относительно оси *z*, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости диска: $J_z = \dfrac{1}{2}mR^2$. **Для неоднородных тел момент инерции** относительно оси *z* вычисляется по формуле: $J_z = mi_z^2$, где i_z – радиус инерции тела.

Кинетическим моментом (моментом количества движения) системы относительно неподвижной оси *z* называется величина, равная сумме моментов количеств движения точек относительно этой оси $\vec{L}_z = \sum M_z(m_k \vec{V}_k)$.

Для твёрдого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси *z*, кинетический момент: $L_z = J_z\omega$, где J_z и ω – момент инерции и угловая скорость

тела. **Теорема об изменении кинетического момента системы относительно оси**. Производная по времени от кинетического момента системы относительно неподвижной оси z равна сумме моментов внешних сил относительно той же оси: $\frac{dL_z}{dt} = \sum M_z(\vec{F}_k^e)$.

Примеры решения задач на применение теоремы об изменении кинетического момента системы

Задача 55. Для подъёма груза используется лебёдка со ступенчатым барабаном и противовесом. Груз 1 массой m_1 поднимается на канате, навитом на барабан 2 массой m_2 радиуса R. Противовес 3 массой m_3 прикреплён к канату, который навит на малую ступень барабана радиуса r (рис. 5.3). Радиус инерции барабана относительно оси вращения i_z. На барабан действует постоянный момент сил сопротивления $M_c = 60$ Н·м. В начале движения к барабану лебёдки прикладывается вращающий момент, пропорциональный времени: $M_{вр} = 620 + 30t$ Н·м, который через 2 с отключается. Определить, на какую высоту поднимется груз, если движение началось из состояния покоя. Массы грузов и барабана: $m_1 = 100$ кг, $m_2 = 50$ кг, $m_3 = 20$ кг. Радиусы ступеней барабана и радиус инерции: $R = 0{,}6$ м; $r = 0{,}4$ м; $i_z = 0{,}5$ м.

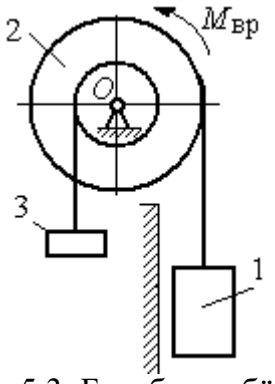


Рис. 5.3. Барабан лебёдки с грузом и противовесом

Решение

Решение следует рассматривать на двух этапах. На первом груз поднимается под действием вращающего момента, на втором – по инерции.

Рассмотрим механическую систему, состоящую из груза 1, барабана 2 и противовеса 3. На систему действуют силы тяжести груза $\vec{P}_1$, барабана $\vec{P}_2$, противовеса $\vec{P}_3$, реакция шарнира $\vec{R}$, пара сил с моментом, равным моменту вра-

щения $M_{вр}$, и пара сил с моментом сопротивления M_c. Направления векторов сил и моментов показаны на рис. 5.4. Выберем начало оси *y*, вдоль которой поднимается груз на первом участке движения, в точке начала движения (см. рис. 5.4).

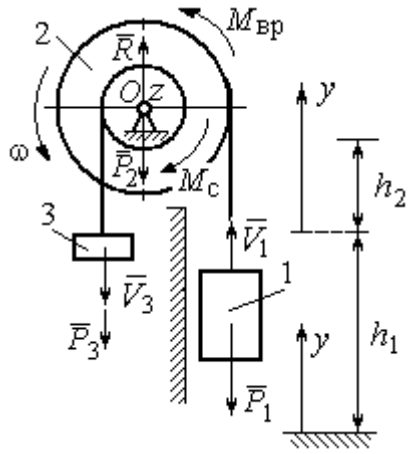


Рис. 5.4. Силы, действующие на систему во время движения

Воспользуемся теоремой об изменении кинетического момента системы относительно оси *z*, проходящей через центр *O*: $\frac{dL_z}{dt} = \sum M_z(\vec{F}_k^e)$. Кинетический момент системы относительно оси *z* равен сумме кинетических моментов барабана, груза и противовеса: $L_z = L_z^{бар} + L_z^{гр} + L_z^{пр}$. Кинетический момент барабана, вращающегося вокруг неподвижной оси *z*: $L_z^{бар} = J_z\omega$, где J_z – момент инерции барабана относительно оси *z*, $J_z = m_2 i_z^2$; ω – угловая скорость барабана. Рассматривая груз и противовес как материальные точки, найдём их кинетические моменты относительно оси *z*: $L_z^{гр} = M_z(m_1\vec{V}_1) = m_1V_1R$; $L_z^{пр} = M_z(m_3\vec{V}_3) = m_3V_3r$.

Суммарный кинетический момент системы:

$$L_z = L_z^{бар} + L_z^{гр} + L_z^{пр} = m_2 i_z^2\omega + m_1V_1R + m_3V_3r.$$

Выразим скорости груза 1 и противовеса 3 через угловую скорость барабана: $V_1 = \omega R$, $V_3 = \omega r$ - и подставим их в выражение кинетического момента. Получим $L_z = (m_2 i_z^2 + m_1R^2 + m_3r^2)\omega = (m_2 i_z^2 + m_1R^2 + m_3r^2)\frac{V_1}{R}$.

Суммарный момент внешних сил относительно оси *z*

$$\sum M_z(\vec{F}_k^e) = M_{вр} - M_c - P_1R + P_3r.$$

Дифференциальное уравнение движения груза:

$$(m_2 i_z^2 + m_1R^2 + m_3r^2)\frac{dV_1}{dt} = \left(M_{вр} - M_c - P_1R + P_3r\right)R,$$

или с учётом данных задачи $\frac{dV_1}{dt} = 0{,}58 + 0{,}35t$.

Дважды интегрируя это уравнение с нулевыми начальными условиями, найдём скорость груза V_1 и проходимый им путь y как функции времени:

$$V_1(t) = 0{,}58t + 0{,}175t^2;\quad y(t) = 0{,}29t^2 + 0{,}058t^3.$$

Из уравнений движения найдём: при $t = 2$ с (конец первого участка) груз поднялся на высоту $h_1 = y(2) = 1{,}62$ м и имел скорость $V_1 = V_1(2) = 1{,}86$ м/с.

На втором участке движения груз продолжает подниматься вверх. Уравнение движения груза здесь аналогично первому участку, за исключением вращающего момента (см. рис. 5.4):

$$(m_2 i_z^2 + m_1 R^2 + m_3 r^2)\frac{dV_1}{dt} = \left(-M_c - P_1 R + P_3 r\right)R, \text{ или } \frac{dV_1}{dt} = -6{,}61.$$

Представим ускорение груза в виде: $\frac{dV_1}{dt} = \frac{dV_1 dy}{dy dt} = V_1 \frac{dV_1}{dy}$. Теперь уравнение движения груза на втором участке имеет вид: $V_1 \frac{dV_1}{dy} = -6{,}61$. Интегрируя его, получим зависимость скорости груза от пройденного пути $\frac{V_1^2}{2} = -6{,}61y + C_3$. Выберем начало второго участка на высоте h_1. Из начальных условий движения груза: при $t = 0$, $y = 0$, $V_1 = 1{,}86$ м/с, получим: $C_3 = 1{,}73$.

Максимальную высоту h_2, на которую поднялся груз на втором участке, определим из условия, что в этой точке скорость груза обращается в нуль. Имеем $0 = -6{,}61h_2 + 1{,}73$, откуда $h_2 = 0{,}26$ м. Максимальная высота подъёма груза $H = h_1 + h_2 = 1{,}88$ м.

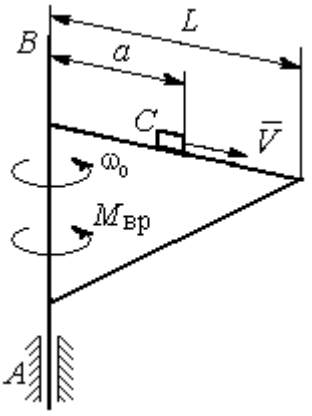


Рис. 5.5. Поворотный кран

Задача 56. Тележка C поворотного подъёмного крана (рис. 5.5) движется с постоянной относительно стрелы скоростью $V = 0{,}5$ м/с. Длина стрелы

L = 10 м, масса тележки с грузом m_1 = 100 кг, момент инерции крана относительно оси вращения AB без учёта тележки и груза J = 1800 кг·м^2. Двигатель крана создаёт постоянный вращающий момент $M_{вр}$ = 400 Н·м. Определить угловую скорость крана в момент, когда тележка достигнет края стрелы, если в начальный момент конструкция вращалась с угловой скоростью ω_0 = 2 рад/с, а тележка находилась на расстоянии a = 1 м от оси вращения.

Решение

На систему действуют внешние силы: $\vec{P}_1$ – сила тяжести тележки с грузом, $\vec{P}_2$ – сила тяжести поворотного крана (на рис. 5.6 показана в условном центре тяжести крана); $\vec{R}_x$, $\vec{R}_y$ – составляющие реакции подшипника A и пара сил с моментом, равным вращающему моменту $M_{вр}$ (см. рис. 5.6). Применим к описанию движения системы теорему об изменении кинетического момента системы относительно оси вращения z, направленной вдоль линии AB.

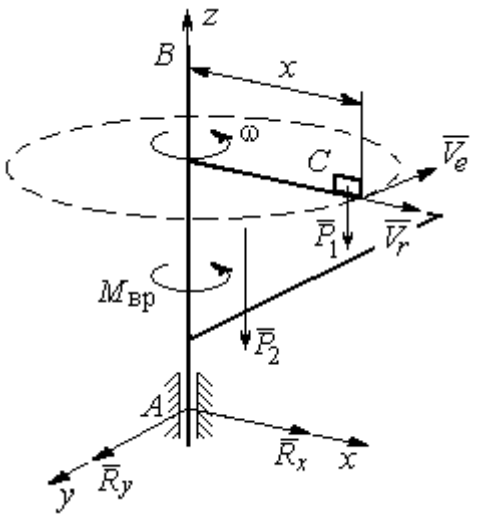


Рис. 5.6. Внешние силы, действующие на кран при его движении

Поскольку силы тяжести параллельны оси вращения крана, а составляющие реакции шарнира A пересекают её, то моменты этих сил относительно оси z равны нулю и теорема об изменении кинетического момента системы принимает вид: $\frac{dL_z}{dt} = M_{вр}$. Интегрируя это уравнение при постоянном вращающем моменте, получим равенство: $L_z - L_{z0} = M_{вр}t$, где L_z, L_{z0} – кинетический момент системы в текущий и начальный моменты времени.

Кинетический момент системы L_z равен сумме: $L_z = L_z^{кран} + L_z^{груз}$. Кинетический момент крана как твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной

оси: $L_z^{\text{кран}} = J\omega$. Полагая тележку с грузом материальной точкой, определим её кинетический момент $L_z^{\text{груз}}$, как момент вектора количества движения тележки относительно оси *z*. Тележка с грузом участвует в сложном движении. Вектор абсолютной скорости тележки $\vec{V}_{\text{абс}}$ равен сумме $\vec{V}_{\text{абс}} = \vec{V}_r + \vec{V}_e$, где $\vec{V}_r$ относительная скорость тележки (перемещение по стреле крана); $\vec{V}_e$ – переносная скорость (движение вместе с краном). Воспользовавшись теоремой Вариньона при вычислении момента количества движения тележки с грузом, получим:

$$L_z^{\text{груз}} = M_z(m_1\vec{V}_{\text{абс}}) = M_z(m_1\vec{V}_e + m_1\vec{V}_r) = M_z(m_1\vec{V}_e) = m_1V_ex = m_1\omega x^2.$$

В результате суммарный кинетический момент системы в текущий момент времени $L_z = L_z^{\text{кран}} + L_z^{\text{груз}} = \left(J + m_1x^2\right)\omega$. Тогда начальный кинетический момент систем: $L_{z0} = \left(J + m_1a^2\right)\omega_0$.

Подставляя выражения начального и текущего кинетического моментов в уравнение движения, получим: $\left(J + m_1x^2\right)\omega - \left(J + m_1a^2\right)\omega_0 = M_{\text{вр}}t$, откуда закон изменения угловой скорости крана $\omega = \dfrac{M_{\text{вр}}t + \left(J + m_1a^2\right)\omega_0}{\left(J + m_1x^2\right)}$. Момент времени $t_{\text{к}}$, когда тележка достигнет края стрелы ($x = L$), найдём из условия движения тележки по стреле с постоянной скоростью: $Vt_{\text{к}} = L - a$. С учётом данных задачи угловая скорость крана в этот момент $\omega(t_{\text{к}}) = 0{,}93$ рад/с.

5.3. Теорема об изменении кинетической энергии системы

Кинетическая энергия тела при поступательном движении $T = \dfrac{1}{2}mV_C^2$, где m – масса тела; V_C – скорость центра масс тела; **при вращательном движении** вокруг неподвижной оси z: $T = \dfrac{1}{2}J_z\omega^2$, где J_z – момент инерции тела относительно оси *z*; ω – угловая скорость тела; **при плоскопа-**

раллельном движении: $T = \frac{1}{2} m V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega^2$, где m – масса тела; V_C, ω – скорость центра масс и угловая скорость тела; J_{zC} – момент инерции тела относительно оси z, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения.

Работа постоянной силы F при прямолинейном перемещении точки приложения силы $A = FS\cos\alpha$, где S – перемещение точки; α – постоянный угол между перемещением и направлением силы. **Работа пары сил с постоянным моментом** M при повороте тела на конечный угол φ вычисляется по формуле: $A = \pm M\varphi$, где φ – угол поворота тела. Работа считается положительной, если пара сил стремится повернуть тело в направлении его вращения, и отрицательной – в противном случае.

Мощностью силы F называют величину, равную скалярному произведению силы на скорость точки её приложения: $N = \vec{F} \cdot \vec{V}$, где V – скорость точки приложения силы. При плоском движении тела мощность силы равна сумме скалярных произведений: $N = \vec{F} \cdot \vec{V}_O + \vec{M}_O \cdot \vec{\omega}$, где V_O – скорость точки, выбранной полюсом; ω – угловая скорость тела; $\vec{M}_O = M_O(\vec{F})$ – момент силы относительно полюса. Если в качестве полюса выбрать точку K – мгновенный центр скоростей, то мощность силы $N(\vec{F}) = \vec{M}_K(\vec{F}) \cdot \vec{\omega}$, где $M_K(\vec{F})$ – момент силы относительно мгновенного центра скоростей.

Теорема об изменении кинетической энергии системы в дифференциальной форме. Производная по времени от кинетической энергии системы равна сумме мощностей внешних и внутренних сил $\frac{dT}{dt} = \sum N(\vec{F}_k^e) + \sum N(\vec{F}_k^i)$.

Теорема об изменении кинетической энергии системы на конечном перемещении. Изменение кинетической энергии системы при перемещении её

из начального состояния в текущее равно сумме работ внешних и внутренних сил, действующих на систему: $T - T_0 = \sum A(\vec{F}_k^e) + \sum A(\vec{F}_k^i)$.

Механические системы, состоящие из абсолютно твердых тел, соединенных гибкими нерастяжимыми нитями, называются **неизменяемыми**. В неизменяемых системах сумма работ и сумма мощностей внутренних сил равны нулю: $\sum A(\vec{F}_k^i) = 0$.

Примеры решения задач на применение теоремы об изменении кинетической энергии системы

Задача 57. Планетарный механизм, позволяющий получать повышенные передаточные отношения угловых скоростей, состоит из трех одинаковых колёс, соединённых кривошипом *OA* (рис. 5.7). Колесо 1 неподвижно, кривошип *OA* вращается с угловой скоростью ω_{OA} и приводит в движение колёса 2 и 3. Полагая массы колёс и их радиусы одинаковыми, равными *m* и *r,* и пренебрегая массой кривошипа, найти кинетическую энергию механизма.

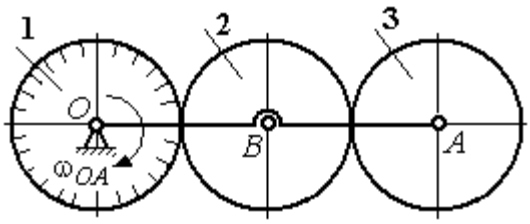


Рис. 5.7. Планетарный механизм

Решение

Кинетическая энергия механизма *T* равна сумме энергий колёс 2 и 3: $T = T_2 + T_3$. Энергия колеса 1 равна нулю потому, что оно неподвижно, а энергия кривошипа равна нулю, так как массой кривошипа пренебрегаем. При движении механизма колесо 2, увлекаемое кривошипом, катится по неподвижной поверхности первого колеса. Энергия колеса 2:

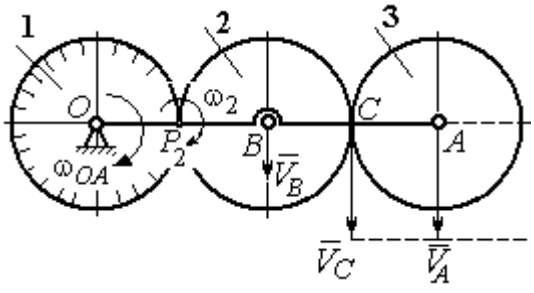


Рис. 5.8. Расчётная схема вычисления энергии механизма

$T_2 = \frac{mV_B^2}{2} + \frac{J_{2B}\omega_2^2}{2}$, где V_B – скорость центра масс колеса 2, J_{2B} – момент инерции колеса 2 относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости колеса, $J_{2B} = \frac{mr^2}{2}$.

Выразим кинетическую энергию колеса 2 через угловую скорость ω_{OA} кривошипа OA.

Скорость точки B, лежащей на кривошипе OA: $V_B = \omega_{OA} \cdot OB = \omega_{OA} 2r$.

Так как точка P_2 касания колёс 1 и 2 является мгновенным центром скоростей колеса 2 (рис. 5.8), угловая скорость колеса 2 $\omega_2 = \frac{V_B}{BP_2}$. В результате получим: $\omega_2 = 2\omega_{OA}$. Подставив зависимости V_B и ω_2 в выражение кинетической энергии колеса 2, найдём:

$$T_2 = \frac{m(\omega_{OA} 2r)^2}{2} + \frac{mr^2}{2} \cdot \frac{(2\omega_{OA})^2}{2} = 3m\omega_{OA}^2 r^2.$$

Вычислим кинетическую энергию колеса 3. Найдём скорость точки C, считая, что она принадлежит колесу 2: $V_C = \omega_2 \cdot P_2C = 4\omega_{OA} r$. Скорость точки A – центра колеса 3 определим, полагая, что точка A лежит и на кривошипе: $V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 4\omega_{OA} r$. Скорости двух точек A и C колеса 3 равны и параллельны, причём линия AC перпендикулярна векторам скоростей $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_C$ (см. рис. 5.8). В этом случае мгновенный центр скоростей отсутствует и колесо 3 совершает мгновенно-поступательное движение. Энергия поступательного движения колеса 3: $T_3 = \frac{mV_A^2}{2} = \frac{m(4\omega_{OA} r)^2}{2} = 8m\omega_{OA}^2 r^2$.

Окончательно, энергия механизма: $T = T_2 + T_3 = 11m\omega_{OA}^2 r^2$.

Задача 58. Горизонтальный желоб DE опирается на блок 1 и на каток 3 одинакового радиуса r (рис. 5.9). Блок 1 весом P_1 вращается вокруг неподвиж-

ной оси O_1. Каток 3 катится по горизонтальному рельсу без проскальзывания. На одной оси с катком 3 жестко связано колесо 2 радиуса R. Их общий вес равен Q, а общий радиус инерции относительно оси z, проходящей через центр масс C перпендикулярно плоскости катка, равен i_z. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести, силы $\vec{F}$ и пары сил с моментом M. Массой желоба пренебрегаем. Скольжение между желобом и блоком 1, а также катком 3 отсутствует. Определить ускорение центра масс колеса 2 и катка 3 и угловое ускорение блока 1, если: P_1 = 40 Н, Q = 60 Н, F = 50 Н, M = 45 Н·м, R = 0,8 м, r = 0,6 м, i_z = 0,4 м.

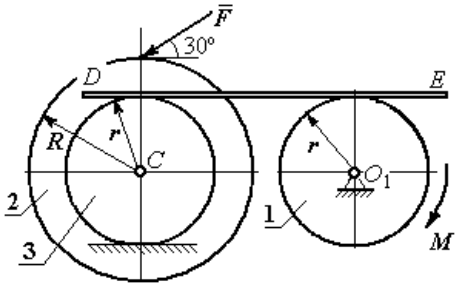


Рис. 5.9. Схема движения механической системы

Решение

Для решения задачи воспользуемся теоремой об изменении кинетической энергии для неизменяемых механических систем: $\frac{dT}{dt} = \sum N(\vec{F}_k^e)$, где T – энергия системы в её текущем положении; $\sum N(\vec{F}_k^e)$ – суммарная мощность внешних сил.

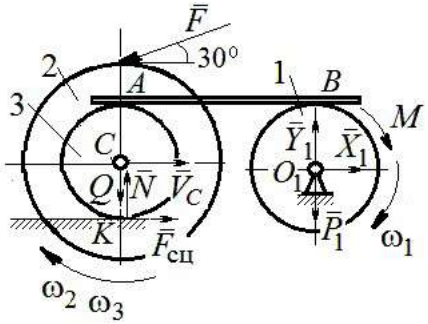


Рис. 5.10. Расчетная схема для исследования движения системы

Предположим, во время движения системы блок 1 вращается по ходу часовой стрелки.

Угловые скорости ω_1, ω_2 блока 1, катка 3 и скорость $\vec{V}_C$ центра масс катка 3 показаны на рис. 5.10. Угловая скорость колеса 2 и катка 3 равны: $\omega_3 = \omega_2$.

Кинетическая энергия вращательного движения блока 1 $T_1 = \frac{1}{2} J_{zO_1} \omega_1^2$,

где J_{zO_1} – осевой момент инерции блока, $J_{zO_1} = \frac{m_1 r^2}{2}$.

Фигура, состоящая из катка 3 и колеса 2, двигается плоскопараллельно. Кинетическая энергия фигуры определяется по формуле: $T_2 = \frac{1}{2} m V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega_2^2$, где m – общая масса катка и колеса, $m = \frac{Q}{g}$, J_{zC} – момент инерции фигуры относительно оси z, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости диска, $J_{zC} = m i_z^2$,

У катка 3 мгновенный центр скоростей находится в точке касания его с неподвижной поверхностью (точка K на рис. 5.10). Тогда $\omega_3 = \frac{V_C}{r}$. Скорость точки A катка $V_A = \omega_3 2r = 2V_C$. Приравнивая скорость точки A на катке 2 к скорости точки B на блоке 1, получим $\omega_1 = \frac{2V_C}{r}$.

Найдём кинетическую энергию системы, выраженную через скорость центра масс катка 3:

$$T = T_1 + T_2 = \frac{P_1}{g} V_C^2 + \frac{Q}{2g}\left(1 + \frac{i_z^2}{r^2}\right) V_C^2 = \frac{V_C^2}{2g}\left[2P_1 + Q\left(1 + \frac{i_z^2}{r^2}\right)\right].$$

Найдем сумму мощностей внешних сил.

На блок 1 действуют: сила тяжести $\vec{P}_1$, пара сил с моментом M и реакция шарнира O_1, разложенная на составляющие $\vec{X}_1$, $\vec{Y}_1$ (рис. 5.10). Мощности силы тяжести $\vec{P}_1$ и сил реакции $\vec{X}_1$, $\vec{Y}_1$ подшипника O_1 равны нулю, так как нет перемещения точек приложения этих сил. Момент M направлен в сторону вращения блока 1, его мощность $N(M) = M\omega_1 = M\frac{2V_C}{r}$.

На каток 3 (вместе с жестко связанным с ним колесом 2) действуют: сила $\vec{F}$, сила тяжести $\vec{Q}$ катка и колеса, нормальная реакция опоры $\vec{N}$ и сила сцепления $\vec{F}_{\text{сц}}$ катка 3 с поверхностью.

Мощности сил $\vec{N}$ и $\vec{F}_{\text{сц}}$ равны нулю, так как точкой приложения этих сил является мгновенный центр скоростей катка 3, скорость которого равна нулю. Мощность силы тяжести $\vec{Q}$ равна нулю, так как угол между вектором силы и вектором скорости точки C равен 90°.

Для определения мощности силы $\vec{F}$, приложенной к колесу, выберем в качестве полюса точку K – мгновенный центр скоростей диска 2. С учётом того, что скорость $V_K = 0$, получим:

$$N(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{V}_K + \vec{M}_K(\vec{F}) \cdot \vec{\omega}_2 = \vec{M}_K(\vec{F})\vec{\omega}_2 =$$

$$= -F(r+R)\omega_2 \cos 30° = -FV_C\left(1+\frac{R}{r}\right)\cos 30°.$$

Поскольку вращение, создаваемое моментом силы $\vec{F}$ относительно центра K, противоположно выбранному направлению угловой скорости катка, мощность силы $\vec{F}$ отрицательная.

Суммарная мощность внешних сил:

$$\sum N(F^e) = -FV_C\left(1+\frac{R}{r}\right)\cos 30° + M\frac{2V_C}{r}.$$

Составляем уравнение теоремы об изменении кинетической энергии системы. Находим производную по времени от кинетической энергии системы $\frac{dT}{dt} = \frac{V_C}{g}a_C\left[2P_1 + Q\left(1+\frac{i_z^2}{r^2}\right)\right]$ и приравниваем суммарной мощности внешних сил. Получим:

$$\frac{1}{g}a_C\left[2P_1 + Q\left(1+\frac{i_z^2}{r^2}\right)\right] = -F\left(1+\frac{R}{r}\right)\cos 30° + \frac{2M}{r},$$

откуда с учётом исходных данных задачи ускорение центра масс диска 2 $a_C = 2{,}88$ м/с^2. Для определения углового ускорения блока 1 продифференцируем по времени равенство $\omega_1 = \dfrac{2V_C}{r}$. Получим: $\varepsilon_1 = \dfrac{2a_C}{r} = 9{,}6$ рад/с^2.

Задача 59. Каток радиуса *r*, весом *P* закатывают вверх по наклонной плоскости приложив в центре катка силу $\vec{F}$ под углом 30° к наклонной плоскости (рис. 5.11). Сама плоскость наклонена под углом 30° к горизонту. Величина силы *F* = 2*P*. В начальном положении центр катка имел скорость V_0.

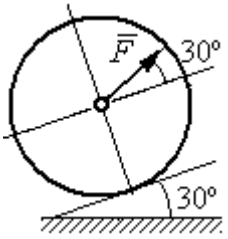


Рис. 5.11. Движение катка на наклонной плоскости

На какое расстояние *S* переместился центр катка, если в конце перемещения его скорость удвоилась.

Решение

Применим теорему об изменении кинетической энергии на конечном перемещении системы: $T - T_0 = \sum A(F_k)$. На каток действует сила тяжести $\vec{P}$, сила $\vec{F}$, нормальная реакция опоры $\vec{N}$ и сила $\vec{F}_{\text{сц}}$ сцепления диска с наклонной плоскостью (рис. 5.12). При перемещении центра катка на расстояние *S* вдоль наклонной плоскости работу совершают только сила $\vec{F}$: $A(\vec{F}) = F\cos 30° S$ и сила тяжести: $A(\vec{P}) = -Ph$, где *h* – перепад высот при перемещении центра масс катка. Работа реакции опоры и силы сцепления равна нулю.

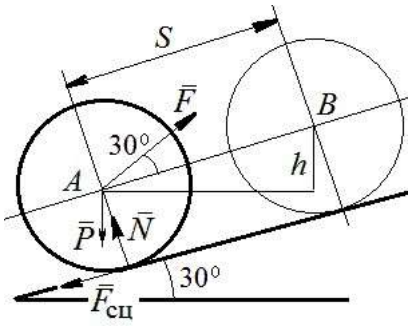


Рис. 5.12. Расчётная схема движения катка

Кинетическая энергия катка $T = \dfrac{1}{2}mV_A^2 + \dfrac{1}{2}J_{zA}\omega^2$, где J_{zA} – момент инерции фигуры относительно оси *z*, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости диска, $J_{zA} = \dfrac{mr^2}{2}$. Выражая угловую скорость катка через

скорость центра масс $\omega = \dfrac{V_A}{r}$, с учётом выражения момента инерции катка, получим энергию катка в виде: $T = \dfrac{3}{4} m V_A^2$.

Составим уравнение теоремы об изменении кинетической энергии при перемещении центра катка на расстояние S: $\dfrac{3}{4} m V_B^2 - \dfrac{3}{4} m V_A^2 = F\cos 30° S - Ph$, где $V_A = V_0$ $V_B = 2V_0$, $F = 2P$, $h = S\sin 30°$.

Найдём искомое перемещение: $S = \dfrac{9V_0^2}{4g\left(2\cos 30° - \sin 30°\right)}$.

Упражнения

Упражнение 5.1. Крановая тележка массы m_1 может перемещаться по горизонтальной балке без трения (рис. 5.13). В центре масс тележки закреплён трос длиной l, на другом конце которого привязан груз массы m_2. Трос может совершать колебательные движения в вертикальной плоскости. В начальный момент трос был в вертикальном положении. Определить горизонтальное перемещение тележки в зависимости от угла наклона троса. Весом троса пренебречь.

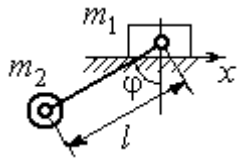


Рис. 5.13. Движение крановой тележки

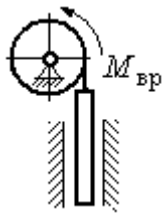


Рис. 5.14. Схема механизма лебёдки

Упражнение 5.2. К барабану лебёдки, поднимающей штангу, приложен вращающий момент, пропорциональный времени $M_{ВР} = kt$ (рис. 5.14). Штанга массы m_1 поднимается посредством каната, навитого на барабан массы m_2 и радиуса r. В начальный момент система находилась в покое. Определить угловую скорость барабана, считая его однородным диском.

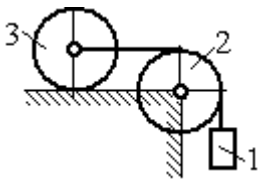


Рис. 5.15. Схема движения системы

Упражнение 5.3. Груз 1 массы m_1 подвешен на нерастяжимом тросе, другой конец которого переброшен через блок 2 и закреплён в центре масс катка 3 (рис. 5.15). Каток 3 катится по горизонтальной поверхности без проскальзывания. Блок 2 и каток 3 – однородные диски массы m_2 и m_3, радиуса r. В начальный момент система находилась в покое. Определить скорость груза, когда он опустится на высоту h, если к катку 3 приложен момент M.

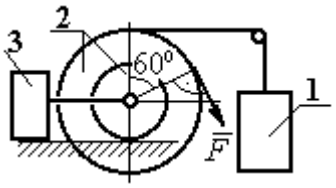


Рис. 5.16. Схема механизма катка

Упражнение 5.4. Механическая система включает два груза 1 и 3 одинакового веса P и каток 2 весом $2P$, радиусом $R = 2r$ с цилиндрическим выступом радиусом r (рис. 5.16). Каток катится выступом по неподвижной поверхности без проскальзывания. К катку по касательной к окружности приложена сила $F = 2P$. Найти ускорение центра масс катка, если его радиус инерции относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения: $i_{zC} = r\sqrt{2}$.

5.4. Применение общих теорем динамики системы к описанию движений твёрдого тела

Поступательное движение твердого тела описывается дифференциальными уравнениями: $m\ddot{x} = \sum F^e_{kx}$, $m\ddot{y} = \sum F^e_{ky}$, $m\ddot{z} = \sum F^e_{kz}$ - или в алгебраической форме $ma_{Cx} = \sum F^e_{kx}$, $ma_{Cy} = \sum F^e_{ky}$, $ma_{Cz} = \sum F^e_{kz}$, где m – масса тела; $\ddot{x} = a_{Cx}$, $\ddot{y} = a_{Cy}$, $\ddot{z} = a_{Cz}$ – проекции ускорения центра масс тела на координатные оси; F^e_{kx}, F^e_{ky}, F^e_{kz} – проекции внешних сил.

Вращательное движение твердого тела относительно неподвижной оси z описывается дифференциальным уравнением: $J_z \dfrac{d\omega}{dt} = \sum M_z(\vec{F}^e_k)$ или алгебраическим уравнением: $J_z\varepsilon = \sum M_z(\vec{F}^e_k)$, где ω, ε – угловая скорость и угловое ускорение тела; $\sum M_z(\vec{F}^e_k)$ – сумма моментов внешних сил относительно оси z; J_z – момент инерции тела относительно оси z.

Плоскопараллельное движение твердого тела описывается уравнениями движения центра масс и вращательного движения тела относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения.

В проекции на координатные оси уравнения плоскопараллельного движения тела имеют вид:

$$ma_{Cx} = \sum F^e_{kx};\ ma_{Cy} = \sum F^e_{ky};\ J_{zC}\varepsilon = \sum M_{zC}(\vec{F}^e_k),$$

где a_{Cx}, a_{Cy} – проекции ускорения центра масс тела; F^e_{kx}, F^e_{ky} – проекции на оси координат внешних сил, действующих на тело; J_{zC} – момент инерции тела относительно оси *z*, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения; ε – угловое ускорение тела; $M_{zC}(\vec{F}^e_k)$ – моменты внешних сил относительно оси, проходящей через центр масс.

Проводя динамический расчет механической системы, следует рассматривать движение каждого тела системы в отдельности, предварительно освободив его от связей и заменив их действие реакциями.

Примеры решения задач на составление уравнений движения твердых тел

Задача 59. Лебёдка поднимает груз 1 массы $m_1 = 50$ кг посредством троса, переброшенного через блок 3 и навитого на барабан 2 массы $m_2 = 20$ кг, радиуса $r = 0{,}8$ м (рис. 5.17). К барабану приложен постоянный вращающий момент $M_{вр} = 480$ Н·м. Определить ускорение груза, натяжение троса и реакцию шарнира барабана 2. Весом троса и массой блока 3 пренебречь, барабан считать сплошным цилиндром.

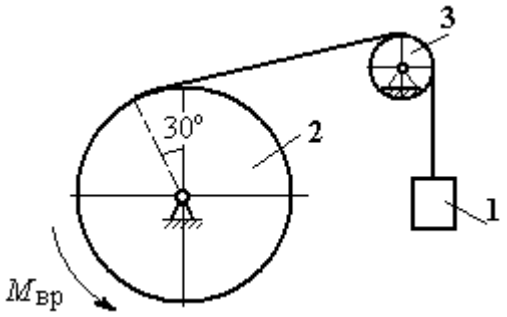


Рис. 5.17. Механизм лебёдки

Решение

Составим уравнение движения груза 1. Для этого освобождаем груз от связей, заменив действие троса реакцией. На груз действует сила тяжести $\vec{P}_1$ и реакция троса $\vec{H}_1$ (рис. 5.18). Выберем ось *x* по направлению движения груза. Уравнение движения груза в проекции на ось *x*: $m_1 a_1 = H_1 - P_1$.

Рассмотрим движение барабана 2. Освободим барабан от связей и заменим их действие реакциями.

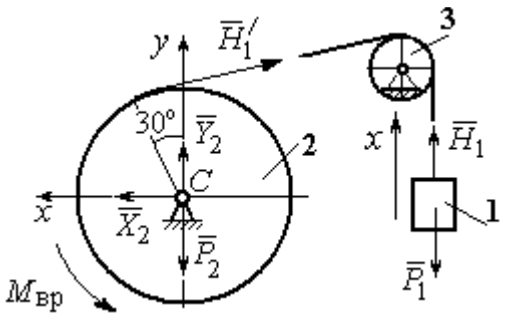


Рис. 5.18. Внешние силы и реакции, действующие на груз и барабан при движении системы

На барабан действует сила тяжести $\vec{P}_2$, пара сил с моментом вращения $M_{вр}$, реакция троса $\vec{H}_1'$ и реакция шарнира (на рис. 5.18 разложена на составляющие $\vec{X}_2$, $\vec{Y}_2$). Так как массой блока 3 пренебрегаем, то модули сил $\vec{H}_1$ и $\vec{H}_1'$ равны. Направления действия сил и момента показаны на рис. 5.18.

Уравнение вращательного движения барабана относительно оси z: $J_z\varepsilon_2 = \sum M_z(F_k) = M_{вр} - H_1'r$, где момент инерции барабана $J_z = \dfrac{m_2 r^2}{2}$.

Продифференцируем по времени равенство $V_1 = \omega_2 r$ и выразим угловое ускорение барабана через ускорение груза 1. Получим $\varepsilon_2 = \dfrac{a_1}{r}$. Подставляя выражение углового ускорения в уравнение вращательного движения барабана с учётом равенства модулей сил $\vec{H}_1$ и $\vec{H}_1'$, напишем уравнения движения барабана и груза в виде системы уравнений:

$$m_1 a_1 = H_1 - P_1, \;\; m_2 a_1 = \frac{2M_{вр}}{r} - 2H_1,$$

откуда находим a_1= 1,82 м/с^2, H_1 = 581,8 Н. Натяжение троса численно равно реакции.

Для определения реакции шарнира составим (формально) уравнение движения центра масс блока 2 в проекциях на оси x, y (см. рис. 5.18):

$$m_2 a_{Cx} = X_2 - H_1'\cos 30^\circ = 0, \; m_2 a_{Cy} = Y_2 + H_1'\cos 60^\circ - P_2 = 0.$$

Отсюда $X_2 = 503{,}84$ Н, $Y_2 = -94{,}7$ Н, $R_2 = \sqrt{X_2^2 + Y_2^2} = 512{,}66$ Н.

Задача 60. Барабан весом G, радиусом R имеет цилиндрический выступ радиусом r (рис. 5.19). Барабан скатывается по наклонной плоскости с углом наклона 30°, опираясь на неё поверхностью выступа. К барабану приложены постоянные силы $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$. Сила $\vec{F}_1$ направлена по касательной к поверхности барабана. Сила $\vec{F}_2$ действует под углом 30° к диаметру барабана, перпендикулярному наклонной плоскости. В начальный момент времени барабан приведён в равновесие парой сил с моментом M.

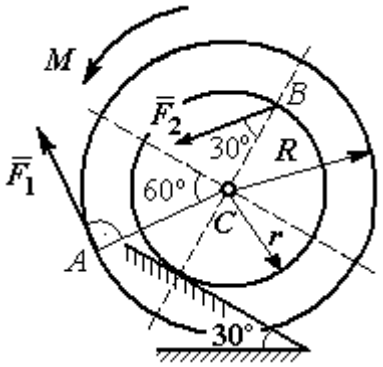


Рис. 5.19. Схема движения барабана по наклонной плоскости

Определить угловое ускорение барабана и закон движения центра масс, если в положении равновесия величину уравновешивающего момента увеличить в 1,2 раза. Исходные данные для решения задачи: R = 0,6 м, r = 0,2 м, G = 100 Н, F_1 = 60 Н, F_2 = 25 Н, радиус инерции барабана i_z = 0,4 м.

Решение

На барабан действуют силы $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, сила тяжести $\vec{G}$, пара сил с неизвестным моментом M, нормальная реакция опоры $\vec{N}$ и сила $\vec{F}_{сц}$ сцепления барабана с поверхностью. Сила сцепления приложена в точке K касания выступа барабана с наклонной плоскостью и направлена вдоль неё (рис. 5.20).

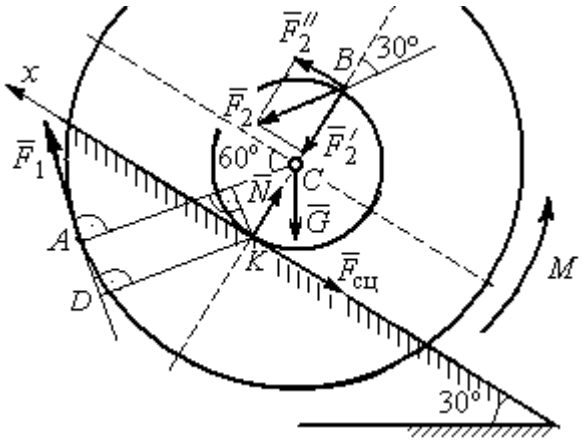


Рис. 5.20. Силы, действующие на барабан, во время движения

Для определения момента M, приводящего барабан в равновесие, запишем уравнение равно-

весия в виде равенства нулю моментов сил $\sum M_K(\vec{F}_k^e) = 0$ относительно точки *K*. Точка *K* выбрана с той целью, что в уравнение не будет входить момент неизвестной силы сцепления.

На рис. 5.20 показано разложение силы $\vec{F}_2$: $\vec{F}_2 = \vec{F}_2' + \vec{F}_2''$. Значения составляющих определяются как проекции: $F_2' = F_2\cos 30°$, $F_2'' = F_2\sin 30°$.

Применяя теорему Вариньона, вычислим момент силы $\vec{F}_2$ относительно точки *K*: $M_K(\vec{F}_2) = M_K(\vec{F}_2') + M_K(\vec{F}_2'') = F_2\sin 30° \cdot 2r$.

Момент силы $\vec{F}_1$ относительно точки *K*:

$$M_K(\vec{F}_1) = -F_1 \cdot KD = -F_1(R - r\cos 30°).$$

В результате уравнение моментов сил при равновесии барабана принимает вид

$$\sum M_K(\vec{F}_k^e) = -F_1(R - r\cos 30°) + F_2\sin 30° \cdot 2r - Gr\sin 30° + M = 0.$$

Подставляя сюда исходные данные задачи, находим величину уравновешивающего момента $M = 30{,}61$ Н·м. Направление момента показано дуговой стрелкой на рис. 5.20.

Увеличим значение момента *M*, удерживающего барабан в равновесии, в 1,2 раза: $M_1 = 1{,}2M$. Возникшее после этого качение барабана вверх по наклонной плоскости представляет собой плоскопараллельное движение, которое описывается с применением теорем о движении центра масс и об изменении кинетического момента.

Уравнение движения центра масс барабана в проекции на ось *x*, направленную вверх по наклонной плоскости, имеет вид:

$$m\ddot{x}_C = F_1\cos 30° + F_2\cos 60° - G\cos 60° - F_{\text{сц}},$$

где x_C – координата центра масс барабана.

Применив теорему об изменении кинетического момента барабана относительно оси *z*, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости

движения и считая моменты сил положительными, если они создают вращение в сторону движущегося вверх барабана, выразим уравнение вращательного движения барабана вокруг оси z в виде:

$$J_{zC}\ddot{\varphi} = -F_1 R + F_2 r\cos 60° + F_{\text{сц}} r + M_1,$$

где φ – угол поворота барабана; J_{zC} – момент инерции барабана, $J_{zC} = mi_z^2$; i_z – радиус инерции. С учётом соотношения $\ddot{\varphi} = \dfrac{\ddot{x}_C}{r}$ получим уравнение:

$$m\ddot{x}_C\left(1 + \frac{i_z^2}{r^2}\right) = -F_1\left(\frac{R}{r} - \cos 30°\right) + 2F_2\cos 60° - G\cos 60° + \frac{M_1}{r}.$$

После подстановки данных задачи находим дифференциальное уравнение движения центра масс: $\ddot{x}_C = 0{,}6$. Дважды интегрируя его с нулевыми начальными условиями (так как движение началось из состояния покоя), находим закон движения центра масс: $x_C = 0{,}3t^2$ м. Из уравнения следует, что барабан движется в сторону положительного направления оси x.

Угловое ускорение барабана $\varepsilon = \ddot{\varphi} = \dfrac{\ddot{x}_C}{r} = 3$ рад/с^2.

Задача 61. Механизм (рис. 5.21) включает в себя груз 1, каток 2 и ступенчатый барабан 3, соединённых нерастяжимыми нитями. Движение механизма происходит из состояния покоя в вертикальной плоскости под действием сил тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$, силы

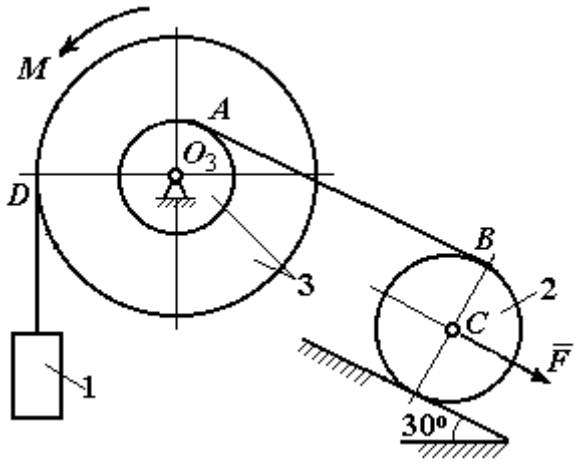


Рис. 5.21. Конструкция механической системы

$\vec{F}$, приложенной в центре масс катка 2, и пары сил с моментом M, приложенной к барабану 3. Качение катка 2 по наклонной плоскости с углом наклона к горизонту 30º происходит без проскальзывания.

Каток 2 считать однородным диском радиуса R_2. Радиусы ступеней барабана 3: R_3, r_3, радиус инерции барабана i_3.

Найти ускорение груза 1, силы натяжения нитей и динамическую реакцию шарнира барабана 3, если $P_1 = P_2 = 2P$; $P_3 = 3P$, $F = 3P$; $M = Pr$, $R_2 = 2r$; $R_3 = 3r$; $r_3 = r$; $i_3 = r\sqrt{3}$.

Решение

Рассмотрим движение каждого тела системы отдельно, предварительно освободив тела от связей и заменив их действие реакциями. На рис. 5.22 изображены силы, действующие на тела системы, после освобождения их от связей и направление движения каждого тела.

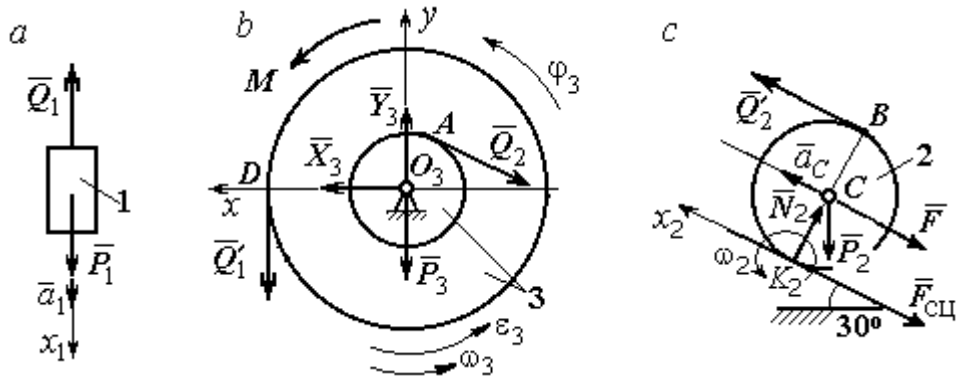


Рис. 5.22. Расчетные схемы для описания движения тел, входящих в систему

Допустим, груз движется вниз со скоростью V_1, ускорением a_1. К нему приложена сила тяжести $\vec{P}_1$ и реакция нити $\vec{Q}_1$ (рис. 5.22, *a*). Направим ось x_1 в сторону движения груза. Уравнение движения груза вдоль оси x_1 имеет вид:

$$m_1 a_1 = \sum F_{kx} = P_1 - Q_1 = 2P - Q_1 .$$

Барабан 3 вращается вокруг неподвижной оси z, проходящей через центр масс O_3. На диск 3 действует сила тяжести $\vec{P}_3$, реакция подшипника $\vec{R}_3$ (на

рис. 5.22, *b* показано разложение реакции на составляющие $\vec{X}_3$, $\vec{Y}_3$), пара сил с моментом *M* и реакции нитей $\vec{Q}_1'$ и $\vec{Q}_2$.

При составлении уравнения вращательного движения барабана моменты сил относительно оси считаем положительными, если они создают поворот в сторону вращения барабана. Уравнение вращения барабана 3 имеет вид:

$$J_{zO_3}\varepsilon_3 = \sum M_{zO_3}(F_k) = Q_1'R_3 + M - Q_2r_3 = Q_1'3r + Pr - Q_2r,$$

Момент инерции барабана относительно оси *z*: $J_{zO_3} = m_3i_3^2 = \dfrac{9Pr^2}{g}$;

Каток 2 совершает плоскопараллельное движение. К нему приложена сила тяжести $\vec{P}_2$, сила $\vec{F}$, реакция нити $\vec{Q}_2'$, нормальная реакция $\vec{N}_2$ наклонной плоскости и сила $\vec{F}_{\text{сц}}$ сцепления диска с поверхностью (рис. 5.22, *c*).

Выберем ось x_2 по направлению движения центра масс катка 2. Плоскопараллельное движение катка описывается уравнениями движения его центра масс в проекции на ось x_2 и вращения вокруг оси, походящей через центр масс перпендикулярно плоскости диска:

$$m_2a_C = Q_2' - F - F_{\text{сц}} - P_2\cos 60^\circ = Q_2' - 3P - F_{\text{сц}} - P;$$

$$J_C\varepsilon_2 = Q_2'R_2 + F_{\text{сц}}R_2 = Q_2'2r + F_{\text{сц}}2r,\ \ J_C = \frac{m_2R_2^2}{2}.$$

При составлении второго уравнения момент силы считается положительным, если он создаёт поворот в сторону вращения катка.

К системе четырех уравнений, описывающих движения тел в системе, необходимо добавить уравнения связей между ускорениями точек и угловыми ускорениями тел. Предположим, скорость центра масс катка 2 равна V_C (см. рис. 5.22, *c*). Угловая скорость катка $\omega_2 = \dfrac{V_C}{CK_2} = \dfrac{V_C}{R_2}$, где CK_2 – расстояние от

центра масс катка 2 до его мгновенного центра скоростей. Продифференцировав по времени последнее равенство, получим: $\varepsilon_2 = \dot{\omega}_2 = \dfrac{\dot{V}_C}{R_2} = \dfrac{a_C}{2r}$.

Скорость точки B катка 2 $V_B = \omega_2 \cdot BK_2 = 2V_C$. Приравняв скорость точки A к скорости точки B (см. рис. 5.21), получим: $2V_C = V_B = V_A = \omega_3 r_3 = \omega_3 r$, откуда $\omega_3 = \dfrac{2V_C}{r}$. После дифференцирования найдём: $\varepsilon_3 = \dfrac{2a_C}{r}$.

Скорость груза 1 связана со скоростью центра масс катка 2 следующим образом: $V_1 = V_D = \omega_3 R_3 = \dfrac{2V_C}{r} 3r = 6V_C$. Тогда ускорение груза 1 $a_1 = 6a_C$.

После подстановки уравнений связи в уравнения движения с учётом равенства модулей сил $\vec{Q}_1'$ и $\vec{Q}_1$, а также $\vec{Q}_2$ и $\vec{Q}_2'$ получим систему:

$$\frac{12P}{g} a_C = 2P - Q_1; \quad \frac{18P}{g} a_C = 3Q_1 + P - Q_2,$$

$$\frac{2P}{g} a_C = Q_2 - 4P - F_{\text{сц}}; \quad \frac{P}{g} a_C = Q_2 + F_{\text{сц}},$$

откуда находим: $a_C = 0{,}09g$, $Q_1 = 0{,}92P$, $Q_2 = 2{,}14P$.

Динамические реакции $\vec{X}_3$, $\vec{Y}_3$, действующие на ось вращающегося барабана 3 (рис. 5.22, *b*), определяются из уравнений, которые можно получить, формально применив к барабану теорему о движении центра масс. Так как центр масс барабана 3 неподвижен, его ускорение равно нулю, $a_{O_3} = 0$. Тогда уравнения движения его центра масс в проекциях на оси x, y имеют вид:

$$m_3 a_{O_3 x} = X_3 - Q_2 \cos 30^\circ = 0;$$

$$m_3 a_{O_3 y} = Y_3 - Q_1 - P_3 - Q_2 \cos 60^\circ = 0.$$

Подставляя значения $Q_1 = 0{,}92P$ и $Q_2 = 2{,}14P$, находим составляющие реакции оси барабана 3: $X_3 = Q_2 \cos 30^\circ = 1{,}85P$, $Y_3 = Q_1 + P_3 + Q_2 \cos 60^\circ = 4{,}98P$.

Полная величина реакции оси барабана 3: $R_3 = \sqrt{X_3^2 + Y_3^2} = 5{,}31P$.

Задача 62. Подъёмное устройство (рис. 5.23) состоит из однородного диска 1 массой m_1, радиусом r_1, ступенчатого диска 2 массой $m_2 = 3m_1$, радиусом $R_2 = 4r_1$ и радиусом ступеньки $r_2 = r_1$ и груза 3 массой $m_3 = 2m_1$. Система движется из состояния покоя в вертикальной плоскости под действием сил тяжести и пары сил с моментом $M = m_1 g r_1$, приложенной к диску 1. Определить ускорение груза 3 и натяжение нити груза 3, если радиус инерции ступенчатого диска относительно оси, походящей через центр масс, перпендикулярно плоскости диска 2, $i_{2C} = 2r_1$.

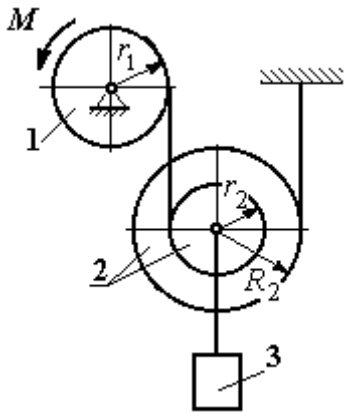


Рис. 5.23. Конструкция подъёмного устройства

Решение задачи осуществить с применением теоремы об изменении кинетической энергии системы и проверить его методом динамического расчёта, составляя уравнения движения тел, входящих в систему.

Решение

1. Для неизменяемой системы (состоящей из абсолютно твёрдых тел, соединённых нерастяжимыми нитями), движущейся из состояния покоя, теорема об изменении кинетической энергии на конечном перемещении имеет вид $T = \sum A(\vec{F}_k^e)$. Схема движения механизма в предположении, что груз 3 опускается, показана на рис. 5.24.

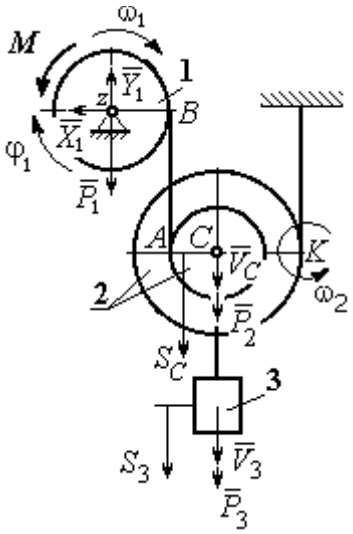


Рис. 5.24. Схема движения механизма

Диск 1 вращается вокруг неподвижной оси z. Кинетическая энергия диска 1: $T_1 = \dfrac{J_{1z}\omega_1^2}{2}$, где момент инерции диска $J_{1z} = \dfrac{m_1 r_1^2}{2}$.

У диска 2 плоскопараллельное движение. Кинетическая энергия диска 2: $T_2 = \frac{m_2 V_C^2}{2} + \frac{J_{2C}\omega_2^2}{2}$, где V_C – скорость центра масс диска 2. Момент инерции диска 2 относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно движению диска, $J_{2C} = m_2 i_{2C}^2$.

Кинетическая энергия груза 3: $T_3 = \frac{m_3 V_3^2}{2}$.

Энергия механизма равна сумме энергий тел, входящих в систему:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 = \frac{J_{1z}\omega_1^2}{2} + \frac{m_2 V_C^2}{2} + \frac{J_{2C}\omega_2^2}{2} + \frac{m_3 V_3^2}{2}.$$

Выразим угловые скорости дисков 1 и 2 и скорость центра масс диска 2 через скорость груза 3.

Скорость центра масс диска 2 равна скорости груза 3, $V_C = V_3$. Угловая скорость диска 2 $\omega_2 = \frac{V_C}{CK} = \frac{V_3}{R_2}$, где CK – расстояние от центра диска 2 до его мгновенного центра скоростей.

Скорость точки B нити равна скорости точки A. Из равенства $\omega_1 r_1 = \omega_2 (R_2 + r_2)$ найдём: $\omega_1 = \frac{(r_2 + R_2)}{r_1}\omega_2 = \frac{(r_2 + R_2)}{r_1}\frac{V_3}{R_2}$.

Подставляя найденные зависимости в выражение энергии системы, получим кинетическую энергию механизма:

$$T = \frac{V_3^2}{2}\left[\frac{m_1}{2}\left(1 + \frac{r_2}{R_2}\right)^2 + m_2\left(1 + \frac{i_{2C}^2}{R_2^2}\right) + m_3\right] = \frac{209}{64} m_1 V_3^2.$$

Во время движения механизма работу совершают силы тяжести $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$ и пара сил с моментом M. Перемещения S_C и S_3 точек приложения сил $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$ и угол φ_1 поворота диска 1 показаны на рис. 5.24.

Сумма работ сил $\sum A(\vec{F}_k^e) = P_3S_3 + P_2S_C - M\varphi_1$. Работа момента отрицательная, так как заданное направление момента противоположно выбранному направлению вращения колеса 1.

Выразим перемещение центра масс диска 2 и угол поворота диска 1 через перемещение груза 3. Проинтегрировав равенство скоростей $V_3 = V_C$, получим равенство перемещений: $S_3 = S_C$. Аналогично, из равенства $\omega_1 = \frac{(r_2 + R_2)}{r_1}\frac{V_3}{R_2}$ следует соотношение $\varphi_1 = \frac{(r_2 + R_2)}{r_1}\frac{S_3}{R_2}$.

В итоге суммарная работа внешних сил в механизме:

$$\sum A(\vec{F}_k^e) = \left[P_3 + P_2 - M\frac{(r_2 + R_2)}{r_1 R_2} \right] S_3 = \frac{15}{4} m_1 g S_3 .$$

Составляя уравнение теоремы об изменении кинетической энергии системы, получим равенство:

$$\frac{209}{64} m_1 V_3^2 = \frac{15}{4} m_1 g S_3 \text{ или } V_3^2 = \frac{240}{209} g S_3 .$$

Продифференцируем последнее равенство. Получим: $2V_3\frac{dV_3}{dt} = \frac{240}{209} g \frac{dS_3}{dt}$.

Так как $\frac{dS_3}{dt} = V_3$, а $\frac{dV_3}{dt} = a_3$, находим ускорение груза 3: $a_3 = \frac{120}{209} g$ м/с^2.

Для того чтобы найти натяжение нити груза 3, необходимо написать уравнение его движения. Выделим груз 3 из системы, заменив действие нити её реакцией H_3. Выберем ось x по направлению движения груза. Применим к описанию движения груза теорему о движении центра масс, написав её проекцию на ось x: $m_3 a_3 = P_3 - H_3$, где H_3 –реакция нити. При известном ускорении a_3 находим реакцию нити $H_3 = \frac{178}{209} m_1 g$. Натяжение нити численно равно реакции, но направлено в противоположную сторону.

2. Для решения задачи вторым способом – путём составления уравнений движения тел, входящих в состав механизма, освободим тела от связей и заменим их реакциями. На рис. 5.25 изображены силы и реакции, действующие на каждое тело, после освобождения его от связей, а также направления угловых ускорений тел и ускорения центров масс.

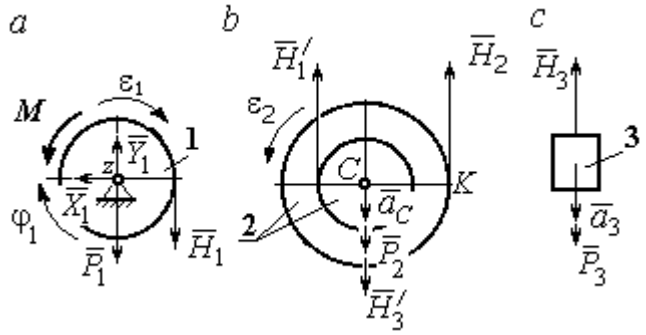


Рис. 5.25. Внешние силы и реакции связей, действующие на тела системы

Диск 1 вращается вокруг неподвижной оси *z*. На диск действует сила тяжести $\vec{P}_1$, реакция подшипника $\vec{X}_1$, $\vec{Y}_1$, пара сил с моментом *M* и реакция нити $\vec{H}_1$. Вращение диска описывается уравнением: $J_{1z}\varepsilon_1 = \sum M_z(F_k) = H_1 r_1 - M$. Момент инерции диска 1 относительно оси *z*, $J_{1z} = \dfrac{m_1 r_1^2}{2}$.

Диск 2 (рис. 5.25, *b*) совершает плоскопараллельное движение. К нему приложена сила тяжести $\vec{P}_2$ и реакции нитей $\vec{H}_1'$, $\vec{H}_2$ и $\vec{H}_3'$. Плоскопараллельное движение диска 2 описывается уравнением движения его центра масс в проекции на вертикальную ось и уравнением вращения диска вокруг оси, походящей через центр масс перпендикулярно плоскости диска:

$$m_2 a_C = P_2 - H_1' - H_2 + H_3'; \;\; J_{2C}\varepsilon_2 = H_2 R_2 - H_1' r_2 .$$

Момент инерции диска 2 $J_{2C} = m_2 i_{2C}^2$. При составлении уравнения вращательного движения диска 2 момент силы считается положительным, если он создаёт поворот в сторону вращения диска.

Груз 3 совершает поступательное движение. К нему приложены сила тяжести $\vec{P}_3$ и реакция нити $\vec{H}_3$ (рис. 5.25, *c*). Уравнение движения груза 3 в проекции на вертикальную ось, направленную в сторону его движения, имеет вид:

$$m_3 a_3 = P_3 - H_3 ,$$

Выразим угловые ускорения дисков 1 и 2 и ускорение центра масс диска 2 через ускорение груза 3. Для этого нужно продифференцировать соответствующие кинематические соотношения между скоростями. Так, из найденных ранее выражений: $V_3 = V_C$, $\omega_2 = \dfrac{V_3}{R_2}$, $\omega_1 = \dfrac{(r_2 + R_2)}{r_1}\dfrac{V_3}{R_2}$ следует: $a_3 = a_C$, $\varepsilon_2 = \dfrac{a_3}{R_2}$, $\varepsilon_1 = \dfrac{(r_2 + R_2)}{r_1}\dfrac{a_3}{R_2}$.

Подставляя кинематические соотношения между ускорениями в уравнения движения тел с учётом равенства модулей сил $\vec{H}_1$ и $\vec{H}_1'$, а также $\vec{H}_3$ и $\vec{H}_3'$, получим систему уравнений, описывающих движение звеньев механизма:

$$\frac{5}{8}m_1 a_3 = H_1 - m_1 g;\ \ 3m_1 a_3 = 3m_1 g - H_1 - H_2 + H_3;$$

$$3m_1 a_3 = 4H_2 - H_1;\ \ 2m_1 a_3 = 2m_1 g - H_3.$$

Решая систему, найдём $a_3 = \dfrac{120}{209}g$ м/с^2, $H_3 = \dfrac{178}{209}m_1 g$. Выражения ускорения a_3 груза 3 и натяжения нити H_3 совпадают с аналогичными выражениями, полученными в пункте 1 при решении данной задачи с применением теоремы об изменении кинетической энергии.

Упражнения

Упражнение 5.5. Система состоит из двух катков 1 и 2, соединённых невесомым стержнем (рис. 5.26). Каток 1 весом P, радиуса r. Каток 2 весом $2P$, радиуса $3r$ имеет цилиндрический выступ радиуса r. Невесомый стержень, параллельный плоскости качения катков, закреплён в центре катка 1 и передаёт движение катка 1 катку 2 в верхней точке вертикального диаметра цилиндрического выступа без проскальзывания. Качение катков без скольжения. К катку 1 приложена пара сил с моментом $M = 4Pr$. В центре масс катка 2 приложена сила $F = 2P$. Радиус инерции катка 2 относительно оси, проходящей через центр катка перпендикулярно плоскости движения, $i_2 = r\sqrt{2}$. Найти ускорение центра масс катка 1 и реакцию стержня.

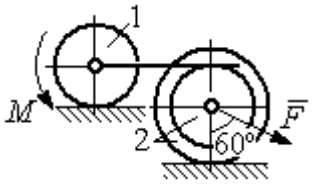


Рис. 5.26. Система катков

Упражнение 5.6. С помощью подъёмного устройства (рис. 5.27) производится подъём груза 1. Нить, закреплённая одним концом на неподвижной поверхности, спускается, охватывает снизу блок 2 массы $m_2 = m$, радиуса r, затем поднимается и проходит параллельно горизонтальной плоскости, где к концу её привязан груз 3 массы $m_3 = m$, передвигающийся по плоскости под действием силы $F = 2{,}5mg$. Нити, удерживающие блок 2, вертикальны. Груз 1 массы $m_1 = 3m$ прикреплён к оси блока 2. Найти ускорение груза 1 и натяжения нитей, удерживающих блок 2.

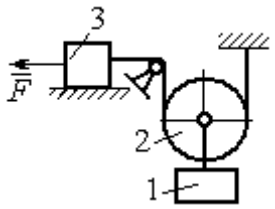


Рис. 5.27. Подъёмное устройство

Упражнение 5.7. Груз 1 массы $m_1 = m$, спускается вниз по наклонной плоскости без трения (рис. 5.28). Нить, прикреплённая к грузу 1, другим своим концом намотана на барабан катка 2 радиуса $R = 2r$ и при движении груза заставляет барабан катиться по горизонтальной поверхности цилиндрическим выступом радиуса r. Качение происходит без проскальзывания. К центру катка привязана другая нить, посредством которой каток тащит за собой груз 3 массы $m_3 = 2m$, скользящий по горизонтальной поверхности без трения. Масса катка $m_2 = 3m$, радиус инерции катка относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости движения $i_2 = r\sqrt{3}$. По касательной к ободу катка 2 приложена сила $F = mg$ (точка приложения силы см. рис. 5.28). Определить ускорение груза 1 и натяжения нитей.

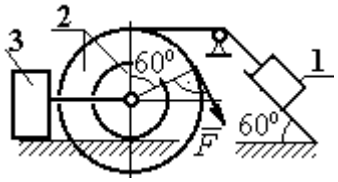


Рис. 5.28. Схема движения механической системы

6. ПРИНЦИПЫ МЕХАНИКИ

6.1. Принцип Даламбера для системы

Силой инерции материальной точки называют векторную величину, модуль которой равен произведению массы точки на модуль её ускорения. Направлен вектор силы инерции точки в сторону, противоположную ускорению $\vec{R}^{\text{и}} = -m\vec{a}$, где m – масса точки; $\vec{a}$ – вектор ускорения точки.

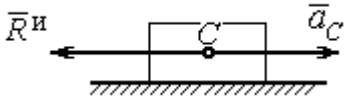


Рис. 6.1. Главный вектор сил инерции при поступательном движении твердого тела

При поступательном движении тела с ускорением центра масс $\vec{a}_C$ главный вектор сил инерции $\vec{R}^{\text{и}}$ по модулю $R^{\text{и}} = ma_C$, приложен в центре масс тела и направлен в сторону, противоположную ускорению $\vec{a}_C$ (рис. 6.1).

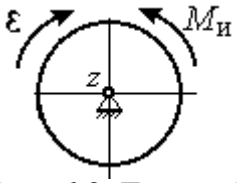


Рис. 6.2. Главный момент сил инерции при вращении тела вокруг оси, проходящей через центр масс

При вращении тела вокруг неподвижной оси z, проходящей через центр масс, главный вектор сил инерции обращается в нуль. Главный момент $\vec{M}^{\text{и}}$, сил инерции относительно оси вращения равен по величине $M^{\text{и}} = J_z\varepsilon$, где J_z – момент инерции тела относительно оси z; ε – угловое ускорение тела. Направлен главный момент сил инерции в сторону, противоположную угловому ускорению (рис. 6.2).

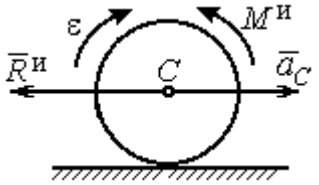


Рис. 6.3. Главный вектор и главный момент сил инерции при плоскопараллельном движении твердого тела

При плоскопараллельном движении тела с ускорением центра масс $\vec{a}_C$ и угловым ускорением ε главный вектор сил инерции $\vec{R}^{\text{и}}$ равен по модулю $R^{\text{и}} = ma_C$, приложен в центре масс тела и направлен в сторону, противоположную ускорению центра масс $\vec{a}_C$ (рис. 6.3). Главный момент сил инерции $\vec{M}^{\text{и}}$ относи-

тельно оси, проходящей через центр масс тела перпендикулярно плоскости движения: $M^{и} = J_C\varepsilon$, где J_C – момент инерции тела относительно оси вращения, и направлен в сторону, противоположную угловому ускорению.

Если в любой момент времени к каждой из точек системы кроме действующих на нее внешних сил присоединить соответствующие силы инерции, то полученная система сил будет уравновешенной.

Принцип Даламбера даёт возможность составлять уравнения движения механической системы в виде уравнений равновесия (метод кинетостатики):

$$\sum \vec{F}_k^e + \vec{R}^{и} = 0,\ \sum \vec{M}_O(\vec{F}_k^e) + \vec{M}_O^{и} = 0,$$

где $\vec{F}_k^e$ –внешние силы, действующие на систему; $\vec{R}^{и}$ – главный вектор сил инерции; $\vec{M}_O(\vec{F}_k^e)$, $\vec{M}_O^{и}$ – моменты внешних сил и главный момент сил инерции относительно произвольного центра *O*.

Примеры решения задач на применение принципа Даламбера

Задача 63. Груз 1 массы m_1 = 10 кг спускается вниз по наклонной грани клина, образующей угол 60º с горизонтом, и посредством нити, переброшенной через блок 2, укреплённый в верхней точке клина, приводит в движение груз 3 массы m_3 = 5 кг (рис. 6.4). Клин *ABC* массы m_4 = 15 кг стоит гранью *AC* на горизонтальной гладкой поверхности и упирается в выступ *E*.

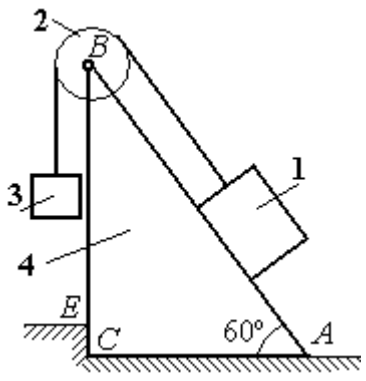


Рис. 6.4. Клин с грузами

Найти давление клина на выступ. Массой блока 2 и нити пренебречь.

Решение

Выберем систему, состоящую из клина *ABC*, блока 2, грузов 1 и 3 и нити, соединяющей грузы. Внешние силы, действующие на систему, – силы тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_3$ и $\vec{P}_4$ грузов 1, 3 и клина 4, горизонтальная реакция $\vec{R}_x$ упора клина в вы-

ступ и вертикальная реакция $\vec{R}_y$ опоры на горизонтальную поверхность. Реакция нити, реакция опоры груза 1 на наклонную поверхность клина и реакция шарнира *B* блока 2 для данной системы являются внутренними.

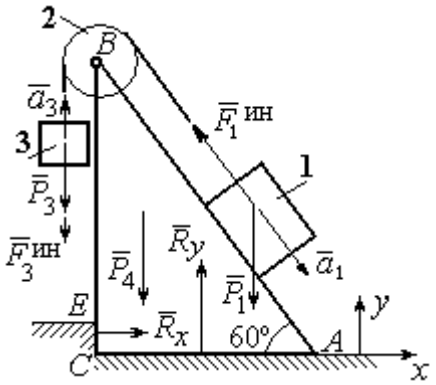


Рис. 6.5. Внешние силы и силы инерции, действующие на систему

Допустим, груз 1 движется вниз, груз 3 – вверх. Приложим силы инерции. Направления ускорений грузов и сил инерции показаны на рис. 6.5.

В соответствии с принципом Даламбера, полученная система сил находится в равновесии. Условие равновесия: $\sum \vec{F}_k^e + \vec{F}_1^{ин} + \vec{F}_3^{ин} = 0$.

Выберем оси *xy,* как показано на рис. 6.5, и спроектируем векторное равенство на ось *x*. Получим: $R_x - F_1^{ин}\cos 60^\circ = 0$, где модуль силы инерции $F_1^{ин} = m_1 a_1$.

Найдём ускорение груза 1. С этой целью рассмотрим отдельно движение грузов 1 и 3 (рис. 6.6 *a*, *b*).

Рассматривая груз 1 как отдельную систему, изобразим внешние силы: силу тяжести $\vec{P}_1$, реакцию нити $\vec{T}'$ и реакцию опоры $\vec{N}$ (см. рис. 6.6, *b*). Присоединим силу инерции $\vec{F}_1^{ин}$ и составим уравнение равновесия полученной системы сил в проекции на ось *x*, расположенную вдоль наклонной грани клина: $P_1 \sin 60^\circ - T' - F_1^{ин} = 0$, где $F_1^{ин} = m_1 a_1$.

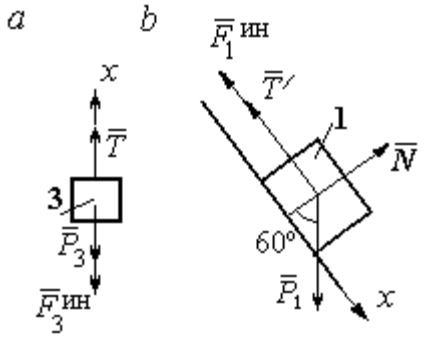


Рис. 6.6. Равновесие грузов

Для груза 3 внешними силами будут сила тяжести $\vec{P}_3$ и реакция нити $\vec{T}$. Присоединим к грузу 3 силу инерции $\vec{F}_3^{ин}$ (см. рис. 6.6, *a*) и составим уравне-

ние равновесия системы сил в проекции на ось *x*, выбранную по направлению движения груза 3: $T - P_3 - F_3^{\text{ин}} = 0$, где модуль силы инерции $F_3^{\text{ин}} = m_3 a_3$.

Решая полученную систему с учётом, что модули реакций нити и модули ускорений грузов равны: $T = T'$ и $a_1 = a_3$, находим ускорение грузов. Получим: $a_1 = a_3 = \dfrac{(m_1 \sin 60^\circ - m_3)g}{m_1 + m_3}$. Тогда давление клина на уступ:

$$R_x = F_1^{\text{ин}} \cos 60^\circ = m_1 g \frac{(m_1 \sin 60^\circ - m_3)}{(m_1 + m_3)} \cos 60^\circ .$$

Подставляя данные из условия задачи, найдём R_x = 11,97 Н.

Задача 64. Для подъёма грузов используется лебёдка со ступенчатым воротом, изображённая на рис. 6.7. Радиусы большой и малой ступенек барабана ворота r_1 и r_2, радиус инерции барабана относительно оси вращения i_3. Лебёдка установлена на горизонтальной балке *AB*, которая закреплена в точке *A* на неподвижном цилиндрическом шарнире и опирается на каток в точке *B*. Груз 1 поднимается на верёвке, навитой на большую ступеньку ворота. На малой ступеньке барабана ворота закреплена другая верёвка, удерживающая противовес 2. К барабану лебёдки приложен постоянный вращающий момент $M_{\text{вр}}$.

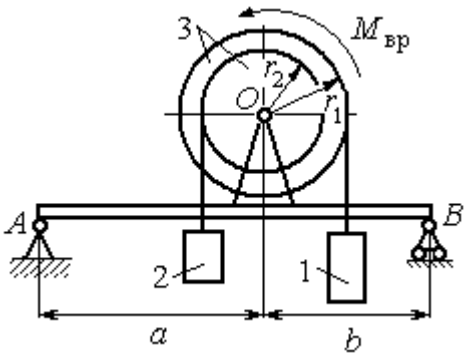


Рис. 6.7. Лебёдка на балке

Найти реакции опор балки во время движения груза, если радиусы ступенек барабана r_1 = 0,8 м, r_2 = 0,2 м, радиус инерции барабана относительно оси вращения i_3 =0,6 м, масса груза 1 m_1 = 100 кг, противовеса 2 m_2 =30 кг, масса барабана m_1 = 50 кг, величина вращающего момента $M_{\text{вр}}$ = 1050 Н·м, расстояния от крайних точек балки *A* и *B* до линии вертикального диаметра барабана *a* = 2 м, *b* = 1 м.

Решение

Выберем систему, включающую только барабан 3, грузы 1 и 2 и нити, связывающие грузы с барабаном (рис. 6.8). Внешние силы, действующие на эту систему, – пара сил, создающая вращающий момент $M_{\text{вр}}$, силы тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$ грузов 1, 2 и барабана 3 и реакция $\vec{R}_O$ опоры барабана на шарнир в точке O. Натяжения нитей для данной системы являются внутренними и на рис. 6.8 не показаны.

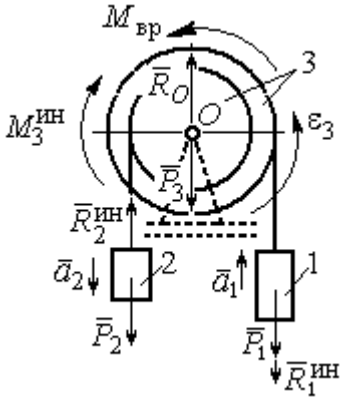


Рис. 6.8. Расчётная схема равновесия барабана

Приложим силы инерции. Направления главных векторов сил инерции $\vec{R}_1^{\text{ин}}$, $\vec{R}_2^{\text{ин}}$ и момента сил инерции $M_3^{\text{ин}}$ показаны на рис. 6.8.

Согласно принципу Даламбера, полученная система внешних сил и сил инерции является уравновешенной. Составим уравнения равновесия:

$$R_O + R_2^{\text{ин}} - P_2 - P_3 - P_1 - R_1^{\text{ин}} = 0;\ \ M_{\text{вр}} - M_3^{\text{ин}} - R_2^{\text{ин}} r_2 + P_2 r_2 - P_1 r_1 - R_1^{\text{ин}} r_1 = 0,$$

где $R_1^{\text{ин}} = m_1 a_1$, $R_2^{\text{ин}} = m_2 a_2$, $M_3^{\text{ин}} = J_{3O}\varepsilon_3$, $J_{3O} = m_3 i_3^2$.

Из второго уравнения с учётом кинематических соотношений: $\varepsilon_3 = \dfrac{a_1}{r_1}$ и $a_2 = \dfrac{r_2}{r_1} a_1$, найдём ускорение груза 1: $a_1 = \dfrac{r_1(M_{\text{вр}} + P_2 r_2 - P_1 r_1)}{m_3 i_3^2 + m_2 r_2^2 + m_1 r_1^2}$. Подставляя данные задачи, получим a_1 = 3,49 м/с^2.

Вычислим модули сил инерции $R_1^{\text{ин}} = m_1 a_1$=349 Н; $R_2^{\text{ин}} = m_2 a_2$ = 26,17 Н.

Подставляя модули сил инерции в первое уравнение условий равновесия, найдём реакцию опоры барабана на шарнир O:

$$R_O = -R_2^{\text{ин}} + P_2 + P_3 + P_1 + R_1^{\text{ин}} = 2088{,}63 \text{ Н}.$$

Для определения реакций опор балки AB выберем объектом равновесия саму балку (рис. 6.9). На балку действуют сила $\vec{R}'_O$ давления со стороны шарнира O, реакция шарнира в точке A (на рис. 6.9 разложенная на составляющие $\vec{R}_{Ax}$, $\vec{R}_{Ay}$) и реакция $\vec{R}_{By}$ опоры балки на шарнир в точке B. Составим уравнения равновесия балки:

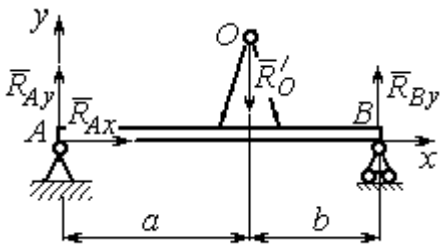


Рис. 6.9. Равновесие балки

$$\sum F_x = R_{Ax} = 0,\ \sum F_y = R_{Ay} - R'_O + R_{By} = 0,$$

$$\sum M_A(F) = R_{By}(a+b) - R'_O a = 0.$$

Решая систему с учётом того, что модули сил $\vec{R}'_O$ и $\vec{R}_O$ равны, найдём реакции опор балки: $R_{By} = R_O \dfrac{a}{a+b} = 1392{,}42$ Н; $R_{Ay} = R_O - R_{By} = 696{,}21$ Н.

Для сравнения реакции опор балки при неподвижном барабане $R_{By} = 1419{,}18$ Н, $R_{Ay} = 346{,}62$ Н.

Упражнение

Упражнение 6.1. Груз 1 соединён с грузом 2 нерастяжимой нитью, переброшенной через неподвижный блок (рис. 6.10). Опускаясь вниз, груз 2 перемещает груз 1 по горизонтальной поверхности призмы 3 без трения. Призма стоит на горизонтальной гладкой поверхности и упирается левым краем в выступ. Определить силу давления призмы на пол, если массы грузов 1, 2 и призмы 3 одинаковы и равны m. Массой нити и блока пренебречь.

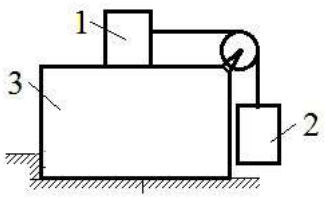


Рис. 6.10. Схема движения грузов в системе

6.2. Принцип возможных перемещений

Возможными перемещениями механической системы называют любую совокупность элементарных (бесконечно малых) перемещений точек системы из занимаемого в данный момент времени положения, которые допускаются всеми наложенными на систему связями.

Идеальными связями в механической системе называют такие связи, для которых сумма элементарных работ их реакций на любом возможном перемещении равна нулю.

Принцип возможных перемещений.

Если все приложенные к точкам системы внешние и внутренние силы разделить на **активные силы** и **реакции связей**, то для равновесия механической системы с идеальными связями необходимо и достаточно, чтобы сумма элементарных работ всех активных сил была равна нулю на любом возможном перемещении системы: $\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) = 0$.

Примеры решения задач на применение принципа возможных перемещений

Задача 65. В талевом механизме барабан 1 состоит из двух соосных жестко связанных валов (рис. 6.11). При поднятии груза верхний трос барабана 1 наматывается на вал большего радиуса R_1, нижний – сматывается с вала меньшего радиуса r_1.

Какой вращающий момент M, постоянный по величине, нужно приложить к барабану, чтобы уравновесить груз весом P, прикреплённый в центре блока 4. Массами блоков и троса пренебречь.

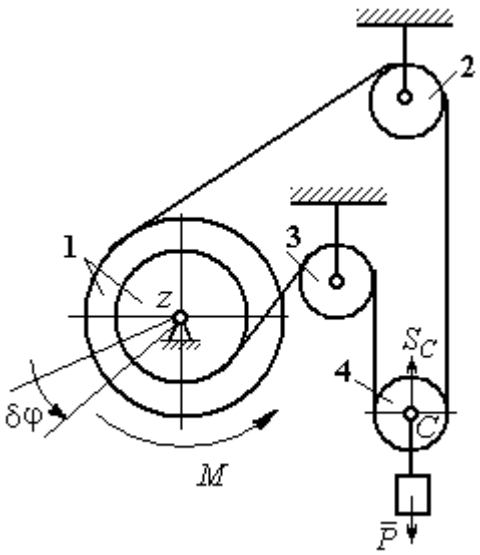


Рис. 6.11. Уравновешивание талевого механизма

Решение

Активными силами в системе являются сила тяжести груза $\vec{P}$ и уравновешивающий момент M. По принципу возможных перемещений для равновесия системы необходимо и достаточно выполнения условия:

$$\delta A(M) + \delta A(\vec{P}) = 0, \text{ или } M\delta\varphi_1 - P\delta S_C = 0.$$

где $\delta\varphi_1$ и δS_C – возможные перемещения барабана и груза.

Найдём связь между перемещениями $\delta\varphi_1$ и δS_C. Предположим, в механизме осуществляется подъём груза. На рис. 6.12 показано построение мгновенного центра скоростей блока 4 – точки *K*. Здесь скорость точки *A* блока 4 (рис. 6.12) равна скорости точек обода малого вала барабана 1, а скорость точки *B* – скорости точек обода большого вала. Составим пропорцию $\frac{V_B}{V_A}=\frac{BK}{AK}=\frac{r_4+CK}{r_4-CK}$, где r_4 – радиус блока 4 (см. рис.6.12). Подставляя выражения для скоростей точек *A* и *B* $V_A=\omega_1 r_1$, $V_B=\omega_1 R_1$, найдём расстояние: $CK=\frac{(R_1-r_1)r_4}{R_1+r_1}$.

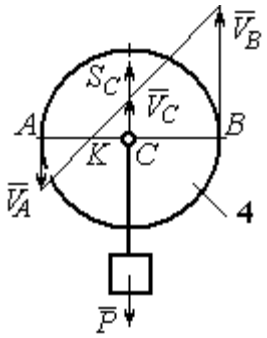


Рис. 6.12. Распределение скоростей точек блока 4

Угловая скорость блока 4 $\omega_4=\frac{V_B}{r_4+CK}=\frac{\omega_1(R_1+r_1)}{2r_4}$. Скорость его центра: $V_C=\omega_4\cdot CK=\frac{\omega_1(R_1-r_1)}{2}$. Выразим соотношение между скоростью точки *C* и угловой скоростью барабана 1 в дифференциальной форме: $dS_C=d\varphi_1\frac{(R_1-r_1)}{2}$. Поскольку действительное перемещение является одним из возможных (т. е. $ds=\delta s$, $d\varphi=\delta\varphi$), получим связь между возможными перемещениями барабана 1 и груза: $\delta S_C=\frac{\delta\varphi_1(R_1-r_1)}{2}$.

Подставляя найденное соотношение в уравнение принципа возможных перемещений, представим его в окончательном виде: $M\delta\varphi_1-P\frac{\delta\varphi_1(R_1-r_1)}{2}=0$, откуда найдём значение уравновешивающего момента: $M=\frac{P(R_1-r_1)}{2}$.

Задача 66. Брус 1 весом $P_1 = P$ лежит на цилиндрическом катке 2 и на блоке 3 одинаковых радиусов r, и одинакового веса $P_2 = P_3 = 2P$ (рис. 6.13). Каток 2 катится без проскальзывания по наклонной плоскости с углом наклона 30º к горизонту. Блок 3 вращается вокруг неподвижной оси z и к нему приложена пара сил с моментом $M = Pr$. Каток и блок расположены так, что брус 1 параллелен наклонной плоскости.

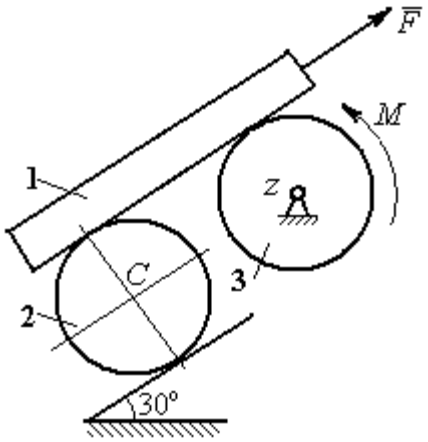


Рис. 6.13. Равновесие механической системы

Какую силу F, параллельную наклонной плоскости, нужно приложить к брусу 1, чтобы удержать его в равновесии. Скольжение между брусом и катком, брусом и блоком отсутствует.

Решение

Рассмотрим механизм, состоящий из бруса 1, катка 2 и блока 3. Активными силами, действующими на механизм, являются силы тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$ и $\vec{P}_3$ бруса, катка и блока, пара сил с моментом M, приложенная к блоку 3, и сила $\vec{F}$, приложенная к брусу. Связи в механизме идеальные, так как работа реакции $\vec{N}_2$ опоры катка 2 на плоскость, работа силы $\vec{F}_{сц}$ сцепления катка с плоскостью и работа реакции шарнира блока 3 при любом перемещении системы равны нулю. Направления векторов сил в системе показаны на рис. 6.14.

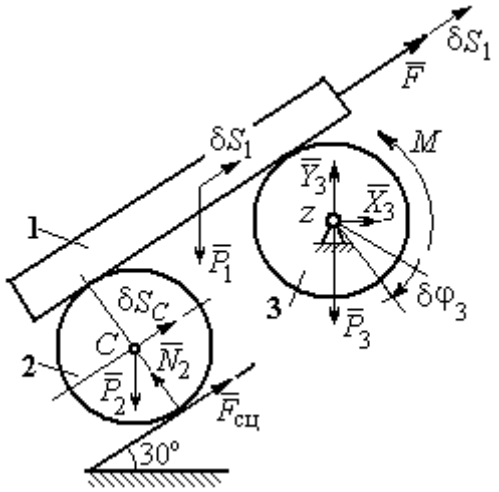


Рис. 6.14. Расчётная схема применения принципа возможных перемещений

Придадим системе возможное перемещение, сдвинув брус 1 на расстояние δS_1 вдоль линии действия силы $\vec{F}$, вверх по наклонной плоскости. Тогда

центр катка 2 переместится на расстояние δS_C, а блок 3 повернётся на элементарный угол $\delta\varphi_3$ (см. рис. 6.14).

Для определения условий равновесия применим к системе принцип возможных перемещений. Получим уравнение:

$$-P_1\delta S_1\cos 60^\circ - P_2\delta S_C\cos 60^\circ - M\delta\varphi_3 + F\delta S_1 = 0.$$

Выразим все перемещения через перемещение бруса δS_1. Допустим, скорость бруса равна V_1. Тогда $V_C = \frac{V_1}{2}$, и, следовательно, $\delta S_C = \frac{\delta S_1}{2}$.

Угловая скорость блока 3 $\omega_3 = \frac{V_1}{r}$, отсюда $\delta\varphi_3 = \frac{\delta S_1}{r}$.

Подставляя найденные соотношения в уравнение принципа возможных перемещений с учётом данных задачи, находим $F = 2P$.

Задача 67. Уравновешивание роликового катка 3 с противовесом 1 осуществляется с помощью пары сил с моментом *M*, приложенных к блоку 2. Каток состоит из двух соосных жестко связанных дисков (рис. 6.15) радиусов *r* и *R* = 2*r* с общей массой 3*m*. Масса груза 1 равна *m*. При движении каток катится без скольжения по вертикальной поверхности, касаясь её диском меньшего радиуса. Вертикальная пружина с закреплённым верхним концом своим нижним концом удерживает каток за центр масс. Жесткость пружины $c = mg / r$.

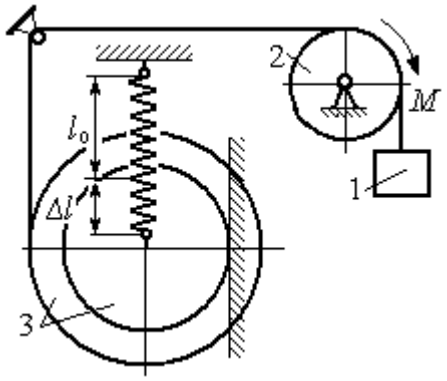


Рис. 6.15. Уравновешивание роликового катка

Какой величины уравновешивающий момент *M* приложен к блоку 2, если при равновесии катка пружина растянулась относительно недеформированного состояния на величину $\Delta l = r$.

Решение

Рассмотрим механическую систему, состоящую из груза 1, блока 2 и катка 3. Активными силами, действующими на механизм, являются силы тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$ и $\vec{P}_3$ – груза, блока и катка, пара сил с моментом M, приложенная к блоку 2, и сила $\vec{F}_{\text{упр}}$ упругости пружины, приложенная к центру катка. Реакциями связей в механизме являются: сила $\vec{F}_{\text{сц}}$ сцепления катка с плоскостью и реакция $\vec{R}_2$ шарнира блока 2. Реакция $\vec{N}_2$ опоры катка 2 на вертикальную плоскость равна нулю (на рис. 6.16 не показана).

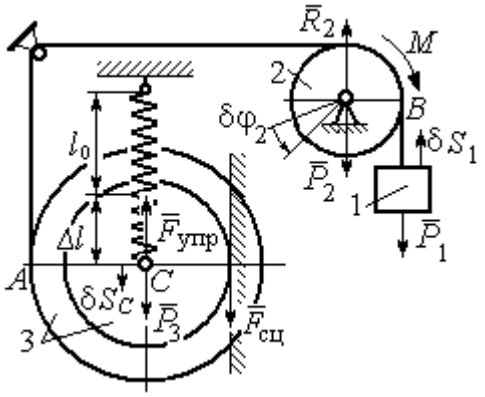


Рис. 6.16. Расчётная схема уравновешивания ролика

Допустим, система находится в равновесии. Дадим центру катка возможное перемещение δS_C, направленное вертикально вниз. При этом блок 2 повернётся на угол $\delta\varphi_2$, а груз 1 получит бесконечно малое перемещение δS_1. Направления возможных перемещений показаны на рис. 6.16.

Составим уравнение принципа возможных перемещений:

$$P_3\delta S_C - F_{\text{упр}}\delta S_C + M\delta\varphi_2 - P_1\delta S_1 = 0,$$

где сила упругости в положении равновесия системы $F_{\text{упр}} = c\Delta l$.

Выразим перемещения $\delta\varphi_2$, δS_1 блока 2 и груза 1 через перемещение центра катка δS_C. Предположим, при возможном перемещении скорость центра масс катка равна V_C. Скорость груза 1 равна скорости точки A на ободе большого диска катка: $V_1 = V_A = \dfrac{R+r}{r}V_C$. Здесь учтено, что точка касания катка

с вертикальной поверхностью является его мгновенным центром скоростей. Угловая скорость блока 2 $\omega_2 = \dfrac{V_A}{r} = \dfrac{R+r}{r^2} V_C$.

Представляя кинематические соотношения в дифференциальном виде, получим необходимые связи между возможными перемещениями:

$$\delta S_1 = \frac{R+r}{r}\delta S_C = 3\delta S_C; \quad \delta\varphi_2 = \frac{R+r}{r^2}\delta S_C = \frac{3\delta S_C}{r}.$$

Окончательно уравнение принципа возможных перемещений выражается в виде: $P_3\delta S_C - c\Delta l\delta S_C + M\dfrac{3\delta S_C}{r} - P_1 3\delta S_C = 0$. Величина уравновешивающего момента $M = \dfrac{1}{3}mgr$.

Упражнения

Упражнение 6.2. Штамповка деталей осуществляется при помощи рычажного пресса (рис. 6.17). Найти соотношение между силой F, приложенной к внешнему рычагу, и силой Q, сжимающей деталь A вдоль центральной оси.

Длины рычагов a, b, c, d показаны на рис. 6.17.

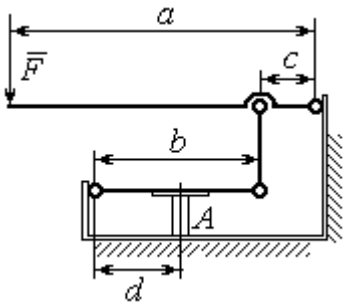


Рис. 6.17. Рычажный пресс

Упражнение 6.3. Конструкция состоит из двух валов, находящихся во внешнем зацеплении, и двух грузов, удерживающихся нитями, намотанными валы (рис. 6.18).

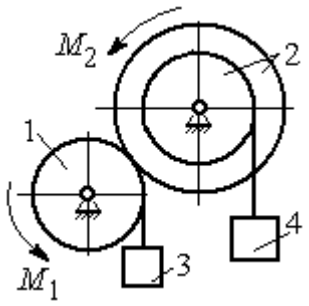


Рис. 6.18. Схема уравновешивания валов

Радиус вала 1 $R_1 = r$. Вал 2 состоит из двух барабанов, жестко скреплённых на одной оси. Радиусы барабанов: $R_2 = 3r$, $r_2 = r$.

Найти величину уравновешивающего момента M_2, приложенного к валу 2, если к валу 1 приложена пара сил с моментом $M_1 = 2Pr$, а грузы 3 и 4 одинакового веса P.

6.3. Общее уравнение динамики

При движении механической системы с идеальными связями в каждый момент времени сумма элементарных работ активных сил и сил инерции на любом возможном перемещении равна нулю:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = 0,$$

где $\delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}})$, $\delta A(\vec{R}_k^{\text{и}})$ – элементарные работы активных сил и сил инерции, приложенных к точкам системы на её возможном перемещении.

При вычислении элементарных работ активных сил и сил инерции используют обычные формулы для вычисления работы сил на элементарном перемещении точек их приложения.

Примеры решения задач на применение общего уравнения динамики

Задача 68. Механическая система включает груз 1, ступенчатый диск 2 (каток), катящийся ступенькой по неподвижному рельсу, и однородный диск 3 (блок), вращающийся вокруг неподвижной оси, соединённых нерастяжимыми нитями (рис. 6.19). Качение ступенчатого диска происходит без скольжения. К грузу 1 приложена сила $\vec{F}$ под углом 30° к горизонтальному направлению движения груза. К блоку 3 приложена пара сил с моментом M. Найти закон движения центра масс катка 2 и реакцию шарнира блока 3 в момент времени t = 1 с, если P_1= 10 Н; P_2 = 20 Н; P_3 = 15 Н; $F = 5(t+1)$ Н; $M = 3(1+2t)$ Н·м; R_2 = 0,8 м; r_2 = 0,2 м; R_3 = 0,4 м; момент инерции катка 2 относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения, i_{2C} = 0,6 м.

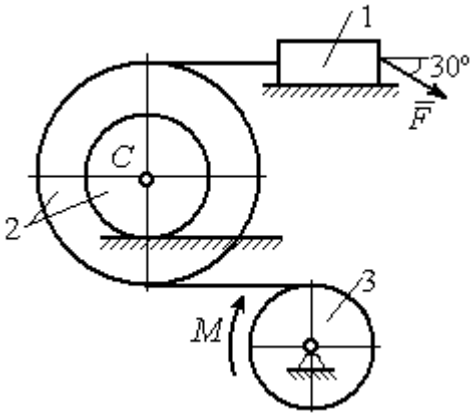


Рис. 6.19. Схема движения механической системы

Решение

В рассматриваемой механической системе активными силами являются силы тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$, сила $\vec{F}$ и пара сил с моментом M (рис. 6.20).

Реакциями связей являются нормальные реакции опор: $\vec{N}_1$, $\vec{N}_2$, сила сцепления катка 2 с неподвижной поверхностью $\vec{F}_{сц}$ и реакция шарнира O блока 3 (на рис. 6.20 реакция показана в виде разложения на составляющие $\vec{X}_3$, $\vec{Y}_3$). Связи идеальные, так как скольжение груза 1 происходит по гладкой поверхности, качение диска 2 без проскальзывания, а ось вращения блока 3 неподвижна.

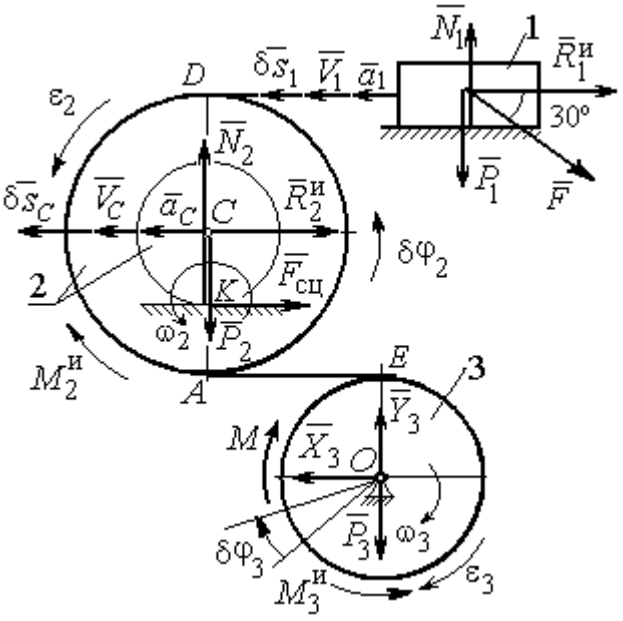


Рис. 6.20. Расчётная схема исследования движения механической системы

Предположим, система движется так, что блок 3 вращается с угловой скоростью ω_3 и угловым ускорением ε_3 в направлении поворота, создаваемого моментом M. Соответствующие направления скорости $\vec{V}_C$ и ускорения $\vec{a}_C$ центра масс катка 2, его угловой скорости ω_2 и ускорения ε_2, а также направление скорости $\vec{V}_1$ и ускорения $\vec{a}_1$ груза 1 показаны на рис. 6.20.

Присоединим к телам системы силы инерции. Главные векторы $\vec{R}_1^{и}$, $\vec{R}_2^{и}$ сил инерции груза 1 и катка 2 приложены в центрах масс груза и катка и направлены в сторону, противоположную ускорениям $\vec{a}_1$ и $\vec{a}_C$. Главные моменты $\vec{M}_2^{и}$, $\vec{M}_3^{и}$ сил инерции катка 2 и блока 3 направлены в сторону, противоположную угловым ускорениям ε_2 и ε_3.

Главные векторы и главные моменты сил инерции показаны на рис. 6.20.

Для механической системы с идеальными связями общее уравнение динамики имеет вид:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = 0 .$$

Угловая скорость катка 2 $\omega_2 = \dfrac{V_C}{CK} = \dfrac{V_C}{r_2}$. Здесь учтено, что в точке K находится мгновенный центр скоростей катка (см. рис. 6.20). Скорость точки E блока 3 равна скорости точки A катка 2 (см. рис. 6.20):

$$V_E = V_A = \omega_2 \cdot AK = \omega_2 (R_2 - r_2) = V_C \frac{R_2 - r_2}{r_2} .$$

Угловая скорость блока 3 $\omega_3 = \dfrac{V_E}{R_3} = V_C \dfrac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2}$.

Скорость груза 1 равна скорости точки D катка 2:

$$V_1 = V_D = \omega_2 \cdot DK = \omega_2 (R_2 + r_2) = V_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2} .$$

Соотношения между ускорениями определяются путем дифференцирования установленных кинематических равенств:

$$a_1 = a_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2}, \quad \varepsilon_2 = \frac{a_C}{r_2}, \quad \varepsilon_3 = a_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2} .$$

Если выразить скоростные кинематические соотношения в дифференциальном виде, то, полагая действительное перемещение возможным (т. е. $ds = \delta s$, $d\varphi = \delta\varphi$), получим соотношения между перемещениями:

$$\delta s_1 = \delta s_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2}, \ \delta\varphi_2 = \frac{\delta s_C}{r_2}, \ \delta\varphi_3 = \delta s_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2} .$$

Найдем элементарные работы активных сил.

Работы сил тяжести груза 1 и катка 2 равны нулю, так как перемещения точек приложения сил перпендикулярны векторам сил.

Работа силы тяжести блока 3 также равна нулю, поскольку точка прило-

жения силы тяжести блока 3 не перемещается:

$$\delta A(\vec{P}_1) = P_1 \delta s_1 \cos 90^\circ = 0;\ \ \delta A(\vec{P}_2) = P_2 \delta s_C \cos 90^\circ = 0;\ \delta A(\vec{P}_3) = 0.$$

Работу совершают только пара сил с моментом M и сила $\vec{F}$:

$$\delta A(\vec{M}) = M\delta\varphi_3 = M\delta s_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2};$$

$$\delta A(\vec{F}) = F\delta s_1 \cos 150^\circ = -F\delta s_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2}\cos 30^\circ.$$

В результате сумма элементарных работ активных сил:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) = \delta A(\vec{M}) + \delta A(\vec{F}) =$$

$$= M\delta s_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2} - F\delta s_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2}\cos 30^\circ = (0{,}85 + 23{,}35t)\delta s_C.$$

Определим модули главных векторов и главных моментов сил инерции:

$$R_1^{\text{и}} = m_1 a_1 = \frac{P_1}{g}\frac{(R_2 + r_2)}{r_2} a_C,\ \ R_2^{\text{и}} = m_2 a_C = \frac{P_2 a_C}{g};$$

$$M_2^{\text{и}} = J_{2C}\varepsilon_2 = \frac{P_2}{g} i_{2C}^2 \frac{a_C}{r_2};$$

$$M_3^{\text{и}} = J_{3O}\varepsilon_3 = \frac{P_3 R_3}{2g}\frac{(R_2 - r_2)}{r_2} a_C,$$

где J_{2C} – момент инерции катка 2 относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости движения, $J_{2C} = m_2 i_{2C}^2$; i_{2C} – радиус инерции катка; J_{3O} – осевой момент инерции блока 3, $J_{3O} = \frac{m_3 R_3^2}{2}$.

Найдем элементарные работы сил инерции:

$$\delta A(\vec{R}_1^{\text{и}}) = -R_1^{\text{и}}\delta s_1 = -\frac{P_1 (R_2 + r_2)^2 a_C}{g r_2^2}\delta s_C;$$

$$\delta A(\vec{R}_2^{\text{и}}) = -R_2^{\text{и}}\delta s_C = -\frac{P_2 a_C}{g}\delta s_C;$$

$$\delta A(\vec{M}_2^{\text{и}}) = -M_2^{\text{и}}\delta\varphi_2 = -\frac{P_2 i_2^2 a_C}{g r_2^2}\delta s_C;$$

$$\delta A(\vec{M}_3^{\text{и}}) = -M_3^{\text{и}}\delta\varphi_3 = -\frac{P_3(R_2 - r_2)^2 a_C}{2 g r_2^2}\delta s_C.$$

Сумма элементарных работ сил инерции:

$$\sum\delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = -\frac{P_1(R_2 + r_2)^2 a_C}{g r_2^2}\delta s_C - \frac{P_2 a_C}{g}\delta s_C - \frac{P_2 i_2^2 a_C}{g r_2^2}\delta s_C -$$

$$-\frac{P_3(R_2 - r_2)^2 a_C}{2 g r_2^2}\delta s_C = -52{,}75\, a_C \delta s_C, \text{ где } g = 9{,}81 \text{ м/с}^2.$$

С учетом проделанных вычислений общее уравнение динамики принимает вид: $\sum\delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum\delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = (0{,}85 + 23{,}35t)\delta s_C - 52{,}75\, a_C \delta s_C = 0$, откуда найдём ускорение центра масс катка 2 как функцию времени:

$$a_C(t) = 0{,}02 + 0{,}45t.$$

Представляя ускорение a_C в виде второй производной координаты движения центра масс $a_C = \ddot{s}_C$, получим дифференциальное уравнение $\ddot{s}_C = 0{,}02 + 0{,}45t$. Дважды проинтегрировав это уравнение с нулевыми начальными условиями, найдём закон движения центра масс:

$$s_C = 0{,}01t^2 + 0{,}075t^3.$$

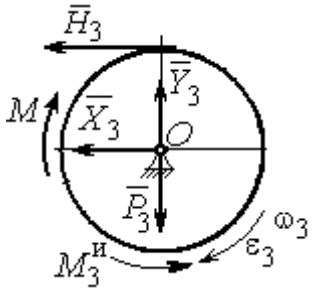


Рис. 6.21. Вращение блока 3

Рассмотрим вращательное движение блока 3, освободив его от связей. На блок действуют сила тяжести $\vec{P}_3$, реакция подшипника, разложенная на составляющие $\vec{X}_3$, $\vec{Y}_3$, пара сил с моментом M и реакция нити $\vec{H}_3$ (рис. 6.21). Присоединим к блоку 3 силы инерции. При вращательном движении блока вокруг оси, проходящей через центр масс, главный вектор сил инерции равен ну-

лю. Главный момент сил инерции $M_3^{\text{и}}$ направлен в сторону, противоположную угловому ускорению блока 3.

По принципу Даламбера система сил, приложенных к блоку 3, включая силы инерции, находится в равновесии. Составим уравнение равновесия в виде равенства нулю суммарного момента всех сил относительно оси вращения: $M - H_3 R_3 - M_3^{\text{и}} = 0$, откуда найдём реакцию нити: $H_3 = \dfrac{M}{R_3} - \dfrac{M_3^{\text{и}}}{R_3}$. Подставляя в уравнение величину модуля главного момента сил инерции блока 3 $M_3^{\text{и}}(1) = 0{,}7$ Н·м и значение момента, приложенного к блоку 3, в момент времени $t = 1$ с, $M(1) = 9$ Н·м найдём реакцию нити $H_3(1) = 20{,}75$ Н.

Уравнения равновесия, составленные в виде проекций сил на вертикальную и горизонтальную оси (см. рис. 6.21), имеют вид:

$$X_3 + H_3 = 0,\ Y_3 - P_3 = 0.$$

Составляющие реакции шарнира блока 3 в момент времени $t = 1$ с: $X_3 = -20{,}75$ Н, $Y_3 = 15$ Н. Полная реакция шарнира $R_3 = \sqrt{X_3^2 + Y_3^2} = 25{,}6$ Н.

Задача 69. Груз 2 весом P_2, поднимаемый лебёдкой (рис. 6 22), подвешен в центре подвижного блока 3 весом P_3. Нерастяжимая нить одним концом прицеплена к грузу 1 весом P_1, лежащему на наклонной плоскости. Другой конец, переброшенный через невесомый блок B, охватывает снизу подвижный блок 3 радиуса r и закреплён в вертикальном положении. К грузу 1 приложена сила $\vec{F}$, направленная вдоль наклонной плоскости.

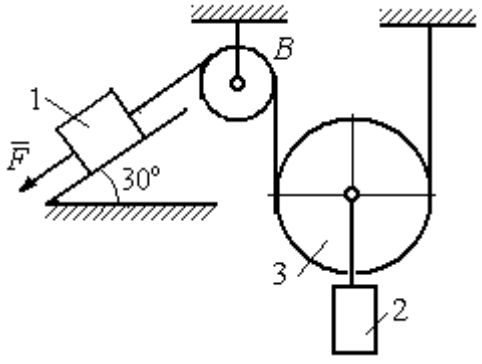


Рис. 6.22. Схема подъёмного устройства

Найти закон движения поднимаемого груза, если $P_1 = P_3 = P$, $P_2 = 3P$, $F = 2P$ и движение началось из состояния покоя.

Решение

Применим к решению задачи общее уравнение динамики. В данной механической системе активными силами являются силы тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$ и сила $\vec{F}$ (рис. 6.23). Реакциями связей являются реакция шарнира блока *B* и реакция опоры груза 1 (на рис. 6.23 не показаны). Связи идеальные, так как работа реакций связей равна нулю.

Предположим, груз 1 спускается вниз по наклонной плоскости с ускорением a_1. Приложим к телам системы силы инерции. Главные вектора сил инерции $\vec{R}_1^{\text{ин}}$ и $\vec{R}_2^{\text{ин}}$ грузов 1 и 2, движущихся поступательно, приложены в центрах масс грузов и направлены противоположно векторам ускорений тел. Главный вектор $\vec{R}_3^{\text{ин}}$ сил инерции блока 3 приложен в центре масс блока 3 и направлен противоположно вектору ускорения его центра масс. Главный момент сил инерции $M_3^{\text{ин}}$ относительно оси, проходящей через центр масс блока 3 перпендикулярно плоскости движения, направлен в сторону, противоположную направлению углового ускорения блока 3, совпадающего с направлением углового движения. Направления главных векторов и главного момента сил инерции тел показаны на рис. 6.23.

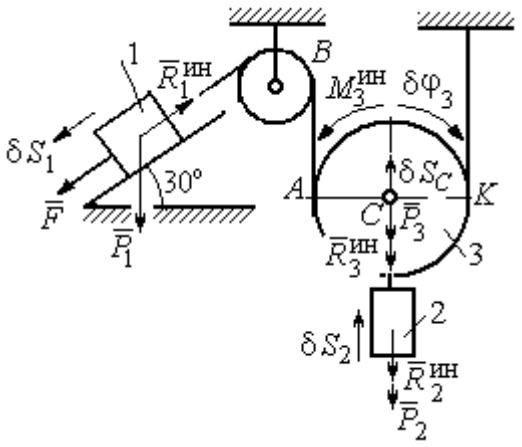


Рис.6.23. Активные силы и силы инерции, приложенные к системе

Дадим системе возможное перемещение, при котором груз 1 спустился вниз по наклонной плоскости на расстояние δS_1. В соответствии с приложенными в системе связями центр масс подвижного блока 2 и груз 2 переместились вверх на высоту δS_C, а сам блок повернулся на угол $\delta\varphi_3$ (см. рис. 6.23).

Составим общее уравнение динамики $\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = 0$. Получим

$$F\delta S_1 + P_1 \delta S_1 \cos 60° - P_2 \delta S_2 - P_3 \delta S_C -$$

$$- R_1^{\text{ин}} \delta S_1 - R_2^{\text{ин}} \delta S_C - R_3^{\text{ин}} \delta S_C - M_3^{\text{ин}} \delta \varphi_3 = 0,$$

где модули сил инерции $R_1^{\text{ин}} = m_1 a_1$, $R_2^{\text{ин}} = m_2 a_2$, $R_3^{\text{ин}} = m_3 a_C$, $M_3^{\text{ин}} = \dfrac{m_3 r^2}{2} \varepsilon_3$.

Выразим перемещение δS_2 и ускорение a_2 груза 2, а также поворот $\delta \varphi_3$ и угловое ускорение ε_3 подвижного блока 3 через перемещение δS_1 и ускорение a_1 груза 1.

Угловая скорость блока 3 $\omega_3 = \dfrac{V_A}{AK} = \dfrac{V_1}{2r}$. Здесь учтено, что точка K блока 3 является его мгновенным центром скоростей. Тогда, элементарный поворот блока $\delta \varphi_3 = \dfrac{\delta S_1}{2r}$, а его угловое ускорение $\varepsilon_3 = \dfrac{a_1}{2r}$.

Скорость центра масс блока 3 и скорость груза 2: $V_2 = V_C = \dfrac{V_1}{2}$. Из этого равенства следует, что: $\delta S_2 = \delta S_C = \dfrac{\delta S_1}{2}$, $a_2 = a_C = \dfrac{a_1}{2}$.

Подставляя найденные соотношения в общее уравнение динамики с учётом данных задачи, окончательно получим уравнение: $\dfrac{1}{2} P \delta S_1 = \dfrac{17}{8g} P a_1 \delta S_1$. Отсюда $a_1 = \dfrac{4}{17} g = 0{,}23g$. Ускорение груза 2, $a_2 = \dfrac{a_1}{2} = 0{,}12g$.

Представим ускорение груза 2 в виде второй производной координаты его движения. Получим дифференциальное уравнение: $\ddot{S}_2 = 0{,}12g$. Дважды проинтегрировав его с нулевыми начальными условиями, найдём закон движения груза: $S_2 = 0{,}06gt^2$.

Задача 70. Грузы 1 и 2 весом $P_1 = 20$ Н и $P_2 = 30$ Н привязаны к нерастяжимой нити. Нить переброшена через неподвижные блоки B и D и охватывает снизу подвижный блок 3 весом $P_3 = 40$ Н (рис. 6.24). Определить ускорения грузов 1 и 2 и центра масс блока 3. Весом неподвижных блоков B и D пренебречь.

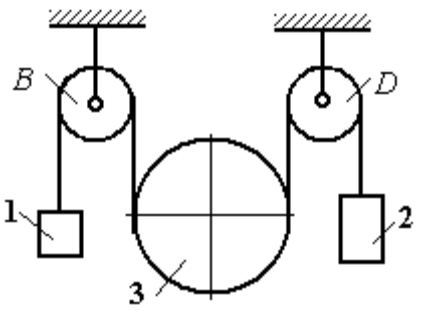


Рис. 6.24. Механическая система с двумя степенями свободы

Решение

В данной механической системе активными силами являются силы тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$ (рис. 6.25), а реакциями связей – реакции шарниров блоков B и D. Связи идеальные, так как оси вращения блоков B и D неподвижны.

Применим к решению задачи общее уравнение динамики. Система имеет две степени свободы. В этом случае общее уравнение динамики необходимо составлять для каждого из независимых перемещений.

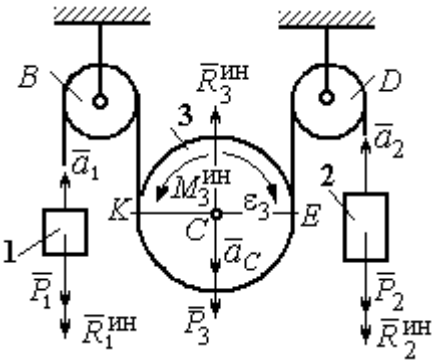


Рис.6.25. Активные силы и силы инерции, приложенные к системе

Предположим, система движется так, что оба груза 1 и 2 равноускоренно перемещаются вверх. Скорости грузов $\vec{V}_1$, $\vec{V}_2$, ускорения – $\vec{a}_1$ и $\vec{a}_2$. Блок 3 опускается вниз с ускорением центра $\vec{a}_C$, вращается и имеет угловое ускорение ε_3, направленное по ходу часовой стрелки (см. рис. 6.25).

Приложим к телам системы силы инерции (см. рис. 6.25). Модули сил инерции: $R_1^{ин} = m_1 a_1$, $R_2^{ин} = m_2 a_2$, $R_3^{ин} = m_3 a_C$. Главный момент сил инерции блока 3 $M_3^{ин} = J_{3C}\varepsilon_3$, где осевой момент инерции $J_{3C} = \dfrac{m_3 r^2}{2}$. Направления векторов сил и моментов сил инерции показаны на рис. 6.25.

Для вычисления углового ускорения блока 3 воспользуемся векторным представлением ускорения точки при плоскопараллельном движении тела. Выберем точку K за полюс. Ускорение точки E определяется равенством $\vec{a}_E = \vec{a}_K + \vec{a}^{\,n}_{EK} + \vec{a}^{\,\tau}_{EK}$, где $\vec{a}_K$ – ускорение полюса K; $\vec{a}^{\,n}_{EK}$, $\vec{a}^{\,\tau}_{EK}$ – нормальная и касательная составляющие ускорения точки E при вращении блока 3 вокруг полюса K (рис. 6.26). Спроектируем векторное равенство на вертикальную ось $E\tau$. Получим: $a_{E\tau} = a_{K\tau} + a^{\tau}_{EK}$, где $a_{E\tau}$ и $a_{K\tau}$ – проекции ускорений точек E и K на вертикальную ось.

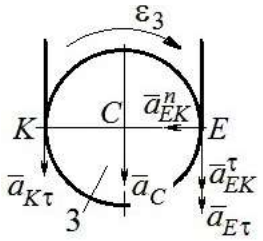


Рис. 6.26. Схема вычисления углового ускорения блока 3

Поскольку модуль ускорения точки K нити равен модулю ускорения груза 1, то $a_{K\tau} = a_1$. Модуль ускорения точки E нити равен модулю ускорения груза 2 и $a_{E\tau} = a_2$. Так как $a^{\tau}_{EK} = \varepsilon_3 AK = \varepsilon_3 2r$, то $\varepsilon_3 = \dfrac{a_{E\tau} - a_{K\tau}}{2r} = \dfrac{a_2 - a_1}{2r}$.

Составляя такое же векторное уравнение для определения ускорения центра масс блока 3 (точки C) и проектируя его на вертикальную ось, найдём:

$$a_C = a_{K\tau} + a^{\tau}_{CK} = a_1 + \varepsilon_3 r = \frac{a_2 + a_1}{2}.$$

Выберем в качестве независимых координат s_1, s_2 – положения грузов 1 и 2, отсчитываемые от неподвижных осей вращения блоков B и D. Возможные перемещения грузов обозначим δs_1 и δs_2.

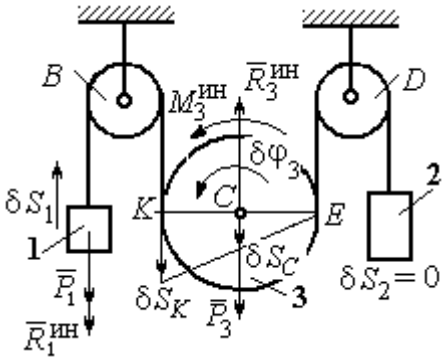


Рис.6.27. Движение системы при перемещении груза 1.

Дадим системе возможное перемещение, при котором груз 1 поднимается вверх на расстояние δs_1, а груз 2 – неподвижен. При таком движении нить, соединяющая груз 2 с блоком 3, неподвижна вплоть до точки E (рис. 6.27).

Вращение блока 3 происходит против направления хода часовой стрелки. Точка E является мгновенным центром скоростей блока 3, и угловая скорость блока $\omega_3 = \dfrac{V_K}{2r} = \dfrac{V_1}{2r}$. Скорость центра масс блока $V_C = \dfrac{1}{2}V_1$. Тогда элементарный поворот блока 3 $\delta\varphi_3 = \dfrac{\delta s_1}{2r}$ и элементарное перемещения центра масс $\delta s_C = \dfrac{1}{2}\delta s_1$.

На данном возможном перемещении работу совершают как активные силы – силы тяжести $\vec{P}_1$ и $\vec{P}_3$ груза 1 и блока 3, так и силы инерции – $\vec{R}_1^{\text{ин}}$, $\vec{R}_3^{\text{ин}}$ и пара сил инерции с моментом $M_3^{\text{ин}}$.

Составим общее уравнение динамики:

$$\sum \delta A\left(\vec{F}_k^{\text{акт}}\right) + \sum \delta A\left(\vec{R}_k^{\text{ин}}\right) = -P_1\delta s_1 + P_3\delta s_C - R_1^{\text{ин}}\delta s_1 - R_3^{\text{ин}}\delta s_C + M_3^{\text{ин}}\delta\varphi_3 = 0.$$

Здесь работа сил инерции

$$R_1^{\text{ин}}\delta s_1 = m_1 a_1 \delta s_1, \quad R_3^{\text{ин}}\delta s_C = m_3 a_C \delta s_C = \frac{P_3}{g}\left(\frac{a_1 + a_2}{2}\right)\cdot\frac{1}{2}\delta s_1;$$

$$M_3^{\text{ин}}\delta\varphi_3 = J_{3C}\varepsilon_3\delta\varphi_3 = \frac{P_3 r^2}{2g}\cdot\frac{a_2 - a_1}{2r}\cdot\frac{\delta s_1}{2r}.$$

В результате общее уравнение динамики представляется выражением

$$-P_1\delta s_1 + \frac{1}{2}P_3\delta s_1 - \frac{P_1}{g}a_1\delta s_1 - \frac{P_3}{g}\left(\frac{a_1 + a_2}{2}\right)\cdot\frac{1}{2}\delta s_1 + \frac{P_3 r^2}{2g}\cdot\frac{a_2 - a_1}{2r}\cdot\frac{\delta s_1}{2r} = 0,$$

которое преобразуется к виду:

$$(3P_3 + 8P_1)a_1 + P_3 a_2 = (4P_3 - 8P_1)g.$$

Дадим системе другое независимое возможное перемещение, при котором груз 2 движется вверх ($\delta s_2 \neq 0$), а груз 1 неподвижен ($\delta s_1 = 0$).

При этом перемещении нить, соединяющая груз 1 и блок 3 неподвижна вплоть до точки K (рис. 6.28). Вращение блока 3 происходит по направлению хода часовой стрелки. Точка K является мгновенным центром скоростей бло-

ка 3. Тогда $\omega_3 = \frac{V_E}{2r} = \frac{V_2}{2r}$ и скорость центра масс блока $V_C = \frac{1}{2}V_2$. Элементарный поворот блока 3 $\delta\varphi_3 = \frac{\delta s_2}{2r}$ и перемещение центра масс $\delta s_C = \delta s_E = \frac{1}{2}\delta s_2$.

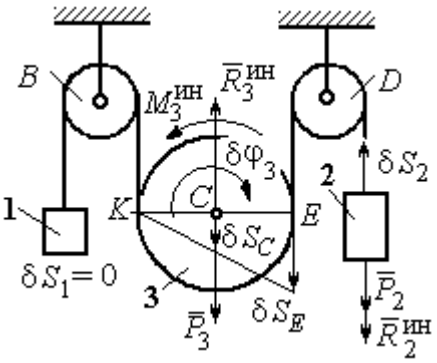


Рис. 6.28. Движение системы при перемещении груза 2

При таком движении работу совершают силы тяжести $\vec{P}_2$ и $\vec{P}_3$, силы инерции $\vec{R}_2^{ин}$, $\vec{R}_3^{ин}$ и пара сил с моментом $M_3^{ин}$.

Составим общее уравнение динамики на возможном перемещении δs_2 (см. рис. 6.28):

$$-P_2\delta s_2 - R_2^{ин}\delta s_2 + P_3\delta s_C - R_3^{ин}\delta s_C - M_3^{ин}\delta\varphi_3 = 0,$$

которое преобразуется к виду

$$-P_2\delta s_2 - \frac{P_2}{g}a_2\delta s_2 + \frac{1}{2}P_3\delta s_2 - \frac{P_3}{g}\left(\frac{a_1+a_2}{2}\right)\frac{1}{2}\delta s_2 - \frac{P_3 r^2}{2g}\left(\frac{a_2-a_1}{2r}\right)\frac{\delta s_2}{2r} = 0$$

или к виду

$$(8P_2 + 3P_3)a_2 + P_3 a_1 = (4P_3 - 8P_2)g.$$

Подставляя данные задачи в оба уравнения динамики, соответствующие независимым перемещениям δs_1 и δs_2, получим систему уравнений:

$$7a_1 + a_2 = 0, \quad 2g + 9a_2 + a_1 = 0.$$

Решение системы: $a_1 = \frac{1}{31}g$, $a_2 = -\frac{7}{31}g$ представляет ускорения грузов 1 и 2. Ускорение центра масс блока 3 находится по формуле $a_C = \frac{a_1 + a_2}{2} = -\frac{3}{31}g$.

Знаки ускорений определяют направления движений тел: груз 1 движется в выбранном направлении – вверх, груз 2 – вниз, центр блока 3 – вверх.

Упражнения

Упражнение 6.4. В механической системе (рис. 6.29) блок 1 радиуса *r* и каток 2 соединены горизонтальным невесомым стержнем. Скольжение между стержнем и катками отсутствует. Каток 2 состоит из двух шкивов радиусов *r* и *R* = 2*r*, скреплённых на одной оси. Каток катится, опираясь малым шкивом на горизонтальную поверхность, без проскальзывания. Груз 3 представляет собой поршень, двигающийся по горизонтальной поверхности без трения и прикреплённый к центру масс катка 2. К блоку 1 приложена пара сил с переменным моментом $M_{\text{вр}} = mgr\sin\omega t$.

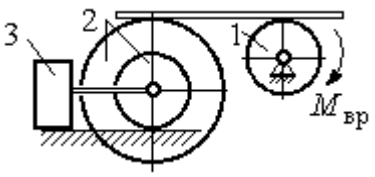


Рис. 6.29. Схема движения механической системы

Найти закон движения поршня 3, если массы грузов $m_1 = m_3 = m$, общая масса катка 2 $m_2 = 2m$, момент инерции катка 2 относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения, $i_2 = 1{,}5r$. Движение началось из состояния покоя.

Упражнение 6.5. Груз 1, двигаясь горизонтально, приводит в движение ступенчатый барабан 2 посредством нерастяжимой нити, намотанной на его малую ступень (рис. 6.30). К барабану на нитях, намотанных на большую и малую ступеньки, подвешены два груза 3 и 4. На груз 1 действует сила $F = P(t+1)$. Определить закон движения груза 3, если веса грузов одинаковы и равны *P*, вес барабана 2 равен 2*P*, радиусы ступенек барабана *r* и 2*r*, радиус инерции барабана $i_2 = r\sqrt{2}$, и движение началось из состояния покоя.

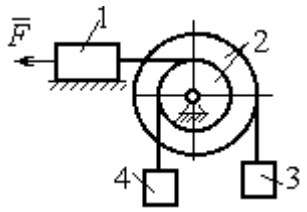


Рис. 6.30. Схема подъёмника

6.4. Уравнения Лагранжа II рода

Обобщенными координатами называется совокупность любых *s* независимых параметров $q_1, q_2, \ldots, q_S$, однозначно определяющих положение системы в любой момент времени.

Если системе сообщить возможное перемещение, при котором все обобщенные координаты изменятся на элементарные (бесконечно малые) величины $\delta q_1, \delta q_2, \ldots, \delta q_S$, называемые **вариациями обобщенных координат**, то все действующие активные силы совершат элементарную работу, которая может быть представлена в виде: $\delta A = Q_1 \cdot \delta q_1 + Q_2 \cdot \delta q_2 + \ldots + Q_s \cdot \delta q_S$.

Величина Q_k, $k = 1, 2, \ldots, s$, равная коэффициенту при вариации δq_k обобщенной координаты, называется **обобщенной силой**, соответствующей данной обобщенной координате. Расчет обобщенных сил осуществляется путем последовательного придания системе возможных перемещений, при которых варьируется только одна из обобщенных координат, а вариации остальных координат равны нулю.

Для материальной системы с идеальными связями дифференциальные уравнения движения в обобщенных координатах – **уравнения Лагранжа II рода** – имеют вид: $\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_k}\right) - \frac{\partial T}{\partial q_k} = Q_k$, $k = 1,2,...,s$, где s – число степеней свободы системы; T – кинетическая энергия системы; $q_1, q_2, \ldots, q_s$ – обобщенные координаты; $\dot{q}_1, \dot{q}_2, \ldots, \dot{q}_s$ – обобщенные скорости.

Примеры решения задач на составление уравнений Лагранжа

Задача 71. В механизме домкрата (рис. 6.31) движение зубчатого колеса 1 передаётся шестерне 2, к которой соосно прикреплено зубчатое колесо 3, имеющее зацепление с зубчатой рейкой 4, на которой поднимается груз 5 массы m_5 = 50 кг.

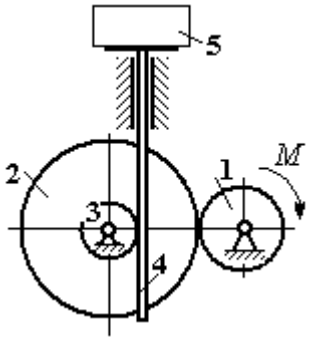


Рис. 6.31. Схема механизма домкрата

Радиусы зубчатых колёс r_1 = 5 см, r_2 = 12 см, r_3 = 6 см. Зубчатые колёса считать сплошными однородными дисками. Массы колёс m_1 = 0,8 кг, m_2 = 1,6 кг, m_3 = 0,6 кг, масса зубчатой рейки m_4 = 1 кг.

Какой величины постоянный вращающий момент нужно приложить к колесу 1 для того, чтобы в момент времени $t = 2$ с груз 5 имел скорость V_5 = 1 м/с, если движение системы начинается из состояния покоя.

Решение

Домкрат является механической системой с одной степенью свободы. Выберем в качестве обобщённой координаты координату *x*, отмечающую положение груза 5 (рис. 6.32).

Уравнение Лагранжа для обобщённой координаты *x* имеет вид: $\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}}\right)-\frac{\partial T}{\partial x}=Q_x$, где T – кинетическая энергия системы; $\dot{x}$ – обобщённая скорость; Q_x – обобщённая сила.

Кинетическая энергия колеса 1: $T_1=\frac{J_1\omega_1^2}{2}$, где ω_1 – угловая скорость колеса 1; J_1 – момент инерции колеса, $J_1=\frac{m_1 r_1^2}{2}$.

Кинетические энергии шестерни 2 и зубчатого колеса 3, у которых угловые скорости одинаковы, соответственно: $T_2=\frac{J_2\omega_2^2}{2}$, $T_3=\frac{J_3\omega_2^2}{2}$, где ω_2 – угловая скорость шестерни 2; J_2, J_3 – моменты инерции шестерни 2 и зубчатого колеса 3 относительно оси, проходящей через общий центр масс, $J_2=\frac{m_2 r_2^2}{2}$, $J_3=\frac{m_3 r_3^2}{2}$. Скорость груза 5 равна скорости зубчатой линейки $V_5=V_4$. Кинетическая энергия зубчатой линейки 4 и груза 5: $T_4=\frac{m_4 V_4^2}{2}$, $T_5=\frac{m_5 V_4^2}{2}$.

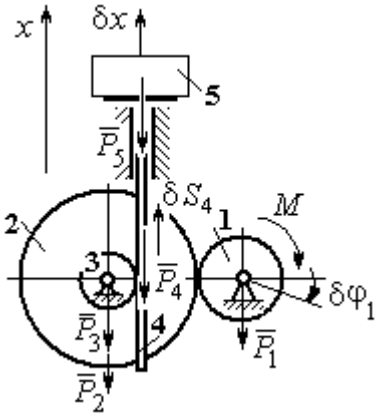


Рис. 6.32. Возможные перемещения звеньев механизма

Выразим угловые скорости колёс через скорость груза (зубчатой линейки).

Имеем: $\omega_2 = \omega_3 = \dfrac{V_4}{r_3}$ (см. рис. 6.32). Кроме того, из равенства $\omega_2 r_2 = \omega_1 r_1$ следует $\omega_1 = \dfrac{\omega_2 r_2}{r_1} = \dfrac{V_4 r_2}{r_1 r_3}$.

Подставляя полученные соотношения в выражения кинетических энергий тел и с учётом данных задачи, получим кинетическую энергию системы:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 =$$

$$= \frac{m_1 r_1^2}{4}\left(\frac{V_4 r_2}{r_1 r_3}\right)^2 + \frac{m_2 r_2^2}{4}\left(\frac{V_4}{r_3}\right)^2 + \frac{m_3 r_3^2}{4}\left(\frac{V_4}{r_3}\right)^2 + \frac{m_4 V_4^2}{2} + \frac{m_5 V_4^2}{2} =$$

$$= \left[\frac{m_1 + m_2}{2}\left(\frac{r_2}{r_3}\right)^2 + \frac{m_3}{2} + m_4 + m_5\right]\frac{V_4^2}{2} = 28{,}05\, V_4^2 = 28{,}05\, \dot{x}^2 .$$

Вычислим обобщённую силу.

Дадим возможное перемещение δx грузу 5. При этом линейка 4 переместится на расстояние δs_4, а зубчатое колесо 1 повернётся на угол $\delta\varphi_1$. Найдём сумму работ всех сил, приложенных к системе, на этом возможном перемещении. Получим: $\delta A = -P_5 \delta x - P_4 \delta s_4 + M \delta\varphi_1$. Работа сил тяжести зубчатых колёс $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$ и $\vec{P}_3$ равна нулю, так как точки приложения этих сил неподвижны.

Из ранее полученных скоростных соотношений следуют равенства перемещений: $\delta s_4 = \delta x$, $\delta\varphi_1 = \dfrac{r_2}{r_1 r_3}\delta x$. В результате сумма работ сил на возможном перемещении системы выражается в виде $\delta A = \left(-m_5 g - m_4 g + M\dfrac{r_2}{r_1 r_3}\right)\delta x$. Отсюда обобщённая сила Q_x, соответствующая координате x: $Q_x = -(m_5 + m_4)g + M\dfrac{r_2}{r_1 r_3} = -500{,}31 + 40M$.

Составим уравнение Лагранжа.

С учётом, что $\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}}\right) = 56{,}1\,\ddot{x}$ и $\frac{\partial T}{\partial x} = 0$, дифференциальное уравнение движения имеет вид: $56{,}1\,\ddot{x} = -500{,}31+40M$ или $\ddot{x} = -8{,}92+0{,}71M$.

Интегрируя это уравнение с нулевыми начальными условиями, получим закон изменения скорости груза 5: $V_5 = \dot{x} = (-8{,}92+0{,}71M)t$.

По условию задачи при $t = 2$ с $V_5 = 1$ м/с. Подставляя эти данные в уравнение, получим: $M = 13{,}27$ Н·м.

Задача 72. Механическая система состоит из ступенчатого блока 2, катка 3, соединённых невесомым брусом 1, и невесомой пружины жесткостью c. Радиусы ступеней блока r и $R = 1{,}5r$, радиус катка 3 равен r. Брус, лежащий на катке 3 и блоке 2, во время движения остаётся параллельным линии качения катка 3 (рис. 6.33). В центре катка 3 приложена сила $\vec{F}$, направленная вверх параллельно наклонной плоскости, а к блоку 2 – пара сил с моментом M. Качение катка по неподвижной поверхности без скольжения. Проскальзывание между брусом 1 и дисками отсутствует. Передача движения пружины блоку 2 производится посредством невесомого жесткого вертикального стержня, прижатого к малой ступеньке блока без скольжения. Радиус инерции блока 2 относительно оси вращения $i_z = r\sqrt{2}$. Веса тел: $P_3 = P$, $P_2 = 2P$, приложенная сила $F = 2P$, момент $M = Pr$, жесткость пружины $c = P/r$.

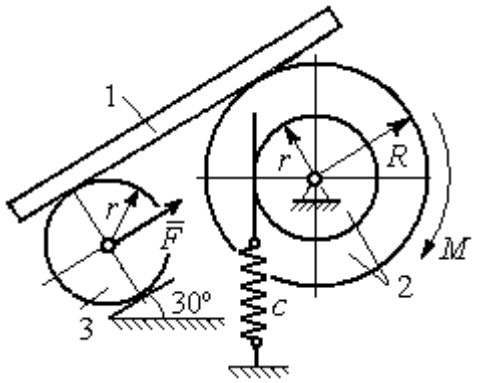


Рис. 6.33. Механическая система с одной степенью свободы

Определить закон угловых колебаний блока 2 при $P = 10$ Н, $r = 0{,}2$ м, если в начальный момент пружина находилась в нерастянутом состоянии, а блоку 2 придали угловую скорость $\omega_0 = 0{,}5$ рад/с в сторону вращения, создаваемого заданным моментом.

Решение

Рассматриваемая механическая система (рис. 6.34) имеет одну степень свободы. В качестве обобщённой координаты q выберем перемещение x верхнего края пружины, отсчитываемого от уровня недеформируемой пружины (см. рис. 6.34). Обобщённая скорость $\dot{q} = \dot{x}$.

Уравнение Лагранжа II рода, описывающее движение системы, имеет вид $\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}}\right) - \frac{\partial T}{\partial x} = Q_x$, где T – кинетическая энергия системы; Q_x – обобщенная сила, соответствующая обобщенной координате x.

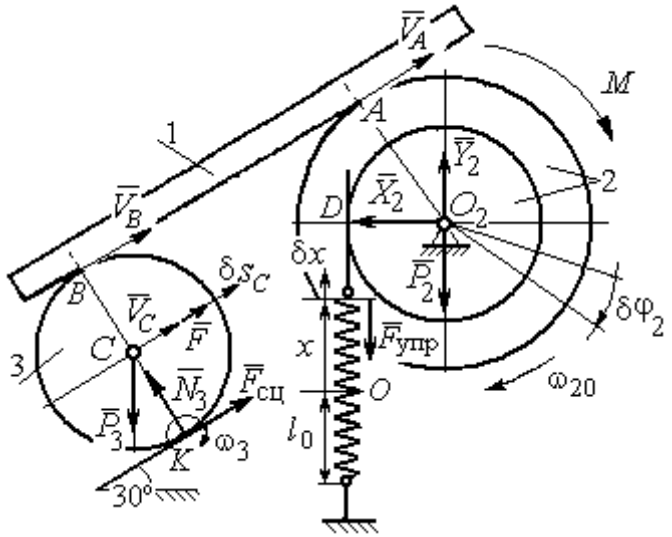


Рис. 6.34 Расчётная схема колебаний механической системы с одной степенью свободы

Вычислим кинетическую энергию системы. Энергия вращательного движения блока 2: $T_2 = \frac{1}{2} J_{2z} \omega_2^2$, где ω_2 – угловая скорость блока; J_{2z} – момент инерции блока 2 относительно оси z, $J_{2z} = m_2 i_z^2$. Каток 3 совершает плоскопараллельное движение. Его кинетическая энергия $T_3 = \frac{1}{2} m_3 V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega_3^2$, где V_C, ω_3 – скорость центра масс катка 3 и его угловая скорость; J_{zC} – момент инерции катка относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости движения, $J_{zC} = \frac{1}{2} m_3 r^2$; r – радиус катка.

Выразим угловые скорости ω_2, ω_3, а также скорость V_C через обобщённую скорость $\dot{x}$.

Заметим, что скорость точки D блока 2 равна скорости движения верхнего края пружины: $V_D = \dot{x}$ (см. рис. 6.34). Угловая скорость блока 2: $\omega_2 = \dfrac{V_D}{r} = \dfrac{\dot{x}}{r}$. Скорость точки A блока 2: $V_A = \omega_2 R = \dfrac{\dot{x}R}{r}$.

Так как брус совершает поступательное движение, то скорости точек A и B равны: $V_B = V_A$. Угловая скорость катка 3 (точка K касания катка 3 с неподвижной поверхностью является его мгновенным центром скоростей): $\omega_3 = \dfrac{V_B}{2r} = \dfrac{V_A}{2r} = \dfrac{\dot{x}R}{2r^2}$. Скорость центра катка 3: $V_C = \dfrac{V_B}{2} = \dfrac{\dot{x}R}{2r}$.

Подставляя найденные кинематические соотношения с учётом исходных данных задачи, получим кинетическую энергию тел системы:

$$T_2 = \frac{1}{2} J_{2z} \omega_2^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{2P}{g} \left(r\sqrt{2}\right)^2 \left(\frac{\dot{x}}{r}\right)^2 = \frac{2P}{g} \dot{x}^2;$$

$$T_3 = \frac{1}{2} m_3 V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega_3^2 = \frac{1}{2} \frac{P}{g} \left(\frac{\dot{x}R}{2r}\right)^2 + \frac{1}{2} \frac{Pr^2}{2g} \left(\frac{\dot{x}R}{2r^2}\right)^2 = \frac{3P}{4g} \left(\frac{R}{2r}\right)^2 \dot{x}^2.$$

Полная кинетическая энергия системы:

$$T = T_2 + T_3 = \frac{P}{g} \left(2 + \frac{3}{4} \left(\frac{R}{2r}\right)^2\right) \dot{x}^2.$$

Найдём обобщённую силу. Произвольное положение системы определяется обобщённой координатой x, показывающей растяжение пружины. Дадим пружине в произвольном положении возможное (бесконечно малое) перемещение δx в положительном направлении оси x (см. рис. 6.34). При этом блок 2 повернётся на угол $\delta\varphi_2 = \dfrac{\delta x}{r}$, центр масс катка 3 сдвинется на расстояние $\delta s_C = \dfrac{R}{2r} \delta x$. На заданном перемещении системы работу совершают сила тяжести катка 3, пара сил с моментом M, сила $\vec{F}$ и сила упругости пружины.

Элементарная работа вращающего момента M: $\delta A(M) = M\delta\varphi_2 = M\dfrac{\delta x}{r}$.

Работа силы тяжести катка 3: $\delta A(\vec{P}_3) = P_3\delta s_C\cos 120^\circ = -P_3\dfrac{R}{4r}\delta x$.

Работа силы F: $\delta A(\vec{F}) = F\delta s_C = F\dfrac{R}{2r}\delta x$.

Модуль силы упругости пружины, растянутой из недеформированного положения на расстояние x: $F_{\text{упр}} = cx$. Сила упругости направлена в сторону, противоположную растяжению (см. рис. 6.34). Её работа при перемещении δx вычисляется по формуле $\delta A(\vec{F}_{\text{упр}}) = F_{\text{упр}}\delta x\cos 180° = -cx\delta x$.

Сумма работ сил на рассматриваемом возможном перемещении системы с учётом данных задачи:

$$\delta A = M\frac{\delta x}{r} - P_3\frac{R}{4r}\delta x + F\frac{R}{2r}\delta x - cx\delta x = P\left(\frac{17}{8} - \frac{x}{r}\right)\delta x,$$

откуда обобщённая сила $Q_x = P\left(\dfrac{17}{8} - \dfrac{x}{r}\right)$.

Вычислим необходимые производные кинетической энергии: $\dfrac{d}{dt}\left(\dfrac{\partial T}{\partial \dot{x}}\right) = \dfrac{2P}{g}\left(2 + \dfrac{3}{4}\left(\dfrac{R}{2r}\right)^2\right)\ddot{x}$, $\dfrac{\partial T}{\partial x} = 0$ и, подставляя их в общий вид уравнений Лагранжа, получим дифференциальное уравнение колебаний верхнего края пружины:

$$\frac{2P}{g}\left(2 + \frac{3}{4}\left(\frac{R}{2r}\right)^2\right)\ddot{x} = P\left(\frac{17}{8} - \frac{x}{r}\right), \text{ или } \ddot{x} + 10{,}2x = 4{,}34 \text{ (здесь } g = 9{,}81 \text{ м/с}^2\text{)}.$$

Решение дифференциального уравнения представляется в виде суммы: $x = x_{\text{одн}} + x_{\text{частн}}$. Общее решение однородного уравнения имеет вид $x_{\text{одн}} = C_1\sin kt + C_2\cos kt$, где C_1, C_2 – произвольные постоянные; k – круговая частота собственных колебаний пружины, $k = \sqrt{10{,}2}$ = 3,19 рад/с. Частное ре-

шение неоднородного уравнения ищется в виде константы $x_{\text{част}} = b$. Подставив его в уравнение колебаний, получим: $b = 0{,}42$. Таким образом, общее решение неоднородного уравнения имеет вид $x(t) = C_1 \sin 3{,}19t + C_2 \cos 3{,}19t + 0{,}42$.

Произвольные постоянные C_1, C_2 находятся из начальных условий. По условию задачи в начальный момент пружина была в нерастянутом состоянии. Тогда начальная координата пружины (её верхнего края) $x(0) = 0$. Подставляя значение начальной координаты в общее решение неоднородного уравнения при $t = 0$, получим $C_2 = -0{,}42$. Скорость верхнего края пружины в начальный момент времени $\dot{x}(0)$ равна начальной скорости $V_D(0)$ точки D блока 2. Поскольку в начальный момент времени блоку 2 сообщили угловую скорость $\omega_{20} = 0{,}5$ рад/с, то при $r = 0{,}2$ м $\dot{x}(0) = V_D(0) = \omega_{20} r = 0{,}1$ м/с.

Вычисляем скорость движения края пружины, взяв производную: $\dot{x}(t) = 3{,}19 C_1 \cos 3{,}19t - 3{,}19 C_2 \sin 3{,}19t$. Подставляя начальное значение скорости, получим $C_1 = 0{,}03$.

Окончательно уравнение движения верхнего края пружин: $x(t) = 0{,}03 \sin 3{,}19t - 0{,}42 \cos 3{,}19t + 0{,}42$ м. Уравнение колебательного движения блока 2: $\varphi_2 = \dfrac{x}{r} = 0{,}15 \sin 3{,}19t - 2{,}1 \cos 3{,}19t + 2{,}1$ рад.

Задача 73. Прямоугольная призма 3 весом $2P$ лежит на катке 1 радиуса r и веса P и опирается на невесомый блок 2 (рис. 6.35). Каток 1 катится по неподвижной горизонтальной поверхности без скольжения. По наклонной поверхности призмы скатывается без скольжения каток 4 весом P и радиуса r. Угол наклона поверхности призмы к горизонту составляет

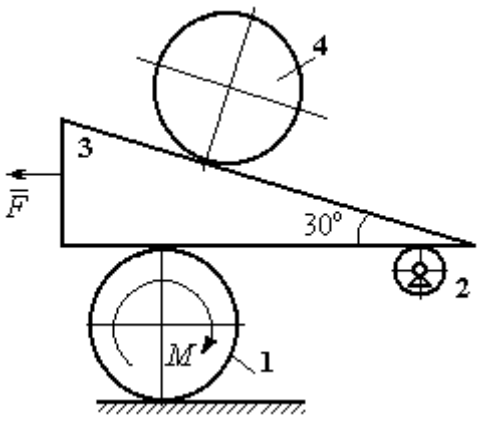


Рис. 6.35. Механическая система с двумя степенями свободы

30º. На каток 1 действует пара сил с постоянным моментом $M = 3Pr$, а на призму 3 – горизонтальная сила $\vec{F}$ с модулем $F = P$. Катки считать однородными дисками. Проскальзывание между катками 1, 4 и призмой отсутствует. В начальный момент система находилась в покое.

Определить закон движения призмы 3 и закон движения катка 4 относительно призмы.

Решение

Рассматриваемая механическая система – катки и призма имеет две степени свободы, так как перемещение катка 4 относительно призмы 3 не зависит от перемещения самой призмы и катка 1. За обобщенные координаты выберем перемещение x_4 центра масс катка 4 относительно края призмы и перемещение x_3 края призмы 3 относительно произвольной неподвижной вертикальной плоскости (рис. 6.36). Обобщенные скорости: $\dot{x}_4$, $\dot{x}_3$.

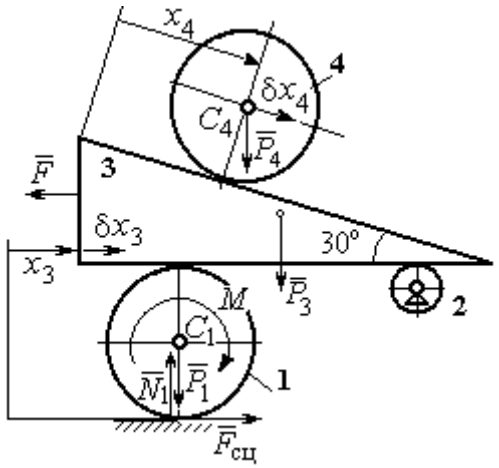


Рис. 6.36. Возможные перемещения механической системы

Уравнения Лагранжа II рода, описывающие движение системы в обобщённых координатах:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_4}\right) - \frac{\partial T}{\partial x_4} = Q_{x_4};$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_3}\right) - \frac{\partial T}{\partial x_3} = Q_{x_3},$$

где T – кинетическая энергия системы; Q_{x_4}, Q_{x_3} – обобщенные силы, соответствующие указанным обобщенным координатам.

Вычислим кинетическую энергию тел в системе.

Каток 1 совершает плоскопараллельное движение. Кинетическая энергия катка $T_1 = \frac{1}{2} m_1 V_{C_1}^2 + \frac{1}{2} J_{C_1} \omega_1^2$, где V_{C_1} – скорость центра масс катка, $V_{C_1} = \frac{1}{2}\dot{x}_3$; J_{C_1} – момент инерции катка относительно оси, проходящей через центр масс

перпендикулярно плоскости движения, $J_{C_1} = \frac{m_1 r^2}{2}$; ω_1 – угловая скорость катка 1, $\omega_1 = \frac{\dot{x}_3}{2r}$.

Призма 3 совершает поступательное движение со скоростью $V_3 = \dot{x}_3$. Её кинетическая энергия $T_3 = \frac{m_3 V_3^2}{2} = \frac{m_3 \dot{x}_3^2}{2}$.

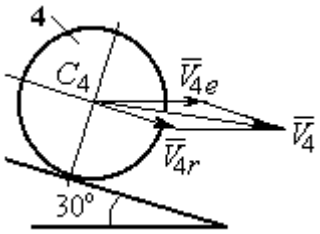


Рис. 6.37. Скорость центра масс катка 4

При расчёте кинетической энергии катка 4 по формуле $T_4 = \frac{1}{2} m_4 V_4^2 + \frac{1}{2} J_{C_4} \omega_4^2$ необходимо учитывать, что каток 4 совершает сложное движение. Здесь относительное движение катка – его качение по наклонной поверхности призмы, переносное – поступательное перемещение вместе с призмой.

Вектор абсолютной скорости центра масс катка 4 $\vec{V}_4$ представляется в виде суммы $\vec{V}_4 = \vec{V}_{4e} + \vec{V}_{4r}$ (рис. 6.37), где $\vec{V}_{4e}$ – вектор переносной скорости катка, равный по модулю скорости призмы: $V_{4e} = \dot{x}_3$; $\vec{V}_{4r}$ – вектор относительной скорости центра масс катка, равный по величине $V_{4r} = \dot{x}_4$. Модуль абсолютной скорости центра масс катка 4 (по теореме косинусов):

$$V_4^2 = V_{4e}^2 + V_{4r}^2 - 2V_{4e}V_{4r}\cos 150^\circ = \dot{x}_3^2 + \dot{x}_4^2 + 2\dot{x}_3\dot{x}_4\cos 30^\circ .$$

Поскольку переносное движение катка 4 поступательное, угловая скорость катка ω_4 равна его угловой скорости в относительном движении $\omega_4 = \frac{V_{4r}}{r} = \frac{\dot{x}_4}{r}$.

В результате выражение кинетической энергии системы, в обобщённых скоростях имеет вид:

$$T = \frac{1}{2} m_1 V_{C_1}^2 + \frac{1}{2} J_{C_1} \omega_1^2 + \frac{1}{2} m_3 V_3^2 + \frac{1}{2} m_4 V_4^2 + \frac{1}{2} J_{C_4} \omega_4^2 =$$

$$= \frac{P}{2g}\left(\frac{27}{8}\dot{x}_3^2 + \frac{3}{2}\dot{x}_4^2 + \dot{x}_3\dot{x}_4\sqrt{3}\right).$$

Дадим системе возможное перемещение по координате x_3, оставляя координату x_4 без изменения: $\delta x_3 > 0, \delta x_4 = 0$. При таком движении системы каток 4 не скатывается по призме, а движется поступательно вместе с ней. В этом случае работа сил тяжести катков 1, 4 и призмы равна нулю, так как нет вертикального перемещения точек приложения этих сил. Работу на этом перемещении будет производить только сила $\vec{F}$ и пара сил с моментом M, приложенная к катку 1. Суммарная элементарная работа

$$\delta A = -F\delta x_3 + M\delta\varphi_1 = \left(-F + \frac{M}{2r}\right)\delta x_3 .$$

Здесь учтено, что элементарный угол поворота катка 1 связан с перемещением призмы соотношением: $\delta\varphi_1 = \frac{\delta x_3}{2r}$. Отсюда обобщённая сила, соответствующая координате x_3: $Q_{x_3} = -F + \frac{M}{2r} = \frac{1}{2}P$.

Дадим системе другое независимое перемещение – по координате x_4, оставляя координату x_3 без изменения: $\delta x_4 > 0, \delta x_3 = 0$. При этом возможном перемещении вся система стоит, кроме катка 4, который скатывается по наклонной поверхности призмы. При таком движении системы работу совершает только сила тяжести катка 4. Выражая элементарную работу $\delta A = P_4\delta x_4\cos 60^\circ = \frac{1}{2}P\delta x_4$, найдём обобщённую силу, соответствующую координате x_4: $Q_{x_4} = \frac{1}{2}P$.

Составим уравнения Лагранжа. С этой целью вычислим необходимые производные кинетической энергии

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_3}\right) = \frac{27P}{8g}\ddot{x}_3 + \frac{P\sqrt{3}}{2g}\ddot{x}_4;\ \ \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_4}\right) = \frac{3P}{2g}\ddot{x}_4 + \frac{P\sqrt{3}}{2g}\ddot{x}_3;\ \ \frac{\partial T}{\partial x_3} = 0,\ \frac{\partial T}{\partial x_4} = 0.$$

Подставляя результаты расчётов в общий вид уравнений Лагранжа, получим систему дифференциальных уравнений:

$$\frac{27P}{8g}\ddot{x}_3 + \frac{P\sqrt{3}}{2g}\ddot{x}_4 = \frac{1}{2}P, \quad \frac{3P}{2g}\ddot{x}_4 + \frac{P\sqrt{3}}{2g}\ddot{x}_3 = \frac{1}{2}P$$

или

$$6{,}75\ddot{x}_3 + 1{,}73\ddot{x}_4 = g; \quad 3\ddot{x}_4 + 1{,}73\ddot{x}_3 = g.$$

Решаем данную систему как алгебраическую относительно ускорений $\ddot{x}_3$, $\ddot{x}_4$. Получим: $\ddot{x}_3 = 0{,}07g$, $\ddot{x}_4 = 0{,}29g$.

Интегрируя дважды эти уравнения с нулевыми начальными условиями, получим закон движения призмы ($x_3 = 0{,}035gt^2$) и центра масс катка 4 относительно призмы ($x_4 = 0{,}145gt^2$). Движение призмы и катка 4 относительно призмы происходит в положительном направлении осей.

Задача 74. Механическая система состоит из трёх тел – груза 1, катка 2 и блока 3 (рис. 6.38). Невесомый стержень, соединяющий каток 2 с блоком 3, параллелен горизонтальной плоскости качения катка 2. К центру катка 2 прикреплена горизонтальная пружина, другой конец которой соединён с грузом 1. Коэффициент жесткости пружины *c*. Груз 1 весом P_1 движется без трения по горизонтальной поверхности. Каток 2 весом P_2 катится по горизонтальной поверхности без скольжения. Радиус катка 2 равен *r*. Блок 3 считать однородным диском весом P_3 радиуса *R*. К блоку 3 приложена пара сил с моментом *M*. Движение катка 2 блоку 3 передаётся горизонтальным невесомым стержнем. Скольжение между стержнем и дисками отсутствует. В начальный момент система находилась в покое. При этом груз 1 находился в положении, при котором

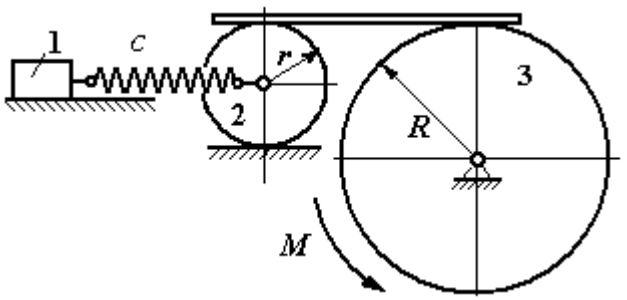


Рис. 6.38. Колебания механической системы с двумя степенями свободы

пружина была растянута относительно своего недеформированного состояния на величину Δl_0.

Найти закон абсолютного движения груза 1, если известно P_1 = 10 Н, P_2 = 20 Н, P_3 = 30 Н, M = 5 Н·м, R = 24 см, c = 207 Н/м, Δl_0 = 5 см.

Решение

Рассматриваемая механическая система имеет две степени свободы. В качестве обобщенных координат выберем удлинение пружины x_1 относительно недеформированного состояния и угол φ_3 поворота блока 3 (рис. 6.39). При этом x_1 является относительной координатой движения груза, а φ_3 – абсолютной координатой вращения блока 3.

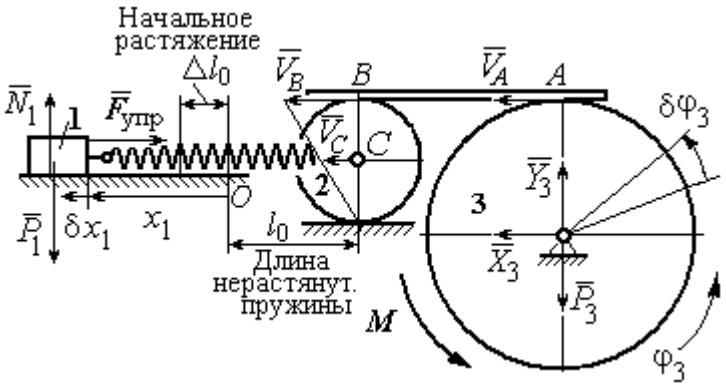


Рис. 6.39. Расчётная схема колебаний механической системы

Рассмотрим сложное движение груза 1. Относительное движение груза – это его движение на пружине в предположении, что точка крепления пружины неподвижна. Относительная скорость $V_{1r} = \dot{x}_1$. Переносное движение – это перемещение груза вместе с фиксированной длиной пружины (иначе, заменяя пружину жестким стержнем). Переносная скорость груза 1 $V_{1e} = V_C$, где V_C – скорость центра масс катка 2.

На рис. 6.39 показано распределение скоростей точек катка 2, откуда следует: $V_C = \frac{1}{2} V_B$. Имеем: $V_B = V_A = \omega_3 R = \dot{\varphi}_3 R$ и $V_C = \frac{1}{2}\dot{\varphi}_3 R$.

Для того чтобы найти модуль абсолютной скорости груза 1, спроектируем векторное равенство теоремы сложения скоростей $\vec{V}_1 = \vec{V}_{1r} + \vec{V}_{1e}$ на горизон-

тальную ось. Полагая, что движение системы происходит в положительном направлении отсчета обобщённых координат, получим: $V_1 = \dot{x}_1 + \frac{1}{2}\dot{\varphi}_3 R$.

Уравнения Лагранжа II рода, описывающие движение системы:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_1}\right) - \frac{\partial T}{\partial x_1} = Q_x, \quad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_3}\right) - \frac{\partial T}{\partial \varphi_3} = Q_\varphi,$$

где T – кинетическая энергия системы; Q_x, Q_φ – обобщенные силы, соответствующие обобщенным координатам x_1 и φ_3.

Вычислим кинетическую энергию системы и выразим её через обобщённые скорости.

Кинетическая энергия поступательного движения груза 1 определяется выражением $T_1 = \frac{1}{2} m_1 V_1^2$, где V_1 следует рассматривать как абсолютную скорость груза. Тогда $T_1 = \frac{1}{2} m_1 \left(\dot{x}_1 + \frac{1}{2}\dot{\varphi}_3 R\right)^2$. Каток 2 совершает плоскопараллельное движение. Кинетическая энергия катка $T_2 = \frac{3}{4} m_2 V_C^2$, причём $V_C = \frac{1}{2}\dot{\varphi}_3 R$. Тогда $T_2 = \frac{3}{16} m_2 \dot{\varphi}_3^2 R^2$. Кинетическая энергия вращающегося блока 3: $T_3 = \frac{1}{2} J_{3z} \omega_3^2$, где J_{3z} – осевой момент инерции блока 3, $J_{3z} = \frac{m_3 R^2}{2}$. Окончательно $T_3 = \frac{1}{4} m_3 \dot{\varphi}_3^2 R^2$.

Кинетическая энергия системы имеет вид:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 = \frac{1}{2} m_1 (\dot{x}_1 + \frac{1}{2}\dot{\varphi}_3 R)^2 + \frac{3}{16} m_2 \dot{\varphi}_3^2 R^2 + \frac{m_3 R^2}{4} \dot{\varphi}_3^2 =$$

$$= \frac{1}{2} m_1 \dot{x}_1^2 + \frac{1}{2} m_1 \dot{x}_1 \dot{\varphi}_3 R + \left(\frac{1}{8} m_1 + \frac{3}{16} m_2 + \frac{1}{4} m_3\right) \dot{\varphi}_3^2 R^2.$$

Дадим системе возможное перемещение, при котором изменяется координата груза x_1 ($\delta x_1 > 0$), а другая координата – угол поворота блока 3 φ_3 остаётся постоянной ($\delta\varphi_3 = 0$). В этом случае груз 1 движется горизонтально, блок 3 и каток 2 – неподвижны. При таком движении работу будет производить только упругая сила пружины.

Модуль силы упругости пружины пропорционален её растяжению и в произвольном положении груза равен: $F_{\text{упр}} = c\Delta\ell = cx_1$. Направление силы упругости противоположно растяжению (см. рис. 6.39).

Сумма элементарных работ сил на заданном перемещении системы δx_1: $\delta A = -F_{\text{упр}}\delta x_1 = -cx_1\delta x_1$. Отсюда обобщенная сила Q_x, соответствующая координате x_1: $Q_x = -cx_1 = -207x_1$ Н.

Дадим системе другое возможное перемещение, при котором пружина не растягивается: $\delta x_1 = 0$, а блок 3 повернулся на угол $\delta\varphi_3$: $\delta\varphi_3 > 0$. В этом случае пружина рассматривается как жёсткий стержень, связывающий груз 1 с центром масс катка 2. В результате при повороте блока 3 груз 1 и точка *C* движутся одинаково в горизонтальном направлении. На этом перемещении системы работу совершает только пара сил с моментом *M*, приложенная к блоку 3. Имеем $\delta A = M\delta\varphi_3$, и, следовательно, обобщённая сила $Q_\varphi = M = 5$ Н·м.

Составим уравнения Лагранжа, для чего вычислим производные от кинетической энергии по обобщенным скоростям и координатам:

$$\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_1} = m_1\dot{x}_1 + \frac{1}{2}m_1R\dot{\varphi}_3;\ \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_3} = \frac{1}{2}m_1R\dot{x}_1 + \left(\frac{1}{4}m_1 + \frac{3}{8}m_2 + \frac{1}{2}m_3\right)\dot{\varphi}_3R^2;$$

$$\frac{\partial T}{\partial x_1} = 0,\ \frac{\partial T}{\partial \varphi_3} = 0.$$

Полные производные по времени:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_1}\right) = m_1\ddot{x}_1 + \frac{1}{2}m_1R\ddot{\varphi}_3;\ \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_3}\right) = \frac{1}{2}m_1R\ddot{x}_1 + \left(\frac{1}{4}m_1 + \frac{3}{8}m_2 + \frac{1}{2}m_3\right)\ddot{\varphi}_3R^2.$$

Приравнивая полные производные обобщённым силам, получим уравнения Лагранжа окончательно в виде системы алгебраических уравнений относительно ускорений $\ddot{x}_1$ и $\ddot{\varphi}_3$:

$$1{,}02\ddot{x}_1 + 0{,}12\ddot{\varphi}_3 = -207x_1;\ \ 0{,}12\ddot{x}_1 + 0{,}15\ddot{\varphi}_3 = 5.$$

Разрешая систему относительно ускорения $\ddot{x}_1$, получим уравнение относительных колебаний груза:

$$\ddot{x}_1 + 225x_1 = -4{,}35\,.$$

Решение линейного неоднородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами представляется в виде суммы общего решения однородного уравнения и частного решения неоднородного: $x_1 = x_{\text{одн}} + x_{\text{частн}}$.

Общее решение однородного уравнения $x_{\text{одн}} = C_1\sin kt + C_2\cos kt$, где C_1, C_2 – произвольные постоянные; k – круговая частота собственных колебаний груза 1, $k = \sqrt{225} = 15$ рад/с. Частное решение неоднородного уравнения ищется в виде константы $x_{\text{част}} = b$. Подставив его в уравнение колебаний, получим: $b = -0{,}02$.

Таким образом, общее решение неоднородного уравнения

$$x_1(t) = C_1\sin 15t + C_2\cos 15t - 0{,}02\,.$$

Начальная координата x_{01} груза 1 определяется из условия, что в начальный момент времени при $t = 0$ груз находился в положении, при котором пружина была растянута относительно своего недеформированного состояния на расстояние $\Delta l_0 = 0{,}05$ м. Следовательно, $x_{01} = 0{,}05$. Подставляя значение начальной координаты в общее решение неоднородного уравнения при $t = 0$, получим: $C_2 = 0{,}07$.

Относительная скорость груза 1 в любой момент времени: $\dot{x}_1(t) = C_1 15\cos 15t - C_2 15\sin 15t$. По условию задачи начальная скорость груза 1

$\dot{x}_1(0) = 0$. После подстановки начального условия в выражение для скорости груза 1 получим: $C_1 = 0$.

Окончательно уравнение относительного движения груза 1:

$$x_1(t) = 0{,}07\cos 15t - 0{,}02 \text{ м}.$$

Найдём уравнение вращательного движения блока 3. Для этого в дифференциальное уравнение $0{,}12\ddot{x}_1 + 0{,}15\ddot{\varphi}_3 = 5$ подставим значение второй производной решения относительных колебаний груза 1. Получим: $\ddot{\varphi}_3 = 33{,}33 + 12{,}6\cos 15t$. Полагая $\ddot{\varphi}_3 = \dfrac{d\omega_3}{dt}$, получим дифференциальное уравнение первого порядка: $\dfrac{d\omega_3}{dt} = 33{,}33 + 12{,}6\cos 15t$, откуда найдём угловую скорость блока 3: $\omega_3 = 33{,}33t + 0{,}84\sin 15t + C_3$.

Аналогично, положив $\omega_3 = \dfrac{d\varphi_3}{dt}$, найдём закон вращательного движения блока 3: $\varphi_3 = 16{,}665t^2 - 0{,}056\cos 15t + C_3 t + C_4$.

Начальные условия движения блока: при $t = 0$, $\varphi_3(0) = 0$, $\omega_3(0) = 0$. Подставляя начальные условия в уравнения движения, получим: $C_4 = 0{,}056$, $C_3 = 0$.

Окончательно уравнение вращательного движения блока 3:

$$\varphi_3 = 16{,}665t^2 - 0{,}056\cos 15t + 0{,}056.$$

Абсолютное движение s_1 груза 1 представляется суммой относительного и переносного движений:

$$s_1 = x_1 + S_C = x_1 + \frac{1}{2}R\varphi_3 = 2t^2 - 0{,}06\cos 15t - 0{,}01.$$

Упражнения

Упражнение 6.6. Каток весом $P_1 = 2P$, радиуса r, движущийся без проскальзывания по вертикальной стене, удерживается вертикальной пружиной жесткостью $C = 4P / r$, прикреплённой одним концом к центру катка, другим – к неподвижной поверхности (рис. 6.40). К нити, намотанной на барабан катка, подвешен груз 2 весом $P_2 = P$. На груз действует сила $F = P$, к катку приложена пара сил с моментом $M = Pr$.

Найти закон движения груза 2 и максимальное растяжение пружины, если движение системы началось из состояния покоя при недеформированной пружине.

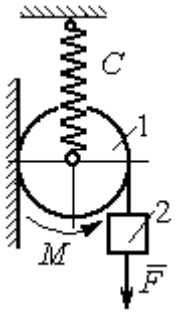


Рис. 6.40. Схема движения катка

Упражнение 6.7. Грузы 1 и 2 весом $P_1 = 20$ Н и $P_2 = 30$ Н привязаны к нерастяжимой нити. Нить переброшена через неподвижные блоки B и D и охватывает снизу подвижный блок 3 весом $P_3 = 40$ Н (рис. 6.41).

Определить ускорения грузов 1 и 2 и центра масс блока 3. Весом нити и неподвижных блоков B и D пренебречь.

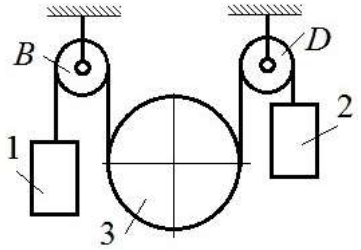


Рис. 6.41. Механическая система с двумя степенями свободы

Упражнение 6.8. Каток 1, радиуса r весом P катится по горизонтальной поверхности. К катку приложена пара сил с моментом $M = 2Pr$. Каток передаёт движение невесомой тележке (см. рис. 6.42). В кузове тележки находится каток 2 такого же радиуса r и веса P, который движется по горизонтальной поверхности кузова под действием силы $F = P$, приложенной в центре катка. Найти закон движения центра катка 2 относительно тележки, если движение системы началось из состояния покоя.

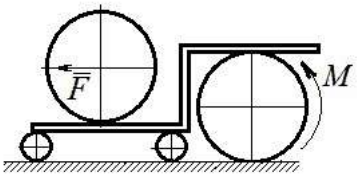


Рис. 6 42. Движение катка в кузове тележки

7. ОТВЕТЫ И КРАТКИЕ ПОЯСНЕНИЯ

7.1. Ответы к упражнениям главы 1

1.1

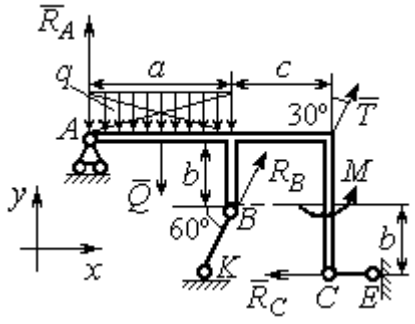


Рис. 7.1. Расчётная схема к упражнению 1.1

$$T = 15 \text{ кН}, \quad Q = 15 \text{ кН}.$$

$$R_B\cos 60^\circ + T\cos 60^\circ - R_C = 0;$$

$$R_A - Q + R_B\cos 30^\circ + T\cos 30^\circ = 0;$$

$$-Q\cdot\frac{a}{2} + R_B\cos 30^\circ\cdot a + R_B\cos 60^\circ\cdot b + T\cos 30^\circ\cdot(a+c) +$$

$$+ M - R_C\cdot 2b = 0.$$

$$R_B = -3{,}8 \text{ кН}, \quad R_C = 5{,}6 \text{ кН}, \quad R_A = 5{,}3 \text{ кН}.$$

1.2

$Q = 9$ кН. $T = 2$ кН.

$$X_A + T\cos 30^\circ + Q\cos 30^\circ = 0;$$

$$Y_A - Q\cos 60^\circ + R_B - T\cos 60^\circ - F = 0;$$

$$-Q\cdot\frac{c}{2} + R_B(b + c\cos 60^\circ) - Fc\cos 60^\circ + M -$$

$$-T\cos 60^\circ(b + c\cos 60^\circ) - T\cos 30^\circ(a + c\sin 60^\circ) = 0.$$

$R_B = 10{,}02$ кН, $X_A = -9{,}53$ кН, $Y_A = -0{,}52$ кН.

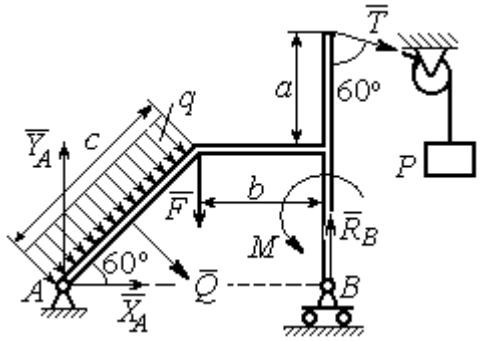


Рис. 7.2. Расчётная схема к упражнению 1.2

1.3

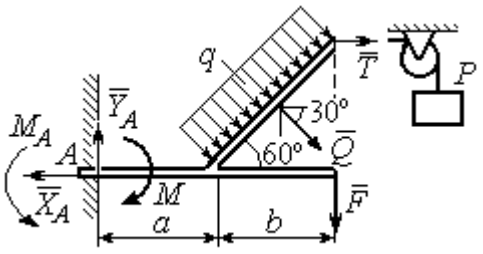


Рис. 7.3. Расчётная схема к упражнению 1.3

$Q = 8$ кН. $T = 3$ кН.

$$-X_A + T + Q\cos 30^\circ = 0;$$

$$Y_A - Q\cos 60° - F = 0;$$

$$-T2b\cos 30° - F(a+b) + M_A - M -$$

$$-Q\cos 60°\left(a + \frac{b}{2}\right) - Q\cos 30^\circ\left(b\cos 30^\circ\right) = 0.$$

$M_A = 18{,}61$ кН·м, $X_A = 9{,}93$ кН, $Y_A = 6$ кН.

1.4

$Q = 6{,}93$ кН, $T = 2$ кН.

$$-X_B - T + Q\cos 30^\circ + F\cos 60^\circ = 0;$$

$$R_A - Q\cos 60^\circ + Y_B - F\cos 30^\circ = 0;$$

$$-\frac{Qa}{2\cos 30^\circ} + Y_B\left(b + \frac{a}{2\cos 30^\circ}\right) + Ta - Fa\cos 60^\circ -$$

$$-F\cos 30^\circ\left(b + \frac{a}{2\cos 30^\circ}\right) + M = 0.$$

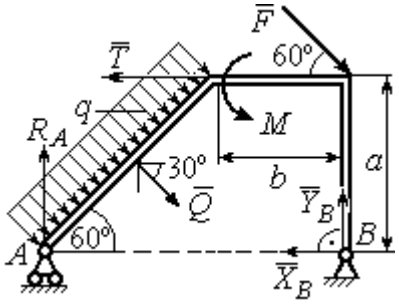


Рис.7.4. Расчётная схема к упражнению 1.4

$R_A = 0{,}72$ кН, $X_B = -5{,}5$ кН, $Y_B = 5{,}34$ кН.

1.5

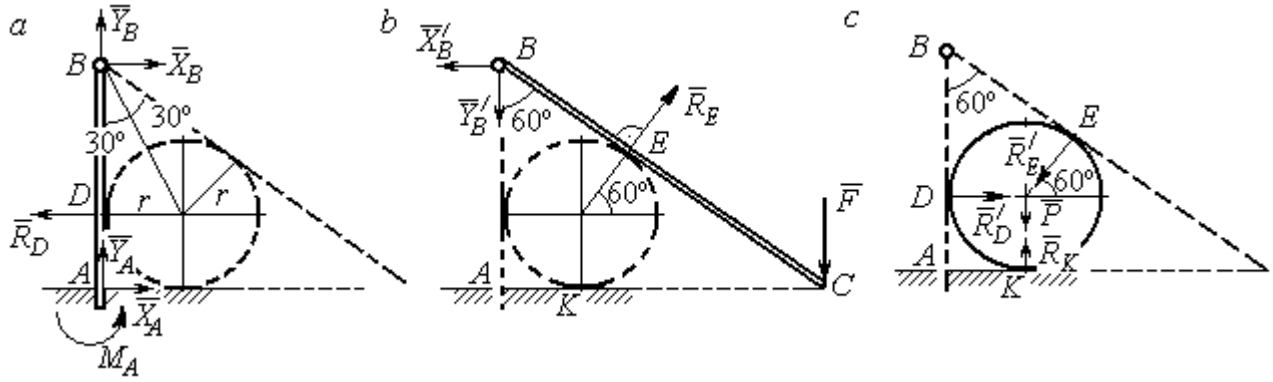


Рис. 7.5. Расчётные схемы к упражнению 1.5:
a – равновесие балки *AB*; *b* – равновесие балки *BC*; *c* – равновесие шара

$X_B = X'_B$, $Y_B = Y'_B$, $R_D = R'_D$, $R_E = R'_E$.

Балка *AB*. $AB = r + BD = r + r\operatorname{ctg}30^\circ = 2{,}73$ м.

$$X_A - R_D + X_B = 0, \quad Y_A + Y_B = 0, \quad M_A + R_D \cdot r - X_B \cdot AB = 0.$$

Балка *BC*. $BE = BD = 1{,}73$ м. $AC = BC\cos 30^\circ = 2AB\cos 30^\circ = 4{,}73$ м.

$$R_E\cos 60^\circ - X'_B = 0, \quad RE\sin 60\circ - Y'B - F = 0, \quad R_E \cdot BE - F \cdot AC = 0.$$

Шар.

$$R'_D - R'_E\cos 60^\circ = 0, \quad R_K - P - R'_E\cos 30^\circ = 0.$$

$R_E = 21{,}87$ кН, $Y_B = 10{,}94$ кН, $X_B = 10{,}94$ кН, $R_D = 10{,}94$ кН;

$R_K = 20{,}94$ кН, $X_A = 0$, $Y_A = -10{,}94$ кН, $M_A = 18{,}93$ кН·м.

1.6

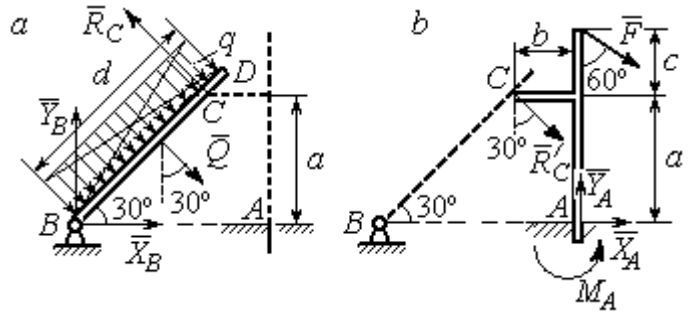


Рис. 7.6. Расчётные схемы к упражнению № 1.6:
a – равновесие балки *BD*; *b* – равновесие балки *AC*

Балка *BD*. $Q = 15$ кН.

$$X_B + Q\cos 60^\circ - R_C\cos 30^\circ = 0;$$

$$Y_B - Q\cos 30^\circ + R_C\cos 60^\circ = 0;$$

$$-Q\frac{d}{2} + R_C\, 2a = 0.$$

Балка *AC*. $R_C = R'_C$.

$$X_A + R'_C\cos 60^\circ + F\cos 30^\circ = 0,\ Y_A - R'_C\cos 30^\circ - F\cos 60^\circ = 0;$$

$$M_A - R'_C\cos 60^\circ \cdot a + R'_C\cos 30^\circ \cdot b - F\cos 30^\circ (a + c) = 0.$$

$$X_B = 0{,}61 \text{ кН},\ \ Y_B = 8{,}3 \text{ кН},\ R_C = 9{,}37 \text{ кН};$$

$$X_A = -8{,}15 \text{ кН},\ \ Y_A = 10{,}11 \text{ кН},\ \ M_A = 11{,}65 \text{ кН·м}.$$

1.7

Балка *AB*. $Q_1 = 6$ кН.

$T = P = 3$ кН.

$$X_A + R_B - T\cos 60^\circ + F = 0;$$

$$Y_A - Q_1 - T\cos 30^\circ = 0;$$

$$M_A - R_B(b + c)\cos 30^\circ + Q_1\frac{a}{2} +$$

$$+ T\cos 30^\circ a + T\cos 60^\circ c\cos 30^\circ -$$

$$- F\left[c + (b + c)\cos 30^\circ\right] = 0.$$

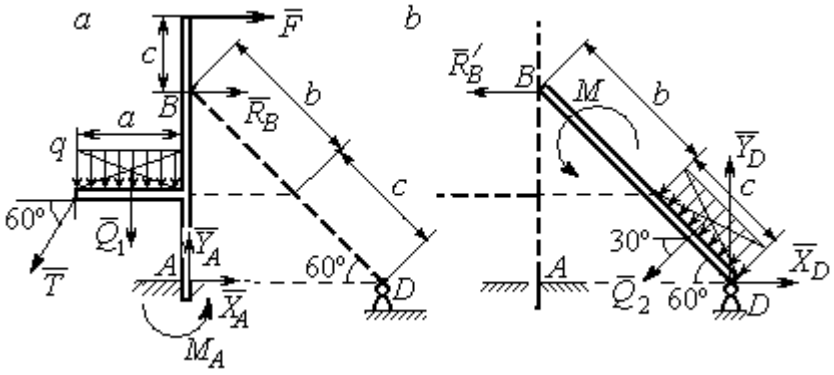


Рис. 7.7. Расчётные схемы к упражнению 1.7:
a – равновесие балки *AB*; *b* – равновесие балки *BD*

Балка *DB*. $Q_2 = 3$ кН. $R'_B = R_B$.

$$X_D - R'_B - Q_2\cos 30^\circ = 0,\ \ Y_D - Q_2\cos 60^\circ = 0,\ M + R'_B(b + c)\cos 30^\circ + Q_2\frac{c}{2} = 0.$$

$$X_A = -1{,}49 \text{ кН},\ Y_A = 8{,}6 \text{ кН},\ M_A = 8{,}86 \text{ кН},\ R_B = -1{,}01 \text{ кН};$$

$$X_D = 1{,}59 \text{ кН},\ \ Y_D = 1{,}5 \text{ кН}.$$

1.8

Шар.

$$R_B\cos60^\circ - R_D\cos60^\circ = 0;$$

$$R_B\cos30^\circ + R_D\cos30^\circ - P = 0.$$

Балка AC. $R'_B = R_B$.

$$X_A - R'_B\cos60^\circ = 0;$$

$$Y_A - R'_B\cos30^\circ + F = 0;$$

$$M_A - R'_B AB + F \cdot AC\cos30^\circ = 0.$$

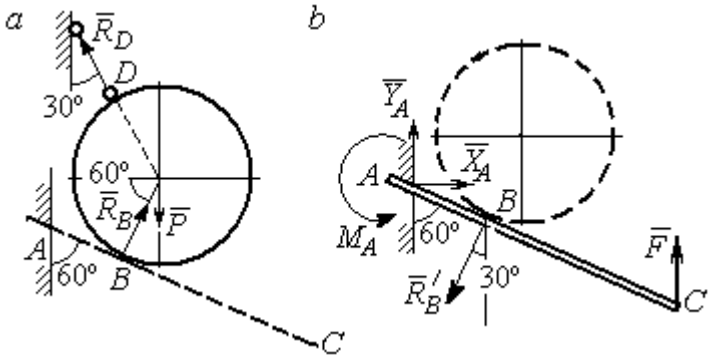


Рис. 7.8. Расчётные схемы к упражнению 1.8:
a – равновесие шара; *b* – равновесие балки *AC*

$X_A = 2{,}89$ кН, $Y_A = 0$ кН, $M_A = -11{,}55$ кН·м, $R_B = 5{,}77$ кН, $R_D = 5{,}77$ кН.

1.9

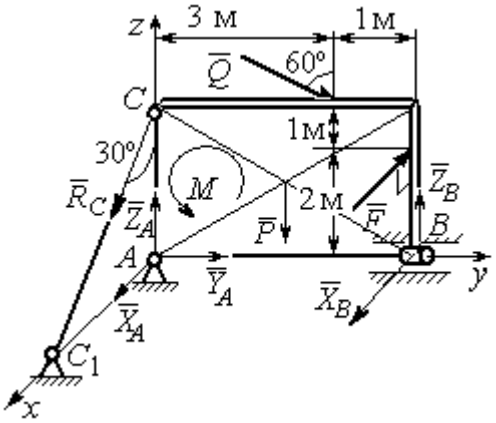


Рис. 7.9. Расчётная схема
к упражнению 1.9

$$X_A + R_C\cos60^\circ + X_B - F = 0;$$

$$Y_A + Q\cos30^\circ = 0;$$

$$Z_A - R_C\cos30^\circ - Q\cos60^\circ + Z_B - P = 0;$$

$$M - Q\cos60^\circ \cdot 3 - Q\cos30^\circ \cdot 3 + Z_B \cdot 4 - P \cdot 2 = 0;$$

$$R_C\cos60^\circ \cdot 3 - F \cdot 2 = 0,\ -X_B \cdot 4 + F \cdot 4 = 0.$$

$X_A = 5{,}34$ кН, $Y_A = 2{,}6$ кН;

$Z_A = 8{,}92$ кН, $R_C = 10{,}67$ кН;

$X_B = 8$ кН, $Z_B = 3{,}82$ кН.

1.10

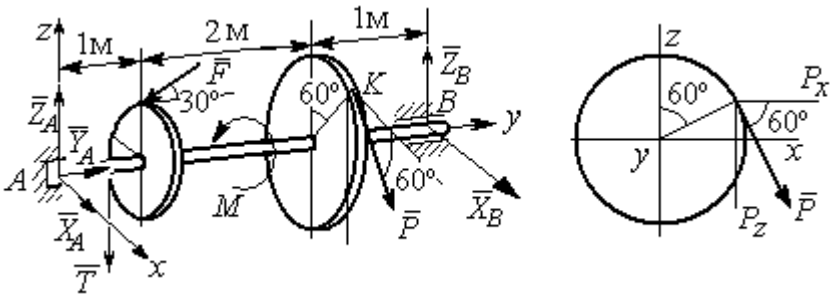


Рис. 7.10. Расчётные схемы к упражнению 1.10

$T = Q = 3$ кН.

$$X_A + P\cos 60^\circ + X_B = 0,\ \ Y_A - F\cos 30^\circ = 0;$$

$$Z_A - F\cos 60^\circ - P\cos 30^\circ - T + Z_B = 0.$$

$$-T\cdot 1 - F\cos 60^\circ \cdot 1 + F\cos 30^\circ \cdot r - P\cos 30^\circ \cdot 3 + Z_B \cdot 4 = 0;$$

$$-Tr + PR - M = 0,\ \ -P\cos 60^\circ \cdot 3 + X_B \cdot 4 = 0.$$

$X_A = 5{,}6$ кН, $Y_A = 3{,}46$ кН, $Z_A = 5{,}48$ кН, $P = 6{,}4$ кН, $X_B = 2{,}4$ кН, $Z_B = 5{,}06$ кН.

1.11

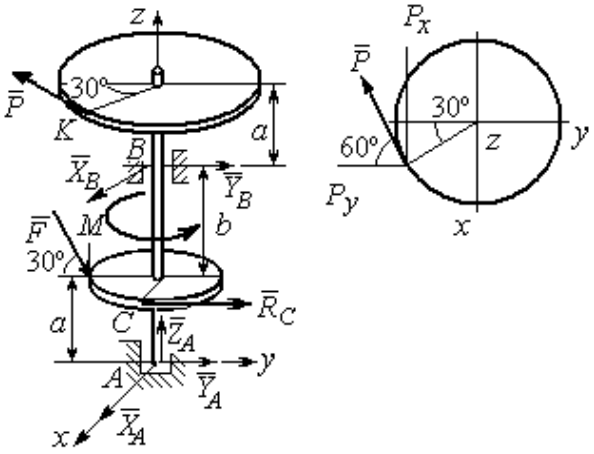


Рис. 7.11. Расчётные схемы к упражнению 1.11

$R_C = Q = 3$ кН.

$$X_A + X_B - P\cos 30^\circ = 0;$$

$$Y_A + Y_B - P\cos 60^\circ + R_C + F\cos 30^\circ = 0;$$

$$Z_A - F\cos 60^\circ = 0;$$

$$-Y_B(a+b) + P\cos 60^\circ(2a+b) - R_C a - -$$

$$F\cos 30^\circ \cdot a + F\cos 60^\circ \cdot r = 0;$$

$$X_B(a+b) - P\cos 30^\circ(2a+b) = 0;$$

$$-PR + R_C r + M = 0.$$

$X_A = -1{,}85$ кН, $Y_A = -5{,}64$ кН, $Z_A = 2$ кН, $P = 6{,}4$ кН, $X_B = 7{,}39$ кН, $Y_B = 2{,}38$кН.

1.12

$$T = Q = 3 \text{ кН}.$$

$$X_A + T + X_D = 0;\ Y_A - F + P\cos 60^\circ = 0,$$

$$Z_A + Z_D + P\cos 30^\circ = 0;$$

$$Fa\sin 30^\circ + Z_D(b+2a) + P(2b+2a)\cos 30^\circ = 0;$$

$$Ta\sin 30^\circ - Pa\cos 30^\circ + M = 0;$$

$$-Ta - X_D(b+2a) + Pa\cos 60^\circ + Fa\cos 30^\circ = 0.$$

$$X_A = 0{,}8 \text{ кН},\quad Y_A = 2{,}56 \text{ кН},\ \ Z_A = 1{,}3 \text{ кН};$$

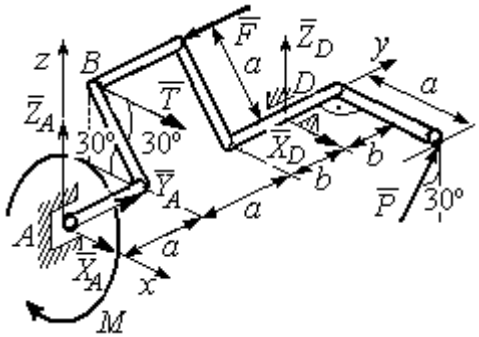


Рис. 7.12. Расчётная схема к упражнению 1.12

$$P = 2{,}89 \text{ кН},\ X_D = 0{,}76 \text{ кН},\ Z_D = -3{,}80 \text{ кН}.$$

1.13

Минимальный вес груза P:

$$T_{\min} + F_{\text{тр}\,A} - N_B = 0;$$

$$F_{\text{тр}\,B} + N_A - Q = 0;$$

$$F_{\text{тр}\,B} \cdot AB\sin 30° + N_B \cdot AB\cos 30° - Q \cdot AC\sin 30° = 0$$

Максимальный вес груза P:

$$T_{\max} - F_{\text{тр}\,A} - N_B = 0;$$

$$-F_{\text{тр}\,B} + N_A - Q = 0;$$

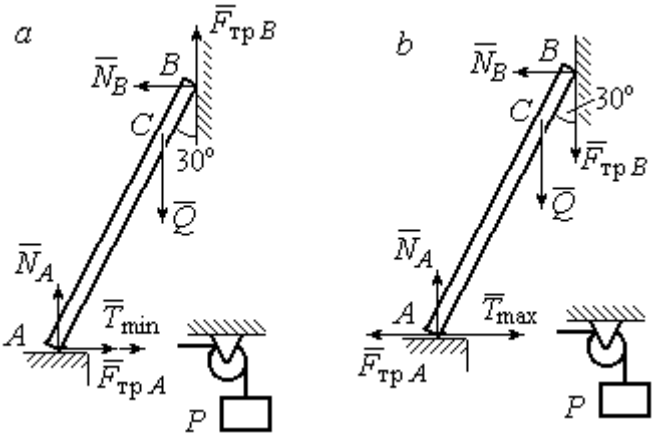


Рис. 7.13. Расчётные схемы к упражнению 1.13:
a – расчёт минимального веса груза;
b – расчёт максимального веса груза

$$-F_{\text{тр}\,B} \cdot AB\sin 30° + N_B \cdot AB\cos 30° - Q \cdot AC\sin 30° = 0;$$

$$F_{\text{тр}\,A} = f N_A,\ F_{\text{тр}\,B} = f N_B.$$

$$T_{\min} = 31.77 \text{ Н} < P < T_{\max} = 130{,}51 \text{ Н}.$$

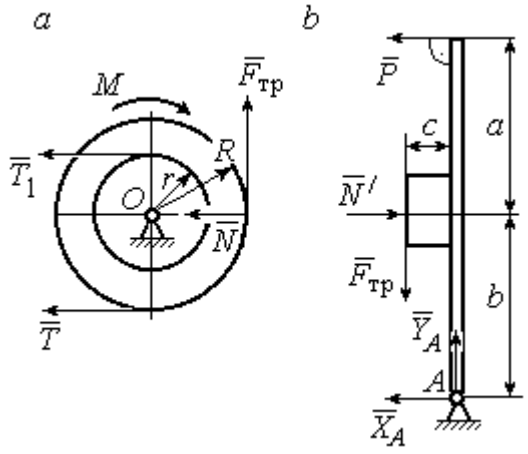


Рис. 7.14. Расчётные схемы
к упражнению 1.14:
a – равновесие шкива; *b* – равновесие рычага

1.14

Шкив. $T = T_1 = Q$.

$$T \cdot R - T_1 r + M - F_{\text{тр}} R = 0.$$

$$F_{\text{тр}} = 266{,}67 \text{ Н};$$

$$N = \frac{F_{\text{тр}}}{f} = 666{,}67 \text{ Н}.$$

Рычаг. $N = N'$. $F_{\text{тр}} = F'_{\text{тр}}$.

$$P(a+b) - N' \cdot b + F'_{\text{тр}} c = 0.$$

$$P = 320 \text{ Н}.$$

$$-X_A - P + N' = 0;$$

$$Y_A - F'_{\text{тр}} = 0.$$

$$X_A = 346{,}67 \text{ Н},\ Y_A = 266{,}67 \text{ Н}.$$

7.2. Ответы к упражнениям главы 2

2.1

$$\omega_{1z} = \dot{\varphi}_1 = 3 + \pi\cos\frac{\pi t}{2},\ \omega_1(1) = |\omega_{1z}(1)| = 3 \text{ рад/с}.$$

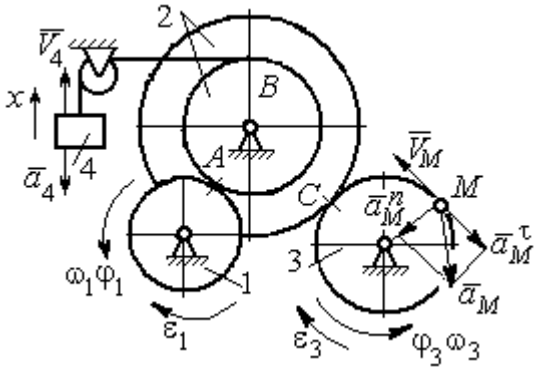


Рис. 7.15. Расчётная схема к упражнению 2.1

$$\omega_{3z} = \omega_{1z}\frac{R_1}{r_2}\frac{R_2}{R_3} = \left(3 + \pi\cos\frac{\pi t}{2}\right)\frac{4}{3};$$

$$\omega_3(1) = |\omega_{3z}(1)| = 4 \text{ рад/с}.$$

$$V_M(1) = \omega_3(1)R_3 = 40 \text{ см/с}.$$

$$\varepsilon_{3z} = \dot{\omega}_{3z} = -\frac{2\pi^2}{3}\sin\frac{\pi t}{2},\quad \varepsilon_{3z}(1) = -\frac{2\pi^2}{3};$$

$$\varepsilon_3(1) = |\varepsilon_{3z}(1)| = \frac{2\pi^2}{3} = 6{,}58 \text{ рад/с}^2.$$

$$\bar{a}_M = \bar{a}_M^n + \bar{a}_M^\tau,\ a_M^n(1) = \omega_3^2(1)R_3 = 160 \text{ см/с}^2,\ a_M^\tau(1) = \varepsilon_3(1)R_3 = 65{,}8 \text{ см/с}^2.$$

$$a_M(1) = 173 \text{ см/с}^2.$$

$$V_{4x} = V_A = \omega_{1z}R_1 = \left(3 + \pi\cos\frac{\pi t}{2}\right)8;\ V_4(1) = |V_{4x}(1)| = 24 \text{ см/с}.$$

$$\dot{V}_{4x} = -4\pi^2\sin\frac{\pi t}{2},\ \dot{V}_{4x}(1) = -4\pi^2;\ a_4(1) = |\dot{V}_{4x}(1)| = 39{,}48 \text{ см/с}^2.$$

2.2

$$V_{4x} = \dot{x}_4 = 1 - \frac{\pi}{3}\cos\frac{\pi t}{3} - \frac{\pi}{3}\sin\frac{\pi t}{3};$$

$$V_{4x}(3) = 2{,}05 \text{ м/с},\ V_4 = |V_{4x}(3)|$$

$$\omega_{3z} = \frac{V_{4x}}{r_3} = \frac{1}{r_3}\left(1 - \frac{\pi}{3}\cos\frac{\pi t}{3} - \frac{\pi}{3}\sin\frac{\pi t}{3}\right);$$

$$\omega_{3z}(3) = 6{,}83 \text{ рад/с};\ \omega_3 = |\omega_{3z}(3)|.$$

$$\varepsilon_{3z} = \dot{\omega}_{3z} = \frac{1}{r_3}\left(\frac{\pi^2}{9}\sin\frac{\pi t}{3} - \frac{\pi^2}{9}\cos\frac{\pi t}{3}\right).$$

$$\varepsilon_{3z}(3) = 3{,}65 \text{ рад/с}^2;\ \varepsilon_3 = |\varepsilon_{3z}(3)|.$$

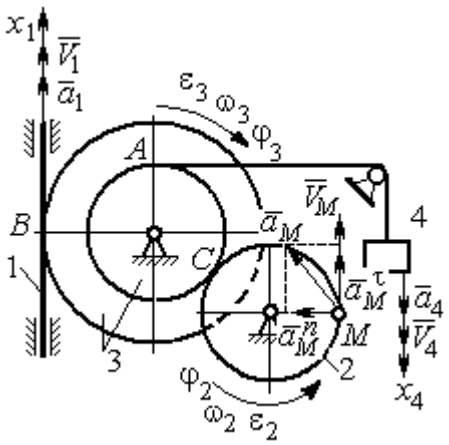


Рис. 7.16. Расчётная схема к упражнению 2.2

$$\frac{\omega_3}{\omega_2}=\frac{R_2}{r_3};\ \ \omega_2=\omega_3\frac{r_3}{R_2}=10{,}25\ \text{рад/с};\ V_M=\omega_2 R_2=2{,}05\ \text{м/с}.$$

$$\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_2}=\frac{R_2}{r_3};\ \ \varepsilon_2=\varepsilon_3\frac{r_3}{R_2}=5{,}47\ \text{рад/с}^2.$$

$$a_M^n=\omega_2^2 R_2=20{,}4\ \text{м/с}^2;\ \ a_M^\tau=\varepsilon_2 R_2=1{,}09\ \text{м/с}^2.$$

$$a_M=\sqrt{\left(a_M^n\right)^2+\left(a_M^\tau\right)^2}=20{,}43\ \text{м/с}^2.$$

$$V_1=\omega_3 R_3=2{,}73\ \text{м/с};\ a_1=\dot V_1=\dot\omega_3 R_3=\varepsilon_3 R_3=2{,}19\ \text{м/с}^2.$$

2.3

$$BP_2=BC\cos30^\circ=4{,}33\ \text{см};\ CP_2=2{,}5\ \text{см}.$$

$$\omega_{BC}=\frac{V_B}{BP_2}=1{,}15\ \text{рад/с};\ \ V_C=\omega_{BC}CP_2=2{,}87\ \text{см/с};$$

$$\omega_1=\frac{V_C}{CP_1}=0{,}72\ \text{рад/с};\ EP_1=2R_1\cos30^\circ=3{,}46\ \text{см};$$

$$V_E=\omega_1 EP_1=2{,}49\ \text{см/с};\ EP_3=2AE\cos30^\circ=10{,}39\ \text{см};$$

$$\omega_{AE}=\frac{V_E}{EP_3}=0{,}24\ \text{рад/с};\ EA=AP_3;$$

$$V_A=\omega_{AE}AP_3=1{,}44\ \text{см/с},\ \ \omega_{AO}=\frac{V_A}{AO}=0{,}24\ \text{рад/с}.$$

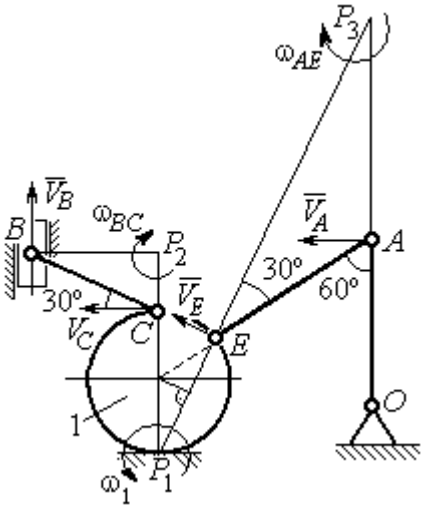


Рис. 7.17. Расчётная схема к упражнению 2.3

2.4

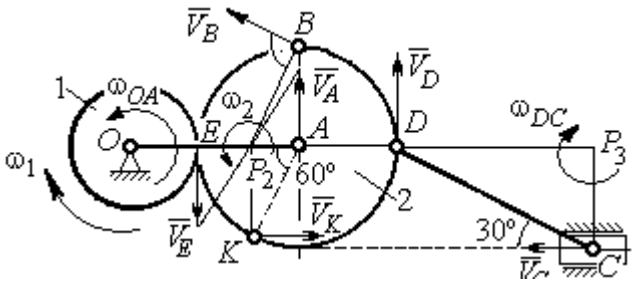


Рис. 7.18. Расчётная схема к упражнению 2.4

E – точка касания дисков.

$$V_E=\omega_1 r_1=18\ \text{см/с}.$$

$$V_A=\omega_{OA}\left(r_1+r_2\right)=18\ \text{см/с}.$$

$$EP_2=P_2A=3\ \text{см},\ \omega_2=\frac{V_E}{EP_2}=6\ \text{рад/с}.$$

$$V_K=\omega_2 P_2K=31{,}18\ \text{см/с}.$$

$$V_B=\omega_2 P_2B=40{,}25\ \text{см/с};\ V_D=\omega_2 P_2D=54\ \text{см/с}.$$

$DC = 2r_2$, $\omega_{DC} = \dfrac{V_D}{DP_3} = 5{,}197$ рад/с; $V_C \cos 30^\circ = V_D \cos 60^\circ$, $V_C = 31{,}18$ см/с.

2.5

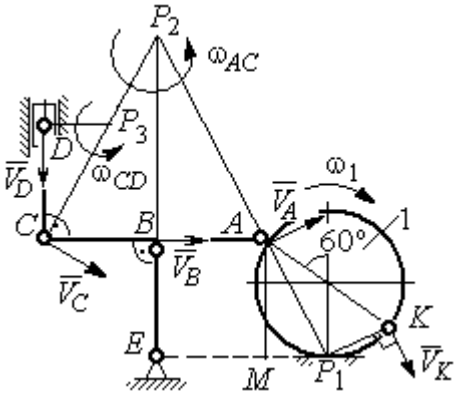


Рис. 7. 19. Расчётная схема к упражнению 2.5.

$BE = 1{,}5R_1$; $R_1 = 2{,}67$ см.

$KP_1 = R_1$; $\omega_1 = \dfrac{V_K}{KP_1} = 0{,}75$ рад/с.

$AP_1 = \dfrac{AM}{\cos 30^\circ} = 4{,}62$ см; $V_A = \omega_1 P_1 A = 3{,}46$ см/с.

$AP_2 = 2AB = 8$ см; $\omega_{AC} = \dfrac{V_A}{AP_2} = 0{,}43$ рад/с.

$V_B \cos 0^\circ = V_A \cos 30^\circ$; $V_B = 2{,}99$ см/с.

$\omega_{BE} = \dfrac{V_B}{BE} = 0{,}75$ рад/с; $V_C = V_A = 3{,}46$ см/с; $CP_3 = \dfrac{DC}{\cos 30^\circ} = 4{,}62$ см;

$\omega_{CD} = \dfrac{V_C}{CP_3} = 0{,}75$ рад/с; $V_D \cos 0^\circ = V_C \cos 60^\circ$; $V_D = 1{,}73$ см/с.

2.6

$V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 12$ см/с; $\omega_{AD} = 0$, $V_D = V_A$.

$\omega_{O_1C} = \dfrac{V_D}{DO_1} = 3$ рад/с;

$V_C = \omega_{O_1C} \cdot O_1C = 48$ см/с.

$CB = CP = 16$ см; $\omega_{CB} = \omega_{CL} = \dfrac{V_C}{CP} = 3$ рад/с.

$PL = \dfrac{CP}{\cos 30^\circ} = 18{,}48$ см; $PB = 2BC \cos 30^\circ$.

$V_L = \omega_{CL} \cdot PL = 55{,}44$ см/с;

$V_B = \omega_{CB} \cdot PB = 83{,}13$ см/с.

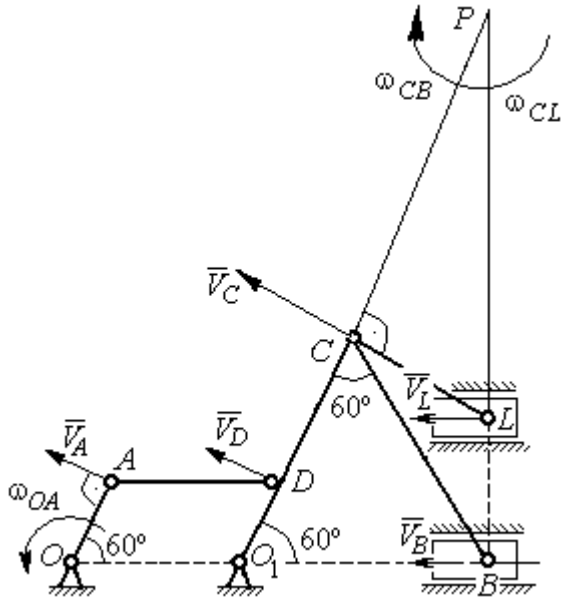


Рис. 7.20. Расчётная схема к упражнению 2.6.

2.7

$V_D = \omega_1 R_1 = 30$ см/с; $V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 15$ см/с.

$$\omega_2 = \frac{V_A}{AP_2} = 3 \text{ рад/с.}$$

$$V_B = \omega_2 \cdot P_2 B = 21{,}21 \text{ см/с.}$$

$V_C \cos 0^\circ = V_B \cos 45^\circ$; $V_C = 15$ см/с.

$CP_3 = CB$; $\omega_{BC} = \dfrac{V_C}{CP_3} = 1{,}87$ рад/с.

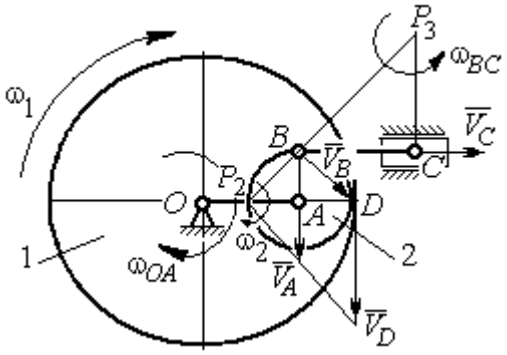


Рис. 7.21. Расчётная схема к упражнению 2.7

2.8

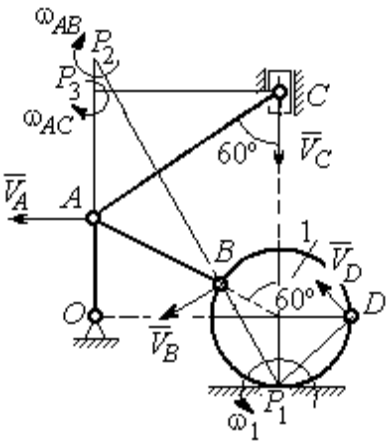


Рис. 7.22. Расчётная схема к упражнению 2.8

$AC = AB + R_1 = 12$ см; $CP_3 = AC \cos 30^\circ = 10{,}39$ см.

$\omega_{AC} = \dfrac{V_C}{CP_3} = 0{,}48$ рад/с; $V_A = \omega_{AC} \cdot AP_3 = 2{,}89$ см/с.

$$AB = AP_2; \quad \omega_{AB} = \frac{V_A}{AP_2} = 0{,}29 \text{ рад/с.}$$

$$BP_2 = 2AB \cos 30^\circ = 17{,}32 \text{ см.}$$

$$V_B = \omega_{AB} BP_2 = 5{,}02 \text{ см/с.}$$

$OA = (AB + R_1)\sin 30° = 6$ см; $\omega_{OA} = \dfrac{V_A}{AO} = 0{,}48$ рад/с.

$$BP_1 = 2R_1 \cos 30^\circ = 3{,}46 \text{ см;} \quad \omega_1 = \frac{V_B}{BP_1} = 1{,}45 \text{ рад/с.}$$

$$DP_1 = R_1\sqrt{2} = 2{,}82 \text{ см;} \; V_D = \omega_1 DP_1 = 4{,}09 \text{ см/с.}$$

2.9

$$V_A = \omega_{OA} OA = 12 \text{ см/с;} \quad AP = 2AB = 2BC \cdot \operatorname{tg} 60^\circ = 27{,}71 \text{ см.}$$

$$\omega_{AB} = \frac{V_A}{AP} = 0{,}43 \text{ рад/с;} \; V_B \cos 0^\circ = V_A \cos 30^\circ; \; V_B = 10{,}38 \text{ см/с.}$$

$$\omega_{BC} = \frac{V_B}{BC} = 1{,}29 \text{ рад/с.}$$

$$\bar{a}_B = \bar{a}_A + \bar{a}^n_{BA} + \bar{a}^\tau_{BA}; \quad \bar{a}_B = \bar{a}_C + \bar{a}^n_{BC} + \bar{a}^\tau_{BC}, \; a_C = 0.$$

$$\bar{a}_A = \bar{a}_O + \bar{a}^n_{AO} + \bar{a}^\tau_{AO},\ a_O = 0.$$

$$\bar{a}^n_{BC} + \bar{a}^\tau_{BC} = \bar{a}^n_{AO} + \bar{a}^\tau_{AO} + \bar{a}^n_{BA} + \bar{a}^\tau_{BA}.$$ Найти a^τ_{BC}

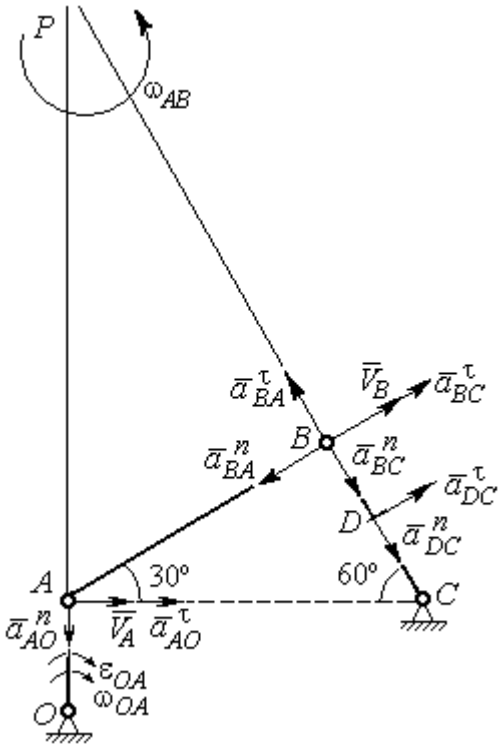


Рис. 7.23. Расчётная схема к упражнению 2.9

$$a^n_{AO} = \omega^2_{AO} \cdot AO = 36 \text{ см/с}^2;$$

$$a^\tau_{AO} = \varepsilon_{AO} \cdot AO = 8 \text{ см/с}^2;$$

$$AB = BC \cdot \text{tg}60^\circ = 13{,}86 \text{ см}.$$

$$a^n_{BA} = \omega^2_{AB} \cdot AB = 2{,}56 \text{ см/с}^2;\ \ a^\tau_{AB} = \varepsilon_{AB} AB.$$

$$a^n_{BC} = \omega^2_{BC} \cdot BC = 13{,}31 \text{ см/с}^2;\ \ a^\tau_{BC} = \varepsilon_{BC} BC.$$

Проекция на AB:

$$a^\tau_{BC} = -a^n_{AO}\cos 60^\circ +$$

$$+ a^\tau_{AO}\cos 30^\circ - a^n_{BA} = 13{,}63 \text{ см/с}^2.$$

$$\varepsilon_{BC} = \frac{\left|a^\tau_{BC}\right|}{BC} = 1{,}7 \text{ рад/с}^2.$$

$$\bar{a}_D = \bar{a}^n_{DC} + \bar{a}^\tau_{DC}.$$

$$a^n_{DC} = \omega^2_{BC} \cdot DC = 6{,}65 \text{ см/с}^2;\ \ a^\tau_{DC} = \varepsilon_{BC} \cdot DC = 6{,}8 \text{ см/с}^2.$$

$$a_D = \sqrt{\left(a^n_{DC}\right)^2 + \left(a^\tau_{DC}\right)^2} = 9{,}51 \text{ см/с}^2.$$

2.10

$$V_A = \omega_1 r_1 = 12 \text{ см/с};\ P_2 A = \frac{1}{2} BC = 5 \text{ см}.$$

$$\omega_{AB} = \frac{V_A}{P_2 A} = 2{,}4 \text{ рад/с}.$$

$$V_B \cos 30^\circ = V_A \cos 60^\circ;\ V_B = 6{,}93 \text{ см/с}.$$

$$P_3 B = BC\cos 30^\circ = 8{,}66 \text{ см};$$

$$\omega_{BC} = \frac{V_B}{P_3 B} = 0{,}8 \text{ рад/с}.$$

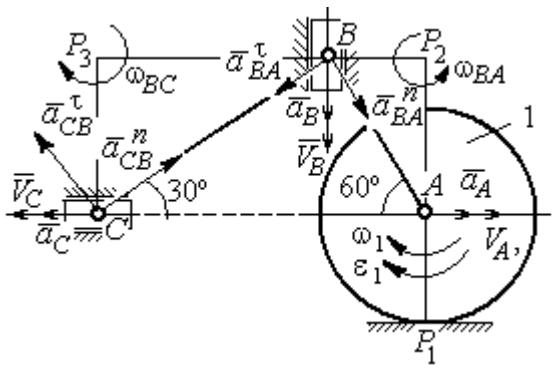


Рис. 7.24. Расчётная схема к упражнению 2.10

$$\bar{a}_B = \bar{a}_A + \bar{a}^n_{BA} + \bar{a}^\tau_{BA}.$$ Найти a_B.

Проекция на BA: $a_B\cos30° = a_A\cos60° + a^n_{BA}$.

$$a_A = a^\tau_A = \varepsilon_1 r_1 = 8 \text{ см/с}^2;\ AB = BC\operatorname{tg}30° = 5{,}77 \text{ см}.$$

$$a^n_{BA} = \omega^2_{BA}\cdot BA = 33{,}23 \text{ см/с}^2;\ \ a_B = 43{,}03 \text{ см/с}^2.$$

$$\bar a_C = \bar a_B + \bar a^n_{CB} + \bar a^\tau_{CB}.$$

Проекция на BC: $a_C\cos60° = a_B\cos60° - a^n_{CB}$,

$$a^n_{CB} = \omega^2_{CB}\cdot CB = 6{,}4 \text{ см/с}^2;\ \ a_C = a_B - 2a^n_{CB} = 30{,}23 \text{ см/с}^2.$$

7.3. Ответы к упражнениям главы 3

3.1

$$CM_1 = S_r(1) = \frac{40}{3}\sin\frac{\pi}{3} = 11{,}55 \text{ см}.$$

Так как $CM_1\cos30° = 10$ см $= R$, то точка M_1 лежит на вертикальном диаметре.

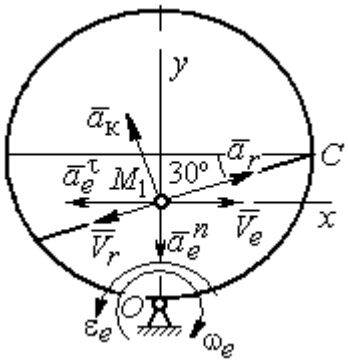


Рис. 7.25. Расчётная схема к упражнению 3.1

$$V_r = \dot S_r = \frac{40\pi}{9}\cos\frac{\pi t}{3};\ V_r(1) = 6{,}98 \text{ см/с}.$$

$$\omega_e(1) = 0{,}5 \text{ рад/с};\ OM_1 = R - \frac{1}{2}CM_1 = 4{,}23 \text{ см}.$$

$$V_e = \omega_e OM_1;\ \ V_e(1) = 2{,}12 \text{ см/с}.$$

$$\bar V_M = \bar V_e + \bar V_r.$$

$$V_{Mx} = V_e - V_r\cos30° = -3{,}93 \text{ м/с};\ V_{My} = -V_r\cos60° = -3{,}49 \text{ м/с};$$

$$V_M = \sqrt{(V_{Mx})^2 + (V_{My})^2} = 5{,}26 \text{ см/с}.$$

$$\bar a_M = \bar a_e + \bar a_r + \bar a_к.$$

$$\bar a_e = \bar a^n_e + \bar a^\tau_e,\ \ a^n_e = \omega^2_e OM_1;\ \ a^n_e(1) = 1{,}06 \text{ см/с}^2.$$

$$\dot\omega_e = -\frac{\pi}{3}\sin\frac{\pi t}{3},\ \ \dot\omega_e(1) = -0{,}91 \text{ рад/с}^2;\ \ \varepsilon_e = |\dot\omega_e(1)| = 0{,}91 \text{ рад/с}^2,$$

$$a^\tau_e(1) = \varepsilon_e\cdot OM_1 = 3{,}85 \text{ см/с}^2.$$

$$\dot{V}_r = -\frac{40\pi^2}{27}\sin\frac{\pi t}{3},\ \dot{V}_r(1) = -12{,}66;\ a_r = \left|\dot{V}_r(1)\right| = 12{,}66 \text{ см/с}^2$$

$$a_к = 2\left|\omega_e\right| \cdot \left|V_r\right|;\ \ a_к(1) = 6{,}98 \text{ см/с}^2.$$

$$\bar{a}_M = \bar{a}_e^n + \bar{a}_e^\tau + \bar{a}_r + \bar{a}_к.$$

$$a_{Mx} = -a_e^\tau + a_r\cos 30° - a_к\cos 60° = 3{,}62 \text{ см/с}^2;$$

$$a_{My} = -a_e^n + a_r\cos 60° + a_к\cos 30° = 11{,}31 \text{ см/с}^2.$$

$$a_M = \sqrt{(a_{Mx})^2 + (a_{My})^2} = 11{,}87 \text{ см/с}^2.$$

3.2

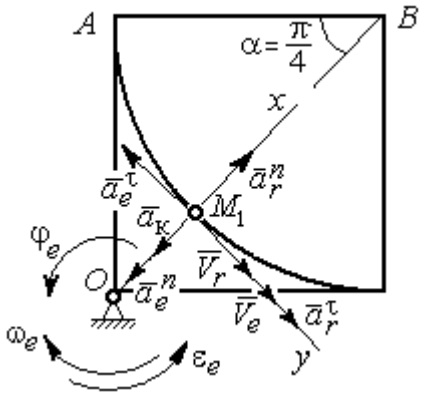


Рис. 7.26. Расчётная схема к упражнению 3.2

Положение M_1:

$$\alpha = \frac{S_r(1)}{R} = \frac{\pi}{4};\ \ OM_1 = 8{,}28 \text{ см}.$$

$$\dot{S}_r = 10\pi t;\ \ V_r = \left|\dot{S}_r(1)\right| = 31{,}42 \text{ см/с}.$$

$$\dot{\varphi}_e = 2t - 5,$$

$$\dot{\varphi}_e(1) = -3 \text{ рад/с},\ \ \omega_e = \left|\dot{\varphi}_e(1)\right| = 3 \text{ рад/с}.$$

$$V_e = \omega_e \cdot OM_1 = 24{,}6 \text{ см/с}.$$

$$\bar{V}_M = \bar{V}_e + \bar{V}_r \cdot\ V_{Mx} = V_e + V_r = 56{,}02 \text{ см/с};$$

$$V_{My} = 0;\ V_M = 56{,}02 \text{ см/с}.$$

$$\bar{a}_M = \bar{a}_e + \bar{a}_r + \bar{a}_к = \bar{a}_e^n + \bar{a}_e^\tau + \bar{a}_r^n + \bar{a}_r^\tau + \bar{a}_к.$$

$$\bar{a}_e = \bar{a}_e^n + \bar{a}_e^\tau\ \cdot\ a_e^n = \omega_e^2 \cdot OM_1 = 74{,}52 \text{ см/с}^2;$$

$$\dot{\omega}_e = 2 \text{ рад/с}^2;\ \varepsilon_e = \left|\dot{\omega}_e\right|;\ \ a_e^\tau(1) = \varepsilon_e OM_1 = 16{,}56 \text{ см/с}^2;$$

$$\bar{a}_r = \bar{a}_r^n + \bar{a}_r^\tau \cdot \dot{V}_r = 10\pi;\ a_r^\tau = \left|\dot{V}_r\right| = 10\pi = 31{,}42 \text{ см/с}^2;$$

$$a_r^n(1) = \frac{V_r^2}{R} = 49{,}36 \text{ см/с}^2;\ \ a_к = 2\left|\omega_e\right| \cdot \left|V_r\right|;\ \ a_к(1) = 62{,}84 \text{ см/с}^2.$$

$$a_{Mx} = -a_e^n + a_r^n - a_к = -88 \text{ см/с}^2;\ a_{My} = -a_e^\tau + a_r^\tau = 14{,}86 \text{ см/с}^2.$$

$$a_M = \sqrt{(a_{Mx})^2 + (a_{My})^2} = 89{,}24 \text{ см/с}^2.$$

7.4. Ответы к упражнениям главы 4

4.1

$$m\ddot{x} = F - P\cos 60° - F_{\text{тр}}, \quad m\ddot{y} = N - P\cos 30° = 0.$$

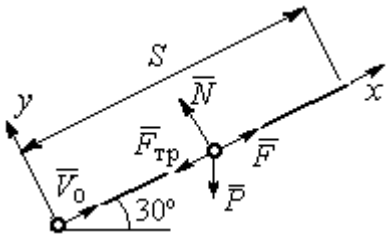


Рис. 7.27. Расчётная схема к упражнению 4.1

$$F_{\text{тр}} = fN = fmg\cos 30°;$$

$$\ddot{x} = \frac{1}{2}kt - 3{,}4, \quad \dot{x} = \frac{1}{4}kt^2 - 3{,}4t + V_0;$$

$$x = \frac{1}{12}kt^3 - 1{,}7t^2 + V_0 t.$$

Конечные условия: $t = 2$ с; $x = S = 2$ м; $V = 2V_0$.

$$V_0 = k - 6{,}8; \quad 1 = \frac{1}{3}k - 3{,}4 + V_0.$$

$$k = 8{,}4; \; V_0 = 1{,}6 \text{ м/с}.$$

4.2

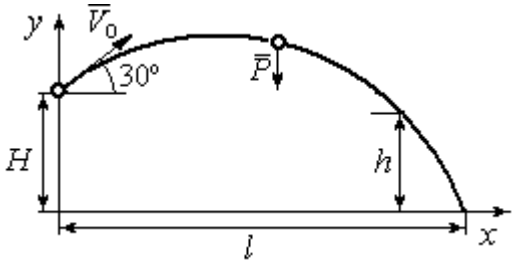


Рис. 7.28. Расчётная схема к упражнению 4.2

Уравнения движения точки:

$$m\ddot{x} = 0; \; \dot{x} = V_0\cos 30°; \; x = V_0 t\cos 30°.$$

$$m\ddot{y} = -P; \dot{y} = -gt + V_0\cos 60°;$$

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0 t\cos 60° + H.$$

Краевое условие пролёта высоты h:

$$t = 1 \text{ с}; \; y = h = 7 \text{ м}.$$

Подставляя краевые условия в уравнение движения, находим: $V_0 = 3{,}81$ м/с.

Краевое условие падения точки:

$$t = t_{\text{пад}}; \; x = l; \; y = 0.$$

Подстановка в уравнения движения условия приводит к системе:

$$l = V_0 t_{\text{пад}}\cos 30°; \; 0 = -\frac{1}{2}gt_{\text{пад}}^2 + V_0 t_{\text{пад}}\cos 60° + H.$$

Находим: $t_{\text{пад}} = 1{,}64$ с; $l = 5{,}41$ м.

4.3

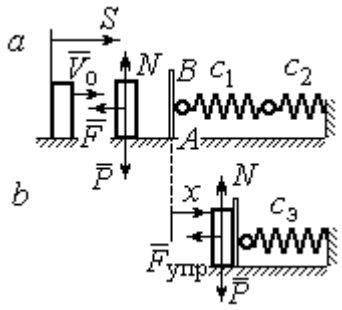


Рис. 7.29. Расчётная схема к упражнению 4.3: *a* – движение груза до начала колебаний; *b* – колебания груза

Уравнение движения груза (рис. 7.29, *a*):

$$m\ddot{S} = -F = -k\dot{S}.$$

Начальные условия: $t = 0;\ S = 0;\ \dot{S} = V_0$.

Решение: $S = \dfrac{mV_0}{k}\left(1 - e^{-\frac{k}{m}t}\right) = 6\left(1 - e^{-t}\right)$ м.

Скорость груза: $\dot{S} = 6e^{-t}$.

Скорость груза в момент соединения с площадкой AB: $V_1 = \dot{S}(1) = 0{,}21$ м/с.

Уравнение колебаний груза на эквивалентной пружине (рис. 7.29, *b*):

$$m\ddot{x} = -F_{упр} = -c_э x;\ c_э = \frac{c_1 c_2}{c_1 + c_2} = 30 \text{ Н/м}.$$

Начальные условия движения: $t = 0;\ x = 0;\ \dot{x} = V_1$.

Общий вид решения: $x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t;\ \omega = \sqrt{\dfrac{c_э}{m}} = 7{,}75$ рад/с,

где константы: $C_1 = 0;\ C_2 = \dfrac{V_1}{\omega} = 0{,}28$ м. Закон движения груза $x = 0{,}28\sin 7{,}75t$.

Максимальное сжатие 0,28 м.

4.4

Жесткость эквивалентной пружины

$$c_э = \frac{c \cdot 2c}{c + 2c} = \frac{2}{3}c.$$

Уравнение колебаний:

$$m\ddot{x} = P - F_{упр} = P - c_э(\lambda_{ст} + x) = -c_э x.$$

Общее решение:

$$x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t;\ \omega = \sqrt{\frac{c_э}{m}} = 10{,}33 \text{ рад/с}.$$

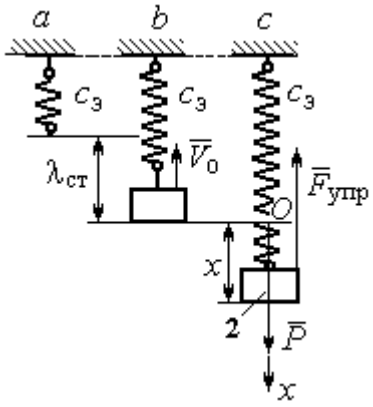


Рис. 7.30. Расчётная схема к упражнению 4.4: *a* – нерастянутая пружина; *b* – положение статического равновесия; *c* – произвольное положение груза

Начальные условия: $t = 0;\ x = 0;\ \dot{x} = -V_0$.

Находим константы интегрирования: $C_1 = 0;\ C_2 = \dfrac{V_0}{\omega} = 0{,}39$ м.

Закон движения груза: $x = 0{,}39\sin 10{,}33t$.

Амплитуда $A = 0{,}39$ м, частота $\omega = 10{,}33$ рад/с.

4.5

Скорость человека, находящегося в самолёте, в нижней точке траектории (точка C):

$$\frac{mV_C^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = mg\left[l\sin\varphi + r(1-\cos\varphi)\right].$$

Откуда $V_C^2 = V_0^2 + 2g\left[l\sin\varphi + r(1-\cos\varphi)\right]$.

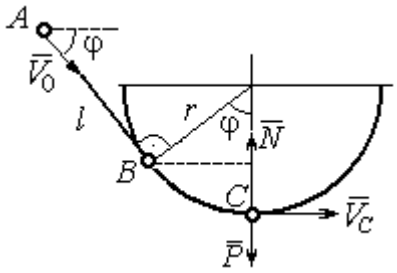


Рис. 7.31. Расчётная схема к упражнению 4.5

Уравнение движения человека, двигающегося вместе с самолётом, в проекции на нормаль в точке C: $\dfrac{mV_C^2}{r} = N - P$, где N – реакция корпуса самолёта. Сила давления человека на корпус самолёта по величине равна реакции, но направлена в противоположную сторону.

Из условия $N \le 3P$ следует неравенство: $V_C^2 \le 2gr$, или

$V_0^2 + 2g\left[l\sin\varphi + r(1-\cos\varphi)\right] \le 2gr$. Откуда $r \ge \dfrac{V_0^2 + 2gl\sin\varphi}{2g\cos\varphi}$.

4.6

Из уравнения теоремы об изменении кинетической энергии шарика в точке B с учётом, что $V_A = 0$, найдём:

$$\frac{mV_B^2}{2} = \frac{ca^2}{2} + mg\left[R + R\cos 60° - a\cos 30°\right].$$

Составим уравнение теоремы об изменении кинетической энергии точки на участке BD:

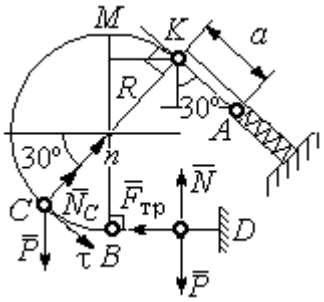


Рис. 7.32. Расчётная схема к упражнению 4.6

$-\frac{mV_B^2}{2} = -fNs$, где s – путь точки до остановки. С учётом данных задачи, получим: s = 5,39 м.

Уравнение движения шарика в проекции на нормальную ось в точке C

$$\frac{mV_C^2}{R} = N_C - P\cos 60°.$$

Для вычисления реакции опоры шарика на трубу имеем равенство $N_C = \frac{mV_C^2}{R} + P\cos 60° = \frac{1}{R}\left[mV_B^2 - 2mgR(1-\cos 60°)\right] + mg\cos 60°$, где кинетическая энергия шарика в точке B: $mV_B^2 = ca^2 + 2mgR\left[(1+\cos 60°) - \frac{a}{R}\cos 30°\right]$. Получим: $N_C = 18{,}71$ Н. Давление шарика на трубку равно реакции опоры и направлено в противоположную сторону.

7.5. Ответы к упражнениям главы 5

5.1

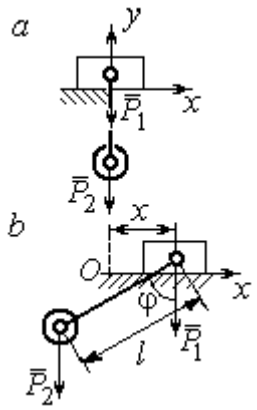


Рис. 7.33. Расчётная схема к упражнению 5.1:
a – начальное положение системы;
b – произвольное положение

x_0 – координата центра тяжести системы в начальном положении, x_0 = 0 (см. рис.7.33); x – текущая координата центра тележки; x_1 – координата центра тяжести системы в её произвольном положении: $x_1 = \frac{m_1 x - m_2(l\sin\varphi - x)}{m_1 + m_2}$.

Уравнение закона сохранения движения центра масс системы: $x_1 = x_0$, или

$$m_1 x - m_2(l\sin\varphi - x) = 0.$$

Отсюда зависимость координаты движения тележки от положения груза 2: $x = \frac{m_2 l}{m_1 + m_2}\sin\varphi$.

5.2

Теорема об изменении кинетического момента системы относительно оси z: $\dfrac{dL_z}{dt} = \sum M_z(\vec{F}_k^e)$.

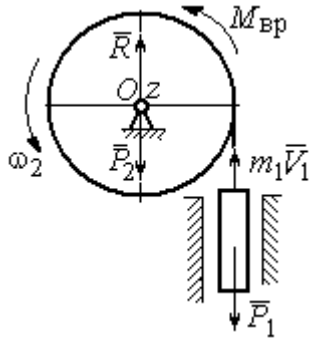


Рис. 7.34. Расчётная схема к упражнению 5.2

Кинетический момент системы:

$$L_z = L_z^{\text{бар}} + L_z^{\text{гр}} = \frac{m_2 r^2}{2}\omega + m_1 V_1 r = \left(m_1 + \frac{m_2}{2}\right)\omega r^2.$$

Суммарный момент внешних сил относительно оси z: $\sum M_z(\vec{F}_k^e) = M_{\text{вр}} - P_1 r = kt - m_1 g r$.

Дифференциальное уравнение вращения барабана:

$$\left(m_1 + \frac{m_2}{2}\right) r^2 \frac{d\omega}{dt} = kt - m_1 g r.$$

При нулевых начальных условиях $\omega = \dfrac{kt^2 - 2m_1 grt}{(2m_1 + m_2)r^2}$.

5.3

Уравнение теоремы об изменении кинетической энергии для неизменяемых систем на конечном перемещении: $T - T_0 = \sum A(F_k)$, $T_0 = 0$.

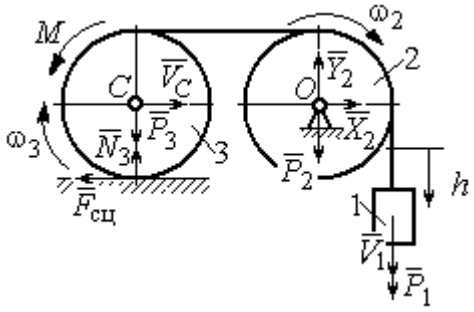


Рис. 7.35. Расчётная схема к упражнению 5.3

Кинетическая энергия груза 1: $T_1 = \dfrac{m_1 V_1^2}{2}$. Энергия вращательного движения блока 2: $T_2 = \dfrac{1}{2} J_O \omega_2^2$, где осевой момент инерции блока: $J_O = \dfrac{m_2 r^2}{2}$, угловая скорость блока $\omega_2 = \dfrac{V_1}{r}$. Кинетическая энергия катка 3: $T_3 = \dfrac{1}{2} m_3 V_C^2 + \dfrac{1}{2} J_C \omega_3^2$, где момент инерции катка относительно оси, проходя-

щей через центр масс перпендикулярно плоскости диска, $J_C = \frac{m_3 r^2}{2}$, угловая скорость катка и скорость его центра масс $\omega_3 = \frac{V_1}{2r}$, $V_C = \frac{V_1}{2}$.

Энергия системы: $T = T_1 + T_2 + T_3 = (8m_1 + 4m_2 + 3m_3)\frac{V_1^2}{16}$.

Суммарная работа вешних сил на перемещении h: $\sum A(F_k) = P_1 h - M\frac{h}{2r}$.

Уравнение теоремы об изменении кинетической энергии:

$$(8m_1 + 4m_2 + 3m_3)\frac{V_1^2}{16} = \left(m_1 g - \frac{M}{2r}\right)h.$$

Скорость груза на высоте h: $V_1 = 4\sqrt{\frac{\left(m_1 g - \frac{M}{2r}\right)h}{8m_1 + 4m_2 + 3m_3}}$.

5.4

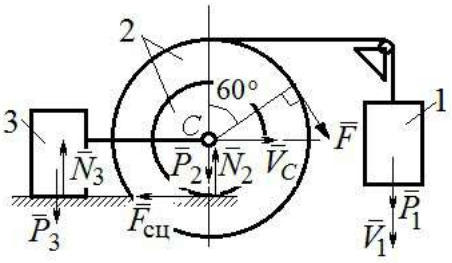


Рис. 7.36. Расчётная схема к упражнению 5.4

Для решения задачи используется теорема об изменении кинетической энергии в дифференциальной форме: $\frac{dT}{dt} = \sum N(\vec{F}_k^e)$, где T – энергия системы в её текущем положении; $\sum N(\vec{F}_k^e)$ – суммарная мощность внешних сил.

Допустим, груз 1 движется вниз со скоростью V_1. Скорость центра масс катка V_C.

Кинетическая энергия катка 2: $T_2 = \frac{1}{2}m_2 V_C^2 + \frac{1}{2}J_{zC}\omega_2^2$. Здесь $m_2 = \frac{2P}{g}$, $J_{zC} = m_2 i_z^2$, $\omega_2 = \frac{V_C}{r}$. В результате кинетическая энергия катка $T_2 = \frac{3P}{g}V_C^2$.

Скорость груза 3 $V_3 = V_C$. Кинетическая энергия груза 3 $T_3 = \frac{P}{g}V_C^2$.

Скорость груза 1 $V_1 = \omega_2 3r = 3V_C$. Кинетическая энергия груза 1: $T_1 = \dfrac{9P}{2g}V_C^2$.

Суммарная кинетическая энергия (энергия системы): $T = T_1 + T_2 + T_3 = \dfrac{17P}{2g}V_C^2$. Производная $\dfrac{dT}{dt} = \dfrac{17P}{g}V_C\dfrac{dV_C}{dt} = \dfrac{17}{g}V_C a_C$.

Мощности сил $\vec{P}_2$, $\vec{N}_2$, $\vec{F}_{\text{сц}}$, $\vec{P}_3$, $\vec{N}_3$ равны нулю.

Мощность силы $\vec{F}$, приложенной к колесу, определяется по формуле: $N(\vec{F}) = \vec{F}\cdot\vec{V}_C + \vec{M}_C(\vec{F})\cdot\vec{\omega}_2 = FV_C\cos 60° + FR\omega_2$. Мощность силы $\vec{P}_1$ $N(\vec{P}_1) = P_1V_1$. Суммарная мощность внешних сил: $\sum N(F^e) = 7PV_C$.

Составляем уравнение теоремы об изменении кинетической энергии системы: $\dfrac{17P}{g}V_C a_C = 7PV_C$, откуда $a_C = \dfrac{7}{17}g$ м/с^2.

5.5

Рассмотрим движение катков отдельно, заменив невесомый стержень реакцией. Предположим, катки движутся направо (см. рис. 7.37). Уравнения движения катков:

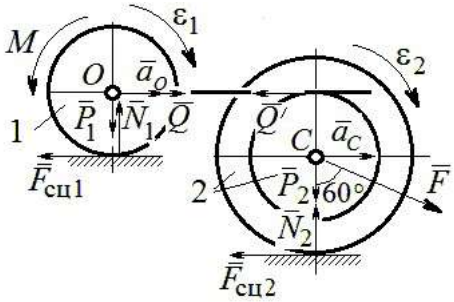


Рис. 7.37. Расчётная схема к упражнению 5.5

$$m_1 a_O = Q - F_{\text{сц1}},\ J_{1O}\varepsilon_1 = F_{\text{сц1}}r - M;$$

$$m_2 a_C = -Q' - F_{\text{сц2}} + F\cos 30°;$$

$$J_{2C}\varepsilon_2 = F_{\text{сц2}}3r - Q'r.$$

Здесь $\vec{Q}$ – реакция невесомого стержня, $|\vec{Q}| = |\vec{Q}'|$; $\vec{F}_{\text{сц1}}$, $\vec{F}_{\text{сц2}}$ – силы сцепления катков с поверхностями качения; моменты инерции катков $J_{1O} = \dfrac{m_1 r^2}{2}$, $J_{2C} = m_2 i_2^2$. Подставляя кинематические соотношения $\varepsilon_2 = \dfrac{a_C}{3r}$; $a_O = \dfrac{4}{3}a_C$; $\varepsilon_1 = \dfrac{4a_C}{3r}$, с учётом данных задачи, получим систему уравнений:

$$\frac{4P}{3g}a_C = Q - F_{\text{сц}1};\ \ \frac{2P}{3g}a_C = F_{\text{сц}1} - 4P;$$

$$\frac{2P}{g}a_C = -Q - F_{\text{сц}2} + P\sqrt{3};\ \ \frac{4P}{3g}a_C = 3F_{\text{сц}2} - Q.$$

Находим ускорение центра катка 2: $a_C = \dfrac{3\left(3\sqrt{3}-16\right)g}{46} \approx -\ 0{,}7g$. Каток движется в противоположную сторону. Реакция стержня $Q = 2{,}6P$.

5.6

Выделяем звенья механизма, заменяя действия нитей их реакциями. Допустим, направления движений тел в системе соответствуют подъёму груза 1.

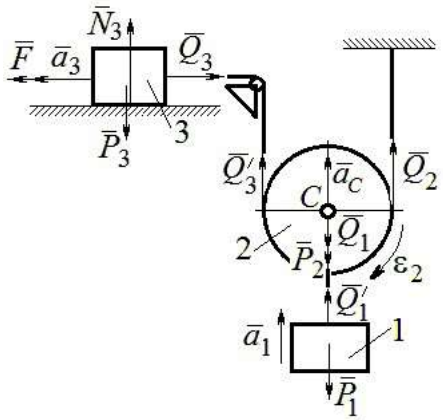


Рис. 7.38. Расчётная схема к упражнению 5.6

Уравнения движения тел:

$$m_3a_3 = F - Q_3,\ m_2a_C = Q_3' + Q_2 - P_2 - Q_1;$$

$$J_{2C}\varepsilon_2 = Q_3'r - Q_2r,\ m_1a_1 = Q_1' - P_1.$$

С учётом, что $\left|\vec{Q}_3\right| = \left|\vec{Q}_3'\right|$, $\left|\vec{Q}_1\right| = \left|\vec{Q}_1'\right|$ и $a_C = a_1$, $a_3 = 2a_1$, $\varepsilon_2 = \dfrac{a_1}{r}$, $J_{2C} = \dfrac{m_2r^2}{2}$, подставляя данные задачи, получим систему уравнений:

$$2ma_1 = 2{,}5mg - Q_3;\ \ ma_1 = Q_3 + Q_2 - mg - Q_1;$$

$$\frac{ma_1}{2} = Q_3 - Q_2;\ m_1a_1 = Q_1 - P_1.$$

Решая систему, находим: $a_1 = \dfrac{2}{17}g \approx 0{,}12g$; $Q_3 = 2{,}26mg$; $Q_2 = 2{,}15mg$.

5.7

Заменяем действия нитей реакциями. Предположим, груз 1 спускается по наклонной плоскости. Уравнения движения тел:

$$m_1a_1 = P_1\cos 30° - Q_1;\ \ m_3a_3 = Q_3;$$

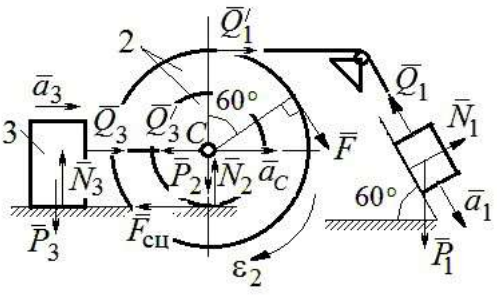


Рис. 7.39. Расчётная схема к упражнению 5.7

$$m_2 a_C = Q_1' - Q_3' - F_{\text{сц}} + F\cos 60^\circ;\ J_{2C}\varepsilon_2 = Q_1' R + FR + F_{\text{сц}} r,\ J_{2C} = m_2 i_2^2.$$

Соотношения ускорений: $\varepsilon_2 = \dfrac{a_1}{R+r}$, $a_C = \dfrac{a_1 r}{R+r}$, $a_3 = a_C$. Подставляя данные задачи, с учётом, что модули сил $Q_1' = Q_1$ и $Q_3' = Q_3$, получим систему уравнений:

$$ma_1 = mg\frac{\sqrt{3}}{2} - Q_1;\ \frac{2}{3}ma_1 = Q_3;$$

$$ma_1 = Q_1 - Q_3 - F_{\text{сц}} + \frac{1}{2}mg;\ 3ma_1 = 2Q_1 + 2mg + F_{\text{сц}}.$$

Находим $a_1 = \dfrac{3}{46}\left(5+3\sqrt{3}\right)g \approx 0{,}44g;\ Q_1 = 0{,}21mg;\ Q_3 = 0{,}44mg$.

7.6. Ответы к упражнениям главы 6

6.1

Внешние силы, действующие на систему: силы тяжести – $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$ и реакции опор $\vec{N}_3$, $\vec{R}_3$ Приложим к телам системы, силы инерции $\vec{R}_1^{\text{ин}}$, $\vec{R}_2^{\text{ин}}$ (рис. 7.40, *a*). В соответствии с принципом Даламбера, полученная система сил находится в равновесии. Составляем условие равновесия системы сил в проекциях на горизонтальную и вертикальную оси:

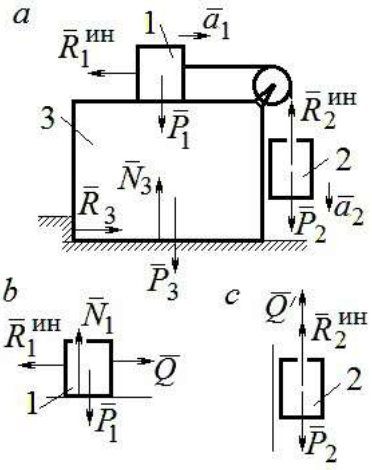


Рис. 7.40. Расчётная схема к упражнению 6.1

$$R_3 - R_1^{\text{ин}} = 0,\ N_3 - P_3 - P_1 - P_2 + R_2^{\text{ин}} = 0.$$

Для вычисления сил инерции рассмотрим отдельно грузы 1 и 2, заменяя действие соединяющей их нити реакцией (рис. 7.40, *b*, *c*). Присоединим к грузам силы инерции и, применив принцип Даламбера, составим уравнения равновесия систем сил - для груза 1 в проекции на горизонтальную ось, для груза 2 – на вертикальную:

$$Q - R_1^{\text{ин}} = 0;\ P_2 - Q' - R_2^{\text{ин}} = 0,$$

где $R_1^{\text{ин}} = m_1 a_1$, $R_2^{\text{ин}} = m_2 a_2$.

Решая полученную систему с учётом равенства модулей сил $Q = Q'$ и ускорений грузов $a_1 = a_2$, находим ускорение грузов: $a_1 = a_2 = 0{,}5g$. Тогда давление призмы на горизонтальную поверхность: $N_3 = 2{,}5mg$.

6.2

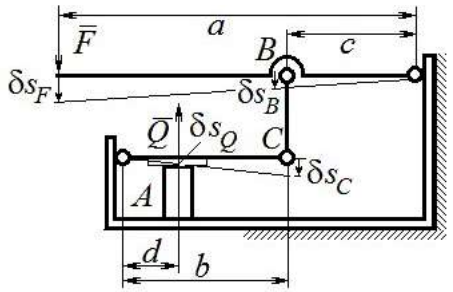


Рис. 7.41. Расчётная схема к упражнению 6.2

Активными силами в системе являются силы $\vec{F}$ и $\vec{Q}$. Для равновесия системы необходимо и достаточно выполнения условия: $\delta A\left(\vec{F}\right) + \delta A\left(\vec{Q}\right) = 0$ или $F\delta s_F - Q\delta s_Q = 0$, где δs_F и δs_Q – возможные перемещения точек приложения сил $\vec{F}$ и $\vec{Q}$.

Имеем соотношения: $\dfrac{\delta s_F}{\delta s_B} = \dfrac{a}{c}$, $\dfrac{\delta s_C}{\delta s_Q} = \dfrac{b}{d}$, где δs_B и δs_C – возможные перемещения точек B и C, причём $\delta s_B = \delta s_C$. Тогда $\delta s_Q = \dfrac{cd}{ab}\delta s_F$ и сила, сжимающая деталь A под прессом, равна $Q = \dfrac{ab}{cd}F$.

6.3

Активными силами, совершающими работу при движении системы, являются силы тяжести $\vec{P}_3$, $\vec{P}_4$ и пары сил с моментами M_1 и M_2. Связи идеальные.

Для равновесия системы необходимо и достаточно выполнения условия:

$$\delta A\left(\vec{P}_3\right) + \delta A\left(\vec{P}_4\right) + \delta A(M_1) + \delta A(M_2) = 0 \text{ или}$$

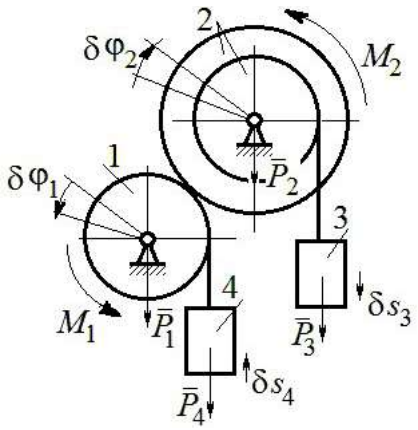


Рис. 7.42. Расчётная схема к упражнению 6.3

$$P_3\delta s_3 - P_4\delta s_4 + M_1\delta\varphi_1 - M_2\delta\varphi_2 = 0,$$

где $\delta s_3, \delta s_4$ – элементарные перемещения грузов 3, 4; $\delta\varphi_1, \delta\varphi_2$ – элементарные повороты валов 1 и 2. Выразим все перемещения через угол поворота вала 2: $\delta s_3 = \delta\varphi_2 r$, $\delta\varphi_1 = 3\delta\varphi_2$, $\delta s_4 = 3r\delta\varphi_2$ и подставим в уравнение равновесия. Получим: $M_2 = 4Pr$.

6.4

Система с идеальными связями. Активными силами являются силы тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$ и пара сил с моментом $M_{\text{вр}}$ (рис. 7.43).

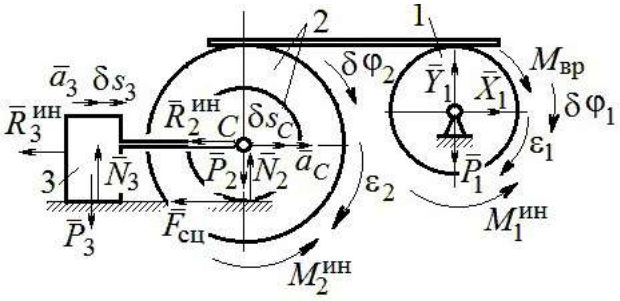


Рис. 7.43. Расчётная схема к упражнению 6.4

Направления поворотов дисков и их угловые ускорения показаны на рис. 7.43 дуговыми стрелками $\delta\varphi_1, \varepsilon_1$ и $\delta\varphi_2, \varepsilon_2$. Направления движения центра масс катка 2, груза 3 и их ускорения обозначены: $\delta s_C, a_C$ и $\delta s_3, a_3$.

Кинематические соотношения между перемещениями и ускорениями:

$$\delta s_C = \delta s_3,\ a_C = a_3,\ \delta\varphi_2 = \frac{\delta s_3}{r},\ \varepsilon_2 = \frac{a_3}{r},\ \delta\varphi_1 = \frac{3\delta s_3}{r},\ \varepsilon_1 = \frac{3a_3}{r}.$$

Присоединим к телам системы силы инерции.

Модули главных векторов сил инерции: $R_3^{\text{ин}} = m_3 a_3 = ma_3$;

$$R_2^{\text{ин}} = m_2 a_C = 2ma_3;\ M_2^{\text{ин}} = m_2 i_2^2 \varepsilon_2 = 4{,}5mra_3;\ M_1^{\text{ин}} = \frac{m_1 R_1^2}{2}\varepsilon_1 = 1{,}5mra_3.$$

Элементарные работы активных сил:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) = M_{\text{вр}}\delta\varphi_1 = (mg\sin\omega t)3\delta s_3.$$

Элементарные работы сил инерции:

$$\sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{ин}}) = -R_3^{\text{ин}}\delta s_3 - R_2^{\text{ин}}\delta s_C - M_2^{\text{ин}}\delta\varphi_2 - M_1^{\text{ин}}\delta\varphi_1 =$$

$$= -ma_3\delta s_3 - 2ma_3\delta s_3 - 4{,}5ma_3\delta s_3 - 1{,}5ma_3 3\delta s_3 = -12ma_3\delta s_3.$$

Общее уравнение динамики имеет вид:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{ин}}) = m(3g\sin\omega t - 12a_3)\delta s_3 = 0.$$

Ускорение груза 3: $a_3 = 0{,}25g\sin\omega t$, или $\ddot{s}_3 = 0{,}25g\sin\omega t$. Интегрируя дифференциальное уравнение с нулевыми начальными условиями, получим закон движения груза: $s_3 = \dfrac{0{,}25g}{\omega}\left(t - \dfrac{1}{\omega}\sin\omega t\right)$.

6.5

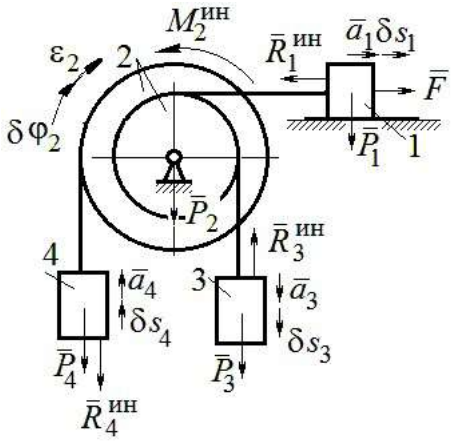


Рис. 7.44. Расчётная схема к упражнению 6.5

Система с идеальными связями. Активные силы и главные вектора сил инерции показаны на рис. 7.44.

Элементарные работы активных сил: $\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) = F\delta s_1 + P_3\delta s_3 - P_4\delta s_4$ и сил инерции $\sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{ин}}) = -R_1^{\text{ин}}\delta s_1 - R_3^{\text{ин}}\delta s_3 - R_4^{\text{ин}}\delta s_4 - M_2^{\text{ин}}\delta\varphi_2$, где модули сил инерции: $R_1^{\text{ин}} = \dfrac{P_1}{g}a_1$, $R_3^{\text{ин}} = \dfrac{P_3}{g}a_3$, $R_4^{\text{ин}} = \dfrac{P_1}{g}a_4$, $M_2^{\text{ин}} = \dfrac{P_2}{g}i_2^2\varepsilon_2$.

Кинематические соотношения: $\delta s_3 = \delta s_1$, $a_3 = a_1$, $\delta s_4 = 2\delta s_1$, $a_4 = 2a_1$, $\delta\varphi_2 = \dfrac{\delta s_1}{r}$, $\varepsilon_2 = \dfrac{a_1}{r}$. Общее уравнение динамики:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{ин}}) = P(t+1)\delta s_1 + P\delta s_1 - 2P\delta s_1 -$$

$$-\left(\frac{P}{g}a_1\delta s_1 + \frac{P}{g}a_1\delta s_1 + \frac{2P}{g}2a_1 2\delta s_1 + \frac{2P}{g}2r^2\frac{a_1}{r}\frac{\delta s_1}{r}\right) = P\left(t - \frac{14a_1}{g}\right)\delta s_1 = 0.$$

Находим уравнение движения груза 3: $a_3 = a_1 = \dfrac{1}{14}gt$, или $\ddot{x}_3 = \dfrac{1}{14}gt$.

Проинтегрировав дифференциальное уравнение с нулевыми начальными условиями, получим закон движения груза 3: $x_3 = \dfrac{1}{84}gt^3 \approx 0{,}012gt^3$.

6.6

Рассматриваемая механическая система (рис. 7.45) имеет одну степень свободы. Уравнение Лагранжа: $\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}}\right)-\frac{\partial T}{\partial x}=Q_x$, где T – кинетическая энергия системы: Q_x – обобщенная сила.

В качестве обобщённой координаты x выберем положение точки C относительно недеформированной пружины, отмеченной на рис. 7.45 величиной l_0. Обобщённая скорость $\dot{x}$.

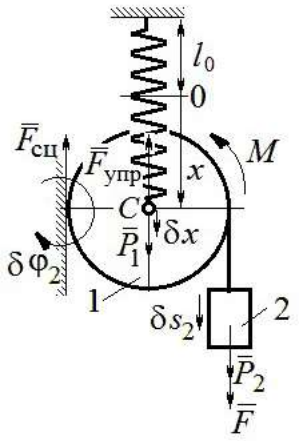


Рис. 7.45. Расчётная схема к упражнению 6.6

Кинетическая энергия катка: $T_1=\frac{1}{2}m_1V_C^2+\frac{1}{2}J_{zC}\omega_1^2$, где ω_1, V_C – угловая скорость катка и скорость его центра масс, $V_C=\dot{x}$, $\omega_1=\frac{V_C}{r}=\frac{\dot{x}}{r}$; момент инерции $J_{zC}=\frac{1}{2}m_1r^2$. Кинетическая энергия груза 2: $T_2=\frac{1}{2}m_2V_2^2$, где V_2 – скорость груза 2, $V_2=2V_C=2\dot{x}$. Кинетическая энергия системы, выраженная через обобщённую скорость: $T=T_1+T_2=\frac{7P}{2g}\dot{x}^2$.

В произвольном положении системы, определяемом координатой x, дадим центру масс катка возможное перемещение δx (см. рис. 7.45). Элементарная работа активных сил $\sum\delta A(F_{\text{к}})=P_1\delta x-F_{\text{упр}}\delta x+(P_2+F)\delta s_2-M\delta\varphi_1$. Полагая перемещения $\delta s_2=2\delta x$, $\delta\varphi_1=\frac{\delta x}{r}$, модуль силы упругости $F_{\text{упр}}=cx$ и с учётом данных задачи, получим $\sum\delta A(F_{\text{к}})=(3P-cx)\delta x$. Обобщённая сила $Q_x=3P-cx$.

Уравнение Лагранжа $\frac{7P}{g}\ddot{x}=3P-cx$, или $\ddot{x}+\frac{4g}{7r}x=\frac{3g}{7}$.

Решение уравнения (с нулевыми начальными условиями): $x = \frac{3}{4} r\left(1 - \cos\omega t\right)$. Закон движения груза: $s_2 = 2x = \frac{3}{2} r\left(1 - \cos\omega t\right)$.

6.7

Рассматриваемая система имеет две степени свободы. Обобщённые координаты – расстояния x_1, x_2 соответственно до грузов 1 и 2, отсчитываемые от неподвижных центров блоков *B* и *D* (рис. 7.46, *a*). Обобщённые скорости $\dot{x}_1$, $\dot{x}_2$. Кинетическая энергия грузов и блока 3:

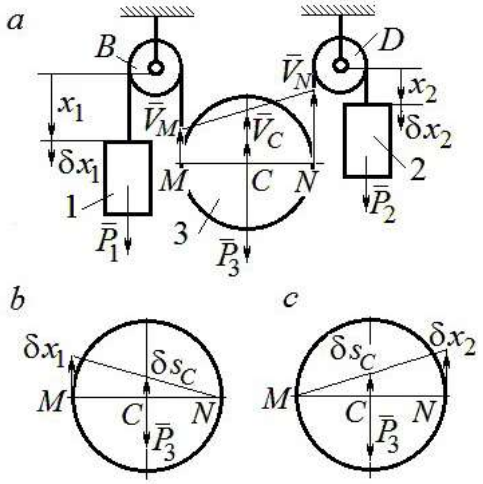


Рис. 7.46. Расчётная схема к упражнению 6.7: *a* – кинематика механизма; *b*, *c* – возможные перемещения блока 3 при вычислении обобщённых сил

$$T_1 = \frac{P_1 \dot{x}_1^2}{2g},\ T_2 = \frac{P_2 \dot{x}_2^2}{2g};$$

$$T_3 = \frac{P_3}{2g}\left(\frac{\dot{x}_1 + \dot{x}_2}{2}\right)^2 + \frac{1}{2}\frac{P_3 r^2}{2g}\left(\frac{\dot{x}_2 - \dot{x}_1}{2r}\right)^2.$$

Здесь учтено (см. рис. 7.46, *a*): что

$$V_C = \frac{V_N + V_M}{2} = \frac{\dot{x}_2 + \dot{x}_1}{2};$$

$$\omega_2 = \frac{V_N - V_M}{2r} = \frac{\dot{x}_2 - \dot{x}_1}{2r}.$$

Дадим системе возможное перемещение по координате x_1, оставляя координату x_2 постоянной: $\delta x_1 \neq 0$, $\delta x_2 = 0$. На этом перемещении сумма элементарных работ внешних сил (см. рис. 7.46, *a*, *b*):

$$\sum \delta A(F_к) = P_1 \delta x_1 - P_3 \delta s_C = \left(P_1 - \frac{1}{2} P_3\right)\delta x_1.$$

Обобщённая сила $Q_{x_1} = P_1 - \frac{1}{2} P_3$.

Дадим системе другое независимое возможное перемещение – по координате x_2, так, что $\delta x_1 = 0$, $\delta x_2 \neq 0$. При этом перемещении сумма элементарных работ внешних сил (см. рис. 7.46, *a*, *c*):

$$\sum \delta A(F_{\text{к}}) = P_2 \delta x_2 - P_3 \delta s_C = \left(P_2 - \frac{1}{2} P_3 \right) \delta x_2 .$$

Обобщённая сила $Q_{x_2} = P_2 - \frac{1}{2} P_3$.

Уравнения Лагранжа

$$\left(P_1 + \frac{3}{8} P_3 \right) \frac{\ddot{x}_1}{g} + \frac{1}{8} P_3 \frac{\ddot{x}_2}{g} = P_1 - \frac{1}{2} P_3 , \quad \frac{1}{8} P_3 \frac{\ddot{x}_1}{g} + \left(P_2 + \frac{3}{8} P_3 \right) \frac{\ddot{x}_2}{g} = P_2 - \frac{1}{2} P_3 \text{ или}$$

$$7\ddot{x}_1 + \ddot{x}_2 = 0 , \; \ddot{x}_1 + 9\ddot{x}_2 = 2g .$$

Ускорения грузов: $\ddot{x}_1 = -\frac{1}{31} g$, $\ddot{x}_2 = \frac{7}{31} g$. Ускорение центра масс блока $\ddot{x}_C = \frac{\ddot{x}_2 + \ddot{x}_1}{2} = \frac{6}{31} g$. Груз 1 и центр блока 3 движутся вверх, груз 2 – вниз. (Сравнить с задачей 70.)

6.8

Система с двумя степенями свободы. Обобщённые координаты: x_1 – положение центра масс катка 1 (точки C_1) относительно неподвижной вертикальной стены; x_2 – положение центра масс катка 2 (точки C_2) относительно подвижного края платформы.

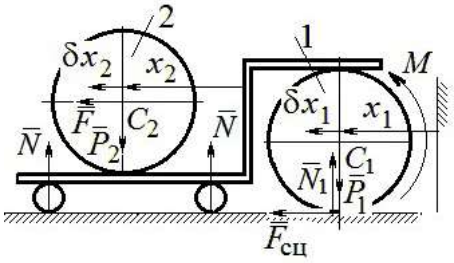


Рис. 7.47. Расчётная схема к упражнению 6.8

Кинетическая энергия системы

$$T = \frac{3}{4} m_1 \dot{x}_1^2 + \frac{1}{2} \left[m_2 \left(\dot{x}_2 + 2\dot{x}_1 \right)^2 + \frac{m_2 r^2}{2} \left(\frac{\dot{x}_2}{r} \right)^2 \right] = \frac{P}{g} \left(\frac{11}{4} \dot{x}_1^2 + \dot{x}_2^2 + 2\dot{x}_1 \dot{x}_2 \right).$$

Дадим системе возможное перемещение по координате x_1 $\left(\delta x_1 \neq 0 \right)$, оставляя другую координату x_2 неизменной $\left(\delta x_2 = 0 \right)$. Работу совершают момент M и сила $\overline{F}$. Суммарная работа

$$\sum \delta A(F_{\text{к}}) = M \delta \varphi_1 + F \delta s_{C_2} = M \frac{\delta x_1}{r} + F 2 \delta x_1 = 4 P \delta x_1 .$$

Обобщённая сила $Q_{x_1} = 4P$.

При другом независимом возможном перемещении $\delta x_1 = 0$, $\delta x_2 \neq 0$ суммарная работа внешних сил $\sum \delta A(F_к) = F\delta x_2$ и обобщённая сила, соответствующая координате x_2, равна $Q_{x_2} = P$.

Уравнения Лагранжа

$$\frac{P}{g}\left(\frac{11}{2}\ddot{x}_1 + 2\ddot{x}_2\right) = 4P,\ \frac{P}{g}\left(2\ddot{x}_2 + 2\ddot{x}_1\right) = P, \text{ или}$$

$$11\ddot{x}_1 + 4\ddot{x}_2 = 8g,\ 2\ddot{x}_2 + 2\ddot{x}_1 = g$$

Ускорение центра катка 1 $\ddot{x}_1 = \frac{6}{7}g$. Тележка катится в направлении оси x_1. Ускорение центра катка 2 относительно тележки $\ddot{x}_2 = -\frac{5}{14}g$. Закон относительного движения центра катка 2 при нулевых начальных условиях: $x_2 = -\frac{5}{28}gt^2$. Каток катится к правому борту тележки.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Бать М. И., *Джанелидзе Г. Ю.*, *Кельзон А. С.* Теоретическая механика в примерах и задачах: Т. 1–2.– СПб.: Лань, 2010.

Бутенин Н. В., *Лунц Я. Л.*, *Меркин Д. Р.* Курс теоретической механики: В 2-х томах.– М.: Наука, 2009.

Вебер Г. Э., *Ляпцев*, *С. А*. Лекции по теоретической механике. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008.

Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики: учебник для втузов. – М.: Высшая школа, 2010.

Учебное издание

Валерий Григорьевич Брагин
Евгений Борисович Волков
Юрий Михайлович Казаков

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Учебное пособие

Редактор *Л.В. Устьянцева*

Компьютерная версия

Подписано в печать 26.10.2018 г.
Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/16.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. 15,625. Уч. изд. л. 10,5. Тираж экз. Заказ №
Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный
горный университет»

Е. Б. Волков, Ю. М. Казаков

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Учебно-методическое пособие
для самостоятельной работы студентов

Екатеринбург
2017

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-механического факультета
«15» декабря 2017 г.
Председатель комиссии
проф. В. П. Барановский

Е. Б. Волков, Ю. М. Казаков

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Учебно-методическое пособие
для самостоятельной работы студентов

Издание УГГУ Екатеринбург, 2017

В 67

Рецензент: *Н. М. Суслов*, д-р техн. наук, заведующий кафедрой ГМК
Уральского государственного горного университета

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры технической механики от 19.12.2016 г. (протокол № 2) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Уральского государственного горного университета.

Волков Е. Б., Казаков Ю. М.

В67 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА: Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов. / Е. Б. Волков, Ю. М. Казаков, Уральский государственный горный университет. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. 156 с.

Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов содержит краткие методические указания, контрольные задания и примеры выполнения заданий по темам: «Статика твердого тела. Равновесие произвольной плоской и пространственной систем сил», «Кинематика вращательного и плоскопараллельного движений твердого тела. Определение скоростей и ускорений точек твёрдого тела», «Сложное движение точки», «Динамика точки. Дифференциальные уравнения движения точки. Гармонические и вынужденные колебания точки. Применение теоремы об изменении кинетической энергии при исследовании движения точки», «Применение общих теорем динамики к исследованию движения механической системы», «Принципы механики. Применение общего уравнения динамики к исследованию движения механической системы», «Уравнения Лагранжа II рода».

Учебно-методическое пособие для студентов всех специальностей очной формы обучения.

© Волков Е. Б., Казаков Ю. М., 2017
©Уральский государственный горный университет, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. СТАТИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА 4
1.1. Основные виды связей и их реакции 4
1.2. Моменты силы относительно центра и относительно оси. Пара сил. Момент пары 5
1.3. Условия равновесия систем сил 7
1.4. Задание С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел 8
1.5. Задание С2. Равновесие пространственной системы сил 17
2. КИНЕМАТИКА ТОЧКИ И ТВЕРДОГО ТЕЛА 26
2.1. Кинематика точки. Основные параметры движения точки 26
2.2. Вращение тела вокруг неподвижной оси 28
2.3. Плоскопараллельное движение твёрдого тела 29
2.4. Задание К1. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при поступательном и вращательном движениях 32
2.5. Задание К2. Определение скоростей точек твёрдого тела при плоскопараллельном движении 38
2.6. Задание К3. Определение ускорений точек твёрдого тела при плоскопараллельном движении 46
3. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ 57
3.1. Основные понятия сложного движения точки 57
3.2. Задание К4. Определение скорости и ускорения точки при сложном движении 60
4. ДИНАМИКА ТОЧКИ 73
4.1. Дифференциальные уравнения движения точки. 73
4.2. Задание Д1. Интегрирование дифференциальных уравнений движения точки ... 73
4.3. Колебания материальной точки 80
4.4. Задание Д2. Исследование колебаний точки 84
4.5. Теорема об изменении кинетической энергии точки. 95
4.6. Задание Д3. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии 96
5. ДИНАМИКА МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ 103
5.1. Описание движений твёрдых тел на основе общих теорем динамики системы. 103
5.2. Задание Д4. Динамический расчет механической системы 104
5.3. Теорема об изменении кинетической энергии системы. 112
5.4. Задание Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии 114
6. АНАЛИТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА 124
6.1. Принципы механики. Общее уравнение динамики 124
6.2. Задание Д6. Исследование механической системы с применением общего уравнения динамики 126
6.3. Уравнения Лагранжа II рода 136
6.4. Задание Д7. Исследование механической системы с одной степенью свободы с применением уравнений Лагранжа 137
6.5. Задание Д8. Исследование механической системы с двумя степенями свободы 145
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 155

1. СТАТИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

Статика представляет раздел теоретической механики, в котором изучаются условия равновесия твердых тел под действием системы сил.

1.1. Основные виды связей и их реакции

Опора тела на гладкую плоскость (поверхность) без трения. Реакция приложена в точке касания и направлена перпендикулярно к общей касательной соприкасающихся поверхностей. При опоре углом, или на угол (рис. 1.1, *a*), реакция направлена по нормали к одной из поверхностей. **Гибкая связь**. Если на тело наложена связь в виде гибкой нерастяжимой нити (каната, троса), то реакция связи $\vec{T}$, равная натяжению нити, приложена к телу и направлена вдоль нити (рис. 1.1, *b*).

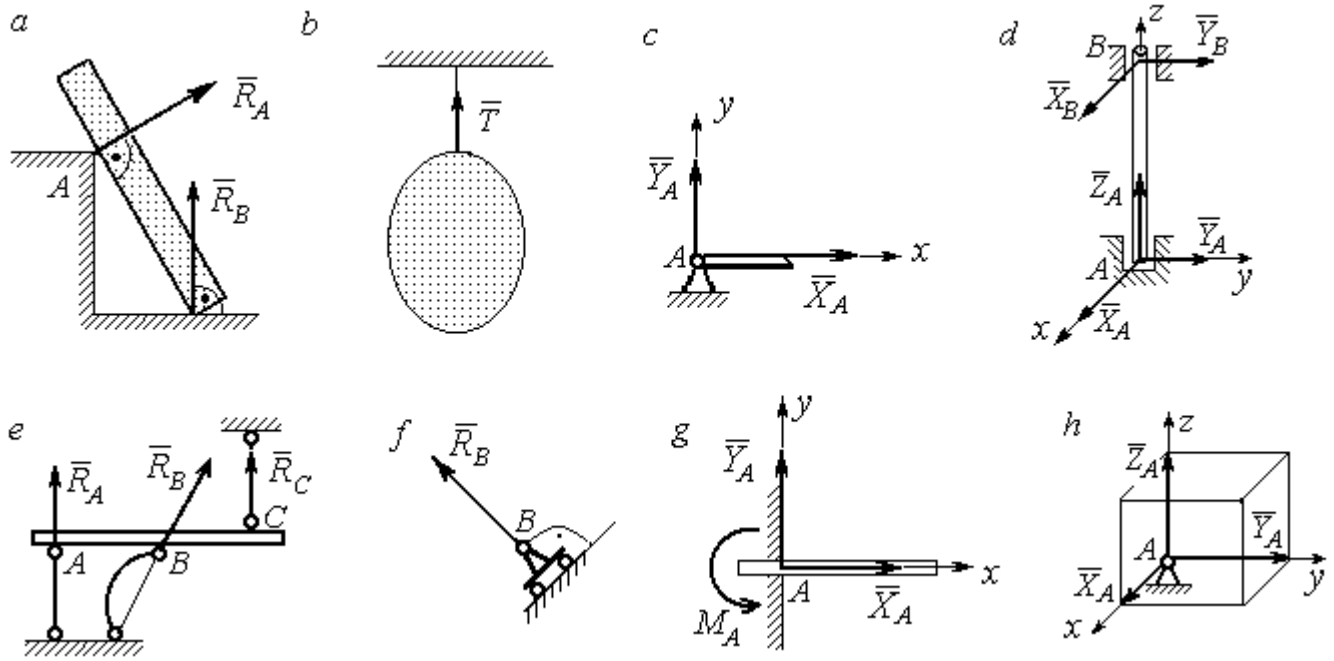


Рис. 1.1. Виды связей и их реакции:
a – реакция опоры тела на гладкую поверхность без трения; *b* – реакция связи гибкой нерастяжимой нити; *c* – реакция цилиндрического шарнира; *d* – реакция подшипника и подпятника; *e* – реакция невесомого стержня; *f* – реакция подвижной опоры; *g* – реакция жесткой заделки; *h* – реакция пространственного шарнира

Цилиндрический шарнир (подшипник) создает соединение, при котором одно тело может вращаться по отношению к другому. Реакция цилиндрического шарнира лежит в плоскости, перпендикулярной оси шарнира. При решении задач реакцию цилиндрического шарнира $\vec{R}_A$ изображают ее составляющими $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$, взятыми по направлениям координатных осей (рис. 1.1, *c*). Реакция подшипника $\vec{R}_B$ (рис. 1.1, *d*) также изображается своими составляющими $\vec{X}_B$ и $\vec{Y}_B$, взятыми по направлениям координатных осей в плоскости, перпендикулярной оси вращения подшипника. Величина реакции определяется по формуле: $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2}$. **Реакция прямолинейного невесомого стержня с шарнирными соединениями на краях** направлена вдоль самого стержня, а криволинейного – вдоль линии, соединяющей точки крепления стержня (рис. 1.1, *e*). **Реакция подвижной опоры** $\vec{R}_B$ (рис. 1.1, *f*) направлена по нормали к поверхности, на которую опираются катки опоры. **Жесткая заделка** (рис. 1.1, *g*) препятствует не только линейным перемещениям тела, но и повороту. Реакция заделки состоит из силы реакции $\vec{R}_A$ и пары сил с моментом M_A. При решении задач силу реакции жесткой заделки $\vec{R}_A$ изображают ее составляющими $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$, взятыми по направлениям координатных осей. Модуль реакции определяется по формуле $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2}$. Виды связей и их реакции показаны на рис. 1.1.

1.2. Моменты силы относительно центра и относительно оси. Пара сил. Момент пары

Алгебраическим моментом силы *F* относительно центра *O* $M_O(\vec{F})$, или просто **моментом силы** $\vec{F}$ относительно центра *O*, называют взятое с соответствующим знаком произведение модуля силы $\vec{F}$ на кратчайшее расстояние *h* от центра *O* до линии действия силы: $M_O(\vec{F}) = \pm Fh$ (рис. 1.2, *a*).

Величину h называют **плечом силы**. Момент силы относительно центра считается положительным, если сила стремится повернуть тело вокруг центра против хода часовой стрелки, и отрицательным – в обратном случае.

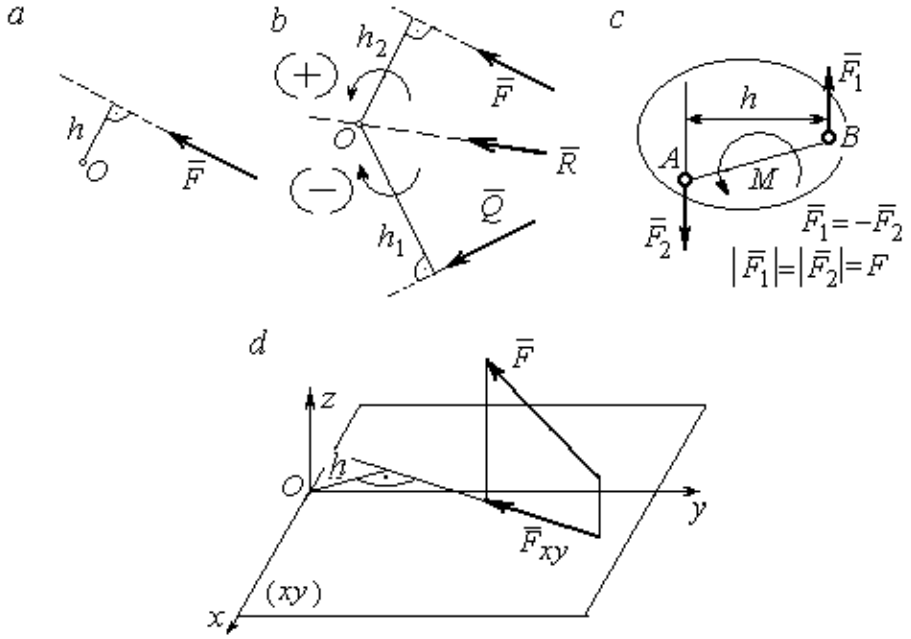


Рис. 1.2. Схемы для вычисления моментов сил:
a, *b* – момент силы относительно центра; *c* – момент пары сил;
d – момент силы относительно оси

На рис. 1.2, *b* показано, что момент силы $\vec{F}$ относительно центра O положительный, а момент силы $\vec{Q}$ относительно того же центра – отрицательный. Момент силы $\vec{R}$ относительно центра O равен нулю, так как линия действия этой силы проходит через центр O и плечо силы равно нулю.

Парой сил, или просто парой (рис.1.2, *c*), называют систему двух равных по модулю сил, параллельных, направленных в противоположные стороны и не лежащих на одной прямой. Алгебраическим моментом пары сил, или **моментом пары,** называют взятое со знаком плюс или минус произведение модуля одной из сил пары на плечо пары – кратчайшее расстояние между линиями действия ее сил. Правило знаков такое же, как и для момента силы. На рисунках пару часто изображают дуговой стрелкой, показывающей направление поворота твердого тела под действием пары (см. M на рис. 1.2, *c*).

Моментом силы относительно оси называют момент проекции этой силы на плоскость, перпендикулярную оси, относительно точки пересечения оси с этой плоскостью. На рис. 1.2, *d* показано вычисление момента силы F относительно оси *z*: $M_z(\vec{F}) = F_{xy}h$, где F_{xy} – проекция силы $\vec{F}$ на плоскость *xy*, перпендикулярную оси *z*, *h* – плечо проекции F_{xy} относительно центра *O* – точки пересечения оси *z* и плоскости *xOy*.

1.3. Условия равновесия систем сил

Плоской системой сил называется система сил, расположенных в одной плоскости.

Основная форма условий равновесия плоской системы сил. Для равновесия плоской системы сил, приложенных к твердому телу, необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех сил на каждую из двух осей прямоугольной системы координат, расположенной в плоскости действия сил, были равны нулю и сумма моментов сил относительно любого центра, находящегося в плоскости действия сил, также была равна нулю:

$$\sum F_{kx} = 0,\ \sum F_{ky} = 0,\ \sum M_A(\vec{F}_k) = 0,$$

где F_{kx}, F_{ky} – проекции всех сил на координатные оси; $M_A(\vec{F}_k)$ – моменты всех сил относительно произвольно выбранного центра A.

Пространственной системой сил называется система сил, расположенных произвольно в пространстве.

Для **равновесия пространственной системы сил** необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех сил на оси прямоугольной системы координат были равны нулю и суммы моментов всех сил относительно тех же осей также были равны нулю:

$$\sum F_{kx} = 0,\ \sum F_{ky} = 0,\ \sum F_{kz} = 0,$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = 0,\ \sum M_y(\vec{F}_k) = 0,\ \sum M_z(\vec{F}_k) = 0,$$

где F_{kx}, F_{ky}, F_{kz} – проекции всех сил на координатные оси x, y, z; $M_x(\vec{F}_k)$, $M_y(\vec{F}_k)$, $M_z(\vec{F}_k)$ – моменты всех сил относительно выбранных осей.

Равновесие систем тел

Связи, соединяющие части конструкции, называют **внутренними,** в отличие от **внешних** связей, скрепляющих конструкцию с внешними телами, не входящими в данную конструкцию. Одним из способов решения задач на равновесие сил, действующих на сочленённую конструкцию с внутренними связями, является **разбиение конструкции на отдельные тела** и составление уравнений равновесия для каждого из тел, входящих в конструкцию. При этом в уравнения равновесия должны входить только силы, непосредственно приложенные к тому телу, равновесие которого рассматривается.

1.4. Задание С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел

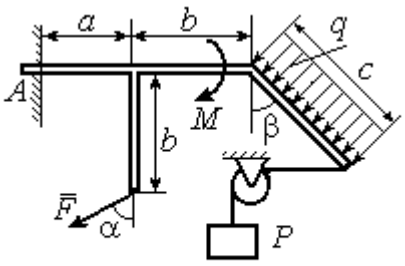
Каждый вариант задания включает две задачи по темам: «Равновесие произвольной плоской системы сил» и «Равновесие системы тел».

В задачах требуется определить реакции связей конструкции исходя из условия равновесия произвольной плоской системы сил. Весом стержневых подпорок, поддерживающих балочные конструкции, и блоков, через которые перекинуты невесомые нити, пренебречь.

Варианты заданий даны на рис. 1.3 – 1.6. Исходные данные приведены в табл. 1.1. Из таблицы исходных данных выбираются значения тех параметров, которые указаны на схемах.

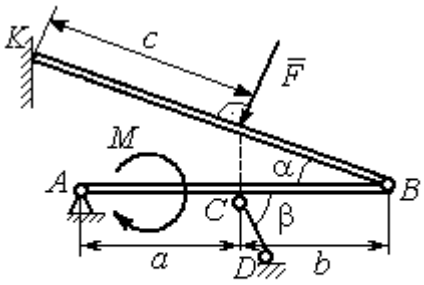
Варианты № 1, 11, 21

Задача 1



Найти реакцию жесткой заделки в точке A

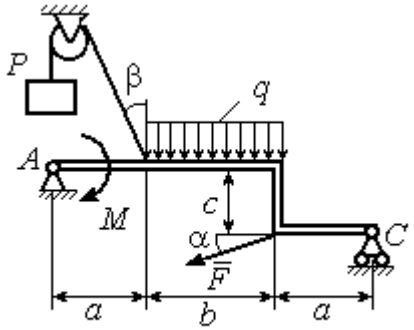
Задача 2



Найти реакции шарниров A, B, реакцию стержня CD и реакцию опоры в точке K

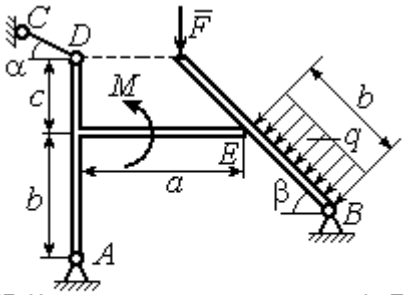
Варианты № 2, 12, 22

Задача 1



Найти реакции шарниров A и C

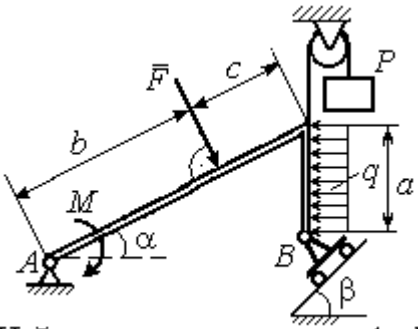
Задача 2



Найти реакции шарниров A, B, реакцию опоры в точке E и реакцию стержня CD

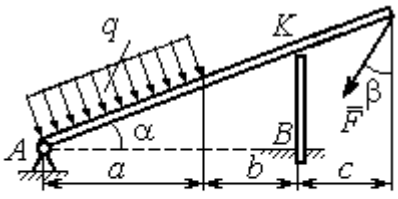
Варианты № 3, 13, 23

Задача 1



Найти реакцию шарниров A и B

Задача 2

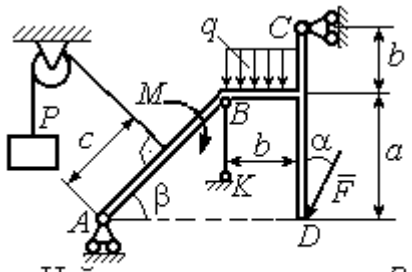


Найти реакцию шарнира A, реакцию опоры в точке K и реакцию жесткой заделки в точке B

Рис. 1.3. Задание С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел. Номера вариантов задания 1 – 3, 11 – 13, 21 – 23

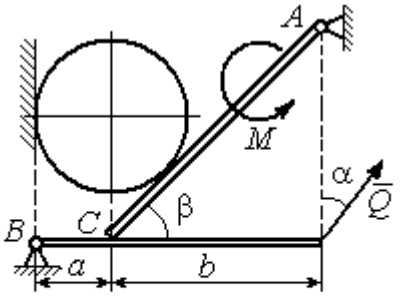
Варианты № 4, 14, 24

Задача 1



Найти усилие в стержне BK и реакцию шарниров A, C

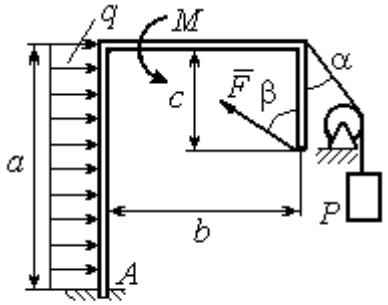
Задача 2



Вес шара P. Найти реакцию шарниров A, B, давление шара на балку и стенку, реакцию опоры балки в точке C и уравновешивающую силу Q

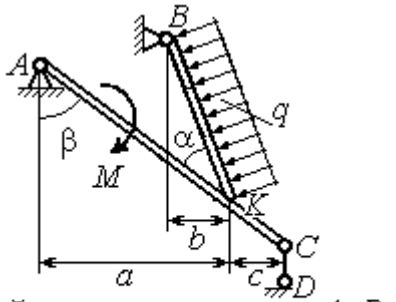
Варианты № 5, 15, 25

Задача 1



Найти реакцию жесткой заделки в точке A

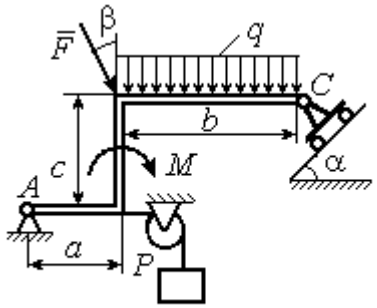
Задача 2



Найти реакцию шарнирв A, B, реакцию стержня CD и реакцию опоры в точке K

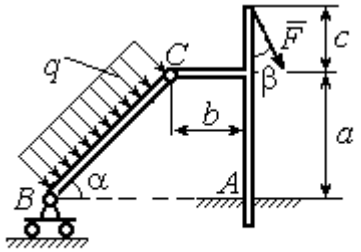
Варианты № 6, 16, 26

Задача 1



Найти реакции шарниров A и C

Задача 2

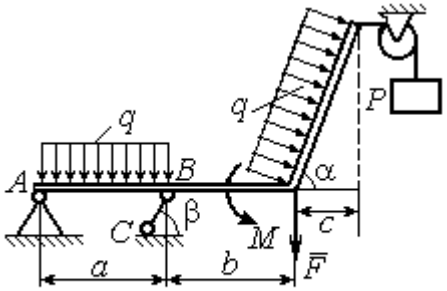


Найти реакцию жесткой заделки в точке A и реакции шарниров B и C

Рис. 1.4. Задание С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел. Номера вариантов задания 4 – 6, 14 – 16, 24 –26

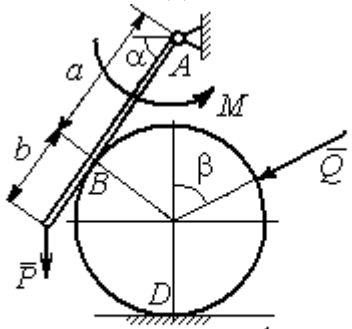
Варианты № 7, 17, 27

Задача 1



Найти реакцию стержня BC и реакцию шарнира A

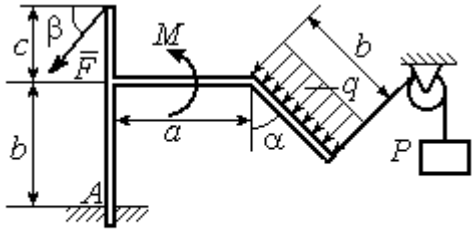
Задача 2



Найти реакцию шарнира A, давление балки на шар, реакцию опоры шара в точке D и уравновешивающую силу Q

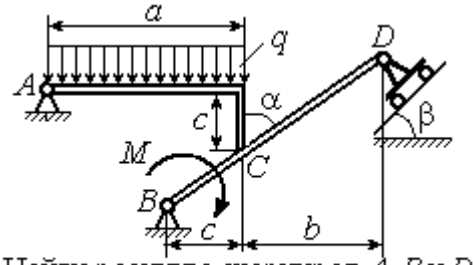
Варианты № 8, 18, 28

Задача 1



Найти реакцию жесткой заделки в точке A

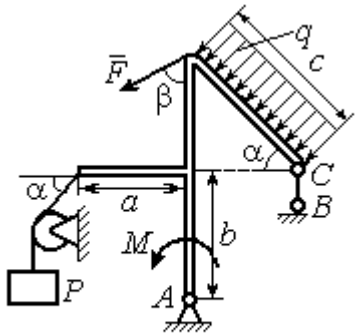
Задача 2



Найти реакцию шарниров A, B и D и реакцию опоры в точке C

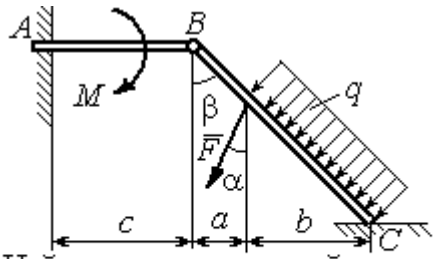
Варианты № 9, 19, 29

Задача 1



Найти реакцию стержня BC и реакцию шарнира A

Задача 2



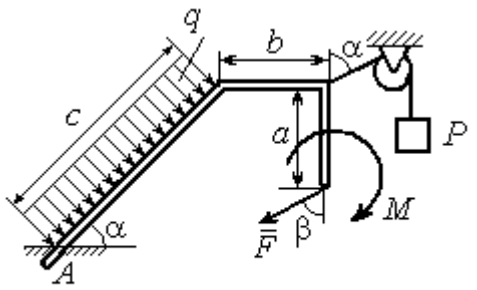
Найти реакцию жесткой заделки в точке A, реакцию шарнира B и реакцию опоры в точке C

Рис. 1.5. Задание С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел. Номера вариантов задания 7 – 9, 17 – 19, 27 – 29

Окончание вариантов задания С1

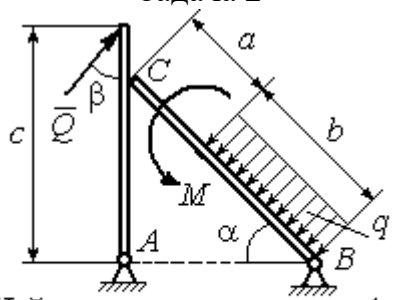
Варианты № 10, 20, 30

Задача 1



Найти реакцию жесткой заделки в точке A

Задача 2



Найти реакцию шарниров A, B, реакцию опоры в точке C и уравновешивающую силу Q

Рис. 1.6. Задание С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел. Номера вариантов задания 10, 20, 30

Таблица 1.1

Исходные данные задания С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел.

Номер варианта задания	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
P, кН	6	5	6	12	6	6	10	3	8	5	10	4	8	10	8
F, кН	12	6	10	5	12	8	6	5	6	2	12	8	12	6	10
q, кН/м	5	4	2	3	6	3	5	2	2	4	6	2	3	4	5
M, кН·м	12	8	6	8	12	5	12	8	4	6	8	12	10	6	10
α, град	45	60	30	60	30	30	45	60	30	30	45	30	60	45	60
β, град	60	30	45	30	60	90	60	60	30	45	30	45	30	60	30
a, м	3	4	3	4	3	4	3	4	1	2	2	3	2	3	4
b, м	3	3	4	3	2	4	3	3	2	3	3	3	4	3	2
c, м	4	2	2	2	3	2	2	1	5	4	4	2	1	2	2

Номер варианта задания	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
P, кН	10	8	10	6	4	6	12	10	5	6	8	6	8	4	6
F, кН	6	12	12	8	3	14	10	8	15	10	12	8	10	10	2
q, кН/м	5	3	4	3	2	3	2	5	4	2	3	4	5	2	4
M, кН·м	10	6	8	6	5	12	4	6	8	10	12	10	6	4	8
α, град	60	60	30	45	60	30	60	45	30	60	45	30	30	30	45
β, град	45	30	30	60	60	45	30	60	30	45	90	30	60	45	30
a, м	3	4	3	1	2	2	4	1	4	3	4	3	2	1	2
b, м	2	4	3	3	4	1	4	3	2	2	2	2	2	2	2
c, м	3	2	2	4	5	4	2	2	1	1	1	2	1	3	5

Пример выполнения задания С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел.

Задача 1**.** Рама *ACE* (рис. 1.7) в точке *A* закреплена на цилиндрической шарнирной опоре, а в точке *B* поддерживается вертикальным невесомым стержнем *BK*. На раму действуют: пара с моментом $M = 8$ Нм, сила $F = 10$ Н, приложенная в точке *D* под углом 60° к раме, и равномерно распределенная нагрузка интенсивностью $q = 2$ Н/м, приложенная на отрезке *AB*. В точке *E* под прямым углом к участку балки *CE* прикреплен трос, несущий груз $P = 20$ Н. Пренебрегая весом балки, определить реакцию шарнира *A* и реакцию стержневой опоры *BK*, если $a = 2$ м.

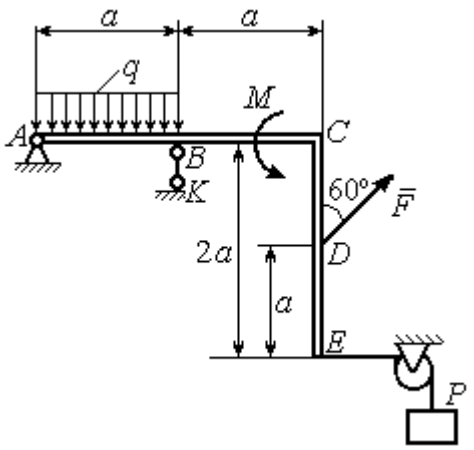


Рис. 1.7. Конструкция рамы

Решение

Выбираем систему координат *xAy*, например, как показано на рис. 1.8. Заменяем действие связей их реакциями. Изображаем реакцию шарнира *A* двумя ее составляющими $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$, направленными вдоль горизонтальной и вертикальной осей (см. рис. 1.8). Реакция $\vec{R}_B$ невесомой стержневой опоры *BK* приложена в точке *B* и направлена вдоль стержня *BK*. Заменяем распределенную нагрузку её равнодействующей $\vec{Q}$. Сила $\vec{Q}$ приложена в середине отрезка *AB* и по модулю равна $Q = qa = 4$ Н. Действие груза *P* на раму изображается реакцией $\vec{T}$, равной по величине весу груза.

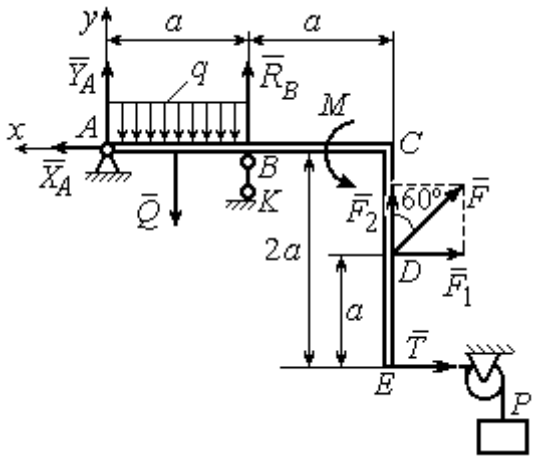


Рис. 1.8. Силы и реакции связей, действующие на раму при её равновесии

При равновесии рамы действующие на неё силы составляют уравновешенную произвольную плоскую систему. Условия равновесия системы сил имеют вид: $\sum F_{kx} = 0$, $\sum F_{ky} = 0$, $\sum M_A(\vec{F}_k) = 0$. Вычисляя проекции сил на оси *x*, *y*, и моменты сил относительно центра *A*, уравнения равновесия получим в виде:

$$\sum F_{kx} = X_A - F\cos 30^\circ - T = 0, \quad \sum F_{ky} = Y_A - Q + R_B + F\cos 60^\circ = 0.$$

$$\sum M_A(\vec{F}_k) = -Q\frac{a}{2} + R_B a + M + F\cos 60^\circ \cdot 2a + F\cos 30^\circ \cdot a + T2a = 0.$$

Здесь для вычисления момента силы $\vec{F}$ относительно центра *A* использована теорема Вариньона: $M_A(\vec{F}) = M_A(\vec{F}_1) + M_A(\vec{F}_2) = F_1 \cdot a + F_2 \cdot 2a$, где $F_1 = F\cos 30^\circ$, $F_2 = F\cos 60^\circ$ (см. рис. 1.8).

Подставляя в уравнения равновесия исходные данные задачи, получим систему уравнений относительно неизвестных X_A, Y_A, R_B:

$$X_A - 28{,}66 = 0, \quad Y_A + R_B + 1 = 0, \quad R_B \cdot 2 + 121{,}32 = 0.$$

Решая систему, найдем X_A = 28,66 Н, Y_A = 59,66 Н, R_B = – 60,66 Н.

Отрицательное значение величины R_B означает, что фактическое направление реакции R_B стержневой опоры *BK* противоположно направлению, показанному на рис. 1.8. Численное значение реакции шарнира

$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} = \sqrt{28{,}66^2 + 59{,}66^2} = 66{,}18 \text{ Н}.$$

Задача 2. Балка *ABLC* с вертикальной частью *AB* и горизонтальной перекладиной *LC* закреплена в точке *A* с помощью жесткой заделки (рис. 1.9). Наклонная балка *EC* с углом наклона к горизонту 60° в точке *C* шарнирно прикреплена к горизонтальной перекладине *CL*, а в точке *E* закреплена на шарнирно-подвижной опоре, установленной на горизонтальной поверхности. На конструкцию действуют равномерно распределенная на отрезках *BL* и *DE* нагрузка с одинаковой интенсивностью $q = 2$ кН/м, сила $\vec{F}$, приложенная в точке *D* перпендикулярно балке *EC* и равная по величине $F = 10$ кН, и пара сил

с моментом M = 5 кН·м. Определить реакцию жесткой заделки A и реакции шарниров C и E, если a = 2 м.

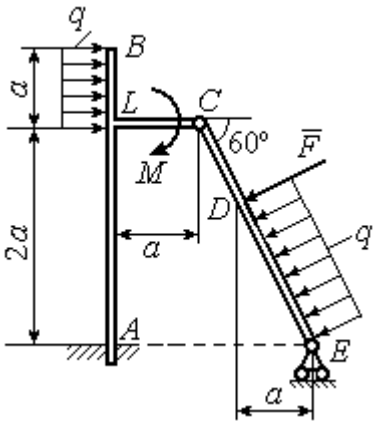


Рис. 1.9. Равновесие конструкции двух балок, соединённых шарниром

Решение

Разделяем систему на две части по шарниру C и рассмотрим равновесие балок $ABLC$ и EC отдельно. Изобразим обе балки и расставим внешние силы и реакции связей (рис. 1.10). Рассмотрим балку $ABLC$ (рис. 1.10, *a*). Заменим распределенную нагрузку эквивалентной силой $\vec{Q}_1$, приложенной в середине отрезка BL, направленной в сторону действия нагрузки и равной $Q_1 = q \cdot a =$ 4 кН. Кроме силы $\vec{Q}_1$ и пары сил с моментом M на балку действуют реакция жёсткой заделки в точке A, имеющая своими составляющими силы $\vec{X}_A$, $\vec{Y}_A$ и пару сил с моментом M_A, а также реакция шарнира C, разложенная на составляющие $\vec{X}_C$, $\vec{Y}_C$ (см. рис. 1.10, *a*). Действующие на раму силы составляют уравновешенную плоскую систему сил. Выберем систему координат xAy, как показано на рис. 1.10, *a*, и составим уравнения равновесия:

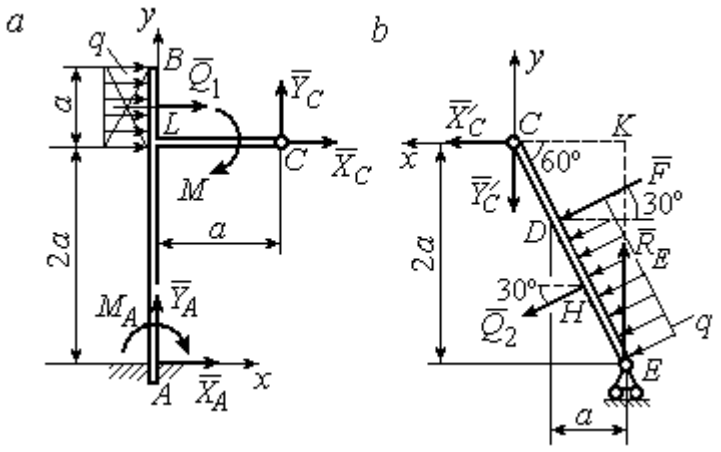


Рис. 1.10. Равновесие частей конструкции:
a - силы и реакции связей, действующие на балку $ABLC$;
b - силы и реакции связей, действующие на балку CE

$$\sum F_{kx} = X_A + Q_1 + X_C = 0, \quad \sum F_{ky} = Y_A + Y_C = 0,$$

$$\sum M_A(\vec{F}_k) = -M_A - Q_1 \cdot \left(2a + \frac{a}{2}\right) - M + Y_C a - X_C 2a = 0.$$

Рассмотрим равновесие балки *EC*. Заменим равномерную нагрузку эквивалентной силой $\vec{Q}_2$, приложенной в середине отрезка *ED*, направленной в сторону действия нагрузки и равной по модулю $Q_2 = q \cdot 2a = 8$ кН. На балку кроме сил $\vec{Q}_2$, $\vec{F}$ действуют реакции связей: $\vec{R}_E$ – реакция шарнирно-подвижной опоры в точке *E* и $\vec{X}'_C$, $\vec{Y}'_C$ – составляющие реакции шарнира *C*. Силы $\vec{X}'_C$, $\vec{Y}'_C$ направлены противоположно силам $\vec{X}_C$, $\vec{Y}_C$ и равны им по модулю $X_C = X'_C$, $Y_C = Y'_C$ (см. рис. 1.10, *a*, *b*). Действующие на балку *EC* силы образуют плоскую уравновешенную систему сил. Выберем систему координат *xCy,* как показано на рис. 1.10, *b,* и составим уравнения равновесия. При этом центром, относительно которого будем считать моменты сил, выберем точку *C*. Получим:

$$\sum F_{kx} = Q_2 \sin 60^\circ + F\cos 30^\circ + \vec{X}'_C = 0,\ \sum F_{ky} = R_E - Q_2 \cos 60^\circ - F\sin 30^\circ - Y'_C = 0,$$

$$\sum M_C\left(\vec{F}_k\right) = -F \cdot CD - Q_2 \cdot CH + R_E \cdot CK = 0.$$

Здесь плечи сил: $CD = \dfrac{2a}{\cos 30^\circ} - 2a$, $CH = \dfrac{2a}{\cos 30^\circ} - a$, $CK = 2a\,\mathrm{tg}30^\circ$. Заменяя в уравнениях величины X'_C на X_C, а Y'_C на Y_C и подставляя исходные данные, получим систему уравнений:

$$X_A + X_C + 4 = 0,\ Y_A + Y_C = 0,\ -M_A - 4X_C + 2Y_C - 25 = 0,$$

$$X_C + 15{,}59 = 0,\ -Y_C + R_E - 9 = 0,\ 2{,}31R_E - 27{,}14 = 0,$$

откуда найдём величины реакции жесткой заделки и реакции шарниров:

$$X_A = 11{,}59 \text{ кН},\ Y_A = -2{,}76 \text{ кН},\ M_A = 42{,}87 \text{ кН·м},$$

$$X_C = -15{,}59 \text{ кН},\ Y_C = 2{,}76 \text{ кН},\ R_E = 11{,}76 \text{ кН}.$$

Модули реакций жесткой заделки *A* и шарнира *C*:

$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} = 11{,}91 \text{ кН},\ R_C = \sqrt{X_C^2 + Y_C^2} = 15{,}83 \text{ кН}.$$

1.5. Задание С2. Равновесие пространственной системы сил

В заданиях рассматривается равновесие однородной плиты или вала (прямого или с «ломаной» осью) с насаженным на него шкивом.

Вал закреплен подпятником и подшипником и удерживается в равновесии. На вал действуют сила $\vec{F}$, пара сил с моментом M и сила $\vec{P}$. На шкив вала намотана нить, к свободному концу которой, перекинутому через невесомый блок, подвешен груз весом Q. Для вала определить реакции подшипника и подпятника и величину уравновешивающей силы Q (или момента M).

Плита весом P закреплена пространственным шарниром, подшипником и удерживается в заданном положении невесомым стержнем. На плиту действуют силы $\vec{F}$, $\vec{Q}$ и пара сил с моментом M. Для плиты найти реакции сферического и цилиндрического шарниров и реакцию стержня.

Варианты задания даны на рис. 1.11 – 1.13. Исходные данные для выполнения задания приведены в табл. 1.2.

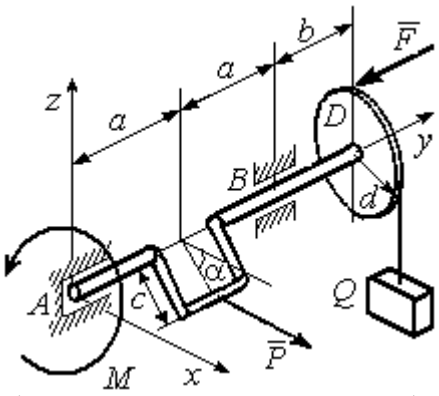
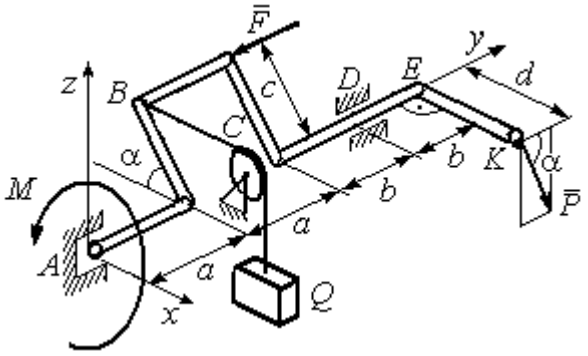
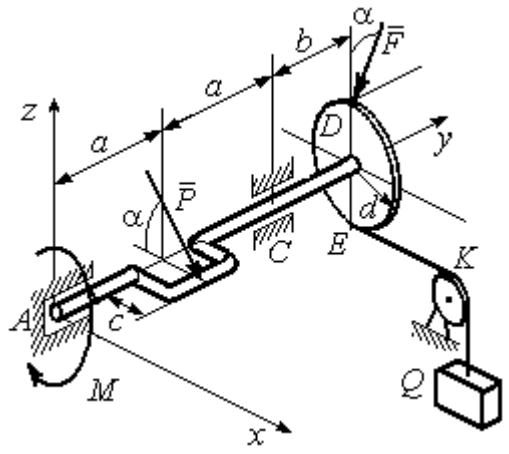
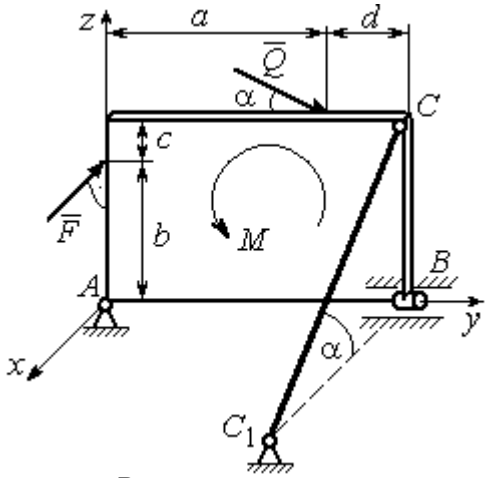
Варианты № 1, 11, 21	**Варианты № 2, 12, 22**
	
Сила $\vec{F}$ параллельна оси Ay; сила $\vec{P}$ параллельна оси Ax; нить, удерживающая груз, сходит со шкива вертикально. Найти реакции подпятника и подшипника в точках A и B и величину уравновешивающего груза Q	Сила $\vec{F}$ параллельна оси Ay; сила $\vec{P}$ лежит в плоскости, параллельной zAy; отрезок нити BC параллелен оси Ax; рукоять вала EK параллельна оси Ax. Найти реакции подпятника и подшипника в точках A и D и величину уравновешивающего момента M

Рис. 1.11. Задание С2. Равновесие пространственной системы сил.
Номера вариантов задания 1 – 2, 11 – 12, 21 – 22

Варианты № 3, 13, 23	**Варианты № 4, 14, 24**
	
Сила $\vec{F}$, лежит в плоскости *zAy*; сила $\vec{P}$ лежит в плоскости, параллельной *zAx*, отрезок нити *EK* параллелен оси *Ax*. Найти реакции подпятника и подшипника в точках *A* и *C*, а также величину уравновешивающего груза *Q*	Плита весом *P* расположена в плоскости *zAy*; пара сил с моментом *M* действует в плоскости плиты; стержень CC_1 расположен в плоскости, параллельной *zAx*; сила $\vec{Q}$ действует в плоскости плиты; сила $\vec{F}$ перпендикулярна плоскости плиты. Найти реакции сферического и цилиндрического шарниров в точках *A* и *B* и реакцию стержня CC_1

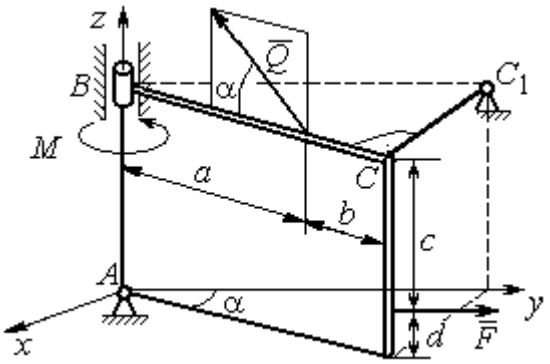
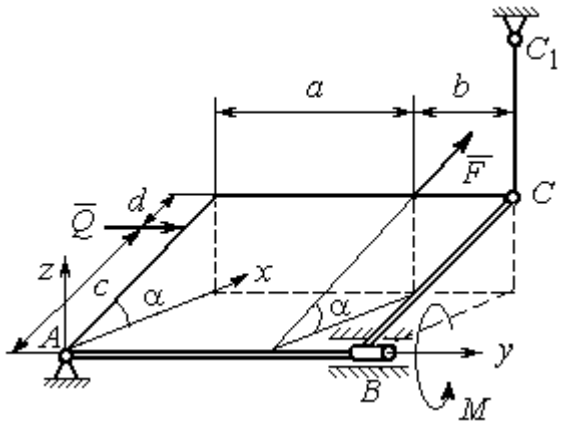
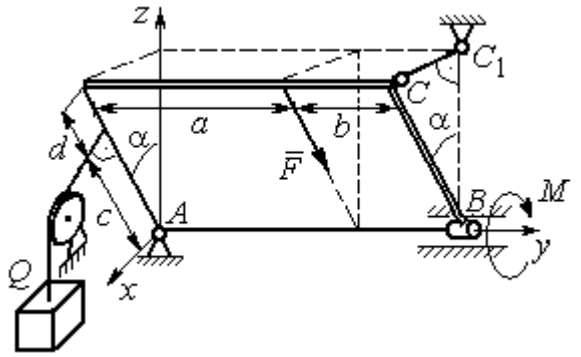
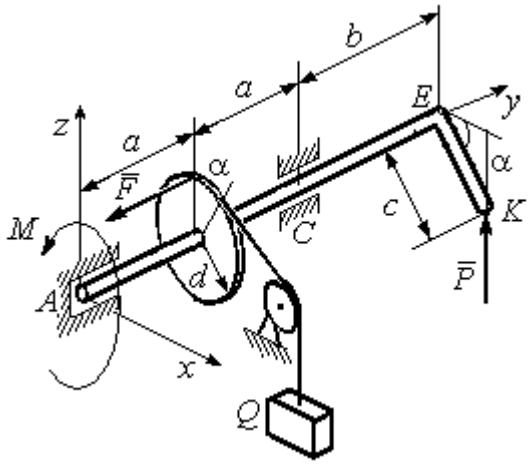
Варианты № 5, 15, 25	**Варианты № 6, 16, 26**
	
Плита весом *P* отклонена на угол α от вертикальной плоскости *zAy*; сила $\vec{Q}$ лежит в плоскости плиты; сила $\vec{F}$ параллельна оси *Ay*; стержень CC_1 перпендикулярен плоскости плиты. Найти реакции сферического и цилиндрического шарниров в точках *A* и *B* и реакцию стержня CC_1	Плита весом *P* отклонена на угол α от горизонтальной плоскости *xAy*; сила $\vec{Q}$ перпендикулярна боковой стенке плиты и параллельна оси *Ay*; сила $\vec{F}$ расположена в плоскости плиты и параллельна её боковым стенкам; стержень CC_1 параллелен оси *Az*. Найти реакции сферического и цилиндрического шарниров в точках *A* и *B* и реакцию стержня CC_1

Рис. 1.12. Задание С2. Равновесие пространственной системы сил.
Номера вариантов задания 3 – 6, 13 – 16, 23 – 26

Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
	
Плита весом *P* отклонена на угол α от вертикальной плоскости *zAy*; нить, удерживающая груз *Q*, находится плоскости *zAx*, прикреплена к боковой стенке плиты и перпендикулярна ей; сила $\vec{F}$ параллельна боковым стенкам плиты; стержень CC_1 перпендикулярен плоскости *zAy*. Найти реакции сферического и цилиндрического шарниров в точках *A* и *B* и реакцию стержня CC_1	Рукоять *EK* перпендикулярна оси вала и наклонена под углом α к горизонтальной плоскости *xAy*; сила $\vec{P}$ параллельна оси *Az*; сила $\vec{F}$ параллельна оси A*y*; нить, удерживающая груз *Q*, сходит со шкива по касательной. Найти реакции подпятника *A*, подшипника *C*, и величину уравновешивающего груза *Q*

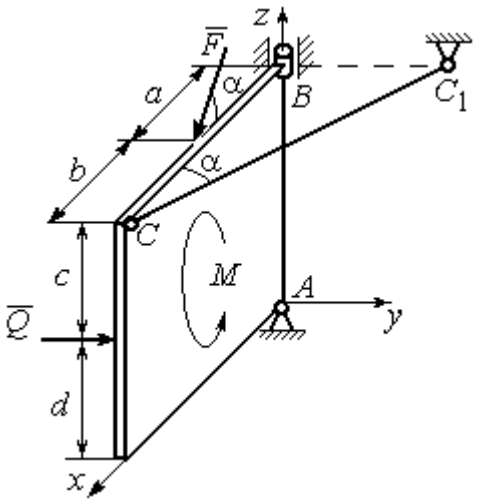
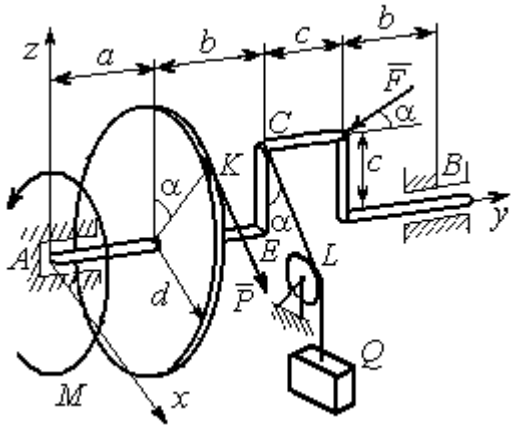
Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
	
Плита весом *P* находится в вертикальной плоскости *zAx*; стержень CC_1 расположен в плоскости, параллельной *xAy*; пара сил с моментом *M* действует в плоскости плиты; сила $\vec{Q}$ перпендикулярна плоскости плиты; сила $\vec{F}$ лежит в плоскости плиты. Найти реакции сферического и цилиндрического шарниров в точках *A* и *B* и реакцию стержня CC_1	Сила $\vec{F}$ находится в плоскости *zAy*; стойка *CE* находится в плоскости *zAy*; отрезок *CL* нити, удерживающей груз, находится в плоскости параллельной *xAz*; сила $\vec{P}$ находится в плоскости шкива и направлена по касательной к ободу в точке *K*. Найти реакции подпятника *A*, подшипника *B* и величину уравновешивающего момента *M*

Рис. 1.13. Задание С2. Равновесие пространственной системы сил.
Номера вариантов задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 1.2

Исходные данные для задания С2.
Равновесие пространственной системы сил

Номер варианта задания	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
P, кН	5	4	6	10	16	15	12	10	15	14
F, кН	8	6	12	6	10	10	8	12	12	10
Q, кН	–	12	–	12	8	12	10	–	10	12
M, кН·м	12	–	10	8	12	6	8	6	8	–
α, град	60	30	30	30	60	60	60	30	30	60
a, м	1,2	0,8	1,4	0,6	1,2	0,9	1,4	0,4	0,8	0,8
b, м	1,0	0,6	1,1	0,4	0,8	0,4	0,6	1,2	0,2	0,6
c, м	0,8	0,5	0,8	0,3	1,4	0,8	1,2	0,8	0,4	0,4
d, м	0,4	0,4	0,6	0,2	0,4	0,2	0,4	0,6	0,6	0,6

Номер варианта задания	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
P, кН	8	10	10	15	14	10	16	9	10	12
F, кН	6	12	16	8	12	14	10	15	8	10
Q, кН	–	14	–	10	10	12	14	–	12	14
M, кН·м	10	–	12	12	12	8	10	10	10	–
α, град	30	60	60	60	30	30	30	60	60	30
a, м	0,8	1,3	0,9	0,5	1,3	1,2	1,6	0,6	0,9	1,2
b, м	0,6	1,1	0,6	0,4	0,9	0,6	0,8	1,2	0,3	0,8
c, м	0,4	0,8	0,5	0,2	1,5	0,9	1,2	0,4	0,6	0,6
d, м	0,2	0,4	0,4	0,1	0,5	0,4	0,6	0,2	0,2	0,8

Номер варианта задания	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
P, кН	10	12	5	8	10	14	18	12	14	10
F, кН	12	8	15	10	12	8	10	15	9	8
Q, кН	–	10	–	12	14	10	16	–	12	6
M, кН·м	12	–	16	14	8	10	8	12	10	–
α, град	90	30	60	30	45	30	30	60	60	30
a, м	0,6	0,8	1,1	1,2	1,5	0,8	1,0	0,8	1,2	0,9
b, м	0,8	0,6	0,9	1,0	0,9	0,6	0,8	1,4	0,6	0,4
c, м	0,4	1,2	0,8	0,6	1,5	0,9	1,1	0,5	0,8	0,6
d, м	0,4	1,5	0,5	0,2	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,5

Примеры решения задания С2. Равновесие пространственной системы сил

Задача 1. Горизонтальный вал (рис. 1.14) закреплен в подпятнике *C* и подшипнике *K*. Вал имеет шкив I радиуса *R* и шкив II радиуса *r*, перпендикулярные оси вала. Рукоять *AE* параллельна оси *Cx*. Нить, удерживающая груз *Q*, сходит со шкива I по касательной вертикально вниз. На вал действуют силы $\vec{F}$, $\vec{P}$ и пара сил с моментом *M*, закручивающая вал вокруг оси *Cy*. Сила $\vec{F}$ находится в плоскости, параллельной *zCy*, и составляет угол 60° с направлением оси *Cy*. Сила $\vec{P}$ приложена в точке *B* шкива II, определяемой центральным углом 30º, и направлена по касательной. Определить величину уравновешивающего момента *M* и реакции подшипника и подпятника, если $P = 4$ кН, $F = 2$ кН, $Q = 3$ кН, $R = 0{,}6$ м, $r = 0{,}3$ м, $a = 0{,}8$ м, $b = 0{,}4$ м.

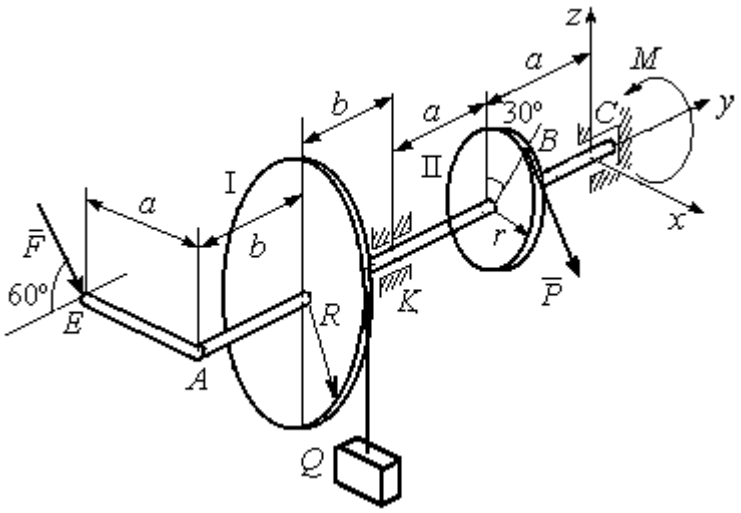


Рис. 1.14. Схема вала и его нагрузка

Решение

Рассмотрим равновесие вала. На вал действуют внешние силы $\vec{F}$, $\vec{P}$, пара сил с моментом *M* и реакции связей. Связями являются нить, натянутая грузом *Q*, подпятник *C* и подшипник *K*. Освобождаем вал от связей, заменяя их действие реакциями. Реакцию подпятника *C* раскладываем на три со-

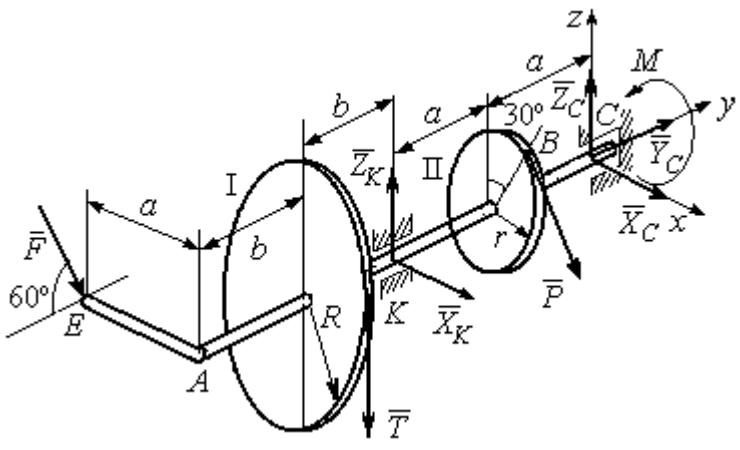


Рис. 1.15. Внешние силы и реакции связей вала

ставляющие: $\vec{X}_C$, $\vec{Y}_C$, $\vec{Z}_C$, направленные вдоль координатных осей. Реакция подшипника *K* лежит в плоскости, перпендикулярной оси вала, и ее составляющими будут вектора $\vec{X}_K, \vec{Z}_K$, направленные вдоль координатных осей *x*, *z*. Реакция нити $\vec{T}$ направлена вдоль нити от точки *K* и по модулю равна весу груза. Действие на вал внешних сил и реакций связи показано на рис. 1.15.

Внешние силы, действующие на вал, и реакции связей составляют произвольную пространственную систему сил, эквивалентную нулю ($\vec{P}, \vec{F}, \vec{X}_K, \vec{Z}_K, \vec{T}, \vec{X}_C, \vec{Y}_C, \vec{Z}_C, M$) ∞ 0, для которой уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = 0,\ \sum F_{ky} = 0,\ \sum F_{kz} = 0,$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = 0,\ \sum M_y(\vec{F}_k) = 0,\ \sum M_z(\vec{F}_k) = 0.$$

Для удобства при составлении уравнений равновесия изобразим вал вместе с действующими на него силами в проекциях на координатные плоскости (рис. 1.16)

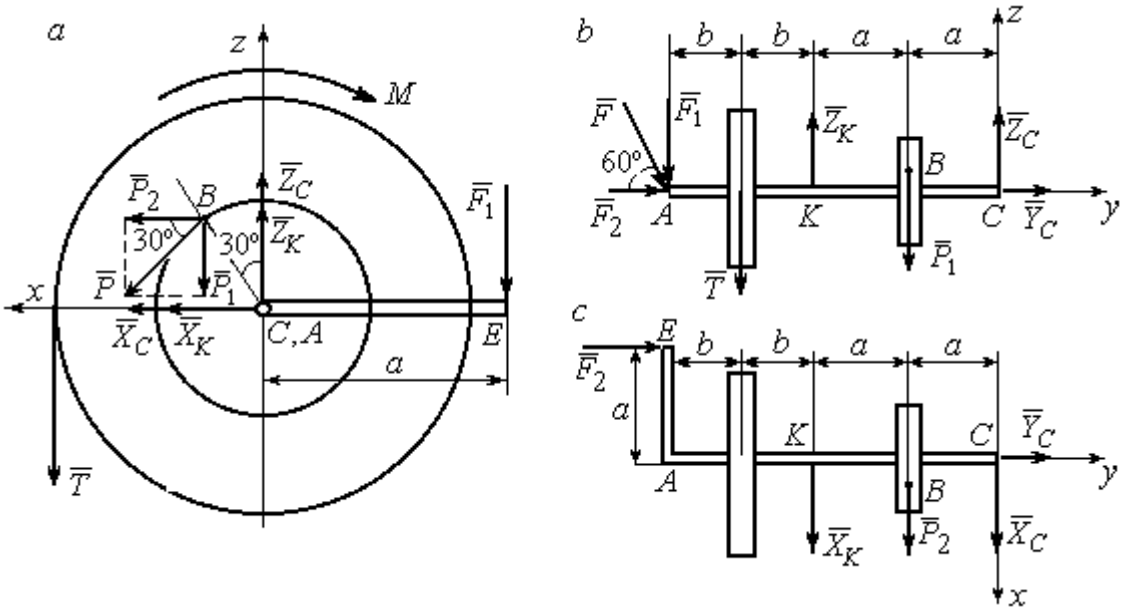


Рис. 1.16. Вал и действующие на него силы в проекциях на координатные плоскости:
a – вид вала в проекции на плоскость *zCx* с положительного конца оси *y*;
b – вид вала в проекции на плоскость *zCy* с положительного конца оси *x*;
c – вид вала в проекции на плоскость *xCy* с положительного конца оси *z*.

На рис. 1.16, *а* показаны проекции всех сил на плоскость *zCx*. Вычисляя моменты проекций этих сил относительно точки *C*, получим значения моментов исходных сил относительно оси *y*.

Для вычисления моментов сил относительно оси *x* достаточно найти моменты проекций сил на плоскость *zCy* относительно точки *C* (см. рис. 1.16, *b*), а вычисляя моменты проекций сил на плоскость *xCy* относительно точки *C*, получим значения моментов сил относительно оси z.

Составляем уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = P_2 + X_K + X_C = 0,\ \sum F_{ky} = F_2 + Y_C = 0,$$

$$\sum F_{kz} = -P_1 + Z_K - T + Z_C - F_1 = 0,$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = P_1 a - Z_K 2a - T(2a + b) + F_1(2a + 2b) = 0,$$

$$\sum M_y(\vec{F}_k) = -F_1 a + TR + Pr - M = 0,$$

$$\sum M_z(\vec{F}_k) = P_2 a + X_K 2a - F_2 a = 0.$$

Подставляя исходные данные задачи, с учётом того, что

$$P_1 = P\cos 60^\circ = 0{,}5P,\ P_2 = P\cos 30^\circ = 0{,}87P,$$

$$F_1 = F\cos 30^\circ = 0{,}87F,\ F_2 = F\cos 60^\circ = 0{,}5F$$ (см. рис. 1.16 *а*, *b*),

получим систему уравнений:

$$0{,}87 \cdot 4 + X_K + X_C = 0,\ \ 2 \cdot 0{,}5 + Y_C = 0,\ -4 \cdot 0{,}5 + Z_K - 3 + Z_C - 2 \cdot 0{,}87 = 0,$$

$$0{,}5 \cdot 4 \cdot 0{,}8 - 1{,}6Z_K - 3 \cdot 0{,}87(2 \cdot 0{,}8 + 0{,}4) + 2 \cdot 0{,}87(2 \cdot 0{,}8 + 2 \cdot 0{,}4) = 0,$$

$$-0{,}87 \cdot 0{,}8 + 3 \cdot 0{,}6 + 4 \cdot 0{,}3 - M = 0,\ 0{,}87 \cdot 4 \cdot 0{,}8 + 1{,}6 \cdot X_K - 2 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}8 = 0.$$

Решая систему, найдём: $X_C = -2{,}24$ кН, $Y_C = -1$ кН, $Z_C = 6{,}39$ кН, $X_K = -1{,}24$ кН, $Z_K = 0{,}35$ кН, $M = 2{,}3$ кН·м.

Окончательно, реакция подпятника $R_C = \sqrt{X_C^2 + Y_C^2 + Z_C^2} = 6{,}84$ кН,

реакция подшипника $R_K = \sqrt{X_K^2 + Z_K^2} = 1{,}29$ кН.

Задача 2. Плита весом P расположена в вертикальной плоскости zAy. В точке А плита закреплена пространственным шарниром, а в точке B на оси y опирается на цилиндрический шарнир (подшипник). Плита удерживается в равновесии при помощи невесомого стержня CC_1, прикреплённого шарниром к плите в её верхнем углу, в точке C перпендикулярно плоскости плиты (рис. 1.17).

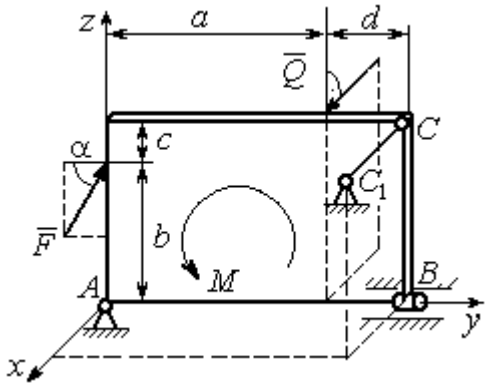


Рис. 1.17. Равновесие плиты

На плиту действует сила $\vec{Q}$, приложенная на краю плиты перпендикулярно её плоскости, и сила $\vec{F}$, лежащая в плоскости плиты и направленная под углом α к горизонту (см. рис. 1.17). Кроме того, в плоскости плиты на неё действует пара сил с моментом M. Найти реакции шарниров A и B и усилие в стержневой подпорке CC_1 при равновесии плиты, если параметры нагрузки: P = 1 кН, Q = 500 Н, F = 400 Н, M = 300 Н·м, $\alpha = 35^\circ$, a = 2 м, b = 1,5 м, c = 0,2 м, d = 0,4 м.

Решение

Заменим связи плиты их реакциями. Реакция шарнира A раскладывается на три составляющие: $\vec{X}_A$ $\vec{Y}_A$, $\vec{Z}_A$ по направлениям координатных осей. Направления координатных осей показаны на рис. 1.17. Реакция подшипника B лежит в плоскости, перпендикулярной оси подшипника, и ее составляющими будут вектора $\vec{X}_B, \vec{Z}_B$, направленные вдоль координатных осей x, z. Реакция стержня $\vec{T}$ направлена вдоль стержня. Действие сил и реакций показано на рис.1.18.

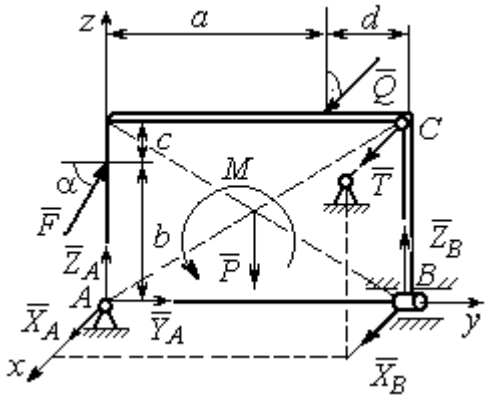


Рис. 1.18. Действие сил и реакций при равновесии плиты

Пространственная система сил, действующих на плиту, является уравновешенной: $(\vec{P}, \vec{F}, \vec{X}_B, \vec{Z}_B, \vec{T}, \vec{X}_A, \vec{Y}_A, \vec{Z}_A, M) \infty 0$. Уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = 0,\ \sum F_{ky} = 0,\ \sum F_{kz} = 0,$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = 0,\ \sum M_y(\vec{F}_k) = 0,\ \sum M_z(\vec{F}_k) = 0.$$

В вычислениях моментов сил относительно осей будем считать момент положительным, если при взгляде со стороны положительного направления оси, сила вращает тело (плиту) против хода часовой стрелки. Получим:

$$\sum F_{kx} = 0,\ X_A + Q + X_B + T = 0,$$

$$\sum F_{ky} = 0,\ Y_A + F\cos\alpha = 0,$$

$$\sum F_{kz} = 0,\ Z_A + F\sin\alpha - P + Z_B = 0$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = 0,\ -F\cos\alpha \cdot b - P \cdot 0{,}5(a+d) + Z_B(a+d) + M = 0,$$

$$\sum M_y(\vec{F}_k) = 0,\ Q \cdot (b+c) + T \cdot (b+c) = 0,$$

$$\sum M_z(\vec{F}_k) = 0,\ -Q \cdot a - T \cdot (a+d) - X_B \cdot (a+d) = 0.$$

Подставив исходные данные задачи, получим систему уравнений:

$$X_A + 500 + X_B + T = 0,\ Y_A + 400 \cdot 0{,}82 = 0,\ Z_A + 400 \cdot 0{,}57 - 1000 + Z_B = 0,$$

$$-400 \cdot 0{,}82 \cdot 1{,}5 - 1000 \cdot 0{,}5 \cdot 2{,}4 + Z_B \cdot 2{,}4 + 300 = 0,$$

$$500 \cdot 1{,}7 + T \cdot 1{,}7 = 0,\quad -500 \cdot 2 - T \cdot 2{,}4 - X_B \cdot 2{,}4 = 0,$$

откуда находим значения составляющих реакций:

$$T = -500\ \text{Н},\ X_B = 83{,}33\ \text{Н},\ Z_B = 580\ \text{Н},$$

$$X_A = -83{,}33\ \text{Н},\ Y_A = -328\ \text{Н},\ Z_A = 192\ \text{Н}.$$

Полные реакции пространственного шарнира *A*:

$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2 + Z_A^2} = 389{,}09\ \text{Н},$$

цилиндрического шарнира *B*: $R_B = \sqrt{X_B^2 + Z_B^2} = 585{,}95\ \text{Н}$.

2. КИНЕМАТИКА ТОЧКИ И ТВЕРДОГО ТЕЛА

Кинематикой называется раздел механики, в котором изучаются свойства движения материальных тел без учета их масс и действующих на них сил.

2.1. Кинематика точки. Основные параметры движения точки

Кривая, которую описывает движущаяся точка, называется **траекторией** точки. Движение точки может быть задано **векторным**, **координатным** или **естественным** способами.

Векторный способ основан на определении положения точки ее радиусом-вектором в виде векторного уравнения $\vec{r} = \vec{r}(t)$. При **координатном способе** задания движения точки положение точки определяется ее координатами, заданными для каждого момента времени: $x = x(t)$, $y = y(t)$, $z = z(t)$. **Естественный способ** задания движения используется, если заранее известна траектория движения точки. Тогда положение точки однозначно определяется длиной дуги $\breve{OM} = S(t)$, отсчитываемой от некоторой фиксированной точки *O*, принятой за начало отсчета.

Мгновенная скорость, или скорость точки в данный момент времени, является векторной величиной и определяется как производная по времени от радиуса-вектора точки: $\vec{V} = \dot{\vec{r}}$. Вектор скорости точки $\vec{V}$ всегда направлен по касательной к траектории в сторону движения точки.

При координатном способе задания движения величины проекций вектора скорости $\vec{V}$ на координатные оси определяются как производные по времени от соответствующих координат: $V_x = \dot{x}$, $V_y = \dot{y}$, $V_z = \dot{z}$. Модуль вектора скорости: $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}$. При естественном способе задания движения вектор скорости точки определяется равенством: $\vec{V} = \dot{S}\vec{\tau}$, где $S = S(t)$ – закон измене-

ния длины дуги, $\vec{\tau}$ –единичный вектор касательной к траектории движения, направленный в сторону возрастающих расстояний.

Величина $V = |\dot{S}|$ называется алгебраической скоростью точки. При $\dot{S} > 0$ вектор скорости $\vec{V}$ направлен по единичному вектору $\vec{\tau}$ – в сторону возрастающих расстояний. При $\dot{S} < 0$ он имеет направление, противоположное единичному вектору $\vec{\tau}$, т. е. в сторону убывающих расстояний.

Мгновенное ускорение, или ускорение точки в данный момент времени, является векторной величиной и определяется как производная по времени от вектора скорости точки или как вторая производная от радиус-вектора точки: $\vec{a} = \dot{\vec{V}} = \ddot{\vec{r}}$. При координатном способе проекции вектора ускорения $\vec{a}$ на координатные оси – величины a_x, a_y, a_z – определяются равенствами: $a_x = \dot{V}_x = \ddot{x}$, $a_y = \dot{V}_y = \ddot{y}$, $a_z = \dot{V}_z = \ddot{z}$. Модуль вектора ускорения равен: $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$.

При естественном способе задания движения вектор ускорения точки $\vec{a}$ раскладывается на две взаимно перпендикулярные составляющие $\vec{a}_n$ и $\vec{a}_\tau$, параллельные осям n и τ естественной системы координат, и представляется в виде равенства $\vec{a} = a_\tau \vec{\tau} + a_n \vec{n}$, или $\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$, где $\vec{\tau}$ – единичный направляющий вектор оси, касательной к траектории (касательная ось); $\vec{n}$ – единичный направляющий вектор главной нормали траектории. Величина a_n называется **нормальным ускорением** точки и вычисляется по формуле: $a_n = \dfrac{V^2}{\rho}$, где ρ – радиус кривизны траектории. (У окружности радиус кривизны равен её радиусу, у прямой линии – бесконечности.) Вектор $\vec{a}_n$ нормальной составляющей ускорения всегда направлен к центру кривизны траектории. При движении по окружности радиус кривизны траектории равен радиусу окружности, а центр кривизны траектории совпадает с центром окружности. Величина a_τ называется **касательным ускорением** и равна модулю второй производной от заданно-

го закона изменения длины дуги: $a_\tau = |\ddot{S}|$, где $S = S(t)$ – закон изменения длины дуги. Направление вектора касательного ускорения $\vec{a}_\tau$ зависит от знака второй производной $\ddot{S}$. При $\ddot{S} > 0$ вектор $\vec{a}_\tau$ в направлен в сторону возрастающих расстояний, по направлению единичного вектора $\vec{\tau}$, при $\ddot{S} < 0$ – в сторону убывающих расстояний (противоположно единичному вектору $\vec{\tau}$). Вектор полного ускорения $\vec{a}$ направлен по диагонали прямоугольника, построенного на векторах $\vec{a}_n$ и $\vec{a}_\tau$. Модуль вектора ускорения: $a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2}$.

2.2. Вращение тела вокруг неподвижной оси

Движение тела, при котором все точки некоторой его прямой остаются неподвижными, называется **вращательным**, а указанная прямая называется осью вращения. Вращение тела задается углом поворота $\varphi = \varphi(t)$ подвижной плоскости, связанной с телом, относительно некоторого ее начального положения. Направление вращения с возрастанием угла поворота считается положительным.

Величина **угловой скорости** вращения тела равна модулю производной от угла поворота тела по времени: $\omega = |\dot{\varphi}|$. Направление угловой скорости вращения тела зависит от знака производной $\dot{\varphi}$. При $\dot{\varphi} > 0$ вращение происходит в положительном направлении, в сторону возрастания угла поворота, при $\dot{\varphi} < 0$ – в отрицательном. Направление угловой скорости обычно показывают дуговой стрелкой вокруг оси вращения. Вектор угловой скорости $\vec{\omega}$ направлен вдоль оси вращения в сторону, откуда вращение тела видно против хода часовой стрелки.

Величина **углового ускорения** при вращении тела равна модулю второй производной от угла поворота тела по времени: $\varepsilon = |\ddot{\varphi}|$. Если $\ddot{\varphi}$ одного знака с

φ, то угловое ускорение ускоряет вращение тела, если разных знаков, то угловое ускорение замедляет вращение.

При вращательном движении тела все его точки движутся по окружностям, радиусы которых равны расстояниям от выбранной точки до неподвижной оси. **Скорость точки вращающегося твердого тела (**в отличие от угловой скорости тела) называют **линейной,** или **окружной скоростью** точки. Величина скорости рассчитывается по формуле: $V = \omega h$, где ω – величина угловой скорости тела; h – расстояние от точки до оси вращения. Вектор скорости точки лежит в плоскости описываемой точкой окружности и направлен по касательной к ней в сторону вращения тела. Отношение скоростей двух точек вращающегося тела равно отношению расстояний от этих точек до оси: $\frac{V_{M1}}{V_{M2}} = \frac{h_1}{h_2}$.

Ускорение точки вращающегося твердого тела рассчитывается как ускорение точки при естественном способе задания движения в виде суммы векторов касательного и нормального ускорений: $\vec{a}_M = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$. Величины касательного, нормального и полного ускорений точки вращающегося тела, соответственно: $a_\tau = \varepsilon h$, $a_n = \omega^2 h$, $a_M = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$, где ω, ε – угловая скорость и угловое ускорение тела; h – расстояние от точки до оси вращения.

2.3. Плоскопараллельное движение твёрдого тела

Плоскопараллельным, или плоским движением твердого тела, называется такое движение, при котором все точки тела движутся параллельно некоторой неподвижной плоскости. Плоское движение представляется в виде суммы мгновенного поступательного движения, при котором все точки плоской фигуры движутся со скоростью выбранной точки-полюса, и мгновенного вращательного движения вокруг этого полюса.

Скорость любой точки M плоской фигуры равна векторной сумме вектора скорости точки-полюса и вектора скорости точки M при вращении тела вокруг этого полюса: $\vec{V}_M = \vec{V}_A + \vec{V}_{MA}$, где $\vec{V}_M$ – скорость точки M; $\vec{V}_A$ – скорость полюса A; $\vec{V}_{MA}$ – вектор скорости точки M при вращении тела вокруг полюса A, модуль скорости $V_{MA} = \omega \cdot MA$, где ω – угловая скорость мгновенного вращательного движения тела вокруг полюса; MA – расстояние между полюсом A и точкой M.

Мгновенным центром скоростей называется такая точка P плоской фигуры, скорость которой в данный момент времени равна нулю. Выбрав в качестве полюса мгновенный центр скоростей, скорость любой точки плоской фигуры находят так, как если бы мгновенное движение фигуры было вращательным вокруг мгновенного центра скоростей.

Способы построения мгновенного центра скоростей

1. Если известны направления скоростей $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_B$ каких-нибудь двух точек A и B плоской фигуры, то мгновенный центр скоростей находится в точке пересечения перпендикуляров, восстановленных из этих точек к векторам скоростей (рис. 2.1, *a*).

2. Если скорости $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_B$ двух точек A и B плоской фигуры известны и параллельны друг другу, а линия AB перпендикулярна $\vec{V}_A$ (и, конечно, $\vec{V}_B$), то мгновенный центр скоростей определяется как точка пересечения линий, проведенных через основания и вершины векторов скоростей (построение показано на рис. 2.1, *b*, *c*).

3. Если скорости $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_B$ двух точек A и B параллельны друг другу, но линия AB, соединяющая эти точки, не перпендикулярна векторам скоростей (рис. 2.1, *d*), то мгновенная угловая скорость тела равна нулю и движение тела

в данный момент времени является мгновенным поступательным. В этом случае скорости всех точек равны по величине и направлению.

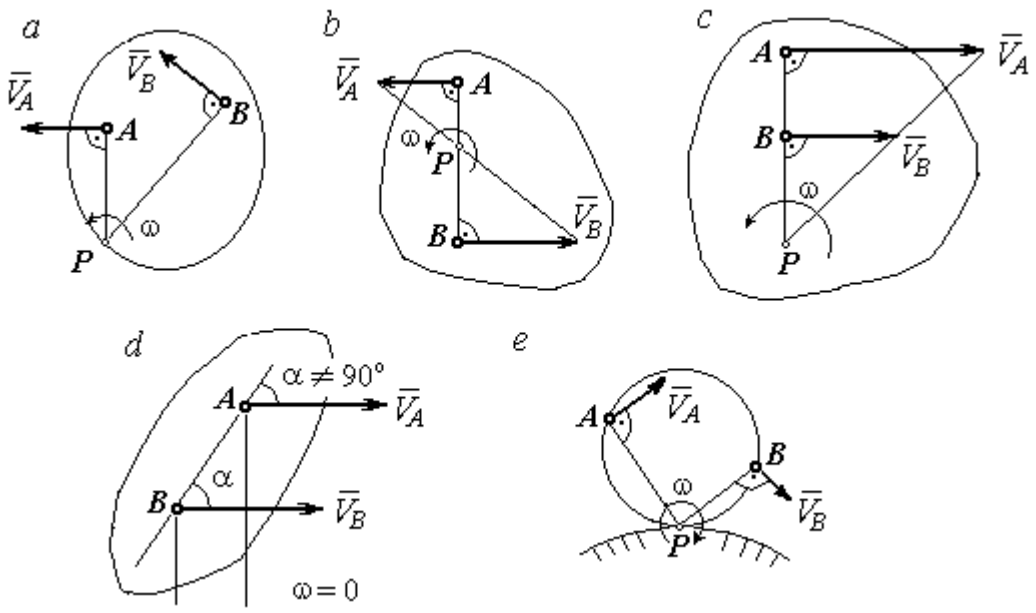


Рис. 2.1. Способы построения мгновенного центра скоростей

4. Если плоскопараллельное движение осуществляется путем качения без скольжения одного тела по неподвижной поверхности другого, то мгновенный центр скоростей расположен в точке касания катящегося тела с неподвижной поверхностью (рис. 2.1, *e*).

Ускорение любой точки *M* плоской фигуры при плоскопараллельном движении твердого тела представляется как сумма векторов – ускорения полюса и ускорения точки *M* при вращении фигуры вокруг полюса. Учитывая, что ускорение точки вращающегося тела представляется как сумма нормального и касательного ускорений, получим:

$$\vec{a}_M = \vec{a}_A + \vec{a}^{\tau}_{MA} + \vec{a}^{n}_{MA},$$

где $\vec{a}_A$ – ускорение полюса A; $\vec{a}^{\tau}_{MA}$, $\vec{a}^{n}_{MA}$ – касательная и нормальная составляющие ускорения точки M при вращении фигуры вокруг полюса A.

Вектор нормального ускорения $\vec{a}^{\,n}_{MA}$ всегда направлен от точки M к полюсу A. Вектор касательного ускорения $\vec{a}^{\,\tau}_{MA}$ направлен перпендикулярно отрезку AM в сторону вращения, если оно ускоренное (рис. 2.2, *a*), и против вращения, если оно замедленное (рис. 2.2, *b*). Численно величины касательного и нормального составляющих ускорения точки M определяются по формулам:

$$a^{\tau}_{MA} = \varepsilon \cdot AM\,,\quad a^{n}_{MA} = \omega^2 \cdot AM\,,$$

где ω, ε – угловая скорость и угловое ускорение тела (плоской фигуры); AM – расстояние от точки M до полюса A (см. рис. 2.2).

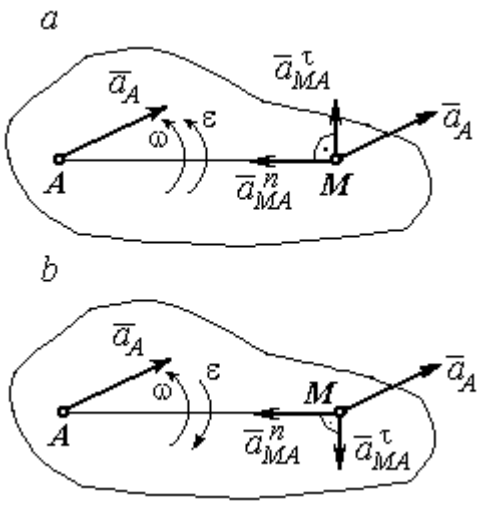


Рис. 2.2. Ускорение точки плоской фигуры:
a – ускоренное движение;
b – замедленное движение

Если при движении плоской фигуры известны траектории движения полюса A и точки M, то для определения ускорения точки M используется векторное равенство

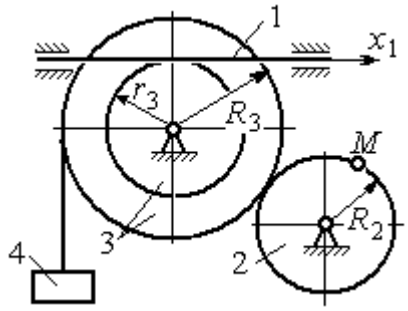
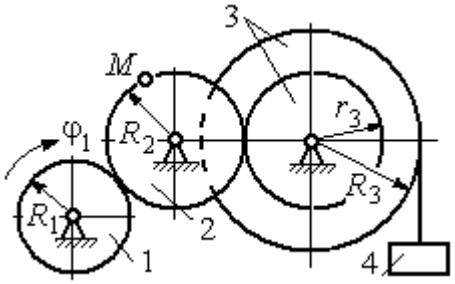
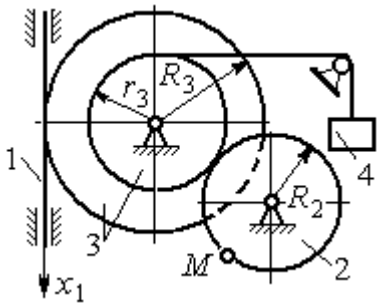
$$\vec{a}^{\,\tau}_{M} + \vec{a}^{\,n}_{M} = \vec{a}^{\,\tau}_{A} + \vec{a}^{\,n}_{A} + \vec{a}^{\,\tau}_{MA} + \vec{a}^{\,n}_{MA},$$

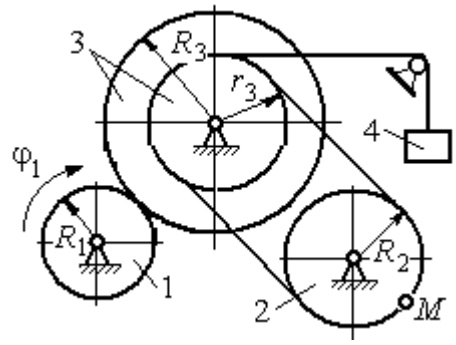
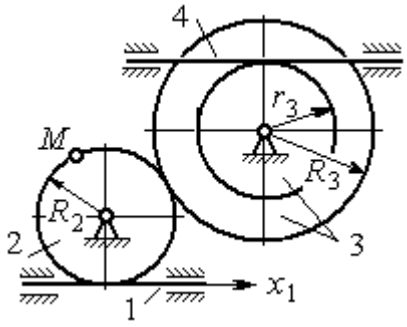
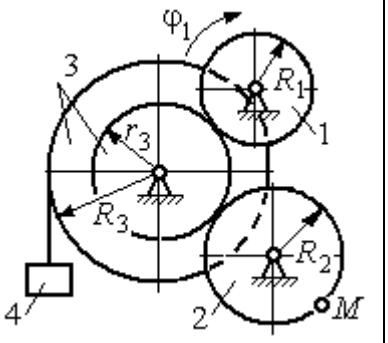
где $\vec{a}^{\,\tau}_{M}$, $\vec{a}^{\,n}_{M}$, $\vec{a}^{\,\tau}_{A}$, $\vec{a}^{\,n}_{A}$ – касательная и нормальная составляющие ускорения точки M и полюса A при движении их по заданным траекториям.

2.4. Задание К1. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при поступательном и вращательном движениях

По заданному движению одного из звеньев механизма $x_1 = x_1(t)$ (варианты 1, 3, 5, 7, 9) или $\varphi_1 = \varphi_1(t)$ (варианты 2, 4, 6, 8, 10) найти в момент времени t_1 скорость, касательное, нормальное и полное ускорения точки M звена механизма, совершающего вращательное движение, а также скорость и ускорение звена 4, совершающего поступательное движение.

Варианты заданий даны на рис. 2.3, 2.4. Исходные данные представлены в табл. 2.1.

Варианты № 1, 11, 21	Варианты № 2, 12, 22	Варианты № 3, 13, 23
		

Варианты № 4, 14, 24	Варианты № 5, 15, 25	Варианты № 6, 16, 26
		

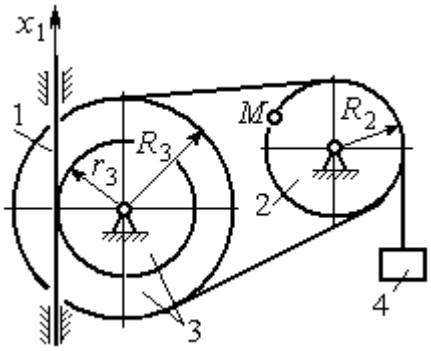
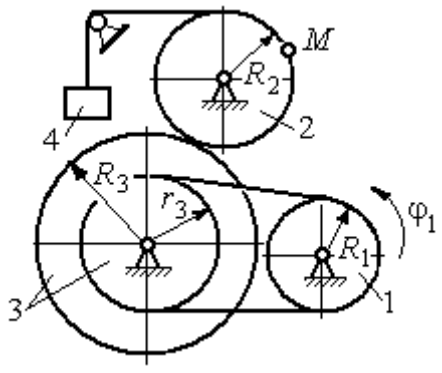
Варианты № 7, 17, 27	Варианты № 8, 18, 28
	

Рис. 2.3. Задание К1. Определение скоростей и ускорений точек при поступательном и вращательном движениях твёрдого тела. Номера вариантов задания 1 – 8, 11 – 18, 21 – 28

Окончание вариантов задания К1

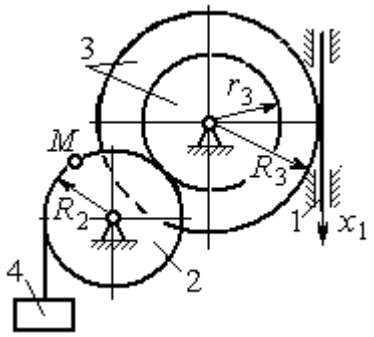
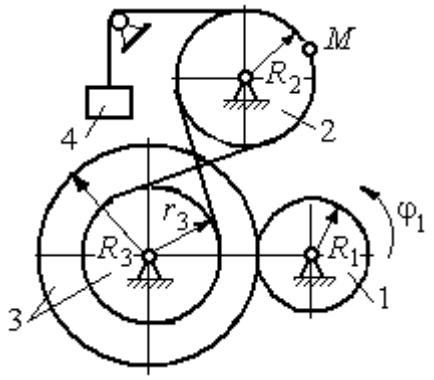
Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
	

Рис. 2.4. Задание К1. Определение скоростей и ускорений точек при поступательном и вращательном движениях твёрдого тела. Номера вариантов задания 9 – 10, 19 – 20, 29 – 30

Таблица 2.1

Исходные данные вариантов задания К1. Определение скоростей и ускорений точек при поступательном и вращательном движениях твёрдого тела

Номер варианта задания	R_1,см	R_2, см	R_3, см	r_3, см	$x_1(t)$, см $\varphi_1(t)$, рад	t_1, с
1	–	40	45	35	$x_1(t) = (3t-1)^2$	2
2	10	20	38	18	$\varphi_1(t) = t^2 + 6\cos(\pi t/6)$	3
3	–	30	42	18	$x_1(t) = 5t^2 - 2\cos(\pi t/2)$	1
4	15	30	45	20	$\varphi_1(t) = 5t^2 + \cos(\pi t/2)$	2
5	–	30	40	20	$x_1(t) = 6t - \cos(\pi t/3)$	3
6	10	20	30	10	$\varphi_1(t) = t^3 - \cos(\pi t/2)$	1
7	–	30	40	30	$x_1(t) = 2\sin(\pi t/2) + \cos(\pi t/2)$	2
8	8	10	30	25	$\varphi_1(t) = 5t + \cos(\pi t/2)$	2
9	–	18	30	18	$x_1(t) = 5t + \cos(\pi t/3)$	3
10	15	30	50	20	$\varphi_1(t) = 2t^2 + \sin(\pi t/4)$	2
11	–	30	40	25	$x_1(t) = (t^2 - 3t)$	2
12	12	20	40	28	$\varphi_1(t) = 3t^2 + 6\sin(\pi t/6)$	3
13	–	25	60	42	$x_1(t) = 2t^2 + \cos(\pi t/2)$	1
14	10	30	45	30	$\varphi_1(t) = 3t^2 + 2\cos(\pi t/2)$	2

Окончание табл. 2.1

Номер варианта задания	R_1,см	R_2, см	R_3, см	r_3, см	$x_1(t)$, см $\varphi_1(t)$, рад	t_1, с
15	–	20	30	20	$x_1(t)=3t^2-\cos(\pi t/3)$	3
16	12	18	40	20	$\varphi_1(t)=2t^3+\cos(\pi t/2)$	1
17	–	20	35	15	$x_1(t)=2\sin(\pi t/2)-\cos(\pi t/2)$	2
18	15	18	40	25	$\varphi_1(t)=5t+\cos(\pi t/2)$	1
19	–	22	50	18	$x_1(t)=t^2+\cos(\pi t/3)$	3
20	10	20	45	10	$\varphi_1(t)=2t^2+\sin(\pi t/4)$	4
21	–	20	40	20	$x_1(t)=t+(3t-4)^2$	2
22	8	18	42	18	$\varphi_1(t)=2t^2+12\cos(\pi t/6)$	3
23	–	45	60	40	$x_1(t)=4t^2+\sin(\pi t/2)$	1
24	5	15	30	20	$\varphi_1(t)=2t^2+4\cos(\pi t/2)$	2
25	–	15	35	25	$x_1(t)=2t^2+\cos(\pi t/3)$	3
26	18	20	35	20	$\varphi_1(t)=2t^3+\sin(\pi t/2)$	1
27	–	15	35	15	$x_1(t)=2\sin(\pi t/2)-\cos(\pi t/2)$	1
28	10	12	40	25	$\varphi_1(t)=2t^2+\cos(\pi t/2)$	1
29	–	35	50	10	$x_1(t)=t^3-\cos(\pi t/2)$	1
30	10	20	40	10	$\varphi_1(t)=2t^2+\cos(\pi t/4)$	4

Пример выполнения задания К1. Определение скоростей и ускорений точек при поступательном и вращательном движениях твёрдого тела

По заданному уравнению движения звена 1 механизма (рис. 2.5, *а*) определить скорость, нормальное, касательное и полное ускорения точки *M* на момент времени t_1, а также скорость и ускорение звена 4, если значения радиусов колес механизма и закон движения звена 1: R_2= 20 см, r_2= 5 см, R_3= 8 см, r_3 = 4 см, $x_1 = 2t^2 - 5t$ см, t_1=1 с.

Решение

Отметим на схеме положительные направления отсчета углов поворота дисков 2 и 3, соответствующие заданному положительному направлению движения звена 1.

Направления показаны на рис 2.5, *b* дуговыми стрелками φ_2, φ_3, а положительное направление движения звена 4 – направлением оси x_4.

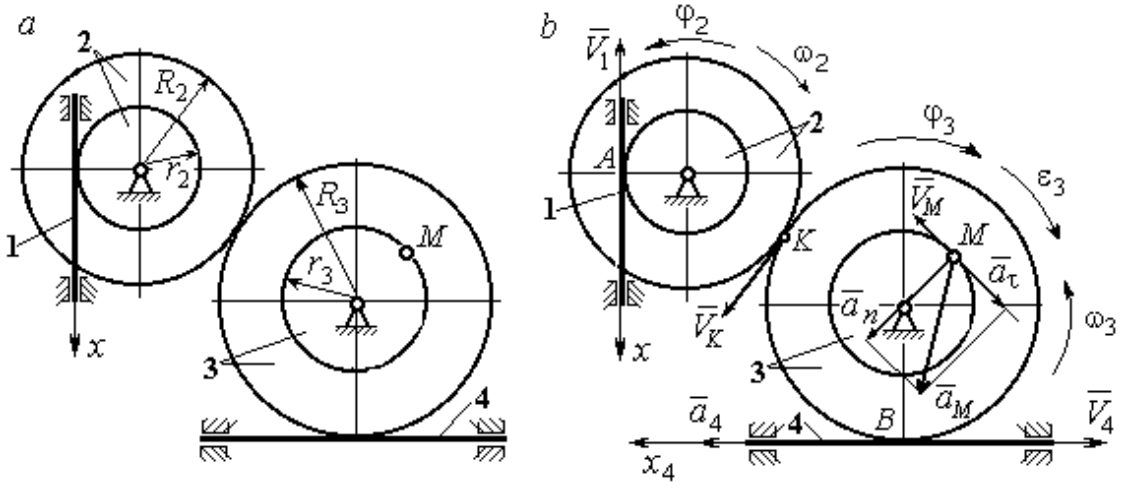


Рис. 2.5. Кинематика вращательного движения твердого тела:
a – схема механизма; *b* – расчетная схема для определения скоростей и ускорений точек механизма

Звено 1 движется поступательно. Движение задано координатным способом в виде закона изменения координаты x. Дифференцируем по времени уравнение движения: $\dot{x} = 4t - 5$ см/с. В момент времени $t_1 = 1$ с значение производной: $\dot{x}(1) = -1$ см/с. Отрицательное значение производной $\dot{x}$ показывает, что в данный момент времени звено 1 движется в отрицательном направлении оси *x*. Скорость звена 1 равна модулю производной: $V_1 = |\dot{x}|$. На рис. 2.5, *b* направление движения звена 1 в момент времени $t_1 = 1$ с показано вектором скорости $\vec{V}_1$, направленным в сторону, противоположную положительному направлению оси *x*. Эту же скорость будет иметь точка *A* – точка контакта звена 1 с диском 2, лежащая на расстоянии r_2 от оси вращения диска. Следовательно, $V_1 = V_A = \omega_2 r_2$, где ω_2 – угловая скорость диска 2. Отсюда угловая скорость диска: $\omega_2 = \dfrac{V_A}{r_2} = \dfrac{|4t-5|}{5} = |\dot{\varphi}_2|$ рад/с. При $t_1 = 1$ с значение производной отрицательно: $\dot{\varphi}_2(1) = -0{,}2$ рад/с. Это означает, что в заданный момент времени вращение диска 2 с угловой скоростью $\omega_2(1) = |\dot{\varphi}_2(1)| = 0{,}2$ рад/с происходит

в отрицательном для диска 2 направлении. На рис. 2.5, *b* направление вращения диска 2 показано дуговой стрелкой ω_2 в сторону, противоположную положительному направлению отсчета угла φ_2. При передаче вращения диска 2 диску 3 величины угловых скоростей дисков обратно пропорциональны радиусам дисков, которым принадлежит точка контакта: $\frac{\omega_2}{\omega_3} = \frac{R_3}{R_2}$. Тогда, угловая скорость диска 3 $\omega_3 = \omega_2 \frac{R_2}{R_3} = |2t - 2{,}5| = |\dot{\varphi}_3|$ рад/с.

В момент времени $t_1 = 1$с значение производной $\dot{\varphi}_3$ отрицательно: $\dot{\varphi}_3(1) = -0{,}5$ рад/с, и, следовательно, вращение диска 3 в данный момент времени с угловой скоростью $\omega_3(1) = |\dot{\varphi}_3(1)| = 0{,}5$ рад/с происходит в сторону, противоположную положительному направлению отсчета угла φ_3, как показано на рис. 2.5, *b*. Величина (модуль) скорости точки *M* рассчитывается по формуле: $V_M = \omega_3 r_3$. В момент времени $t_1 = 1$ с модуль скорости $V_M(1) = 2$ см/с. Вектор скорости $\vec{V}_M$ расположен по касательной к траектории движения точки *M* (окружности) и направлен в сторону вращения диска 3 (см. рис. 2.5, *b*).

Звено 4 движется поступательно. Скорость звена 4 равна скорости точки касания его с диском 3: $V_4 = V_B = \omega_3 R_3 = |2t - 2{,}5| \cdot 8 = |\dot{x}_4|$. В момент времени $t_1 = 1$ с значение производной от координаты движения звена 4 отрицательно: $\dot{x}_4(1) = -4$ см/с. В результате, вектор скорости $\vec{V}_4(1)$, равный по модулю $V_4(1) = 4$ см/с, направлен вдоль оси x_4 в сторону, противоположную ее положительному направлению (см. рис. 2.5, *b*).

Угловое ускорение диска 3: $\varepsilon_3(t) = |\dot{\omega}_3| = |\ddot{\varphi}_3| = 2$ рад/с^2. Из того, что угловая скорость ω_3 и угловое ускорение $\dot{\omega}_3$ диска 3 имеют разные знаки, следует, что вращение диска 3 замедленное. Угловое ускорение диска направлено в сторону положительного направления отсчета угла поворота φ_3, диска 3 (см. рис. 2.5, *b*).

Касательное ускорение a_τ точки M рассчитывается по формуле $a_\tau = \varepsilon_3 r_3$ и в момент времени $t_1 = 1$ с: $a_\tau = 8$ см/с^2. Так как вращение диска 3 замедленное, вектор касательного ускорения точки M $\vec{a}_\tau(t)$ направлен в сторону, противоположную вектору скорости $\vec{V}_M(1)$ (см. рис. 2.5, *b*). Нормальное ускорение a_n точки M рассчитывается как $a_n = \omega_3^2 r_3$. В момент времени $t_1 = 1$ с величина нормального ускорения: $a_n(1) = 1$ см/с^2. Вектор нормального ускорения $\vec{a}_n(1)$ направлен по радиусу к центру диска 3 (см. рис. 2.5, *b*). Полное ускорение точки M в заданный момент времени: $a_M(1) = \sqrt{a_\tau^2(1) + a_n^2(1)} = 8{,}06$ см/с^2. Вектор полного ускорения $\vec{a}_M$ направлен по диагонали прямоугольника, построенного на векторах $\vec{a}_n$ и $\vec{a}_\tau$.

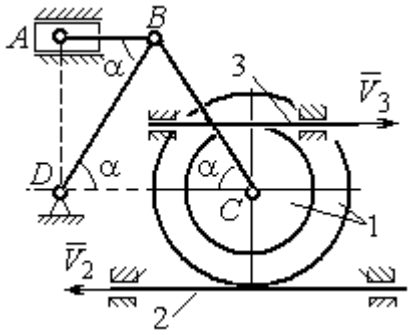
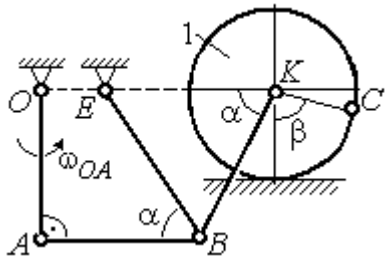
Ускорение a_4 звена 4 находится из условия, что звено 4 движется поступательно и прямолинейно. При прямолинейном движении нормальная составляющая ускорения равна нулю. Тогда $a_4 = a_{4\tau} = \dot{V}_4 = = \dot{V}_B = |\dot{\omega}_3| R_3 = \varepsilon_3 R_3$.

Так как угловое ускорение диска 3 является постоянной величиной, ускорение a_4 не зависит от времени: $a_4 = 16$ см/с^2. Вектор ускорения $\vec{a}_4$ направлен вдоль оси x_4 в сторону положительных значений.

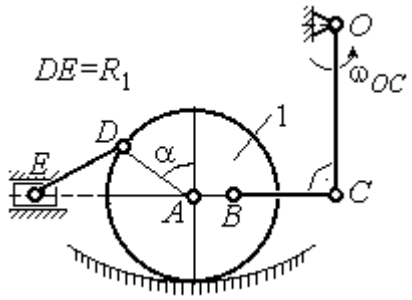
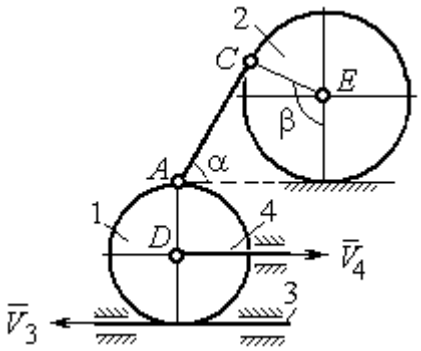
2.5. Задание К2. Определение скоростей точек твёрдого тела при плоскопараллельном движении

Для заданного положения плоского механизма определить скорости точек и угловые скорости звеньев механизма.

Варианты заданий показаны на рис. 2.6 – 2.8. Исходные данные вариантов заданий выбираются из таблиц, приведённых на рисунках схем механизмов.

Варианты № 1, 11, 21	**Варианты № 2, 12, 22**
 Найти: $V_A, V_B, V_C, \omega_{AB}, \omega_{BC}, \omega_1, \omega_{BD}$	 Найти: V_A, V_B, V_K, $\omega_1, \omega_{AB}, \omega_{OA}$, ω_{BE}, ω_{BK}

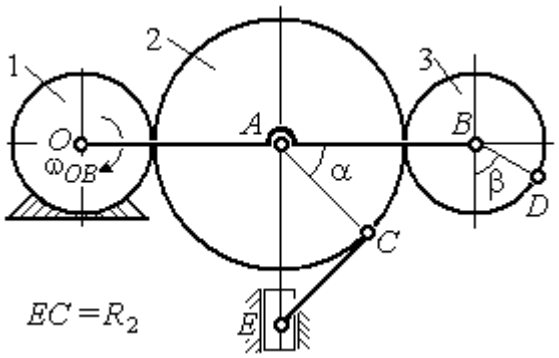
Номер варианта задания	R_1, см	r_1, см	AD, см	α, град	V_2, см/с	V_3, см/с	Номер варианта задания	R_1, см	OA, см	OE, см	α, град	β, град	V_C, см/с
1	10	5	20	30	8	10	**2**	3	5	4	30	60	10
11	12	8	25	45	10	4	**12**	4	8	6	45	90	8
21	10	6	15	60	5	5	**22**	5	12	2	60	120	12

Варианты № 3, 13, 23	**Варианты № 4, 14, 24**
 Найти: V_A, V_B, V_C, V_D, V_E, $\omega_{BC}, \omega_1, \omega_{DE}$	 Найти: V_A, V_C, V_E, $\omega_1, \omega_2, \omega_{AC}$

Номер варианта задания	R_1, см	OC, см	AB, см	BC, см	α, град	ω_{OC}, рад/с	Номер варианта задания	R_1, см	R_2, см	α, град	β, град	V_3, см/с	V_4, см/с
3	12	18	10	35	60	4	**4**	10	15	30	60	8	4
13	10	15	10	25	90	8	**14**	6	10	45	90	4	6
23	15	20	5	20	120	6	**24**	10	12	60	120	3	3

Рис. 2.6. Задание К2. Определение скоростей точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 1 – 4, 11 – 14, 21 – 24

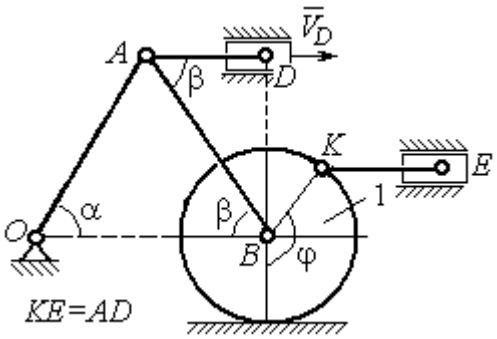
Варианты № 5, 15, 25



Найти: V_A, V_B, V_C, V_D, V_E, ω_2, ω_3, ω_{EC}

Номер варианта задания	R_1, см	R_2, см	R_3, см	α, град	β, град	ω_{OB}, рад/с
5	10	20	12	60	0	6
15	6	18	10	90	90	8
25	20	25	15	120	180	4

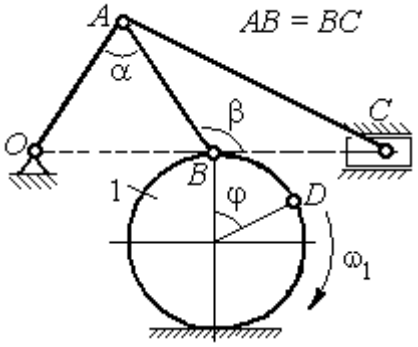
Варианты № 6, 16, 26



Найти: $V_A, V_B, V_K, V_E,$ ω_1, ω_{OA}, ω_{AB}, ω_{AD}, ω_{KE}

Номер варианта задания	R_1, см	OA, см	α, град	β, град	φ, град	V_D, см/с
6	10	20	30	60	60	12
16	12	26	30	30	90	8
26	15	30	60	60	120	15

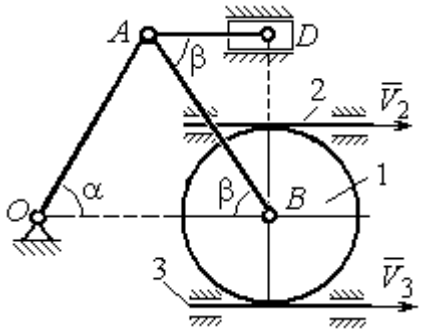
Варианты № 7, 17, 27



Найти: $V_A, V_B, V_C, \omega_1, \omega_{OA}, \omega_{AB}, \omega_{AC}$

Номер варианта задания	R_1, см	AB, см	α, град	β, град	φ, град	V_D, см/с
7	10	20	30	60	60	12
17	12	25	60	120	90	16
27	8	16	30	60	120	10

Варианты № 8, 18, 29

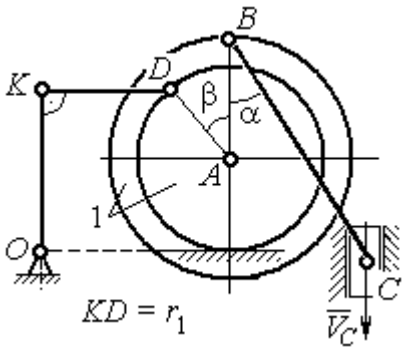
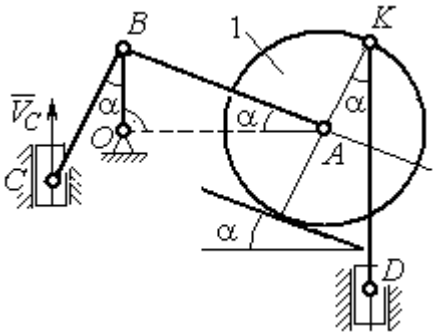


Найти: V_A, V_B, V_D, $\omega_1, \omega_{OA}, \omega_{AB}, \omega_{AD}$

Номер варианта задания	R_1, см	OA, см	α, град	β, град	V_2, см/с	V_3, см/с
8	10	20	30	60	12	4
18	12	26	30	30	8	2
28	15	30	60	60	6	3

Рис. 2.7. Задание К2. Определение скоростей точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 5 – 8, 15 – 18, 25 – 28

Окончание вариантов задания К2

Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
 Найти: $\omega_{OK}, \omega_{KD}, \omega_{BC}, \omega_1,$ V_A, V_B, V_K, V_D	 Найти: $V_A, V_B, V_D, V_K,$ $\omega_{CB}, \omega_1, \omega_{OB}, \omega_{AB}, \omega_{KD}$

Номер варианта задания	R_1, см	r_1, см	α, град	β, град	BC, см	V_C, см/с	Номер варианта задания	R_1, см	CB, см	OB, см	KD, см	α, град	V_C, см/с
9	20	12	45	60	60	8	**10**	10	20	30	60	30	4
19	24	16	60	90	50	4	**20**	12	26	30	50	45	2
29	16	10	30	120	40	6	**30**	15	30	60	60	60	3

Рис. 2.8. Задание К2. Определение скоростей точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 9 – 10, 19 – 20, 29 – 30

Пример выполнения задания К2. Определение скоростей точек твёрдого тела при плоскопараллельном движении

Задача 1. Плоский механизм (рис. 2.9) состоит из стержня OC и подвижных дисков 2 и 3 радиусами r_2, r_3, шарнирно закрепленными на стержне, соответственно, в точках A и C. Стержень OC вращается вокруг неподвижного центра O с угловой скоростью ω_{OC}. Диск 2, увлекаемый стержнем OC, катится без проскальзывания по неподвижной поверхности диска 1 радиусом r_1. Диск 3, также увлекаемый стержнем OC, катится без проскальзыва-

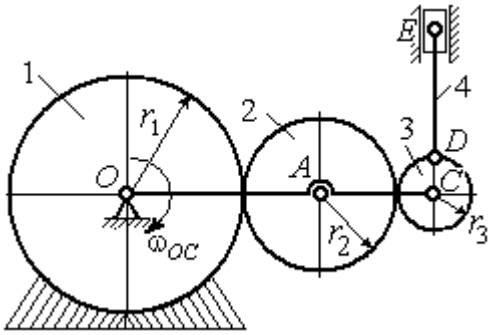


Рис. 2.9. Схема плоского механизма

ния по подвижному диску 2. В точке *D*, расположенной на краю диска 3, шарнирно прикреплен стержень 4, к которому в точке *E* шарнирно прикреплен поршень *E*, способный совершать только вертикальное перемещение. Для заданного положения механизма (см. рис. 2.9), когда стержень *OC* горизонтален, стержень *DE* направлен по линии вертикального диаметра диска 3, найти скорости точек *A*, *C*, *D*, *E*, угловые скорости дисков 2, 3 и стержня 4, если: r_1 = 6 см, r_2 = 4 см, r_3 = 2 см, *DE* = 10 см, ω_{OC} = 1 рад/с.

Решение

Определим скорость точки *A*, общей для стержня *OC* и диска 2: $V_A = \omega_{OC}(r_1 + r_2)$ = 10 см/с. Вектор скорости $\vec{V}_A$ перпендикулярен стержню *OC* и направлен в сторону его вращения (рис. 2.10).

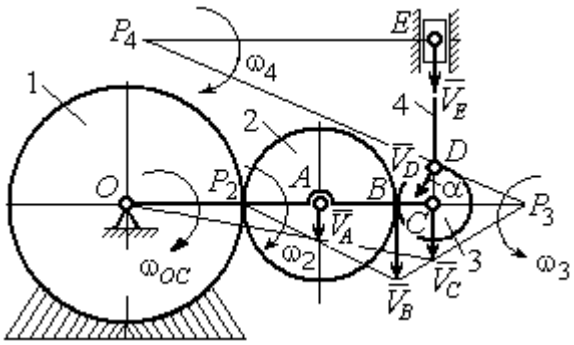


Рис. 2.10. Расчетная схема для определения скоростей точек механизма и угловых скоростей его звеньев

Диск 2 катится по неподвижной поверхности диска 1. Точка касания диска 2 с неподвижным диском 1 является мгновенным центром скоростей диска 2. На рис. 2.10 центр скоростей диска 2 обозначен точкой P_2. В этом случае скорость точки *A* может быть определена через угловую скорость диска ω_2 следующим образом: $V_A = \omega_2 \cdot AP_2 = 4\omega_2$. Так как V_A = 10 см/с, получим ω_2 = 2,5 рад/с.

Для того чтобы найти угловую скорость диска 3, необходимо определить положение его мгновенного центра скоростей. С этой целью вычислим скорости точек *B* и *C*. Скорость точки *B* может быть найдена через угловую скорость диска 2: $V_B = \omega_2 \cdot BP_2$ = 20 см/с. Вектор скорости $\vec{V}_B$ перпендикулярен отрезку BP_2 и направлен в сторону мгновенного вращения диска 2 вокруг своего центра скоростей P_2.

Скорость точки C определяется через угловую скорость стержня OC: $V_C = \omega_{OC}(r_1 + 2r_2 + r_3)$ = 16 см/с. Вектор скорости $\vec{V}_C$ перпендикулярен стержню OC и направлен в сторону его вращения (см. рис. 2.10).

Построение мгновенного центра скоростей P_3 диска 3 по известным скоростям $\vec{V}_B$ и $\vec{V}_C$ показано на рис. 2.10. Его положение определяется из условия, что отношение скоростей двух точек тела, совершающего плоскопараллельное движение, равно отношению расстояний от этих точек до мгновенного центра скоростей: $\frac{V_B}{V_C} = \frac{r_3 + CP_3}{CP_3}$. Разрешая пропорцию относительно неизвестной величины CP_3, получим: CP_3= 8 см. Скорость точки C выражается через угловую скорость диска 3 $V_C = \omega_3 \cdot CP_3$. Отсюда величина угловой скорости диска 3: $\omega_3 = \frac{V_C}{CP_3}$= 2 рад/с. Направление мгновенного вращения диска 3 вокруг своего центра скоростей определяется известными направлениями скоростей точек C и B, принадлежащих диску 3 (см. рис. 2.10). Скорость точки D $V_D = \omega_3 \cdot DP_3$ = $=2 \cdot \sqrt{2^2 + 8^2}$ = 16,5 см/с. Вектор скорости $\vec{V}_D$ перпендикулярен отрезку DP_3 и направлен в сторону мгновенного вращения диска 3 вокруг центра P_3.

Для определения скорости поршня E воспользуемся теоремой о проекциях скоростей точек плоской фигуры, согласно которой проекции скоростей двух точек плоской фигуры на ось, проходящую через эти точки, равны между собой. Проведем ось через точки D и E. По построению, угол α между вектором $\vec{V}_D$ и осью DE равен углу $\angle DP_3C$ (см. рис. 2.10). Тогда, $\cos\alpha = \frac{CP_3}{DP_3} = \frac{8}{\sqrt{2^2 + 8^2}} = 0{,}97$, откуда $\alpha = 14^\circ$. На основании теоремы о проекциях скоростей точек плоской фигуры имеем равенство: $V_D \cos\alpha = V_E \cos 0$, откуда скорость точки E: V_E=16 см/с.

Мгновенный центр скоростей стержня 4 – точка P_4 – определяется как точка пересечения перпендикуляров к векторам скоростей $\vec{V}_D$ и $\vec{V}_E$, восстановленных, соответственно, из точек D и E (см. рис. 2.10). Угловая скорость стержня 4, совершающего мгновенный поворот вокруг своего центра скоростей, равна: $\omega_4 = \dfrac{V_E}{EP_4}$, где EP_4 – расстояние от точки E до мгновенного центра скоростей звена 4, $EP_4 = DE \cdot \mathrm{ctg}\alpha$ = 40 см. В результате, $\omega_4 = 0{,}4$ рад/с. Направление мгновенного вращения звена 4 вокруг своего центра скоростей определяется направлением скорости точки D.

Задача 2. В плоском стержневом механизме (рис. 2.11) кривошипы OA и ED вращаются вокруг неподвижных центров O и E. В крайней точке D кривошипа ED к нему прикреплён шатун DB, второй конец которого в точке B прикреплён к кривошипу OA. Шатун AC прикреплён в точке A к кривошипу AO, а другим своим концом – к ползуну C, способному совершать только вертикальное движение. Все соединения шарнирные. В заданном положении механизма кривошип OA вертикален, шатун DB расположен горизонтально, кривошип ED наклонен под углом 60° к горизонтали, а шатун AC отклонён на угол 30° от вертикального положения кривошипа AO. Найти скорости всех отмеченных на схеме точек и угловые скорости всех звеньев, если линейные размеры звеньев механизма AC = 6 см, AB = 2 см, BO = 8 см, DB = 10 см и скорость ползуна в данный момент V_C = 4 см/с.

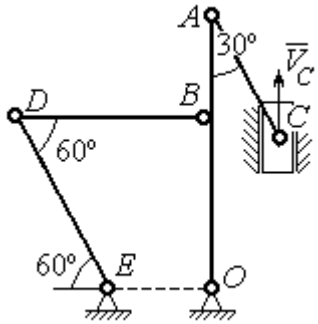


Рис. 2.11. Стержневой механизм

Решение

Кривошипы OA и ED совершают вращательные движения вокруг неподвижных центров. Скорости $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_B$ точек A и B перпендикулярны кривоши-

пу OA, а скорость $\vec{V}_D$ точки D перпендикулярна кривошипу ED. Направления векторов скоростей точек показаны на рис. 2.12.

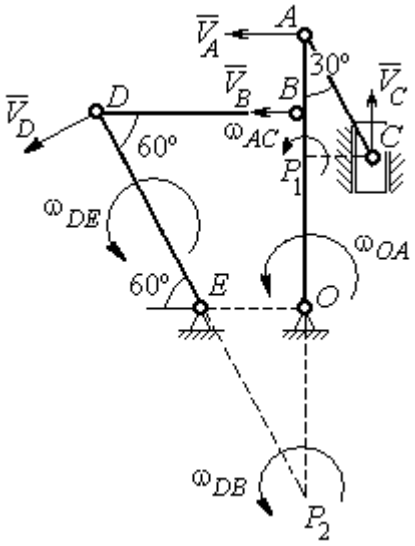


Рис. 2.12. Расчётная схема определения скоростей точек механизма и угловых скоростей его звеньев

Шатун AC совершает плоскопараллельное движение. Его мгновенный центр скоростей P_1 находится как точка пересечения перпендикуляров к скоростям $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_C$. Угловая скорость звена AC равна $\omega_{AC} = \dfrac{V_C}{P_1C} = \dfrac{V_C}{AC \cdot \sin 30^\circ} = \dfrac{4}{3}$ рад/с. Далее, полагая, что точка A принадлежит шатуну AC, найдем её скорость:

$$V_A = \omega_{AC} \cdot P_1A = \frac{4}{3} AC \cdot \cos 30^\circ = 4\sqrt{3} \text{ см/с.}$$

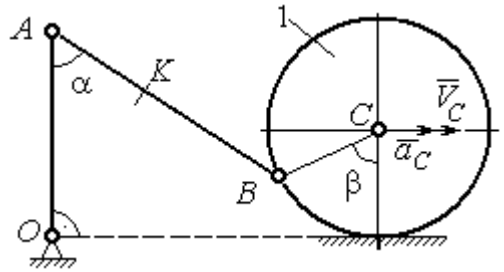
Теперь, исходя из того, что точка A принадлежит как шатуну AC, так и кривошипу OA, найдём его угловую скорость: $\omega_{AO} = \dfrac{V_A}{AO} = 0{,}4\sqrt{3}$ рад/с. Скорость точки B кривошипа $V_B = \omega_{AO} \cdot OB = 3{,}2\sqrt{3}$ см/с.

Шатун DB совершает плоскопараллельное движение. Зная направления скоростей точек B и D, построим мгновенный центр скоростей P_2 звена DB как точку пересечения перпендикуляров к скоростям $\vec{V}_B$ и $\vec{V}_D$ (см. рис. 2.12). Тогда, угловая скорость шатуна DB $\omega_{DB} = \dfrac{V_B}{P_2B} = \dfrac{3{,}2\sqrt{3}}{DB \cdot \operatorname{tg} 60^\circ} = 0{,}32$ рад/с. Скорость точки D $V_D = \omega_{DB} \cdot P_2D = 0{,}32 \dfrac{DB}{\sin 30^\circ} = 6{,}4$ см/с. Угловая скорость кривошипа DE $\omega_{DE} = \dfrac{V_D}{DE} = \dfrac{6{,}4}{(OB / \sin 60^\circ)} = 0{,}69$ рад/с.

2.6. Задание К3. Определение ускорений точек твёрдого тела при плоскопараллельном движении

Для заданного положения плоского механизма определить ускорения точек звеньев механизма и угловые ускорения звеньев. Варианты заданий и исходные данные приведены на рис. 2.13 – 2.15.

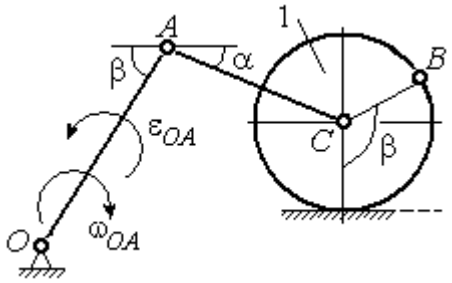
Варианты № 1, 11, 21



Найти: $a_A, a_K, \varepsilon_{AB}$

Номер варианта задания	AB, см	AK, см	α, град	β, град	R_1, см	V_C, см/с	a_C, см/с^2
1	16	10	60	120	10	12	6
11	20	16	30	60	8	10	8
21	18	10	60	180	6	8	4

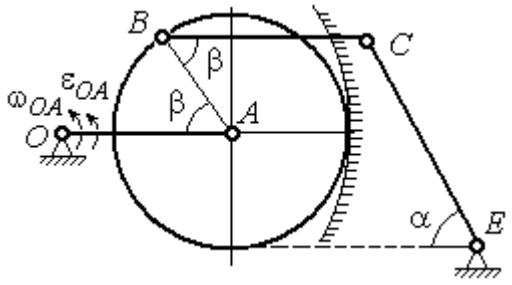
Варианты № 2, 12, 22



Найти: $a_C, a_B, \varepsilon_{AC}$

Номер варианта задания	R_1, см	OA, см	AC, см	α, град	β, град	ω_{OA}, рад/с	ε_{OA}, рад/с^2
2	5	10	12	30	60	2	4
12	8	24	20	30	120	1	2
22	6	12	15	60	90	2	3

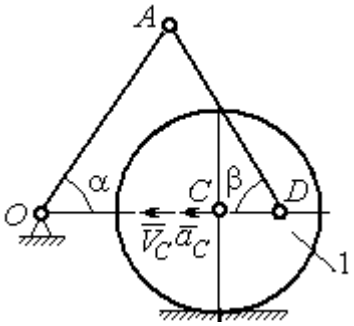
Варианты № 3, 13, 23



Найти: a_C, a_B, ε_{BC}

Номер варианта задания	BC, см	AO, см	α, град	β, град	R_1, см	ω_{OA}, рад/с	ε_{OA}, рад/с^2
3	16	15	60	90	10	2	3
13	18	12	90	60	8	3	2
23	14	12	30	120	10	2	4

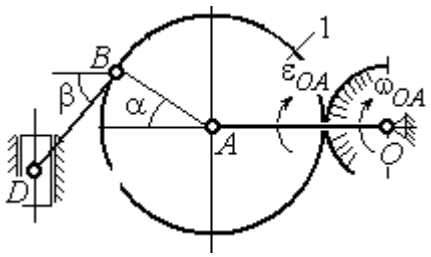
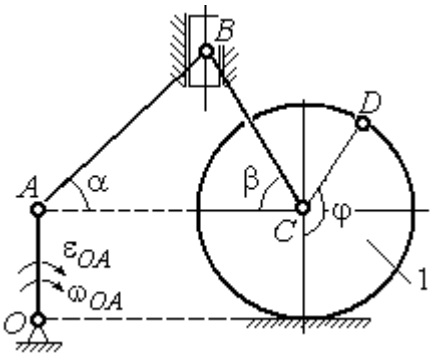
Варианты № 4, 14, 24



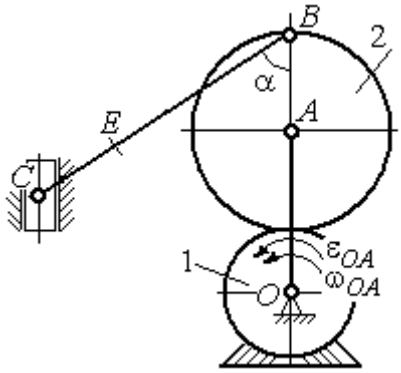
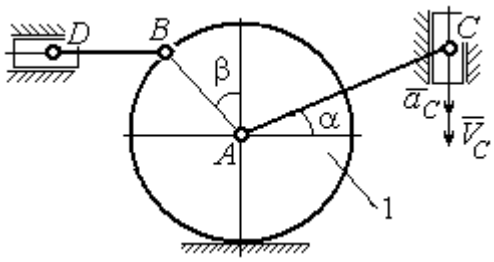
Найти: $a_A, a_D, \varepsilon_{DA}$

Номер варианта задания	R_1, см	OA, см	DC, см	α, град	β, град	V_C, см/с	a_C, см/с^2
4	10	28	5,78	60	30	10	2
14	8	24	4,62	30	90	8	3
24	6	20	6	45	45	12	2

Рис. 2.13. Задание К3. Определение ускорений точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 1 – 4, 11 – 14, 21 – 24

Варианты № 5, 15, 25	**Варианты № 6, 16, 26**
 Найти: $a_D, a_B, \varepsilon_{BD}$	 Найти: $a_B, a_D, \varepsilon_{BC}$

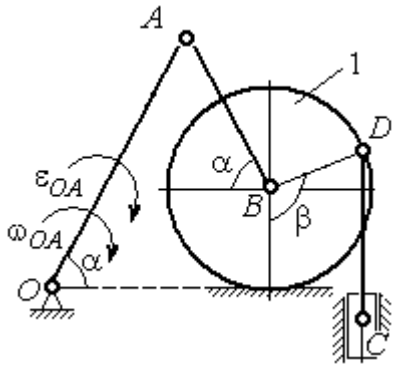
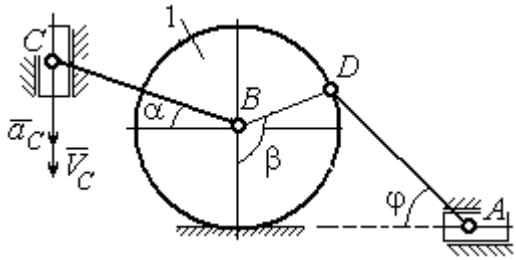
Номер варианта задания	*OA*, см	*BD*, см	α, град	β, град	R_1, см	ω_{OA}, рад/с	ε_{OA}, рад/с^2	Номер варианта задания	R_1, см	*AB*, см	φ, град	α, град	β, град	ω_{OA}, рад/с	ε_{OA}, рад/с^2
5	16	10	60	30	10	4	3	**6**	6	18	60	30	30	2	3
15	18	8	90	45	12	2	4	**16**	8	20	90	60	30	2	4
25	14	12	30	60	8	3	2	**26**	5	16	120	30	60	3	4

Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
 Найти: $a_E, a_C, \varepsilon_{BC}$	 Найти: $a_D, a_B, \varepsilon_{BD}$

Номер варианта задания	*BC*, см	*BE*, см	α, град	R_1, см	R_2, см	ω_{OA}, рад/с	ε_{OA}, рад/с^2	Номер варианта задания	R_1, см	*BD*, см	*AC*, см	α, град	β, град	V_C, см/с	a_C, см/с^2
7	22	10	60	2	10	2	3	**8**	4	5	12	60	60	12	5
17	28	15	30	3	6	3	4	**18**	6	10	16	45	90	10	8
27	20	8	45	4	8	2	2	**28**	8	8	16	30	120	8	6

Рис. 2.14. Задание К3. Определение ускорений точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 5 – 8, 15 – 18, 25 – 28

Окончание вариантов задания К3

Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
 Найти: $a_C, a_B, \varepsilon_{AB}$	 Найти: $a_A, a_B, \varepsilon_{CB}$

Номер варианта задания	OA, см	DC, см	α, град	β, град	R_1, см	ω_{OA}, рад/с	ε_{OA}, рад/с^2	Номер варианта задания	R_1, см	BC, см	φ, град	α, град	β, град	V_C, см/с	a_C, см/с^2
9	18	10	30	120	4	2	3	**10**	6	14	60	30	120	15	3
19	20	12	60	60	6	3	4	**20**	5	18	45	60	90	10	5
29	18	8	60	90	4	2	3	**30**	4	16	30	45	60	12	4

Рис. 2.15. Задание К3. Определение ускорений точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 9 – 10, 19 – 20, 29 – 30

Примеры решения задания К3. Определение ускорений точек тела при плоскопараллельном движении

Задача 1. Ступенчатый барабан 1 с радиусами ступенек R = 0,5 м и r = 0,3 м катится окружностью малой ступеньки по горизонтальной поверхности без скольжения (рис. 2.16). Барабан приводится в движение шатуном AC, один конец которого соединён с центром барабана в точке A, а другой – с ползуном C, перемещающимся вертикально. В положении механизма, когда шатун AC отклонён от вертикали на угол 60°, найти ускорение точки B барабана, лежащей на его горизонтальном диаметре, если заданы скорость и ускорение ползуна C: V_C = 9м/с, a_C = 4 м/с^2.

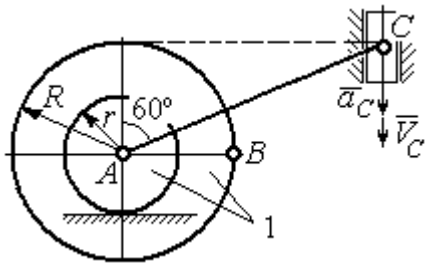


Рис. 2.16. Схема движения плоского механизма

Решение

Найдём угловые скорости ω_{AC}, ω_1 шатуна AC и барабана 1. Шатун совершает плоское движение. Его мгновенный центр скоростей P_2 находится на пересечении перпендикуляров к скоростям $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_C$ (рис. 2.17). По условию, скорость точки C направлена вертикально вниз. Точка A принадлежит как шатуну AC, так и барабану 1. При качении барабана по горизонтальной поверхности скорость его центра – точки A параллельна поверхности качения барабана.

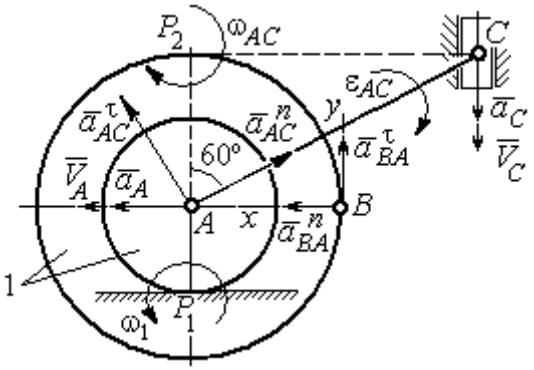


Рис. 2.17. Расчётная схема определения скоростей и ускорений точек механизма

Угловая скорость шатуна $\omega_{AC} = \dfrac{V_C}{CP_2} = \dfrac{9}{R\text{tg}60^\circ} = 6\sqrt{3}$ рад/с. Скорость точки A шатуна $V_A = \omega_{AC} \cdot AP_2 = 3\sqrt{3}$ м/с. Угловая скорость барабана 1 $\omega_1 = \dfrac{V_A}{AP_1} = 10\sqrt{3}$ рад/с.

При расчёте угловой скорости барабана учтено, что качение барабана по неподвижной поверхности представляет собой плоское движение, при котором мгновенный центр скоростей находится в точке касания с поверхностью (в точке P_1 на рис. 2.17).

Выразим ускорение $\vec{a}_A$ точки A через полюс C на основании векторного равенства: $\vec{a}_A = \vec{a}_C + \vec{a}^{\,\tau}_{AC} + \vec{a}^{\,n}_{AC}$, где $\vec{a}_C$ – ускорение точки C, выбранной в качестве полюса; $\vec{a}^{\,\tau}_{AC}$, $\vec{a}^{\,n}_{AC}$ – касательная и нормальная составляющие ускорения точки A при вращении шатуна AC вокруг полюса C. Вектор нормального ускорения $\vec{a}^{\,n}_{AC}$ направлен вдоль шатуна AC от точки A к полюсу C и равен по величине $a^n_{AC} = \omega^2_{AC} \cdot AC = (6\sqrt{3})^2 \cdot 2R = 108$ м/с^2. Вектор касательного ускорения

$\vec{a}_{AC}^{\,\tau}$, модуль которого вычисляется по формуле $a_{AC}^{\tau} = \varepsilon_{AC} \cdot AC$, направлен перпендикулярно отрезку AC.

На данном этапе величина вектора касательного ускорения не может быть вычислена, поскольку угловое ускорение шатуна AC ε_{AC} неизвестно. На рис. 2.17 направление вектора касательного ускорения $\vec{a}_{AC}^{\,\tau}$ выбрано из предположения, что вращение шатуна ускоренное и направление углового ускорения совпадает с направлением его угловой скорости.

Направление вектора $\vec{a}_A$ ускорения точки A определяется из того, что центр барабана движется по прямой, параллельной горизонтальной поверхности качения. На рис. 2.17 направление вектора ускорения $\vec{a}_A$ выбрано из предположения, что качение барабана ускоренное.

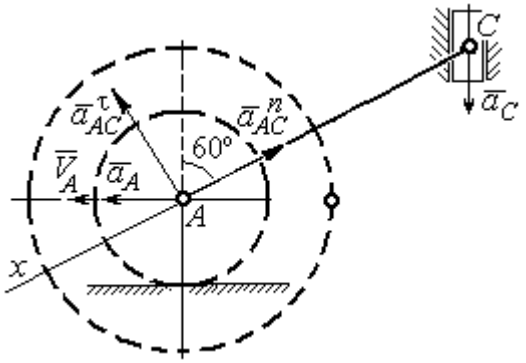


Рис. 2.18. Схема для определения ускорения центра барабана

Выберем ось x вдоль линии AC (рис. 2.18) и спроектируем векторное равенство $\vec{a}_A = \vec{a}_C + \vec{a}_{AC}^{\,\tau} + \vec{a}_{AC}^{\,n}$ на эту ось. При таком выборе оси проекция неизвестного ускорения $\vec{a}_{AC}^{\,\tau}$ обращается в нуль. Получим $a_A \cos 30^\circ = a_C \cos 60^\circ - a_{AC}^{n}$. Отсюда найдём ускорение центра барабана $a_A = \dfrac{1}{\cos 30^\circ}\left(a_C \cos 60^\circ - a_{AC}^{n}\right) = -\,122{,}4$ м/с^2. Отрицательное значение ускорения точки A означает, что на рис. 2.17, 2.18 вектор ускорения $\vec{a}_A$ должен иметь противоположное направление. Таким образом, вектор ускорения $\vec{a}_A$ направлен в сторону, противоположную вектору скорости $\vec{V}_A$, и движение барабана замедленное.

Для того чтобы найти ускорение точки B, выразим его через полюс A на основании векторного равенства $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA}^{\,\tau} + \vec{a}_{BA}^{\,n}$, где $\vec{a}_A$ – ускорение

точки A, выбранной в качестве полюса; $\vec{a}_{BA}^{\,\tau}$, $\vec{a}_{BA}^{\,n}$ – касательная и нормальная составляющие ускорения точки B при вращении барабана вокруг полюса A.

Модуль вектора нормального ускорения $\vec{a}_{BA}^{\,n}$ равен по величине $a_{BA}^{n} = \omega_1^2 \cdot BA = (10\sqrt{3})^2 \cdot R = 150$ м/с^2. Вектор направлен вдоль радиуса барабана от точки B к полюсу A (см. рис. 2.17).

Модуль вектора касательного ускорения $\vec{a}_{BA}^{\,\tau}$ вычисляется по формуле $a_{BA}^{\tau} = \varepsilon_1 \cdot BA$, где ε_1 – угловое ускорение барабана. Значение углового ускорения катящегося барабана (в отличие от углового ускорения ε_{AC} шатуна AC) может быть найдено. Расчёт основан на том, что при движении барабана расстояние AP_1 от точки A до центра скоростей барабана P_1 остаётся постоянным, равным r. Тогда выражение $V_A = \omega_1 \cdot AP_1 = \omega_1 \cdot r$ для расчёта скорости точки A можно продифференцировать. Получим $\dfrac{dV_A}{dt} = \dfrac{d\omega_1}{dt} \cdot r$. Так как точка A движется по прямой, производная от скорости точки равна её полному ускорению, а производная от угловой скорости барабана равна его угловому ускорению. Тогда имеем: $a_A = \varepsilon_1 \cdot r$, откуда находим угловое ускорение $\varepsilon_1 = \dfrac{a_A}{r} = 40{,}8$ рад/с^2, а затем и модуль вектора касательного ускорения $a_{BA}^{\tau} = \varepsilon_1 \cdot BA = 20{,}4$ м/с^2.

Заметим, что для вычисления углового ускорения ε_{AC} шатуна AC подобные рассуждения неприменимы. Формулу $V_A = \omega_{AC} \cdot AP_2$ невозможно продифференцировать, так как при движении механизма расстояние AP_2 от точки A до центра скоростей P_2 шатуна AC является неизвестной функцией времени.

Выберем систему координат xBy как показано на рис. 2.17, и спроецируем на эти оси векторное равенство $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA}^{\,\tau} + \vec{a}_{BA}^{\,n}$. Полагая, что движение барабана ускоренное (т. е. вектора ускорений $\vec{a}_A$ и $\vec{a}_{BA}^{\,\tau}$ направлены, как показано на рис. 2.17), получим значения составляющих ускорения точки B:

$a_{Bx} = a_A + a_{BA}^n$, $a_{By} = a_{BA}^\tau$. Подставляя значения ускорений, найдём $a_{By} = 20{,}4$ м/с^2, $a_{Bx} = -122{,}4 + 150 = 27{,}6$ м/с^2. Вектор полного ускорения точки B направлен по диагонали прямоугольника, построенного на векторах $\vec{a}_{Bx}$, $\vec{a}_{By}$. Величина ускорения точки B: $a_B = \sqrt{a_{Bx}^2 + a_{By}^2} = 34{,}32$ м/с^2.

Задача 2. В плоском механизме (рис. 2.19) кривошип OA вращается вокруг оси O с угловой скоростью ω_{OA} и угловым ускорением ε_{OA}. Диск 2, шарнирно присоединённый к кривошипу в точке A, катится без проскальзывания по неподвижному диску 1. Радиусы дисков R_1 и R_2. На краю диска 2 в точке B шарнирно прикреплен стержень BC, соединенный с центром C диска 3. Радиус диска 3 равен радиусу диска 2: $R_3 = R_2$. Диск 3 катится без скольжения по горизонтальной поверхности, по прямой. Для положения механизма, изображенного на рис. 2.19, определить ускорение точки D и угловое ускорение стержня BC, если $\omega_{OA} = 4$ рад/с, $\varepsilon_{OA} = 2$ рад/с^2, $R_1 = 4$ см, $R_2 = 8$ см. Длина стержня $BC = 20$ см.

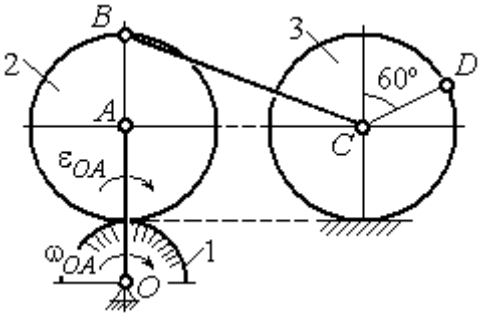


Рис. 2.19. Схема движения плоского механизма

Решение

Определение угловых скоростей звеньев механизма.

Рассмотрим вращательное движение кривошипа OA. Скорость точки A: $V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 48$ см/с. Вектор скорости $\vec{V}_A$ направлен перпендикулярно кривошипу OA в сторону движения кривошипа (рис. 2.20).

При движении диска 2 точка P_2 соприкосновения второго диска с неподвижным первым является мгновенным центром скоростей диска 2. Угловая скорость диска 2: $\omega_2 = \dfrac{V_A}{AP_2} = \dfrac{48}{8} = 6$ рад/с.

Скорость точки B диска 2: $V_B = \omega_2 BP_2 = 6 \cdot 16 = 96$ см/с.

Для определения угловой скорости стержня BC заметим, что скорости двух точек стержня $\vec{V}_B$ и $\vec{V}_C$ параллельны, но точки B и C не лежат на общем перпендикуляре к скоростям. В этом случае мгновенный центр скоростей стержня BC отсутствует (бесконечно удалён), угловая скорость стержня равна нулю: $\omega_{BC} = 0$, а стержень совершает мгновенное поступательное движение. В результате имеем: $V_C = V_B = 96$ см/с.

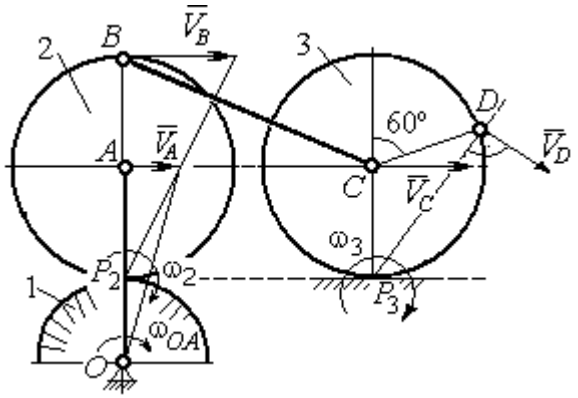


Рис. 2.20. Расчетная схема для определения угловых скоростей звеньев механизма

При качении диска 3 по неподвижной поверхности без проскальзывания точка P_3 касания его с поверхностью является мгновенным центром скоростей. Тогда угловая скорость диска 3: $\omega_3 = \dfrac{V_C}{CP_3} = 12$ рад/с. Скорость точки D диска 3: $V_D = \omega_3 \cdot DP_3$. Величину DP_3 находим из треугольника P_3DC. В результате $DP_3 = 2R_3\cos 30^\circ = 13{,}8$ см и $V_D = 165{,}6$ см/с. Вектор скорости $\vec{V}_D$ направлен в сторону движения диска 3 перпендикулярно линии DP_3 и (см. рис. 2.20).

Определение ускорений точек механизма.

Представим ускорение $\vec{a}_C$ точки C векторной суммой $\vec{a}_C = \vec{a}_B + \vec{a}^{\,n}_{CB} + \vec{a}^{\,\tau}_{CB}$, где $\vec{a}_B$ – ускорение точки B, выбранной в качестве полюса; $\vec{a}^{\,n}_{CB}$, $\vec{a}^{\,\tau}_{CB}$ – нормальная и касательная составляющие ускорения точки C при вращении стержня BC вокруг полюса B, $a^n_{CB} = \omega^2_{CB} \cdot CB$, $a^{\tau}_{CB} = \varepsilon_{CB} \cdot CB$.

Нормальная составляющая ускорения точки C $a^n_{CB} = 0$, так как стержень CB совершает мгновенное поступательное движение и $\omega_{BC} = 0$.

Направление касательной составляющей $\vec{a}^{\tau}_{CB}$ неизвестно, так как неизвестно направление углового ускорения стержня ε_{CB}. Для определённости выберем направление углового ускорения стержня BC в сторону против хода часовой стрелки. На рис. 2.21 это направление показано дуговой стрелкой ε_{CB}.

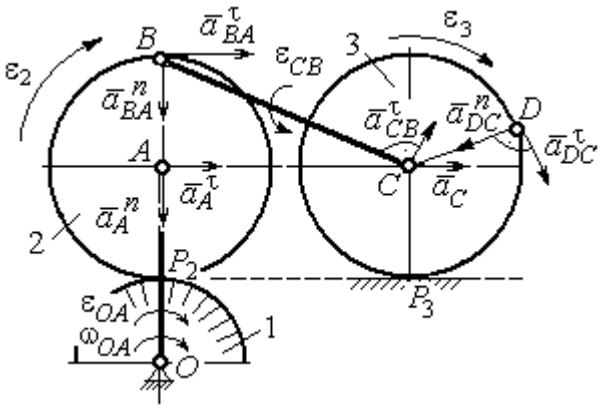


Рис. 2.21. Расчетная схема для определения ускорений точек механизма и угловых ускорений его звеньев

В соответствии с выбранным направлением углового ускорения вектор $\vec{a}^{\tau}_{CB}$ строится перпендикулярно линии стержня BC в сторону углового ускорения ε_{CB} (см. рис. 2.21).

Выразим ускорение точки B через полюс A: $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}^{n}_{BA} + \vec{a}^{\tau}_{BA}$, где $\vec{a}_A$ – ускорение полюса A; $\vec{a}^{n}_{BA}$, $\vec{a}^{\tau}_{BA}$ – нормальная и касательная составляющие ускорения точки B при вращении диска 2 вокруг полюса A. Величина нормальной составляющей ускорения точки B $a^{n}_{BA} = \omega_2^2 \cdot BA = 288$ см/с^2. Вектор $\vec{a}^{n}_{BA}$ направлен вдоль радиуса BA от точки B к полюсу A (см. рис. 2.21). Касательное ускорение точки B при вращении диска 2 вокруг полюса A вычисляется по формуле $a^{\tau}_{BA} = \varepsilon_2 \cdot BA$. Для определения углового ускорения ε_2 диска 2 заметим, что во время движения диска 2 расстояние AP_2 остается постоянным, равным R_2. Дифференцируя равенство $V_A = \omega_2 \cdot AP_2 = \omega_2 R_2$, получим: $\frac{dV_A}{dt} = \frac{d\omega_2}{dt} R_2$, или $a^{\tau}_A = \varepsilon_2 R_2$, откуда $\varepsilon_2 = \frac{a^{\tau}_A}{R_2}$.

Для того чтобы найти величину a^{τ}_A, рассмотрим вращательное движение кривошипа OA вокруг неподвижной оси O. Ускорение точки A представляется в виде векторного равенства $\vec{a}_A = \vec{a}^{n}_A + \vec{a}^{\tau}_A$, где $\vec{a}^{n}_A$ и $\vec{a}^{\tau}_A$ – известные

нормальная и касательная составляющие ускорения точки A кривошипа OA: $a_A^n = \omega_{OA}^2 \cdot OA = 192$ см/с^2, $a_A^\tau = \varepsilon_{OA} \cdot OA = 24$ см/с^2. Направления векторов нормального ускорения $\vec{a}_A^n$ и касательного ускорения $\vec{a}_A^\tau$ показаны на рис. 2.21.

Теперь найдём величину углового ускорения диска 2 и модуль касательного ускорения a_{BA}^τ точки B при вращении диска 2 вокруг полюса A: $\varepsilon_2 = \dfrac{a_A^\tau}{R_2} =$ $= 3$ рад/с^2, $a_{BA}^\tau = \varepsilon_2 \cdot BA = 24$ см/с^2.

Для определения ускорения точки C имеем векторное равенство $\vec{a}_C = \vec{a}_A^n + \vec{a}_A^\tau + \vec{a}_{BA}^n + \vec{a}_{BA}^\tau + \vec{a}_{CB}^\tau$. Выберем оси Cx, Cy, как показано на рис. 2.22, – вдоль отрезка BC и перпендикулярно ему и спроецируем на них имеющееся векторное равенство. Получим:

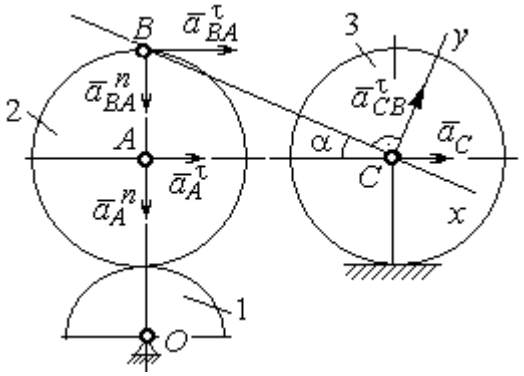


Рис. 2.22. Расчетная схема для вычисления ускорения точки С

$$a_C \cos\alpha = a_A^n \sin\alpha + a_A^\tau \cos\alpha + a_{BA}^n \sin\alpha + a_{BA}^\tau \cos\alpha;$$

$$a_C \sin\alpha = a_A^n \cos\alpha + a_A^\tau \sin\alpha + a_{BA}^n \cos\alpha + a_{BA}^\tau \sin\alpha + a_{CB}^\tau,$$

где α – угол между стержнем BC и линией центров AC; $\sin\alpha = \dfrac{AB}{BC} = 0{,}4$; $\cos\alpha = 0{,}92$. Решая систему, найдём: $a_C = 256{,}7$ см/с^2, $a_{CB}^\tau = -358{,}12$ см/с^2.

Модуль углового ускорения стержня BC: $\varepsilon_{CB} = \dfrac{\left|a_{CB}^\tau\right|}{BC} = 17{,}9$ рад/с^2.

Знак «минус» величины a_{CB}^τ означает, что вектор касательного ускорения $\vec{a}_{CB}^\tau$ на рис. 2.21 – 2.22 следует направить в противоположную сторону. Направление углового ускорения стержня BC, показанное на рис. 2.21 дуговой стрелкой ε_{CB}, также следует заменить на противоположное.

Выразим ускорение точки D через полюс C: $\vec{a}_D = \vec{a}_C + \vec{a}^{\,n}_{DC} + \vec{a}^{\,\tau}_{DC}$, где $\vec{a}_C$ – известное ускорение точки C; $\vec{a}^{\,n}_{DC}$, $\vec{a}^{\,\tau}_{DC}$ – нормальное и касательное составляющие ускорения точки D при вращении диска 3 вокруг полюса C. Величина нормального ускорения точки D: $a^n_{DC} = \omega_3^2 \cdot DC = 1152$ см/с^2. Вектор ускорения $\vec{a}^{\,n}_{DC}$ направлен по радиусу от точки D к полюсу C (рис. 2.23).

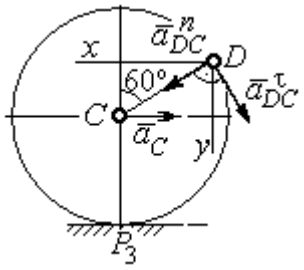


Рис.2.23. Расчетная схема для определения ускорения точки D

Для расчёта касательной составляющей a^{τ}_{DC} ускорения точки D найдём угловое ускорение диска 3. Продифференцируем по времени равенство $V_C = \omega_3 \cdot CP_3 = \omega_3 R_3$. Получим: $\frac{dV_C}{dt} = \frac{d\omega_3}{dt} R_3$, или $a_C = \varepsilon_3 R_3$. Угловое ускорение диска 3: $\varepsilon_3 = \frac{a_C}{R_3} = 32{,}09$ рад/с^2. Тогда величина касательной составляющей ускорения точки D: $a^{\tau}_{DC} = \varepsilon_3 \cdot DC = 256{,}7$ см/с^2. Направление вектора $\vec{a}^{\,\tau}_{DC}$ соответствует ускоренному движению диска 3.

Проведём оси Dx и Dy, как показано на рис. 2.23, и спроецируем векторное равенство ускорения точки D на оси:

$$a_{Dx} = -a_C + a^n_{DC}\cos 30^\circ - a^{\tau}_{DC}\cos 60^\circ, \quad a_{Dy} = a^n_{DC}\cos 60^\circ + a^{\tau}_{DC}\cos 30^\circ.$$

Решая систему, находим значения проекций модуля ускорения $a_{Dx} = 612{,}5$ см/с^2, $a_{Dy} = 798{,}3$ см/с^2. Величина ускорения точки D:

$$a_D = \sqrt{a^2_{Dx} + a^2_{Dy}} = 1006{,}2 \text{ см/с}^2.$$

3. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ

3.1. Основные понятия сложного движения точки

В неподвижной системе координат рассматривается подвижное твердое тело и точка, перемещающаяся относительно тела.

Траектория точки в её движении относительно тела называется **относительной траекторией.** Скорость точки в этом движении называют **относительной скоростью**, ускорение – **относительным ускорением**.

Траектория точки, перемещающейся вместе с телом, называется переносной траекторией точки, скорость точки при таком её движении – **переносной скоростью**, а ускорение – **переносным ускорением**.

Суммарное движение точки вместе с телом и относительно тела называется **сложным движением**. Траектория точки относительно неподвижной системы координат называется **абсолютной траекторией точки**, скорость и ускорение – **абсолютной скоростью и абсолютным ускорением.**

При вычислении абсолютной скорости используется теорема о сложении скоростей: **при сложном движении абсолютная скорость точки равна геометрической сумме относительной и переносной скоростей:** $\vec{V} = \vec{V}_e + \vec{V}_r$, где $\vec{V}$, $\vec{V}_e$, $\vec{V}_r$ – вектора абсолютной, переносной и относительной скоростей точки.

В случае, когда относительное движение точки задается естественным способом в виде закона изменения пути $S = S(t)$, величина относительной скорости точки равна модулю производной: $V_r = \left|\dot{S}_r\right|$. Если переносное движение точки есть вращение тела вокруг неподвижной оси, скорость точки в переносном движении будет: $V_e = \omega_e h_e$, где ω_e – величина угловой скорости вращения тела; h_e – кратчайшее расстояние от места положения точки на теле до оси вращения тела.

При вычислении абсолютного ускорения используется теорема Кориолиса о сложении ускорений: **при сложном движении абсолютное ускорение точки равно геометрической сумме трех ускорений – относительного, переносного и ускорения Кориолиса** $\vec{a} = \vec{a}_e + \vec{a}_r + \vec{a}_к$, где $\vec{a}$ – вектор абсолютного ускорения точки; $\vec{a}_e, \vec{a}_r$ – вектора соответственно переносного и относительного ускорений точки; $\vec{a}_к$ – вектор ускорения Кориолиса. (Иногда его называют поворотным ускорением.)

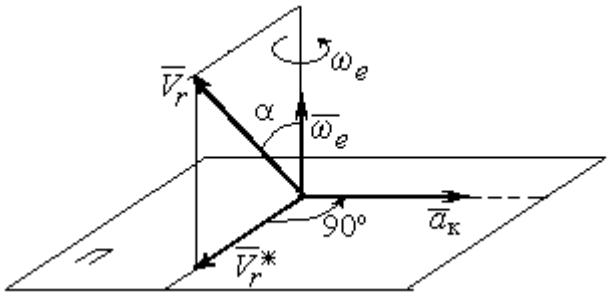


Рис. 3.1. Определение направления ускорения Кориолиса по правилу Жуковского

Вектор ускорения Кориолиса определяется векторным произведением $\vec{a}_к = 2(\vec{\omega}_e \times \vec{V}_r)$, где $\vec{\omega}_e$ – вектор угловой скорости переносного движения; $\vec{V}_r$ – вектор относительной скорости точки. Модуль ускорения Кориолиса: $|\vec{a}_к| = 2|\vec{\omega}_e| \cdot |\vec{V}_r| \sin\alpha$, где α – угол между вектором угловой скорости переносного движения и вектором относительной скорости точки (см. рис. 3.1). Направление вектора ускорения Кориолиса может быть получено по правилу построения вектора векторного произведения.

На рис. 3.1 показана последовательность выбора направления вектора ускорения Кориолиса по правилу Н. Е. Жуковского. Правило состоит в следующем: пусть имеется точка, движущаяся с относительной скоростью $\vec{V}_r$. Построим плоскость П, перпендикулярную вектору переносной угловой скорости $\vec{\omega}_e$, и спроецируем вектор $\vec{V}_r$ на эту плоскость. Проекцию обозначим $\vec{V}_r^*$ (см. рис. 3.1). Чтобы получить направление ускорения Кориолиса, следует вектор проекции относительной скорости $\vec{V}_r^*$ повернуть на 90° в плоскости П вокруг оси переносного вращения в направлении этого вращения.

Если сложное движение точки происходит в плоскости, перпендикулярной оси переносного вращения, направление ускорения Кориолиса можно получить простым поворотом вектора относительной скорости на угол 90° вокруг оси переносного вращения в направлении этого вращения.

Относительное ускорение $\vec{a}_r$ представляется как сумма векторов относительного касательного $\vec{a}_r^{\tau}$ и относительного нормального $\vec{a}_r^{n}$ ускорений: $\vec{a}_r = \vec{a}_r^{\tau} + \vec{a}_r^{n}$. Переносное ускорение точки $\vec{a}_e$ тела имеет своими составляющими переносное касательное $\vec{a}_e^{\tau}$ и переносное нормальное $\vec{a}_e^{n}$ ускорения так, что $\vec{a}_e = \vec{a}_e^{\tau} + \vec{a}_e^{n}$.

Таким образом, абсолютное ускорение точки в сложном движении можно представить в виде векторного равенства

$$\vec{a} = \vec{a}_r^{\tau} + \vec{a}_r^{n} + \vec{a}_e^{\tau} + \vec{a}_e^{n} + \vec{a}_{\text{к}}.$$

Модули относительного касательного и относительного нормального ускорений при естественном способе задания относительного движения точки равны: $a_r^{\tau} = \left|\dot{V}_r\right|$, $a_r^{n} = \dfrac{V_r^2}{\rho}$, где ρ – радиус кривизны относительной траектории. При движении точки по окружности радиус кривизны равен радиусу окружности, при движении по прямой – бесконечности, и в этом случае $a_r^{n} = 0$.

При вращательном переносном движении точки значения переносного касательного и нормального ускорений вычисляются по формулам: $a_e^{\tau} = \varepsilon_e h_e$, $a_e^{n} = \omega_e^2 h_e$, где ε_e – угловое ускорение вращательного переносного движения, $\varepsilon_e = \left|\dot{\omega}_e\right|$; h_e – расстояние от точки до оси вращения тела; ω_e – величина угловой скорости вращения тела.

Вектора ускорений строятся по общим правилам построения векторов нормального и касательного ускорений.

При поступательном переносном движении ускорение Кориолиса и переносное нормальное ускорение равны нулю: $a_{\text{к}} = 0,\ a_e^n = 0$. Абсолютное ускорение точки при поступательном переносном движении можно представить в виде векторного равенства $\vec{a} = \vec{a}_r^{\,\tau} + \vec{a}_r^{\,n} + \vec{a}_e^{\,\tau}$.

3.2. Задание К4. Определение скорости и ускорения точки при сложном движении

Задание включает две задачи с вращательным и поступательным видами переносного движения точки.

Задача 1. Вращение тела относительно неподвижной оси задается законом изменения угла поворота: $\varphi_e = \varphi_e(t)$ или законом изменения его угловой скорости: $\omega_e = \omega_e(t)$. Движение точки относительно тела отсчитывается от её начального положения в точке C и задается законом изменения длины дуги окружности или отрезка прямой линии: $CM = S_r = S_r(t)$.

Определить абсолютные скорость и ускорение точки в заданный момент времени t_1.

Задача 2. Поступательное движение тела, несущего точку, задается законом изменения координаты $x_e = x_e(t)$. Движение точки относительно тела отсчитывается от её начального положения в точке C и задается законом изменения длины дуги окружности или отрезка прямой линии: $CM = y_r = y_r(t)$.

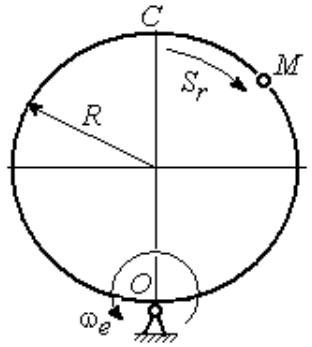
Определить абсолютные скорость и ускорение точки в момент времени t_2, который либо задаётся в исходных данных задачи, либо на схемеописаны условия, из которых он находится.

Номера вариантов заданий даны на рис. 3.2 – 3.5.

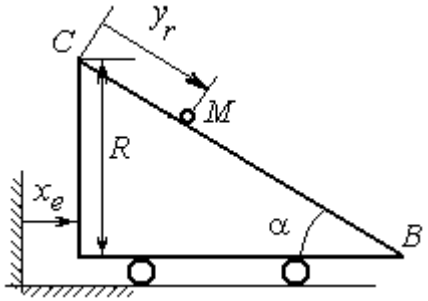
Варианты исходных данных приведены в табл. 3.1.

Варианты № 1, 11, 21

Задача 1



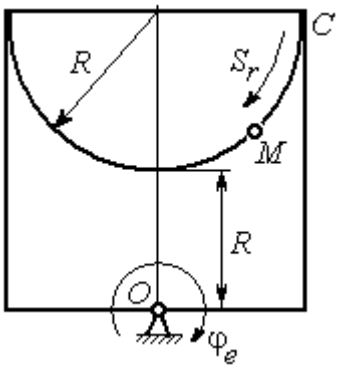
Задача 2



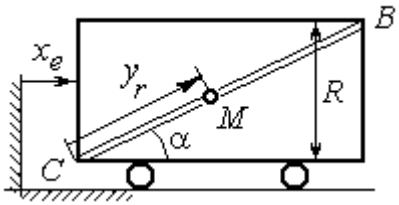
В момент $t = t_2$ точка M прошла половину пути CB

Варианты № 2, 12, 22

Задача 1



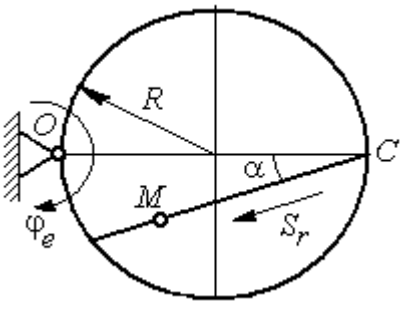
Задача 2



В момент $t = t_2$ точка M прошла 2/3 пути CB

Варианты № 3, 13, 23

Задача 1



Задача 2

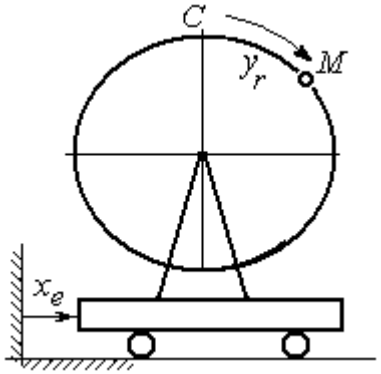
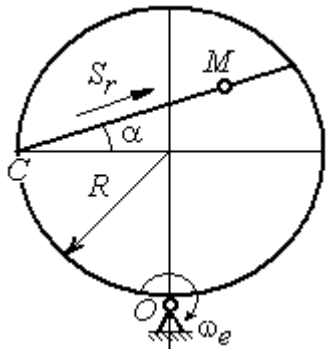


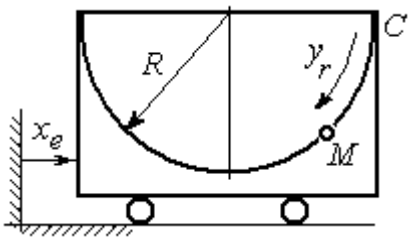
Рис. 3.2. Задание К4. Сложное движение точки.
Номера вариантов задания 1 – 3, 11 – 13, 21 – 23

Варианты № 4, 14, 24

Задача 1

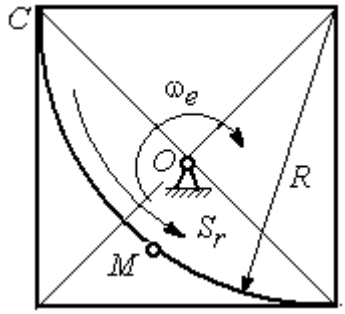


Задача 2

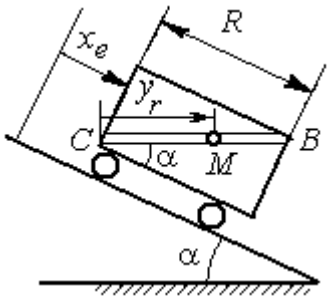


Варианты № 5, 15, 25

Задача 1



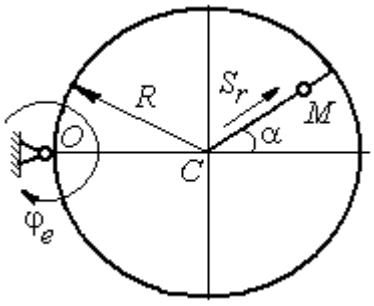
Задача 2



В момент $t = t_2$ точка M прошла путь CB

Варианты № 6, 16, 26

Задача 1



Задача 2

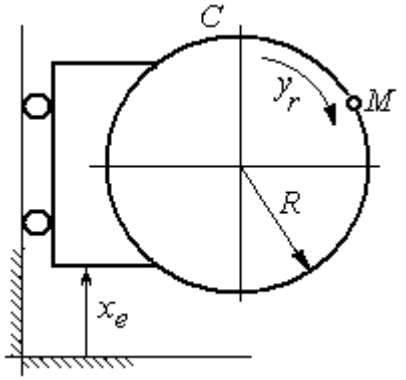
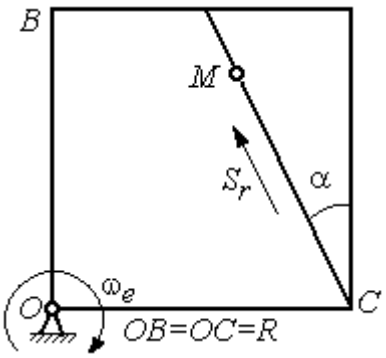


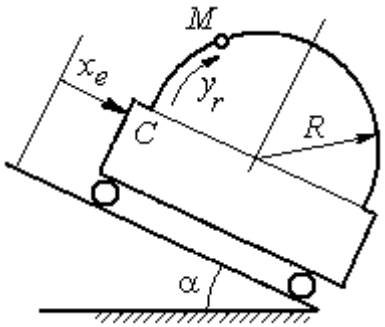
Рис. 3.3. Задание К4. Сложное движение точки.
Номера вариантов задания 4 – 6, 14 – 16, 24 – 26

Варианты № 7, 17, 27

Задача 1

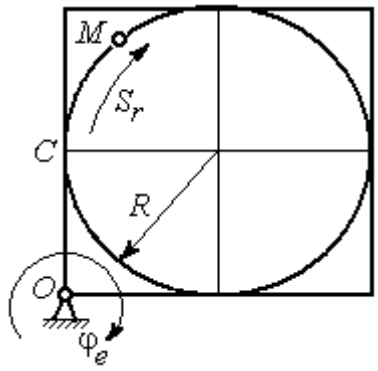


Задача 2

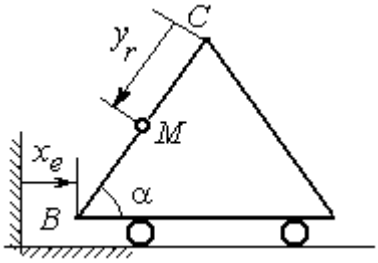


Варианты № 8, 18, 28

Задача 1



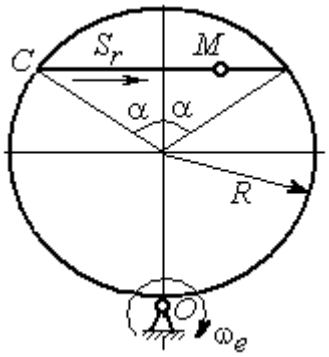
Задача 2



В момент $t = t_2$ точка M прошла половину пути $CB = R$

Варианты № 9, 19, 29

Задача 1



Задача 2

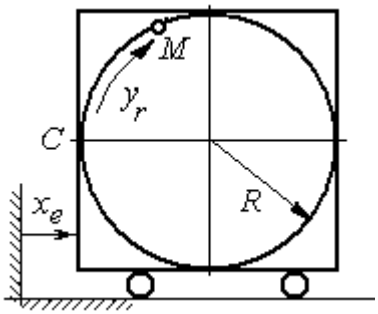
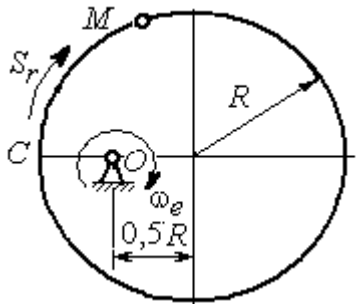


Рис. 3.4. Задание К4. Сложное движение точки.
Номера вариантов задания 7 – 9, 17 – 19, 27 – 29

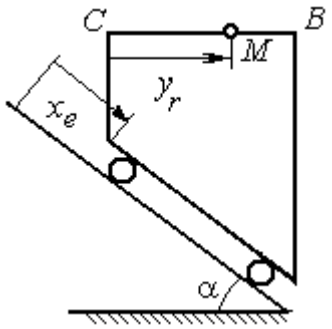
Окончание вариантов задания К4

Варианты № 10, 20, 30

Задача 1



Задача 2



В момент $t = t_2$ точка M прошла половину пути $CB = R$

Рис. 3.5. Задание К4. Сложное движение точки.
Номера вариантов задания 10, 20, 30

Таблица 3.1

Исходные данные для заданий по сложному движению точки

Номер варианта задания	Номер задачи	R, см	α, град	$C\breve{M} = S_r(t)$, см $C\breve{M} = y_r(t)$, см	$\varphi_e(t)$, рад; $\omega_e(t)$, рад/с $x_e(t)$, см	t_1, с t_2, с
1	1	3	–	$S_r = 2\pi\sin(\pi t/6)$	$\omega_e = 4t^2$	1
	2	4	30	$y_r = 4t^2$	$x_e = 2\cos(\pi t/6)$	–
2	1	2	–	$S_r = 4\pi\sin^2(\pi t/6)$	$\varphi_e = 6\cos(\pi t/3)$	1
	2	3	60	$y_r = t^2 + t$	$x_e = 1 + \cos(\pi t)$	–
3	1	4	30	$S_r = 2\sqrt{3}[t + \sin(\pi t/2)]$	$\varphi_e = 4t - t^2$	1
	2	6	–	$y_r = \pi[2t + \sin\pi t]$	$x_e = 5t - t^2$	1
4	1	4	60	$S_r = 2(t^3 + t)$	$\omega_e = 6\cos(\pi t/6)$	1
	2	3	–	$y_r = \pi[2t + \cos(\pi t/2)]$	$x_e = t^3 - 4t$	1
5	1	6	–	$S_r = 4\pi\sin^2(\pi t/6)$	$\omega_e = 6\cos(\pi t/3)$	1
	2	2	30	$y_r = t^2 + 2t$	$x_e = t^2 - 4t$	–
6	1	6	60	$S_r = t + 10\sin(\pi t/6)$	$\varphi_e = 2t^2 - 5t$	1
	2	3	–	$y_r = 4\pi\sin(\pi t/6)$	$x_e = [1 - \cos(\pi t/4)]$	1
7	1	8	30	$S_r = 2(t^3 + 3t)$	$\omega_e = 6\cos(\pi t/6)$	1
	2	4	30	$y_r = 2\pi t^2$	$x_e = t^3 - 5t$	1

Продолжение табл. 3.1

Номер варианта задания	Номер задачи	R, см	α, град	$C\breve{M} = S_r(t)$, см $C\breve{M} = y_r(t)$, см	$\varphi_e(t)$, рад; $\omega_e(t)$, рад/с $x_e(t)$, см	t_1, с t_2, с
8	1	8	–	$S_r = 2\pi\left[t^2 + \sin\pi t\right]$	$\varphi_e = t^2 - 5t$	2
	2	6	30	$y_r = t(t+1)$	$x_e = \cos\pi t$	–
9	1	8	30	$S_r = 2t^2$	$\omega_e = \cos(\pi t/8)$	2
	2	3	–	$y_r = 4\pi\sin^2(\pi t/4)$	$x_e = (3-2t)^2$	1
10	1	6	–	$S_r = \pi(2t^3 + \sin\pi t)$	$\omega_e = 5t - 2t^3$	1
	2	4	30	$y_r = t^2 + 2t$	$x_e = 1 + \cos\pi t$	–
11	1	6	–	$S_r = 8\pi\sin(\pi t/12)$	$\omega_e = 2 + \cos(\pi t/4)$	2
	2	6	60	$y_r = 4\sin\pi t$	$x_e = t^2 - 2t$	–
12	1	18	–	$S_r = \pi(2t^2 + 2t)$	$\varphi_e(t) = 3t - t^2$	2
	2	6	30	$y_r = 2t^2 + t$	$x_e = 1 + \cos(\pi t)$	–
13	1	10	60	$S_r = t^3 + t$	$\varphi_e = 6\cos(\pi t/6)$	2
	2	6	–	$y_r = 6\pi\cos(\pi t/3)$	$x_e = t(t+1)$	1
14	1	4	30	$S_r = 8\sqrt{3}\sin(\pi t/12)$	$\omega_e = (3-2t)^2$	2
	2	3	–	$y_r = 2\pi\sin(\pi t/6)$	$x_e = 2t^2 - 5t$	1
15	1	8	–	$S_r = 4\pi\sin^2(\pi t/4)$	$\omega_e = 2 + \cos(\pi t/4)$	1
	2	5	60	$y_r = 5t + t^2$	$x_e = \cos(\pi t/6)$	–
16	1	12	90	$S_r = 3\left[t + \sin(\pi t/2)\right]$	$\varphi_e = 2t - 3t^2$	1
	2	15	–	$y_r = \pi(4t + t^2)$	$x_e = 6\sin(\pi t/3)$	1
17	1	6	45	$S_r = 3\sqrt{2}\left[t^2 + 2\sin\pi t\right]$	$\omega_e(t) = 4t^2 - 6$	1
	2	6	60	$y_r = 8\pi\sin(\pi t/12)$	$x_e = \sqrt{2}\sin(\pi t/8)$	2
18	1	8	–	$S_r = 4\pi\sqrt{2}\sin(\pi t/8)$	$\varphi_e = 18t - 4t^2$	2
	2	8	60	$y_r = 3t + 2t^2$	$x_e = \sin\pi t$	–
19	1	8	60	$S_r = 2\sqrt{3}\left[t + \sin(\pi t/2)\right]$	$\omega_e = 5t - t^2$	1
	2	9	–	$y_r = 6\pi\cos(\pi t/3)$	$x_e = \cos(\pi t/6)$	1
20	1	4	–	$S_r = 4\pi\sin(\pi t/6)$	$\omega_e = 3t - 5$	1
	2	6	60	$y_r = 3t + 2t^2$	$x_e = \pi\sin\pi t$	–
21	1	3	–	$S_r = 4\pi\sqrt{2}\sin(\pi t/8)$	$\omega_e = 6t - 14$	2
	2	8	45	$y_r = (t^2 + 3t)$	$x_e = t + 2\sin\pi t$	–

Окончание табл. 3.1

Номер варианта задания	Номер задачи	R, см	α, град	$C\breve{M} = S_r(t)$, см $C\breve{M} = y_r(t)$, см	$\varphi_e(t)$, рад; $\omega_e(t)$, рад/с $x_e(t)$, см	t_1, с t_2, с
22	1	4	–	$S_r = 2\pi(t^2 + 2t)$	$\varphi_e = 6\cos(\pi t/6)$	1
	2	9	60	$y_r = 8\sin\pi t$	$x_e = 5t - t^2$	–
23	1	6	45	$S_r = 12\sin(\pi t/8)$	$\varphi_e = t^2 + \cos(\pi t/4)$	2
	2	6	–	$y_r = 6\pi[t + \sin(\pi t/6)]$	$x_e = 5t - t^2$	1
24	1	6	45	$S_r = 12\sin(\pi t/8)$	$\omega_e = t + 4\cos(\pi t/4)$	2
	2	6	–	$y_r = \pi(t^2 + 2t)$	$x_e = 6\cos(\pi t/6)$	1
25	1	6	–	$S_r = 2\pi t^2$	$\omega_e = 3\sin(\pi t/3)$	1
	2	4	45	$y_r = 2t(t + 3t)$	$x_e = 2(t^3 - 3t)$	–
26	1	6	120	$S_r = t^2 + t$	$\varphi_e = 12\cos(\pi t/12)$	2
	2	9	–	$y_r = \pi\sqrt{3}\sin(\pi t/3)$	$x_e = 2(t^2 - 3t)$	1
27	1	10	60	$S_r = \sqrt{3}(t^2 + t)$	$\omega_e = 6\cos(\pi t/6)$	2
	2	9	30	$y_r = \sqrt{3}\pi\sin(\pi t/3)$	$x_e = t + 4\cos(\pi t/4)$	1
28	1	2	–	$S_r = 6\pi\sin(\pi t/6)$	$\varphi_e = 2t + \cos(\pi t/2)$	1
	2	6		$y_r = 2t + 3t^2$	$x_e = t + \sin\pi t$	–
29	1	8	30	$S_r = (t^2 + 2t)$	$\omega_e = 6\sin(\pi t/12)$	2
	2	3	–	$y_r = 2\pi\sqrt{3}\sin(\pi t/3)$	$x_e = 5t - t^2$	1
30	1	2	–	$\pi(t^2 + 2t)$	$\omega_e(t) = 6\cos(\pi t/6)$	1
	2	3	60	$y_r = t + t^2$	$x_e = t + \sin\pi t$	–

Пример выполнения задания К4. Сложное движение точки

Задача 1. Фигура, состоящая из половины диска и равнобедренного треугольника (рис. 3.6), вращается вокруг оси, перпендикулярной плоскости фигуры и проходящей через вершину A треугольника. Вращательное движение задается законом изменения угла поворота фигуры $\varphi_e = 5t - 2t^2$ рад.

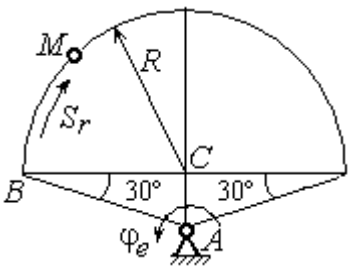


Рис. 3.6. Схема сложного движения точки

Положительное направление вращения отмечено на схеме дуговой стрелкой φ_e. По ободу диска от точки *B* движется точка *M*. Движение точки относительно диска задается законом изменения длины дуги окружности: $\overset{\cup}{BM} = S_r = 9\pi t^2$ см. Положительное направление движения точки *M* на рис. 3.6 показано дуговой стрелкой S_r. Радиус диска $R = 9$ см.

Найти абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки *M* в момент времени $t_1 = 1$ с.

Решение

Вращение фигуры будет для точки *M* переносным движением. Относительное движение точки *M* – её движение по окружности обода диска.

Для определения **положения точки** *M* на ободе диска вычислим расстояние, которое она прошла на заданный момент времени. Длина дуги окружности, пройденной точкой за 1 с: $S_r(1) = 9\pi$ см. Положение точки *M* определяется центральным углом $\alpha = \dfrac{S_r(1)}{R} = \dfrac{9\pi}{9} = \pi$. Положение точки в момент времени $t_1 = 1$ с отмечено на рис. 3.7 точкой M_1.

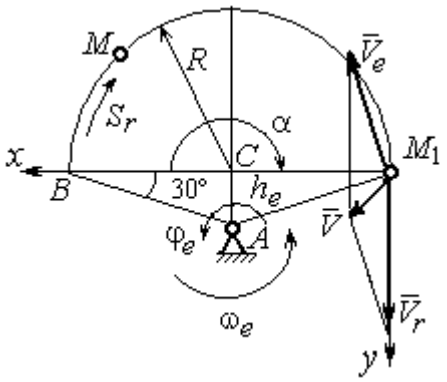


Рис. 3.7. Расчетная схема для вычисления абсолютной скорости точки при сложном движении

Для определения **скорости переносного движения** точки вычисляем значение производной: $\dot{\varphi}_e = 5 - 4t$. Угловая скорость вращения фигуры: $\omega_e = |\dot{\varphi}_e|$. При $t_1 = 1$ с $\dot{\varphi}_e(1) = 1$ рад/с. Положительная величина производной $\dot{\varphi}_e(1)$ показывает, что вращение фигуры в данный момент происходит в положительном направлении, что отмечено дуговой стрелкой ω_e на рис. 3.7.

В момент времени $t_1 = 1$ с точка *M* находится в положении M_1. Скорость V_e переносного движения точки в момент времени $t_1 = 1$ с $V_e(1) = \omega_e(1)h_e$, где

расстояние от точки M_1 до оси вращения фигуры $h_e = AM_1 = \dfrac{R}{\cos 30^\circ} = 6\sqrt{3}$ см.

Тогда $V_e(1) = 6\sqrt{3}$ см/с.

Вектор скорости переносного движения точки $\vec{V}_e$ перпендикулярен линии AM_1 и направлен в сторону вращения фигуры (см. рис. 3.7).

Относительное движение точки задано естественным способом, как закон изменения длины дуги *BM*. В этом случае **скорость относительного движения** точки $V_r = \left|\dot{S}_r\right| = \left|18\pi t\right|$. При t_1 = 1 с $V_r(1) = \left|\dot{S}_r(1)\right| = 18\pi$ = 56,5 см/с. Положительное значение производной $\dot{S}_r(1)$ указывает, что относительное движение точки в положении M_1 происходит в положительном направлении, указанном на рис. 3.7 дуговой стрелкой S_r. Вектор $\vec{V}_r$ относительной скорости точки в положении M_1 направлен по касательной к траектории относительного движения в сторону положительного направления движения (см. рис. 3.7).

Абсолютную скорость точки находим по теореме сложения скоростей $\vec{V} = \vec{V}_e + \vec{V}_r$. Направление вектора абсолютной скорости, полученное по правилу сложения векторов, показано на рис. 3.5. Для определения величины абсолютной скорости выбираем прямоугольные оси координат M_1xy (см. рис. 3.7) и проецируем обе части векторного равенства теоремы сложения скоростей на эти оси. Получим:

$$V_x = V_e \cos 60^\circ = 3\sqrt{3} = 5{,}2 \text{ см/с};$$

$$V_y = -V_e \cos 30^\circ + V_r = -6\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + 56{,}5 = 29{,}5 \text{ см/с}.$$

Модуль абсолютной скорости: $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{5{,}2^2 + 29{,}5^2} = 29{,}95$ см/с.

Абсолютное ускорение точки определяем по теореме Кориолиса, которая при вращательном переносном движении имеет вид:

$$\vec{a} = \vec{a}_r^{\,\tau} + \vec{a}_r^{\,n} + \vec{a}_e^{\,\tau} + \vec{a}_e^{\,n} + \vec{a}_{\text{к}}.$$

Относительное касательное ускорение a_r^τ вычисляется по формуле: $a_r^\tau = \left|\ddot{S}_r\right|$. По условию задачи вторая производная $\ddot{S}_r = 18\pi$ = 56,5 см/с^2 – постоянная величина. Так как значение второй производной $\ddot{S}_r$ положительно, вектор ускорения $\vec{a}_r^\tau$ направлен по касательной к траектории относительного движения в точке M_1 в сторону положительного направления относительного движения, отмеченного дуговой стрелкой S_r.

Относительное нормальное ускорение точки вычисляется по формуле $a_r^n = \dfrac{V_r^2}{R}$ и в момент $t_1 = 1$ с равно: $a_r^n(1) = \dfrac{V_r^2(1)}{R} = \dfrac{(18\pi)^2}{9} = 355{,}3$ см/с^2. Вектор ускорения $\vec{a}_r^n$ направлен по радиусу диска к центру C (см. рис. 3.8).

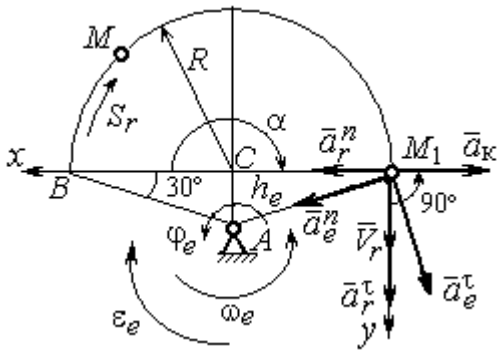


Рис. 3.8. Расчетная схема для определения абсолютного ускорения точки

Переносное касательное ускорение вычисляется по формуле: $a_e^\tau = \varepsilon_e h_e$, где угловое ускорение $\varepsilon_e = \left|\ddot{\varphi}_e\right|$. Вычислим производную $\ddot{\varphi}_e = -4$ рад/с^2. Угловое ускорение $\varepsilon_e = \left|\ddot{\varphi}_e\right|$ = 4 рад/с^2 постоянно и не зависит от времени.

Отрицательное значение производной $\ddot{\varphi}_e < 0$ при условии, что расчетная величина угловой скорости положительна: $\dot{\varphi}_e > 0$, означает, что вращательное движение замедленное и переносное угловое ускорение ε_e направлено в сторону, противоположную направлению вращения.

Вектор $\vec{a}_e^\tau$ переносного касательного ускорения точки в её положении M_1 перпендикулярен линии AM_1 и направлен противоположно вектору переносной скорости $\vec{V}_e$ (см. рис. 3.8). Модуль переносного касательного ускорения: $a_e^\tau = a_e^\tau = \varepsilon_e h_e = 24\sqrt{3}$ = 41,6 см/с^2.

Переносное нормальное ускорение a_e^n рассчитывается по формуле: $a_e^n = \omega_e^2 h_e$ и в момент времени $t_1 = 1$ с $a_e^n(1) = \omega_e^2(1)h_e = 6\sqrt{3} = 10{,}4$ см/с^2. Вектор переносного нормального ускорения $\vec{a}_e^n$ направлен по линии AM_1 к оси вращения (см. рис. 3.8).

По условию задачи вектор скорости относительного движения точки $\vec{V}_r$ лежит в плоскости, перпендикулярной оси переносного вращения, то есть перпендикулярен вектору угловой скорости переносного движения $\vec{\omega}_e$. Тогда модуль **ускорения Кориолиса** при $t_1 = 1$ с $a_к = 2\omega_e V_r = 2 \cdot 1 \cdot 18\pi = 113{,}1$ см/с^2.

Так как вектор относительной скорости точки $\vec{V}_r \perp \vec{\omega}_e$, то по правилу Жуковского для определения направления ускорения Кориолиса достаточно повернуть вектор относительной скорости точки $\vec{V}_r$ на 90° в сторону переносного движения вокруг оси, параллельной оси вращения и проходящей через точку M_1 (см. рис. 3.8). Для определения абсолютного ускорения спроецируем на прямоугольные оси xM_1y (см. рис. 3.8) векторное равенство $\vec{a} = \vec{a}_r^{\,\tau} + \vec{a}_r^{\,n} + \vec{a}_e^{\,\tau} + \vec{a}_e^{\,n} + \vec{a}_к$. Получим: $a_y = a_e^{\tau}\cos 30^\circ + a_e^n \cos 60^\circ + a_r^{\tau} = 97{,}9$ см/с^2, $a_x = -a_e^{\tau}\cos 60^\circ + a_e^n \cos 30^\circ + a_r^n - a_к = 228{,}4$ см/с^2. Модуль абсолютного ускорения: $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = 248{,}5$ см/с^2.

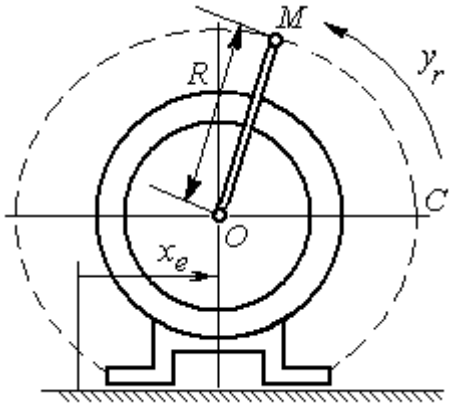


Рис. 3.9. Схема движения точки стержня, укреплённого на электромоторе

Задача 2. К вращающемуся валу электромотора прикреплён стержень OM длины $R = 6$ см. Во время работы электромотора точка M стержня из начального положения C перемещается по дуге окружности согласно уравнению $CM = y_r = \pi t^2$ см. При этом электромотор, установленный без креплений, совершает горизонтальные гармонические колебания на фундаменте по закону

$x_e = 5\sin(\pi t/3)$ см. Определить абсолютное ускорение точки M в момент времени $t_1 = 1$ с.

Решение

Точка M совершает сложное движение – относительно электромотора и вместе с ним. Относительным движением точки будет её движение по дуге окружности радиуса R, переносным – поступательное горизонтальное, прямолинейное движение электромотора.

Найдём положение точки относительно электродвигателя в заданный момент времени. Угол α, отсчитываемый стержнем OM от начального положения OC, в момент времени $t_1 = 1$ с составляет $\alpha = \dfrac{y_r(t_1)}{R} = \dfrac{\pi}{6} = 30°$. Положение точки в момент времени $t_1 = 1$ с отмечено на рис. 3.10 буквой M_1.

Относительное движение точки задано естественным способом, как закон изменения длины дуги. Относительная скорость $V_r = \dot{y}_r = 2\pi t$. В момент времени $t_1 = 1$ с V_r= 6,28 см/с. Вектор $\vec{V}_r$ относительной скорости направлен перпендикулярно стержню OM_1.

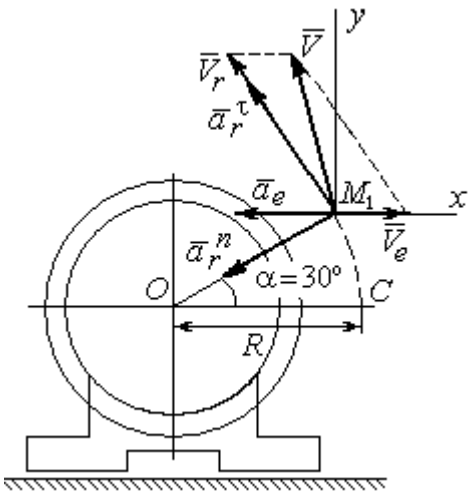


Рис. 3.10. Расчётная схема вычисления абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки

Скорость точки в переносном движении – это скорость горизонтального движения электродвигателя:

$$V_e = \dot{x}_e = \frac{5\pi}{3}\cos(\pi t/3).$$

В момент времени $t_1 = 1$с $V_e = \dfrac{5\pi}{3}\cos 60^\circ$ = 2,62 см/с. Вектор $\vec{V}_e$ переносной скорости точки M направлен параллельно линии движения электродвигателя (см. рис. 3.10).

Абсолютная скорость точки определяется на основании теоремы сложения скоростей при сложном движении: $\vec{V}_M = \vec{V}_e + \vec{V}_r$. Для того чтобы найти величину абсолютной скорости, выберем оси xM_1y, как показано на рис. 3.10, и спроецируем векторное равенство сложения скоростей на эти оси. Получим: $V_{Mx} = V_e - V_r\cos 60^\circ = -0{,}52$ см/с (проекция направлена в отрицательную сторону оси x), $V_{My} = V_r\cos 30^\circ = 5{,}44$ см/с. Модуль абсолютной скорости $V_M = \sqrt{V_{Mx}^2 + V_{My}^2} = 5{,}46$ см/с. Вектор абсолютной скорости направлен по диагонали параллелограмма, построенного на векторах $\vec{V}_e$ и $\vec{V}_r$.

При поступательном переносном движении точки $\omega_e = 0$ и потому $a_к = 0$. Относительное ускорение точки при движении по окружности раскладывается на две составляющие $\vec{a}_r = \vec{a}_r^{\,\tau} + \vec{a}_r^{\,n}$, направленные вдоль стержня OM и перпендикулярно ему. Кроме того, при прямолинейном относительном движении $a_e^n = 0$. В результате, теорема о сложении ускорений принимает вид $\vec{a}_M = \vec{a}_r^{\,\tau} + \vec{a}_r^{\,n} + \vec{a}_e$, где модули векторов вычисляются по формулам $a_r^{\tau} = \dot{V}_r$, $a_r^n = \dfrac{V_r^2}{R}$, $a_e = a_e^{\tau} = \dot{V}_e = -\dfrac{5\pi^2}{9}\sin(\pi t/3)$ и в момент времени $t_1 = 1$с равны $a_r^{\tau} = 6{,}28$ см/с^2, $a_r^n = 6{,}57$ см/с^2, $a_e = -4{,}75$ см/с^2. Направления векторов ускорений показаны на рис. 3.10. Для вычисления модуля абсолютного ускорения точки спроецируем векторное равенство сложения ускорений на оси выбранной ранее системы координат xM_1y. Получим:

$$a_{Mx} = -a_r^{\tau}\cos 60^\circ - a_r^n\cos 30^\circ - a_e = -4{,}08 \text{ см/с}^2;$$

$$a_{My} = a_r^{\tau}\cos 30^\circ - a_r^n\cos 60^\circ = 2{,}15 \text{ см/с}^2.$$

Величина абсолютного ускорения $a_M = \sqrt{a_{Mx}^2 + a_{My}^2} = 4{,}61$ см/с^2.

4. ДИНАМИКА ТОЧКИ

4.1. Дифференциальные уравнения движения точки

Движение точки под действием системы сил $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, …, $\vec{F}_K$ в прямоугольной декартовой системе координат *Oxyz* описывается **дифференциальными уравнениями:** $m\frac{d^2x}{dt^2} = \sum F_{kx}$, $m\frac{d^2y}{dt^2} = \sum F_{ky}$, $m\frac{d^2z}{dt^2} = \sum F_{kz}$ или, обозначая вторые производные от координат по времени двумя точками, уравнениями: $m\ddot{x} = \sum F_{kx}$, $m\ddot{y} = \sum F_{ky}$, $m\ddot{z} = \sum F_{kz}$, где m – масса точки; x, y, z – текущие координаты точки; $\ddot{x}$, $\ddot{y}$, $\ddot{z}$ – проекции вектора ускорения точки на оси координат; $\sum F_{kx}$, $\sum F_{ky}$, $\sum F_{kz}$ – алгебраические суммы проекций сил на оси координат.

Интегрирование дифференциальных уравнений производится в зависимости от их вида методами, известными из курса математики.

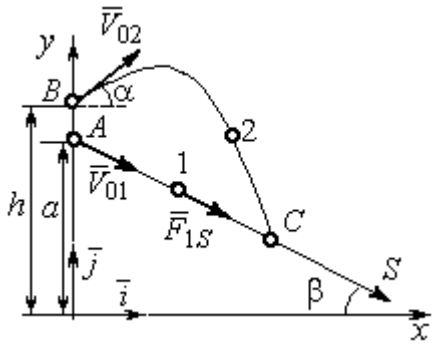
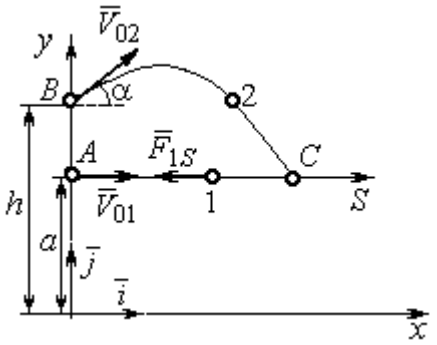
4.2. Задание Д1. Интегрирование дифференциальных уравнений движения точки

Две материальные точки движутся в вертикальной плоскости *xOy*. Точка 1 массой m_1, получив в начальном положении *A* скорость V_{01}, движется вдоль гладкой оси *AS*, наклоненной под углом β к горизонту. Во время движения на точку 1 действуют сила тяжести и постоянная сила $\vec{F}_1$, направленная вдоль оси *AS*. Направление вектора проекции силы на ось $\vec{F}_{1S}$ показано на схеме.

Одновременно с точкой 1 начинает движение точка 2 массой m_2 из положения *B* на оси *y*. На точку 2 действуют сила тяжести и постоянная сила $\vec{F}_2$. Направление вектора силы $\vec{F}_2$ определяется его разложением по единичным векторам $\vec{i}$, $\vec{j}$ координатных осей *x*, *y*.

Определить величину и направление (угол α) начальной скорости V_{02} точки 2, чтобы в момент времени t_1 точки 1 и 2 встретились на оси AS в точке C. Момент времени t_1 задаётся в условиях задачи или определяется по дополнительным условиям встречи.

Варианты заданий представлены на рис. 4.1, 4.2. Исходные данные приведены в табл. 4.1.

Варианты № 1, 11, 21	**Варианты № 2, 12, 22**
 Встреча в точке C в момент, когда скорость точки 1 увеличилась в 1,5 раза относительно начальной	 Встреча в точке C в момент, когда точка 1 максимально удалилась от места старта

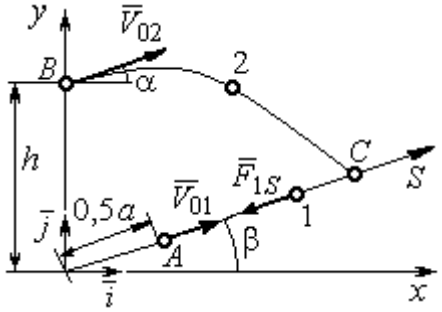
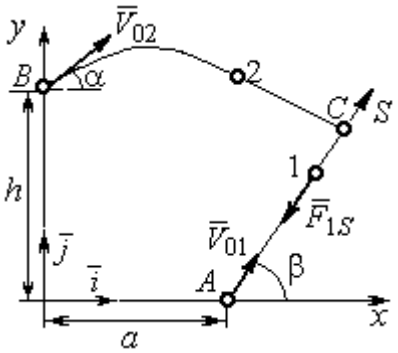
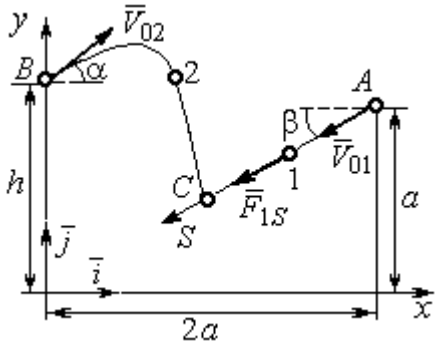
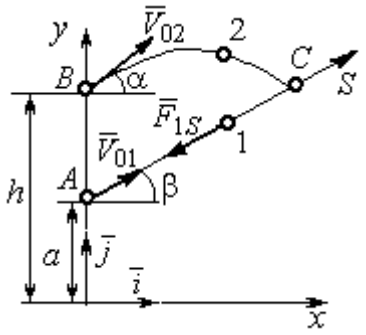
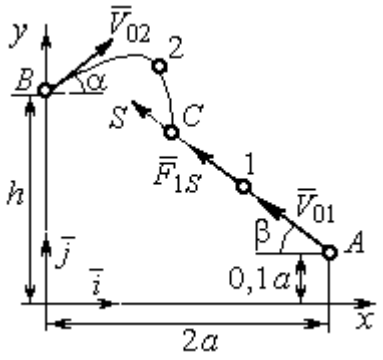
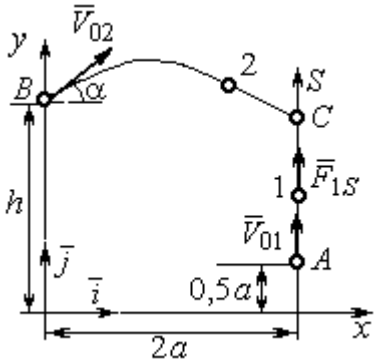
Варианты № 3, 13, 23	**Варианты № 4, 14, 24**
 Встреча в точке C в момент, когда скорость точки 1 уменьшилась в 2 раза относительно начальной	 Встреча в точке C в момент времени $t_1 = 0{,}5$ с

Рис. 4.1. Задание Д1. Интегрирование уравнений движения точки.
Номера вариантов задания 1 – 4, 11 – 14, 21 – 24

Варианты № 5, 15, 25	**Варианты № 6, 16, 26**
	
Встреча в точке *C* в момент, когда скорость точки 1 увеличилась в 1,5 раза относительно начальной	Встреча в точке *C*, когда точка 1 максимально удалилась от места старта

Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
	
Встреча в точке *C* в момент времени $t_1 = 0{,}4$ с	Встреча в точке *C* в момент максимального подъёма точки 1

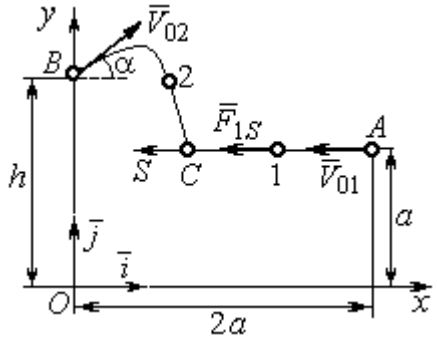
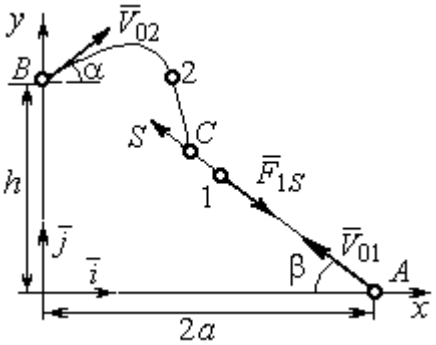
Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
	
Встреча в точке *C* в момент времени $t_1 = 0{,}6$ с	Встреча в точке *C* в момент, когда точка 1 достигла максимальной высоты подъёма

Рис. 4.2. Задание Д1. Интегрирование уравнений движения точки.
Номера вариантов задания 5 – 10, 15 – 20, 25 – 30

Таблица 4.1

Исходные данные задания Д1. Интегрирование уравнений движения точки

Номер варианта задания	m_1, кг	F_{1S}, Н	V_{01}, м/с	β, град	m_2, кг	$\vec{F}_2$, Н	a, м	h, м
1	1	3	3	30	2	$7\vec{i}$	2	4
2	3	6	2	0	2	$4\vec{i}+12\vec{j}$	1,5	1
3	2	5	4	35	1,5	$10\vec{i}+4\vec{j}$	2	2,5
4	1	10	2	60	2	$4\vec{i}+8\vec{j}$	2,2	2
5	1	3	3	30	2	$5\vec{i}$	3	4,5
6	0,8	6	6	50	3	$3\vec{i}+12\vec{j}$	1,5	4
7	2	5	4,5	40	1	$10\vec{i}+2\vec{j}$	3	2,5
8	1	2	3,5	90	2	$6\vec{i}+8\vec{j}$	1,2	2
9	2	4	4	0	1	$3\vec{i}+2\vec{j}$	2	2,5
10	1	3	3	55	1,5	$4\vec{i}$	1	1,5
11	0,5	2	3	60	2	$3\vec{i}+8\vec{j}$	1,5	2,5
12	0,2	3	4	0	1	$5\vec{i}-2\vec{j}$	1	2,5
13	1	2	6	50	1,5	$6\vec{i}-4\vec{j}$	0,8	2
14	0,5	6	4	35	1	$3\vec{i}-2\vec{j}$	2,5	2
15	0,2	3	3	50	2	$2\vec{i}-2\vec{j}$	3	4
16	2	4	6	40	2	$3\vec{i}+12\vec{j}$	1	1,5
17	1	6	5	60	1,5	$5\vec{i}+4\vec{j}$	3	2,5
18	1	2	2	90	2	$4\vec{i}+4\vec{j}$	2	2
19	1	3	2	2	2	$2\vec{i}+10\vec{j}$	1	1,5
20	5	4	2	30	1	$3\vec{i}-2\vec{j}$	1,5	1,5
21	0,2	4	4	45	1	$6\vec{i}-2\vec{j}$	1	3
22	0,4	3	2	0	2	$4\vec{i}+6\vec{j}$	1,5	2,5
23	1	3	8	60	2	$4\vec{i}+2\vec{j}$	1,2	1,5
24	0,5	8	3	30	2	$6\vec{i}+7\vec{j}$	2	1,5
25	2	4	4	60	1	$2\vec{i}-2\vec{j}$	3,5	4
26	1	3	5	50	2	$4\vec{i}+6\vec{j}$	0,5	1,5
27	1,5	3	6	30	2	$4\vec{i}+4\vec{j}$	2	2,5
28	2	5	3	90	2	$6\vec{i}+7\vec{j}$	2	1,5
29	2	4	4	0	1	$5\vec{i}-2\vec{j}$	1,5	2
30	1	3	2,5	70	2	$4\vec{i}+6\vec{j}$	1	1

Пример выполнения задания Д1. Интегрирование дифференциальных уравнений движения точки

На рис. 4.3 представлена схема движения материальных точек в вертикальной плоскости *xOy*. Точка 1 массой $m_1 = 2$ кг, получив в начальном положении *A* скорость $V_{01} = 4$ м/с, движется вдоль гладкой оси *AS* с углом наклона $\beta = 30^\circ$. Во время движения на точку 1 действуют сила тяжести $\vec{P}_1$ и постоянная сила $\vec{F}_1$, проекция которой на ось *AS* равна $F_{1S} = 4{,}5$ Н. Направление вектора проекции силы $\vec{F}_{1S}$ на ось *AS* показано на рис. 4.3.

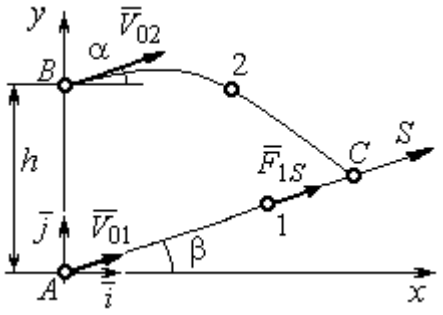


Рис. 4.3. Схема совместного движения точек

Одновременно с началом движения точки 1 из положения *B* на оси *y* высотой $h = 1$ м начинает движение точка 2 массой $m_2 = 1{,}2$ кг. На точку 2 действуют сила тяжести $\vec{P}_2$ и сила $\vec{F}_2$, направление которой определяется разложением по единичным векторам $\vec{i}$, $\vec{j}$ осей *x*, *y* декартовой системы координат: $\vec{F}_2 = 2{,}4\vec{i} + 4{,}5\vec{j}$, Н. Определить величину и направление (угол α) начальной скорости V_{02} точки 2, чтобы в момент времени t_1, когда скорость точки 1 уменьшилась в 2 раза по сравнению с начальным значением, обе они встретились на оси *AS* в точке *C*.

Решение

Рассмотрим движение точки 1. В текущий момент времени на точку 1 действует сила тяжести $\vec{P}_1$, нормальная реакция $\vec{N}_1$ наклонной оси *AS* и сила $\vec{F}_1$, величина проекции которой на ось *AS* равна F_{1S} (рис. 4.4). Дифференциальное уравнение движения точки 1 $m_1\ddot{S} = F_{1S} - P_1\sin\beta$, или $m_1\dfrac{dV_{1S}}{dt} = 4{,}5 - m_1 g\sin\beta$. С учетом исходных данных, полагая ускорение свободного падения $g = 9{,}81$ м/с^2, дифференциальное уравнение движения точки 1

приводится к виду: $\frac{dV_{1S}}{dt} = -2{,}66$. Разделим переменные, представив дифференциальное уравнение в виде $dV_{1S} = -2{,}66dt$. Проинтегрировав его, получим зависимость скорости точки 1 от времени: $V_{1S} = -2{,}66t + C_1$. Для того чтобы определить закон движения точки 1, представим скорость точки как производную от координаты $V_{1S} = \frac{dS}{dt}$. Получим дифференциальное уравнение $\frac{dS}{dt} = -2{,}66t + C_1$, проинтегрировав которое, найдём уравнение движения точки 1: $S = -1{,}33t^2 + C_1 t + C_2$. Константы интегрирования C_1, C_2 находятся из начальных условий: при $t = 0$, $S = 0$, $\dot{S} = V_{1S} = V_{01} = 4$ м/с. Подставляя первое из условий в уравнение движения точки 1, получим $C_2 = 0$. Подставим начальное значение скорости в уравнение $\dot{S} = -2{,}66t + C_1$, выражающее зависимость скорости точки 1 от времени. Получим $C_1 = 4$. Таким образом, движение точки 1 вдоль оси AS описывается уравнением: $S = -1{,}33t^2 + 4t$.

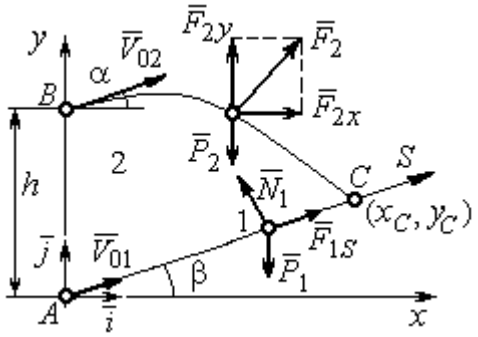


Рис. 4.4. Силы, действующие на точки 1 и 2, во время их движения

По условию задачи встреча двух точек происходит в момент времени t_1, когда скорость первой точки уменьшилась в 2 раза по сравнению с начальной: $V_{1S}(t_1) = \frac{V_{01}}{2} = 2$ м/с. Подставляя это условие в уравнение, выражающее зависимость скорости точки 1 от времени, получим: $2 = -2{,}66t_1 + 4$, откуда найдём момент времени встречи $t_1 = 0{,}75$ с. Расстояние AC, пройденное точкой 1 до встречи, определяется как путь, пройденный этой точкой за время $t_1 = 0{,}75$ с, $AC = S(t_1) = -1{,}33 \cdot 0{,}75^2 + 4 \cdot 0{,}75 = 2{,}25$ м. Координаты точки встречи x_C, y_C определяются из равенств: $x_C = S(t_1)\cos 30^\circ = 1{,}95$ м; $y_C = S(t_1)\sin 30^\circ = 1{,}12$ м.

Рассмотрим движение точки 2. В текущий момент времени на нее действует сила тяжести $\vec{P}_2$ и сила $\vec{F}_2 = 2{,}4\vec{i} + 4{,}5\vec{j}$, проекции которой на оси координат $F_{2x} = 2{,}4$ Н, $F_{2y} = 4{,}5$ Н. Дифференциальные уравнения движения точки 2 в проекциях на оси координат *x*, *y* имеют вид:

$$m_2\ddot{x} = F_{2x} = 2{,}4\,, \quad m_2\ddot{y} = -P_2 + F_{2y} = -m_2 g + 4{,}5\,,$$

или после подстановки исходных данных: $\ddot{x} = 2$, $\ddot{y} = -6{,}06$.

Представим в первом уравнении проекцию ускорения точки 2 на ось *x* как производную от соответствующей проекции скорости $\ddot{x} = \dfrac{dV_{2x}}{dt}$. После разделения переменных получим дифференциальное уравнение $dV_{2x} = 2dt$. Проинтегрируем его и найдем зависимость горизонтальной составляющей скорости точки 2 от времени: $V_{2x} = 2t + C_3$. Заменим в этом уравнении проекцию скорости точки на ось *x* на производную от координаты $V_{2x} = \dfrac{dx}{dt}$. После интегрирования получим уравнение, описывающее движение точки 2 вдоль оси *x*, $x = t^2 + C_3 t + C_4$. Для того чтобы найти постоянные C_3 и C_4, воспользуемся граничными условиями движения точки 2 – известной начальной координатой движения точки и вычисленной координатой точки встречи, то есть при $t = 0$, $x = 0$, а при $t_1 = 0{,}75$ с $x(t_1) = x_C = 1{,}95$ м. Подставляя граничные условия в уравнение движения точки 2, получим $C_4 = 0$, $C_3 = 1{,}85$. Таким образом, уравнение движения точки 2 вдоль оси *x*: $x = t^2 + 1{,}85t$.

Закон движения точки 2 вдоль оси *y* находим путем интегрирования второго дифференциального уравнения. Его представим в виде: $\dfrac{dV_{2y}}{dt} = -6{,}06$. После разделения переменных и первого интегрирования получим зависимость проекции скорости точки 2 на ось *y* от времени: $V_{2y} = -6{,}06t + C_5$. Заменив проекцию скорости точки 2 на ось *y* производной от координаты $V_{2y} = \dfrac{dy}{dt}$, вто-

рично проинтегрируем. В результате движение точки 2 вдоль оси y описывается уравнением: $y = -3{,}03t^2 + C_5 t + C_6$. Для определения констант C_5 и C_6 используем граничные условия: при $t = 0$ $y(0) = h = 1$ м, а при $t_1 = 0{,}75$ с $y(t_1) = y_C = 1{,}12$ м. Получим $C_6 = 1$, $C_5 = 2{,}43$. Таким образом, точка 2 движется вдоль оси y по закону: $y = -3{,}03t^2 + 2{,}43t + 1$.

Проекции скорости точки 2 на оси координат как функции времени имеют вид: $V_{2x}(t) = \dot{x} = 2t + 1{,}85$, $V_{2y}(t) = \dot{y} = -6{,}06t + 2{,}43$. Значения проекций при $t = 0$: $V_{02x} = V_{2x}(0) = 1{,}85$ м/с, $V_{02y} = V_{2y}(0) = 2{,}43$ м/с. Величина начальной скорости: $V_{02} = \sqrt{{V_{02x}}^2 + {V_{02y}}^2} = 3{,}05$ м/с.

Угол наклона вектора скорости в начальный момент определяется из равенства: $\mathrm{tg}\alpha = \dfrac{V_{02y}}{V_{02x}} = \dfrac{2{,}43}{1{,}85} = 1{,}31$. Откуда $\alpha = 52{,}64^\circ$.

4.3. Колебания материальной точки

Силы, возникающие при отклонении материальной точки от положения равновесия и направленные так, чтобы вернуть точку в это положение, называются **восстанавливающими**. Восстанавливающие силы, линейно зависящие от расстояния от точки до положения её равновесия, называются **линейными восстанавливающими силами**. Так, сила упругости пружины $F = c\Delta\ell$, где c – коэффициент жесткости (или просто жёсткость) пружины; $\Delta\ell$ – удлинение пружины, является линейной восстанавливающей силой.

Дифференциальное уравнение движения материальной точки массой m вдоль оси Оx под действием линейной восстанавливающей силы, представляет собой уравнение гармонических колебаний и имеет вид:

$$m\ddot{x} + cx = 0, \text{ или } \ddot{x} + \omega^2 x = 0,$$

где x – отклонение точки от положения равновесия, куда поместили начало

координат; ω – угловая частота колебаний, $\omega^2 = \frac{c}{m}$. Единица измерения угловой частоты – рад/с.

Решение дифференциального уравнения свободных колебаний представляется суммой $x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t$, где постоянные интегрирования C_1 и C_2 находятся из начальных условий. **Амплитуда свободных колебаний** $A = \sqrt{C_1^2 + C_2^2}$. Промежуток времени, в течение которого точка совершает одно полное колебание, называется **периодом колебаний**: $T = \frac{2\pi}{\omega}$. Величина, обратная периоду $\nu = \frac{1}{T}$ определяет число полных колебаний точки за 1 с и называется **частотой колебаний**. Частота колебаний измеряется в герцах (Гц). Частота, равная 1 Гц, соответствует одному полному колебанию в секунду. Угловая частота связана с частотой колебаний соотношением $\omega = 2\pi\nu$.

Если на материальную точку кроме восстанавливающей силы действует сила сопротивления движению, пропорциональная скорости точки, $\vec{R} = -\mu\vec{V}$, где μ – коэффициент сопротивления, то дифференциальное уравнение движения точки с сопротивлением относительно положения равновесия имеет вид $m\ddot{x} + \mu\dot{x} + cx = 0$, или $\ddot{x} + 2n\dot{x} + \omega^2 x = 0$, где n – коэффициент затухания, $n = \frac{\mu}{2m}$; ω – угловая частота собственных колебаний точки без учёта сопротивления, $\omega^2 = \frac{c}{m}$.

При $n < \omega$ движение точки представляет затухающие колебания. Общее решение дифференциального уравнения колебаний с сопротивлением $x = e^{-nt}(C_1\cos\omega_1 t + C_2\sin\omega_1 t) = Ae^{-nt}\sin(\omega_1 t + \alpha)$, где C_1 и C_2 – постоянные интегрирования; ω_1 – угловая частота затухающих колебаний, $\omega_1 = \sqrt{\omega^2 - n^2}$;

$A_1 = Ae^{-nt}$ – амплитуда затухающих колебаний, $A = \sqrt{C_1^2 + C_2^2}$; α – начальная фаза колебаний, $\text{tg}\alpha = \dfrac{C_1}{C_2}$.

При $n > \omega$ движение точки апериодическое, затухающее. Общее решение дифференциального уравнения движения точки с таким сопротивлением имеет вид $x = e^{-nt}(C_1 e^{\omega_2 t} + C_2 e^{-\omega_2 t})$, где $\omega_2 = \sqrt{n^2 - \omega^2}$.

При $n = \omega$ движение точки происходит согласно уравнению $x = e^{-nt}(C_1 t + C_2)$.

Если кроме восстанавливающей силы на материальную точку действует переменная возмущающая сила, колебания точки называются **вынужденными.**

При действии гармонической возмущающей силы $F = H\sin pt$, где H, p – амплитуда и угловая частота колебаний возмущающей силы, дифференциальное уравнение вынужденных колебаний материальной точки относительно положения равновесия и при отсутствии сил сопротивления имеет вид

$$m\ddot{x} + cx = H\sin pt, \text{ или } \ddot{x} + \omega^2 x = h\sin pt,$$

где ω – угловая частота собственных гармонических колебаний, $\omega^2 = \dfrac{c}{m}$; h – относительная амплитуда возмущающей силы, $h = \dfrac{H}{m}$.

Общее решение неоднородного дифференциального уравнения вынужденных колебаний представляется как сумма общего решения однородного уравнения и частного решения неоднородного.

При отсутствии резонанса, когда частота собственных колебаний не совпадает с частотой возмущающей силы $p \neq \omega$, решение имеет вид: $x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t + \dfrac{h}{\omega^2 - p^2}\sin pt$, а в случае резонанса, когда $p = \omega$, – вид: $x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t - \dfrac{ht}{2p}\cos pt$. Значения произвольных постоянных C_1 и C_2

определяются из общего решения неоднородного уравнения с учетом начальных условий движения. Амплитуда собственных колебаний груза $A_{\text{соб}} = \sqrt{C_1^2 + C_2^2}$. Амплитуда вынужденных колебаний при отсутствии резонанса $A_{\text{вын}} = \dfrac{h}{\omega^2 - p^2}$. При резонансе амплитуда вынужденных колебаний растет как линейная функция времени $A_{\text{вын}} = \dfrac{ht}{2p}$.

Если возмущающее воздействие заключается в **принудительном гармоническом колебании точки подвеса пружины**, например, по закону $S = a\sin pt$, где a, p – амплитуда и угловая частота колебаний точки подвеса пружины, дифференциальное уравнение вынужденных колебаний материальной точки относительно положения равновесия при отсутствии сил сопротивления имеет вид $\ddot{x} + \omega^2 x = h\sin pt$, где ω – угловая частота собственных гармонических колебаний, $\omega^2 = \dfrac{c}{m}$; h – относительная амплитуда возмущающего колебания, $h = \dfrac{ca}{m}$. Общее решение неоднородного дифференциального уравнения вынужденных колебаний при принудительном гармоническом колебании точки подвеса пружины может быть получено аналогично случаю возмущения гармонической силой.

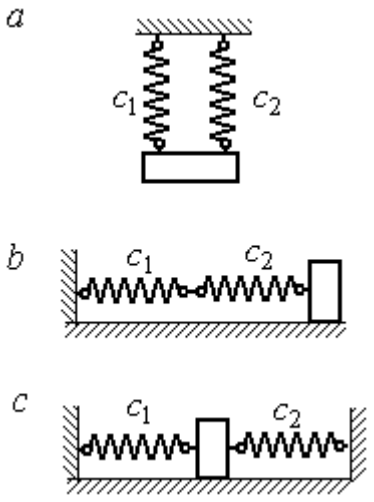


Рис. 4.5. Способы крепления груза на двух пружинах:
a – две параллельные пружины;
b – последовательно соединённые пружины; *c* – крепление груза между пружинами

Система пружин заменяется одной с эквивалентной жесткостью. Так, колебания груза на двух параллельных пружинах с коэффициентами жесткости c_1 и c_2 (рис. 4.5, *a*) можно рассматривать как колебания груза на одной пружине эквивалент-

ной жесткости $c_{экв} = c_1 + c_2$, где $c_{экв}$ – коэффициент жесткости эквивалентной пружины. При последовательном соединении пружин (рис. 4.5, *b*) коэффициент жесткости эквивалентной пружины $c_{экв} = \dfrac{c_1 c_2}{c_1 + c_2}$. Если груз расположен между двумя пружинами (рис. 4.5, *c*), тогда $c_{экв} = c_1 + c_2$. Коэффициент жесткости эквивалентной пружины равен сумме коэффициентов жесткости пружин.

4.4. Задание Д2. Исследование колебаний точки

Задание Д2 на исследование колебаний точки включает две задачи.

Задача 1. Исследование гармонических колебаний точки.

Найти уравнение движения груза массой m_1 (или одновременно двух грузов массой m_1 и m_2) на пружине жесткостью c_1 (или на двух пружинах жесткостью c_1 и c_2). Расположение грузов на пружине и описание условий, при которых начались колебания, приведено на схемах. Определить амплитуду и частоту колебаний.

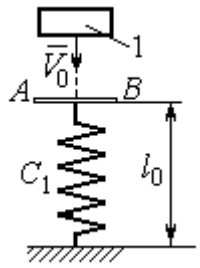
Задача 2. Исследование вынужденных колебаний точки.

Груз движется на пружинах, расположенных вертикально или горизонтально. При движении груза по горизонтальной поверхности трение не учитывается. Жёсткость пружин c_1 и c_2. Направление возмущающего усилия $F = F(t)$, приложенного к грузу, или возмущающего движения точки крепления пружин $S = S(t)$, а также описание условий начала колебаний приведено на схемах. В задачах, где на схемах присутствует амортизатор, создающий сопротивление движению груза, сила сопротивления пропорциональна скорости движения груза и находится по формуле: $\vec{R} = -\mu \vec{V}$ Н, где μ – коэффициент сопротивления; V – скорость груза. Определить уравнение колебаний груза, амплитуды собственных и вынужденных колебаний.

Варианты заданий даны на рис. 4.6 – 4.9. Исходные данные в табл. 4.2.

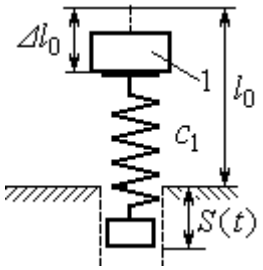
Варианты № 1, 11, 21

Задача 1



Невесомая пластина AB укреплена на нерастянутой пружине. Груз 1, получив начальную скорость V_0, падает вертикально вниз. Через 1 с после начала падения груз достигает пластины и продолжает движение вместе с ней

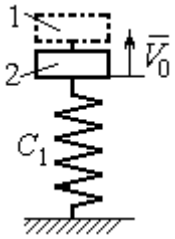
Задача 2



К верхнему концу пружины, сжатой на величину $\Delta\ell_0$, прикрепляют груз 1 и отпускают без начальной скорости. Одновременно нижний конец пружины начинает двигаться по закону $S = S(t)$

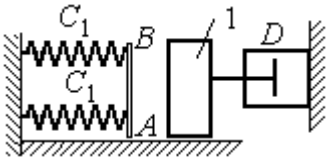
Варианты № 2, 12, 22

Задача 1



В положении статического равновесия двух грузов (1 и 2), установленных на пружине, груз 1 убрали, а грузу 2 сообщили скорость V_0, направленную вверх

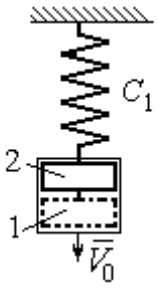
Задача 2



Груз 1 движется по гладкой горизонтальной поверхности с начальной скоростью V_0. Через 1 с груз упирается в площадку AB, укреплённую на недеформированных пружинах, соединённых параллельно, и продолжает движение вместе с ней. Во время движения (до упора в площадку AB и вместе с ней) груз испытывает сопротивление, создаваемое демпфером D

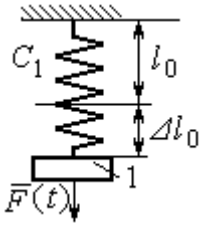
Варианты № 3, 13, 23

Задача 1



В положении статического равновесия груза 2, укреплённого на пружине, к нему присоединили груз 1 и оба груза толкнули вниз со скоростью V_0

Задача 2

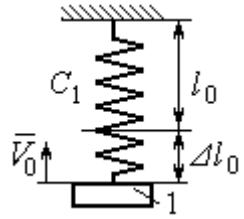


Недеформированную пружину оттянули вниз на расстояние $\Delta\ell_0$, подцепили груз 1 и отпустили без начальной скорости. Одновременно на груз стала действовать возмущающая сила $\vec{F}(t)$

Рис. 4.6. Задание Д2. Исследование колебаний точки.
Варианты задания 1 – 3, 11 – 13, 21 – 23

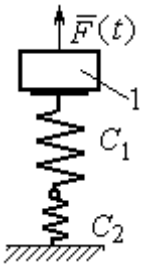
Варианты № 4, 14, 24

Задача 1



К недеформированной пружине подцепили груз 1, оттянули его вниз на расстояние $\Delta\ell_0$ и сообщили скорость V_0, направленную вверх

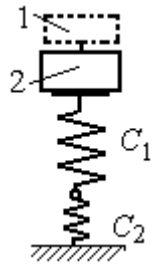
Задача 2



Грузу 1, укреплённому на двух последовательно соединённых пружинах в положении статического равновесия, сообщили начальную скорость V_0, направленную вниз. Одновременно на груз стала действовать возмущающая сила $\vec{F}(t)$

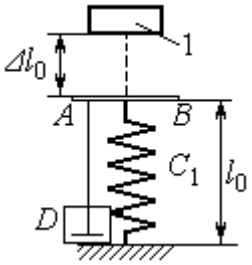
Варианты № 5, 15, 25

Задача 1



В положении статического равновесия грузов 1 и 2, укреплённых на двух вертикальных последовательно соединённых пружинах, убрали груз 1, а груз 2 отпустили без начальной скорости

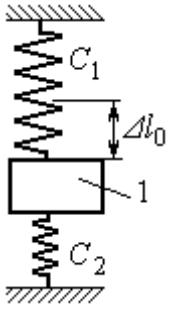
Задача 2



Груз 1 падает с высоты $\Delta\ell_0$ на площадку AB, установленную на недеформированной пружине, и продолжает движение вместе с ней. Демпфер D создаёт сопротивление движению груза на пружине

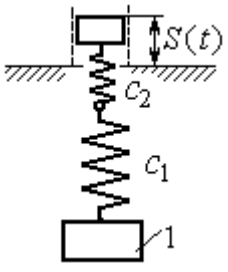
Варианты № 6, 16, 26

Задача 1



Груз 1 поместили между двумя недеформированными пружинами, затем оттянули вниз на расстояние $\Delta\ell_0$ и отпустили без начальной скорости

Задача 2

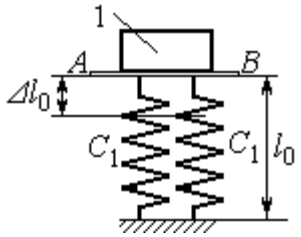


К недеформированным пружинам, соединённым последовательно, подцепили груз 1 и толкнули его вниз со скоростью V_0. Одновременно верхний конец пружины начинает двигаться по закону $S = S(t)$

Рис. 4.7. Задание Д2. Исследование колебаний точки.
Варианты задания 4 – 6, 14 – 16, 24 – 26

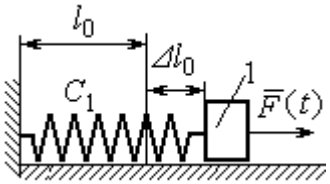
Варианты № 7, 17, 27

Задача 1



К недеформированным пружинам приложили груз 1, переместили его вниз на величину $\Delta\ell_0$ и сообщили скорость V_0, направленную вниз

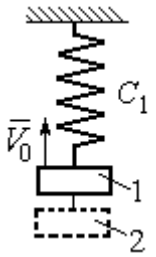
Задача 2



К нерастянутой пружине, расположенной на горизонтальной гладкой поверхности, подцепили груз 1, оттянули его на расстояние $\Delta\ell_0$ и отпустили. Одновременно на груз стала действовать горизонтальная возмущающая сила $\vec{F}(t)$

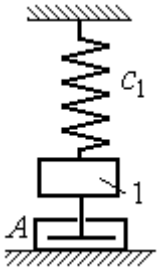
Варианты № 8, 18, 28

Задача 1



Грузы 1 и 2 находятся на пружине в положении статического равновесия. Груз 2 удаляют, а грузу 1 сообщают скорость V_0, направленную вверх

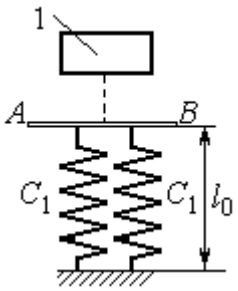
Задача 2



В положении статического равновесия груза 1 ему сообщили скорость V_0, направленную вниз. Демпфер A создаёт сопротивление движению груза

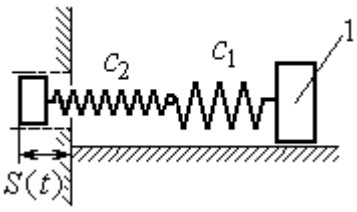
Варианты № 9, 19, 29

Задача 1



Груз 1 без начальной скорости падает вниз. Пройдя путь 1 м, груз достигает невесомой пластины AB, укреплённой на недеформированных, параллельно соединённых пружинах, и дальше движется вместе с ней

Задача 2



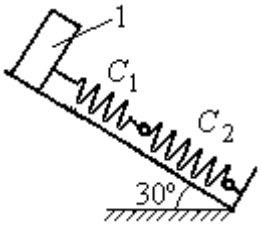
К двум горизонтальным пружинам, соединённым последовательно, в положении их нерастянутого состояния прицепили груз 1 и сообщили ему горизонтальную скорость V_0, направленную в сторону сжатия пружин. Одновременно левый конец пружинной системы начинает двигаться по закону $S = S(t)$

Рис. 4.8. Задание Д2. Исследование колебаний точки.
Варианты задания 7 – 9, 17 – 19, 27 – 29

Окончание вариантов задания Д2

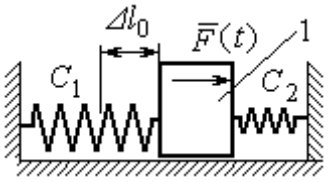
Варианты № 10, 20, 30

Задача 1



В положении статического равновесия груза 1, укреплённого на двух последовательно соединённых пружинах, сообщили скорость V_0, направленную вниз по наклонной плоскости

Задача 2



Между двумя горизонтальными недеформированными пружинами на гладкую поверхность поместили груз 1, оттянули его влево на расстояние $\Delta\ell_0$ и отпустили без начальной скорости. Одновременно на груз стала действовать возмущающая сила $\vec{F}(t)$

Рис. 4.9. Задание Д2. Исследование колебаний точки.
Варианты задания 10, 20, 30

Таблица 4.2

Исходные данные задания Д2. Исследование колебаний точки

Номер варианта задания	Номер задачи	m_1, кг	m_2, кг	V_0, м/с	c_1, Н/м	c_2, Н/м	$\Delta\ell_0$, м	μ, Н·с/м	$F(t)$, Н	$S(t)$, м
1	1	2,5	–	2,0	200	–	–	–	–	–
	2	2,0	–	–	210	–	0,1	–	–	0,02sin12t
2	1	1,5	2,0	4	250	–	–	–	–	–
	2	2,0	–	4	220	–	–	1,0	–	–
3	1	2,0	1,5	3	250	–	–	–	–	–
	2	1,2	–	–	200	–	0,14	–	12sin5t	–
4	1	2,0	–	3	180	–	0,1	–	–	–
	2	1,5	–	2	150	120	–	–	8sin12t	–
5	1	1,0	2,0	–	120	100	–	–	–	–
	2	1,0	–	–	50	–	0,5	18	–	–
6	1	1,2	–	–	120	180	0,12	–	–	–
	2	1,4	–	2,4	120	180	–	–	–	0,03sin14t
7	1	1,6	–	3,2	140	–	0,15	–	–	–
	2	1,5	–	–	120	–	0,12	–	12sin6t	–
8	1	1,0	2,0	3,0	150	–	–	–	–	–
	2	2,0	–	3,5	120	–	–	15	–	–

Продолжение табл. 4.2

Номер варианта задания	Номер задачи	m_1, кг	m_2, кг	V_0, м/с	c_1, Н/м	c_2, Н/м	$\Delta\ell_0$, м	μ, Н·с/м	$F(t)$, Н	$S(t)$, м
9	1	1,5	–	–	100	–	–	–	–	–
	2	1,4	–	2,0	100	110	–	–	–	0,015sin8t
10	1	2,5	–	2,5	110	100	–	–	–	–
	2	2,0	–	–	110	52	0,08	–	5sin9t	–
11	1	2,0	–	4,0	300	–	–	–	–	–
	2	1,0	–	–	200	–	0,12	–	–	0,01sin4t
12	1	1,8	2,4	4	220	–	–	–	–	–
	2	1,0	–	5	240	–	–	0,6	–	–
13	1	1,5	1,5	2	200	–	–	–	–	–
	2	1,8	–	–	180	–	0,08	–	10sin10t	–
14	1	2,0	–	2	200	–	0,12	–	–	–
	2	2,0	–	2	150	120	–	–	10sin8t	–
15	1	1,5	2,0	–	120	250	–	–	–	–
	2	1,5	–	–	120	–	0,4	4	–	–
16	1	2,0	–	–	150	75	0,1	–	–	–
	2	2,0	–	2,5	150	75	–	–	–	0,01sin5t
17	1	1,5	–	2,1	160	–	0,11	–	–	–
	2	1,8	–	–	150	–	0,1	–	8sin12t	–
18	1	2,0	1,0	2,5	80	–	–	–	–	–
	2	1,5	–	2,5	50	–	–	21	–	–
19	1	1,6	–	–	120	–	–	–	–	–
	2	1,2	–	2,0	85	120	–	–	–	0,015sin7t
20	1	2,0	–	2,0	90	100	–	–	–	–
	2	2,5	–	–	100	90	0,12	–	6sin10t	–
21	1	2,0	–	1,6	220	–	–	–	–	–
	2	2,5	–	–	250	–	0,14	–	–	0,01sin10t
22	1	2,2	1,5	3	180	–	–	–	–	–
	2	1,5	–	4	280	–	–	0,8	–	–
23	1	2,2	1,2	2	220	–	–	–	–	–
	2	1,6	–	–	200	–	0,12	–	5sin7t	–

Окончание табл. 4.2

Номер варианта задания	Номер задачи	m_1, кг	m_2, кг	V_0, м/с	c_1, Н/м	c_2, Н/м	$\Delta\ell_0$, м	μ, Н·с/м	$F(t)$, Н	$S(t)$, м
24	1	1,6	–	2,4	160	–	0,13	–	–	–
	2	1,0	–	3	150	300	–	–	6sin10t	–
25	1	0,8	1,2	–	120	80	–	–	–	–
	2	0,8	–	–	180	–	0,4	12	–	–
26	1	1,4	–	–	100	120	0,15	–	–	–
	2	1,8	–	2,2	150	120	–	–	–	0,015sin8t
27	1	2	–	4,0	150	–	0,12	–	–	–
	2	2	–	–	162	–	0,13	–	5sin9t	–
28	1	1,5	2,0	2,0	140	–	–	–	–	–
	2	1,5	–	3,1	180	–	–	12	–	–
29	1	1,0	–	–	140	–	–	–	–	–
	2	2,0	–	2,4	75	150	–	–	–	0,08sin5t
30	1	1,6	–	3	75	150	–	–	–	–
	2	1,5	–	3	80	70	0,15	–	8sin10t	–

Пример выполнения задания Д2. Исследование колебаний точки

Задача 1. Груз 1 весом P = 20 Н, лежащий на гладкой наклонной плоскости, прикреплён к недеформированной пружине, расположенной параллельно плоскости (рис. 4.10). Угол наклона плоскости к горизонту 30º, коэффициент жесткости пружины c = 400 Н/м. В начальный момент груз переместили вверх по наклонной плоскости (сжали пружину) на расстояние $\Delta\ell_0$ = 0,1 м относительно нерастянутой пружины и отпустили без начальной скорости.

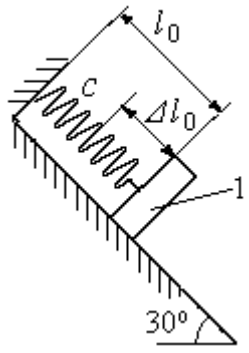


Рис. 4.10. Схема крепления груза и условия начала колебаний

Определить уравнение колебаний груза 1, а также частоту и амплитуду колебаний.

Решение

Расчетная схема колебаний груза 1 показана на рис. 4.11. Направим ось *Ox*, вдоль которой происходят колебания груза, вниз вдоль наклонной плоскости. Начало отсчёта координаты *x* выберем в положении статического равновесия груза (см. рис. 4.11) В произвольном положении груза, обозначенном координатой *x*, к нему приложены три силы: сила тяжести $\vec{P}$, реакция опоры наклонной плоскости $\vec{N}$ и сила упругости пружины $\vec{F}_{\text{упр}}$. Проекция силы упругости пружины на ось *Ox*: $F_{\text{упр}\,x} = -c\Delta\ell$, где $\Delta\ell$ – удлинение пружины относительно её нерастянутого положения, включающее её растяжение *x* относительно выбранного начала координат и растяжение $\lambda_{\text{ст}}$ при статическом равновесии груза на наклонной плоскости.

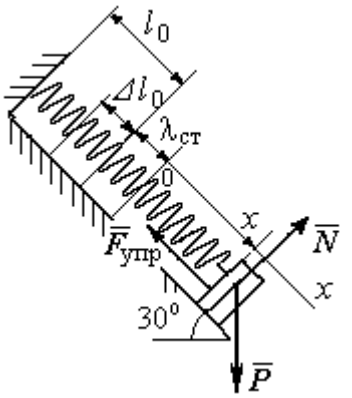


Рис. 4.11. Расчётная схема колебаний груза

С учетом выражения силы упругости получим дифференциальное уравнение движения груза в проекции на ось *Ox*:

$$m\ddot{x} = P\sin 30^\circ - c(x + \lambda_{\text{ст}}).$$

В положении статического равновесия сила упругости уравновешивается силой, равной проекции силы тяжести на ось *x*: $P\sin 30^\circ - c\lambda_{\text{ст}} = 0$. Подставляя это выражение условия статического равновесия груза в уравнение движения, получим дифференциальное уравнение колебаний груза:

$$m\ddot{x} = -cx, \text{ или } \ddot{x} + \omega^2 x = 0,$$

где ω – угловая частота колебаний; $\omega = \sqrt{\dfrac{c}{m}} = 14{,}01$ рад/с.

Общее решение уравнения колебаний $x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t$.

Для определения произвольных постоянных C_1 и C_2 вычислим координату x_0 начального положения груза на оси *Ox*.

Растяжение пружины в положении статического равновесия $\lambda_{ст} = \dfrac{P\sin 30^\circ}{c} = 0{,}025$ м. Координата начального положения груза определяется величиной сжатия пружины и, поскольку начало отсчёта координаты x выбрано в положении статического равновесия груза, равна (со знаком!): $x_0 = -(\Delta\ell_0 + \lambda_{ст}) = -0{,}125$ м (см. рис. 4.11).

Подставляя значение координаты начального положения груза в общее решение уравнения колебаний при $t = 0$, получим $C_1 = -0{,}125$ м. Для определения второй константы вычислим скорость груза в произвольный момент времени: $\dot{x} = -C_1\omega\sin\omega t + C_2\omega\cos\omega t$. Подставим сюда начальное значение скорости груза при $t = 0$ $\dot{x} = V_0 = 0$, получим $C_2 = 0$. Окончательно уравнение движения груза 1 относительно положения статического растяжения пружины:

$$x(t) = -0{,}125\cos 14{,}01t \text{ м}.$$

Амплитуда колебаний груза $A = 0{,}125$ м.

Задача 2. Груз 1 весом $P = 20$ Н подвешен на недеформированной вертикальной пружине (рис. 4.12). Жесткость пружины $c = 800$ Н/м. В начальный момент груз был оттянут вниз в положение, при котором пружина растянулась на расстояние $\Delta\ell_0 = 0{,}1$ м, и в этом положении ему сообщена начальная скорость $V_0 = 2$ м/с, направленная вверх.

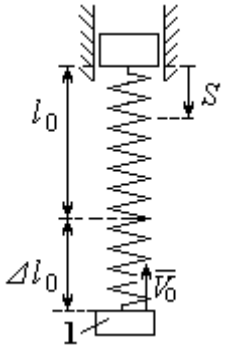


Рис. 4.12. Схема крепления груза и условия начала колебаний

Одновременно с началом движения груза верхний конец пружины стал совершать гармонические колебания по закону $S = a\sin 10t$, где $a = 0{,}02$ м.

Определить уравнение колебаний груза 1, а также частоту и амплитуду собственных колебаний.

Решение

Расчетная схема колебаний груза 1 показана на рис. 4.13. Направим ось *Ox*, вдоль которой происходят колебания груза, вертикально вниз. Начало отсчёта координаты *x* выберем в положении статического равновесия груза (см. рис. 4.13, *c*, *d*). В произвольном положении груза, обозначенном координатой *x*, к нему приложены две силы: сила тяжести $\vec{P}$ и сила упругости пружины $\vec{F}_{\text{упр}}$.

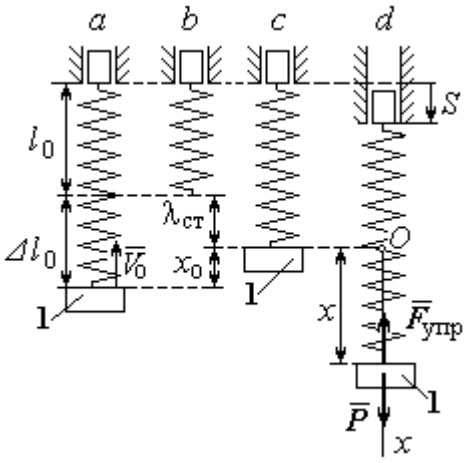


Рис. 4.13. Расчётная схема вынужденных колебаний груза: *a* – положение груза на начало колебаний; *b* – недеформированная пружина; *c* – статическое растяжение пружины под действием веса груза; *d* – положение груза в произвольный момент времени и перемещение точки подвеса пружины

Проекция силы упругости пружины на ось *Ox*

$$F_{\text{упр}\,x} = -c\Delta\ell = -c(x + \lambda_{\text{ст}} - S),$$

где $\Delta\ell$ – удлинение пружины, включающее её растяжение *x* относительно начала координат, растяжение $\lambda_{\text{ст}}$ при статическом равновесии груза и уменьшение растяжения при смещении верхнего конца, $\Delta\ell = (x + \lambda_{\text{ст}} - S)$.

С учетом выражения силы упругости получим дифференциальное уравнение движения груза в проекции на ось *Ox*:

$$m\ddot{x} = P - c(x + \lambda_{\text{ст}} - S).$$

В положении статического равновесия выполняется условие равенства сил: $P - c\lambda_{\text{ст}} = 0$.

После подстановки его в уравнение движения груза получаем дифференциальное уравнение вынужденных колебаний:

$$m\ddot{x} = -cx + cS, \text{ или } \ddot{x} + \omega^2 x = h\sin pt,$$

где ω – угловая частота собственных колебаний, $\omega = \sqrt{\frac{c}{m}}$, ω = 19,81 рад/с; h – относительная амплитуда вынужденных колебаний, $h = \frac{ca}{m}$ = 7,85 м/с^2; p – угловая частота вынужденных колебаний, p = 10 рад/с.

При отсутствии резонанса (здесь $\omega \neq p$) общее решение уравнения вынужденных колебаний имеет вид $x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t + \frac{h}{\omega^2 - p^2}\sin pt$.

Для определения произвольных постоянных C_1 и C_2 вычислим координату x_0 начального положения груза на оси Ox. Координата начального положения груза (см. рис. 4.13, *b*) $x_0 = \Delta\ell_0 - \lambda_{ст}$. Растяжение пружины в положении статического равновесия $\lambda_{ст} = \frac{P}{c}$ = 0,02 м, тогда x_0 = 0,08 м. Подставляя значение координаты начального положения груза в общее решение уравнения вынужденных колебаний при t = 0, получим: $C_1 = x_0$ = 0,08 м.

Для определения второй константы вычислим скорость груза в произвольный момент времени: $\dot{x} = -C_1\omega\sin\omega t + C_2\omega\cos\omega t + \frac{hp}{\omega^2 - p^2}\cos pt$. Проекция скорости груза в начальный момент на ось Ox $V_{0x} = -V_0$. Подставив начальное значение скорости груза при t = 0 $\dot{x} = V_{0x} = -V_0$, получим: $C_2 = -\frac{V_0}{\omega} - \frac{hp}{\omega(\omega^2 - p^2)}$ = – 0,11 м. Окончательно уравнение движения груза 1 относительно положения статического равновесия, м.

$$x(t) = 0{,}08\cos 19{,}82t - 0{,}11\sin 19{,}82t - 0{,}03\sin 10t.$$

Амплитуда вынужденных колебаний $A_{вын} = \frac{h}{\omega^2 - p^2}$ = 0,03 м. Амплитуда собственных колебаний груза $A_{соб} = \sqrt{C_1^2 + C_2^2}$ = 0,14 м.

4.5. Теорема об изменении кинетической энергии точки

Работой $A(\vec{F})$ силы $\vec{F}$, постоянной по модулю и направлению, на конечном прямолинейном перемещении S_1 точки приложения силы называется величина $A(\vec{F}) = FS_1\cos\alpha$. Если угол α острый, работа силы положительна. Если угол α тупой, – отрицательна. При $\alpha = 90°$ сила перпендикулярна перемещению точки и работа силы равна нулю.

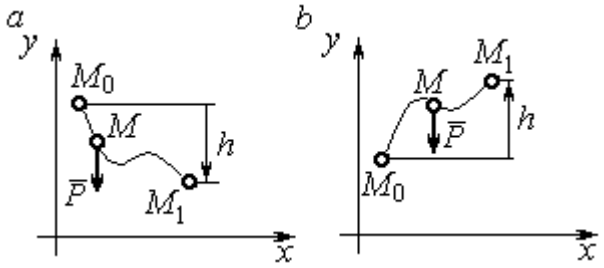


Рис. 4.14. Схема для вычисления работы силы тяжести:
a – перемещение точки сверху вниз;
b – перемещение точки снизу вверх

Работа силы тяжести материальной точки (вертикальной силы) при перемещении точки из положения M_0 в положение M_1 равна произведению модуля силы тяжести на вертикальное перемещение точки $A_{(M_0M_1)} = \pm Ph$, где P – величина силы тяжести точки; h – величина вертикального перемещения точки (рис. 4.14). Работа силы тяжести положительная, если начальная точка движения выше конечной, и отрицательная, – если ниже.

Работа силы упругости пружины на прямолинейном перемещении вдоль линии действия силы из положения недеформированной пружины на расстояние h определяется формулой $A(F_{\text{упр}}) = -\dfrac{ch^2}{2}$, где c – коэффициент жесткости (или просто жёсткость) пружины.

Кинетической энергией материальной точки называется скалярная величина $T = \dfrac{1}{2}mV^2$, где m – масса точки; V – её скорость. **Теорема об изменении кинетической энергии точки** заключается в том, что изменение кинетической энергии точки за конечный промежуток времени равно алгебраической сумме работ всех действующих на неё сил: $\dfrac{mV_1^2}{2} - \dfrac{mV_0^2}{2} = \sum A_{(M_0M_1)}$, где V_0,

V_1 – скорость точки в начальном положении M_0 и в положении M_1; $\sum A_{(M_0M_1)}$ – сумма работ всех сил, действующих на точку, при её перемещении из положения M_0 в положение M_1.

При несвободном движении точки сумма работ сил включает работу реакций связи. Если движение происходит без трения по неподвижной гладкой поверхности, то реакция связи направлена по нормали к поверхности и её работа при любом перемещении точки равна нулю.

Для определения реакций связи при несвободном движении точки используются уравнения движения точки в проекциях на оси естественной системы координат – касательную и нормальную: $m\frac{dV}{dt} = \sum F_\tau$, $m\frac{V^2}{\rho} = \sum F_n$, где $\sum F_\tau$, $\sum F_n$ – суммы проекций сил на касательную и нормальную оси естественной системы координат; ρ – радиус кривизны траектории точки.

4.6. Задание Д3. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии

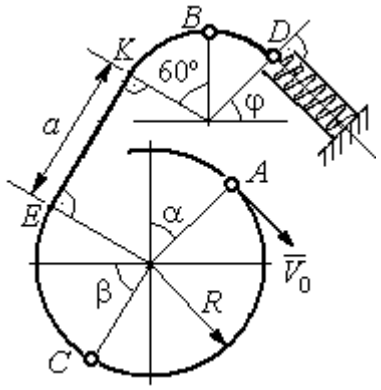
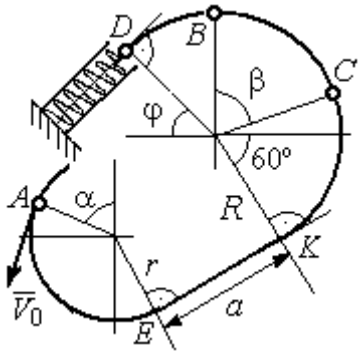
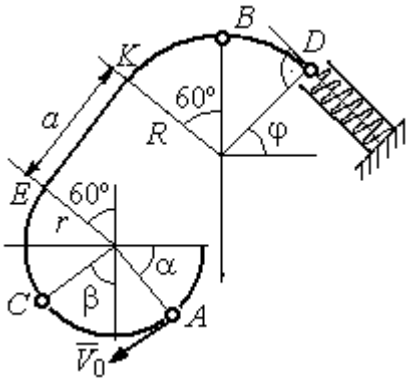
Тонкий стержень с надетым на него шариком массой *m* расположен в вертикальной плоскости и состоит из дуг окружностей радиусами *r* и *R* = 2*r*, соединённых прямолинейным отрезком *EK*, сопряжённым с дугами окружностей в точках *E* и *K*. В этих точках шарик переходит с одного участка стержня на другой, не изменяя величины и направления скорости. Длина отрезка *EK* = *a*.

В точке *A*, положение которой на дуге окружности определяется углом α, шарику сообщают начальную скорость V_0. По дугам окружностей шарик скользит без трения, а при движении по прямолинейному отрезку *EK* на него действует постоянная сила трения с коэффициентом трения *f*. На участках с вертикальным отрезком *EK* считать, что шарик прижимается к стержню силой, равной половине веса шарика.

Достигнув на дуге окружности точки *D*, шарик упирается в недеформированную пружину жёсткостью *c* и, продолжая движение по сопряженной прямой, сжимает её. Положение точки *D* определяется углом φ.

Определить величину максимального сжатия пружины, если шарик проходит наивысшее положении траектории – точку *B* со скоростью $V_B = kV_0$. При найденном значении начальной скорости рассчитать давление шарика на стержень в точке *C*, положение которой на дуге определяется углом β.

Варианты заданий приведены на рис. 4.15, 4.16. Исходные данные задания в табл. 4.3.

Варианты № 1, 11, 21	**Варианты № 2, 12, 22**	**Варианты № 3, 13, 23**
		

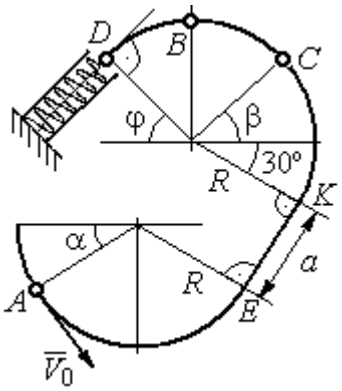
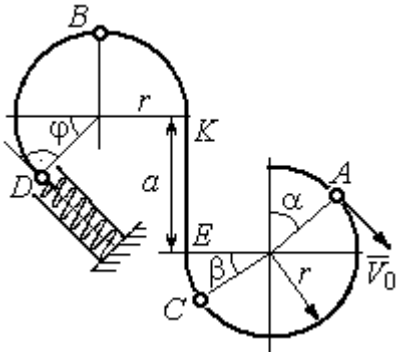
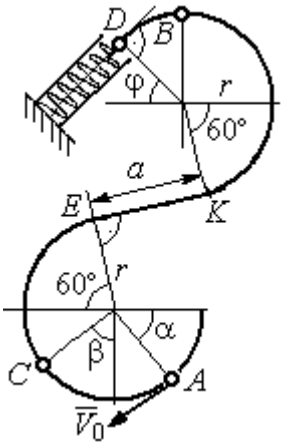
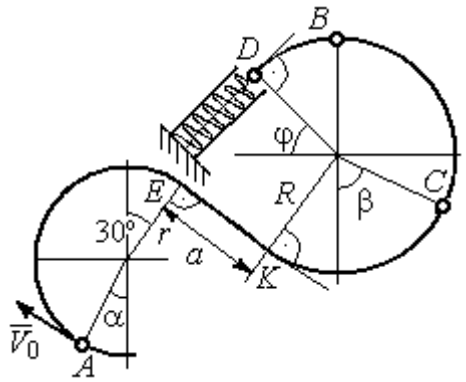
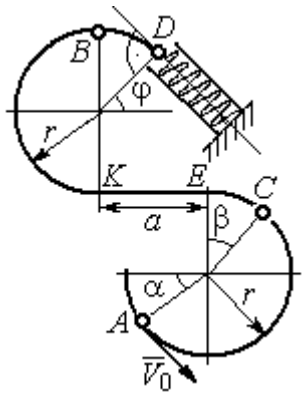
Варианты № 4, 14, 24	**Варианты № 5, 15, 25**	**Варианты № 6, 16, 26**
		

Рис. 4.15. Задание Д3. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии.
Номера вариантов задания 1 – 6, 11 – 16, 21 – 26

Окончание вариантов задания Д3

Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
	

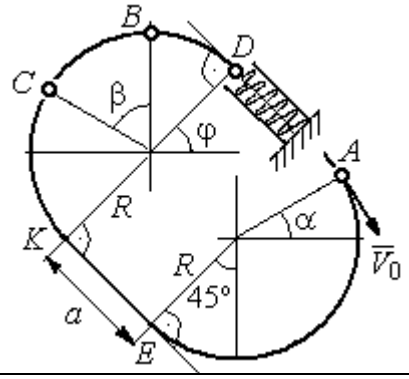
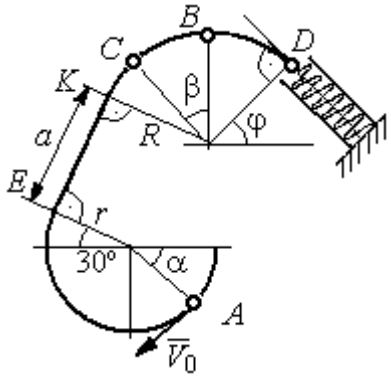
Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
	

Рис. 4.16. Задание Д3. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии.
Номера вариантов задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 4.3

Исходные данные задания Д3. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии

Номер варианта задания	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
m, кг	0,8	0,5	0,6	0,4	1,0	0,6	0,9	0,5	0,3	0,4	0,8	0,6	0,5	0,3	1,0
α, град	30	45	0	30	30	0	0	45	30	0	60	30	30	45	60
β , град	60	30	60	0	60	30	60	60	30	45	30	60	60	30	30
φ, град	0	60	30	0	0	30	45	0	30	45	30	30	0	30	45
r, м	0,4	0,4	0,5	0,3	0,6	0,5	0,3	0,6	0,4	0,5	0,3	0,5	0,4	0,5	0,8
a, м	0,5	0,6	0,9	1,4	0,8	1,2	0,5	0,5	1,4	0,5	0,8	0,5	0,8	0,6	0,6
f	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,5	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,3
k	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4
c, Н/м	100	80	90	80	120	100	90	80	60	80	90	60	80	60	110

Окончание табл. 4.3

Номер варианта задания	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
m, кг	0,6	0,5	0,6	0,4	0,8	0,5	0,4	1,0	0,6	0,5	0,4	0,8	0,4	0,6	0,8
α, град	60	30	0	45	60	90	90	60	60	90	30	60	60	45	90
β , град	60	30	45	90	60	45	90	60	60	30	30	60	60	0	60
φ, град	45	60	60	60	30	90	0	90	45	60	60	90	30	60	0
r, м	0,6	0,4	0,8	0,5	0,6	0,6	0,6	0,4	0,6	0,8	0,4	0,4	0,8	0,6	0,4
a, м	0,4	1,2	0,9	1,2	1,2	0,9	0,6	1,5	1,4	0,8	1,2	0,9	0,6	0,8	0,5
f	0,3	0,4	0,4	0,5	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4
k	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3
c, Н/м	80	60	90	60	100	90	80	110	80	60	60	80	60	80	100

Пример выполнения задания Д3. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии

Тонкий стержень, расположенный в вертикальной плоскости, состоит из двух дуг окружностей, сопряженных в точках *E* и *K* с прямолинейным отрезком *EK* длиной *a* = 0,6 м (рис. 4.17). Радиусы окружностей *R* = 1 м и *r* = 0,5 м. Диаметры дуг окружностей, проведённые в точках *E* и *K*, составляют с горизонтом угол 30°. На стержень надет шарик массой *m* = 0,5 кг. В точке *A*, положение которой на дуге радиуса *R* определяется углом α = 60° (см. рис. 4.17), шарику сообщают начальную скорость V_0, после чего он начинает движение. По дугам окружностей шарик скользит без трения. При движении по прямой *EK* на него действует постоянная сила трения с коэффициентом трения *f* = 0,2. Достигнув точки *D* на верхней дуге, шарик упирается в пружину жесткостью *c* = 100 Н/м и, двигаясь по сопряжённой прямой без трения, сжимает её. Найти величину максимального сжатия пружины, если наивысшее положение на траектории (точку *B*) шарик проходит со скоростью $V_B = kV_0$ при *k* = 0,3. При

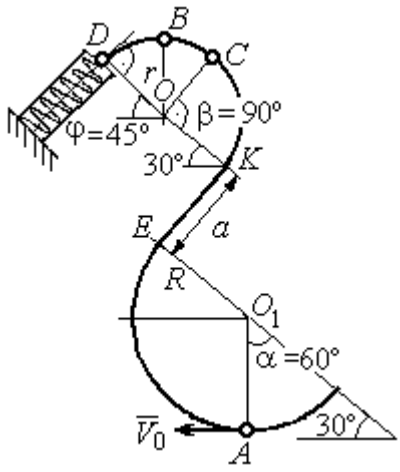


Рис. 4.17. Схема движения шарика

найденном значении начальной скорости рассчитать давление шарика на стержень в точке *C*, положение которой на дуге определяется углом $\beta = 90°$.

Решение

Рассмотрим движение шарика по стержню из начального положения *A* в наивысшее положение – точку *B*.

При движении шарика по дугам окружностей работу совершает только сила тяжести. Реакция гладкой поверхности стержня в любой момент времени перпендикулярна поверхности стержня, и потому её работа при перемещении шарика равна нулю.

На участке движении шарика по прямой *EK* на него действуют сила тяжести $\vec{P}$, нормальная реакция опоры $\vec{N}_{EK}$ и сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$ (рис. 4.18, *b*). Работу совершают сила тяжести и сила трения. Работа реакции опоры стержня равна нулю.

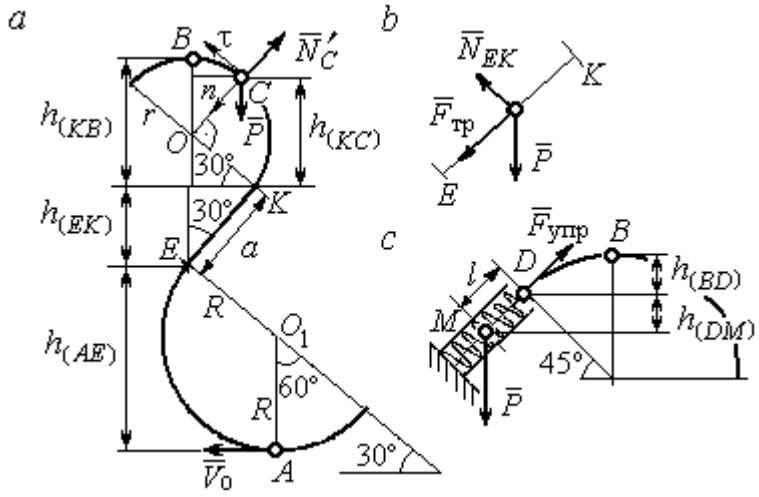


Рис. 4.18. Силы, действующие на шарик во время движения и перепады высот

Обозначим $h_{(AB)}$ – перепад высот точек *A* и *B* на траектории; V_A – начальная скорость шарика в точке *A*, $V_A = V_0$; V_B – его скорость в точке *B*, $V_B = 0{,}3V_0$.

Для вычисления перепада высот точек *A* и *B* имеем выражение (рис. 4.18, *a*):

$$h_{(AB)} = h_{(AE)} + h_{(EK)} + h_{(KB)} = R(1+\sin 30^\circ) + a\cos 30^\circ + r(1+\sin 30^\circ).$$

Будем считать шарик материальной точкой. Применяя теорему об изменении кинетической энергии точки при движении шарика из положения *A* в положение *B*, получим: $\frac{mV_B^2}{2} - \frac{mV_A^2}{2} = A(\vec{P}) + A(\vec{F}_{\text{тр}})$, где $A(\vec{P}) = -Ph_{(AB)}$,

$A(\vec{F}_{\text{тр}}) = -F_{\text{тр}}a$ – работы, соответственно, силы тяжести на участке движения *AB* и силы трения на отрезке *EK*. Сила трения равна $F_{\text{тр}} = f \cdot N_{EK} = f \cdot mg\cos 60^\circ$ (рис. 4.18, *a*, *b*).

В результате, теорема об изменении кинетической энергии точки при движении шарика из начального положения *A* в конечное положение *B* принимает вид: $\frac{m(0{,}3V_0)^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = -\,mg\left[(R+r)(1+\sin 30^\circ) + a(\cos 30^\circ + f \cdot \cos 60^\circ)\right]$.

После подстановки данных задачи, получим: $0{,}91V_0^2 = 55{,}517$, откуда находим необходимое значение начальной скорости шарика: $V_0 = 7{,}81$ м/с.

Найдём давление шарика на стержень в точке *C*.

Проведём в точке *C* оси естественной системы координат – касательную $C\tau$ и нормаль Cn (рис. 4.18, *a*). Уравнение движения шарика в точке *C* в проекции на нормальную ось имеет вид: $m\frac{V_C^2}{r} = P\cos 30^\circ - N'_C$, где V_C – скорость шарика в точке *C*, N'_C – реакция стержня, приложенная к шарику. Направление реакции на рис. 4.18, *a* соответствует предположению, что шарик давит на стержень в направлении центра дуги окружности.

Для определения скорости шарика в точке *C* воспользуемся тем, что скорость шарика в точке *B* уже известна, и применим теорему об изменении кинетической энергии при движении шарика из начального положения *C* в конечное положение *B*. На этом участке движения работу совершает только сила тяжести шарика. Получим $\frac{mV_B^2}{2} - \frac{mV_C^2}{2} = -Ph_{(CB)}$, где V_C, V_B – значения скорости шарика в точках *C* и *B*; $h_{(CB)}$ – перепад высот точек *C* и *B*; $h_{(CB)} = r(1-\sin 30^\circ) = 0{,}5r$ (см. рис. 4.18, *a*). В результате теорема об изменении кинетической энергии принимает вид: $mV_C^2 = mV_B^2 + 2mgh_{(CB)}$ или $V_C^2 = V_B^2 + gr$. Отсюда, при условии $V_B = 0{,}3V_0 = 2{,}34$ м/с, найдём $V_C = 3{,}22$ м/с.

Реакция опоры шарика: $N'_C = P\cos 30^\circ - m\dfrac{V_C^2}{r} = -6{,}12$ Н.

Отрицательное значение реакции опоры шарика означает, что вектор реакции $\vec{N}'_C$ в точке C (см. рис. 4.18, *а*) направлен в противоположную сторону. Давление шарика на стержень в точке C равно модулю реакции опоры.

Найдём величину максимального сжатия пружины.

Рассмотрим движение шарика на участке от точки *B* до положения максимально сжатой пружины – точки *M*. Движение на этом участке происходит по дуге окружности *BD* и по прямой *DM*. При этом сила тяжести совершает работу на всём участке движения, а сила упругости – на отрезке сжатия пружины. Обозначим величину максимального сжатия пружины $MD = l$.

По теореме об изменении кинетической энергии точки при движении шарика из положения *B* в *M* получим: $\dfrac{mV_M^2}{2} - \dfrac{mV_B^2}{2} = A(\vec{P}) + A(\vec{F}_{\text{упр}})$, где V_M, V_B – скорость шарика в точках *M* и *B*. Работа силы тяжести $A(\vec{P}) = Ph_{(BM)} =$ $= P\left[h_{(BD)} + h_{(DM)}\right] = mg\left[r\left(1 - \cos 45^\circ\right) + l\cos 45^\circ\right]$. Работа силы упругости на прямолинейном участке *DM* длиной *l*: $A(\vec{F}_{\text{упр}}) = -\dfrac{cl^2}{2}$. Условие максимального сжатия пружины означает, что в точке *M* скорость шарика обращается в нуль: $V_M = 0$, тогда теорема об изменении кинетической энергии точки принимает вид: $-\dfrac{mV_B^2}{2} = mg\left[r\left(1 - \cos 45^\circ\right) + l\cos 45^\circ\right] - \dfrac{cl^2}{2}$. Подставляя данные задачи и с учётом того, что скорость шарика в наивысшей точке *B* найдена из предыдущих рассуждений $V_B = 2{,}34$ м/с, получим квадратное уравнение для определения величины максимального сжатия пружины $50l^2 - 3{,}468l - 2{,}085 = 0$. В качестве ответа принимается положительный корень уравнения $l = 0{,}24$ м.

5. ДИНАМИКА МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

5.1. Описание движений твёрдых тел на основе общих теорем динамики системы

Поступательное движение твердого тела описывается теоремой о движении центра масс механической системы. В проекциях на координатные оси дифференциальные уравнения поступательного движения твердого тела имеют вид: $m\ddot{x}_C = \sum F^e_{kx}$, $m\ddot{y}_C = \sum F^e_{ky}$, $m\ddot{z}_C = \sum F^e_{kz}$, где m – масса тела; x_C, y_C, z_C – координаты центра масс тела; F^e_{kx}, F^e_{ky}, F^e_{kz} – проекции на оси координат внешних сил, действующих на твердое тело.

Вращательное движение твердого тела относительно неподвижной оси z описывается теоремой об изменении кинетического момента.

Дифференциальное уравнения вращательного движения тела имеет вид:

$$J_z \frac{d\omega}{dt} = \sum M_z(\vec{F}^e_k) \quad \text{или} \quad J_z\ddot{\varphi} = \sum M_z(\vec{F}^e_k),$$

где ω – угловая скорость тела; $\omega = \dot{\varphi}$; φ – угол поворота тела; $\sum M_z(\vec{F}^e_k)$ – моменты внешних сил относительно оси z; J_z – момент инерции тела относительно оси z.

Уравнение вращательного движения можно представить в алгебраической форме: $J_z\varepsilon = \sum M_z(\vec{F}^e_k)$, где ε – угловое ускорение тела; $\varepsilon = \dot{\omega}$.

Плоскопараллельное движение твердого тела описывается на основании теорем о движении центра масс и изменении кинетического момента относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения. В проекции на координатные оси уравнения плоскопараллельного движения тела имеют вид:

$$ma_{Cx} = \sum F^e_{kx}, \quad ma_{Cy} = \sum F^e_{ky}, \quad J_{zC}\varepsilon = \sum M_{zC}(\vec{F}^e_k),$$

где a_{Cx}, a_{Cy} – проекции ускорения центра масс тела на координатные оси; F^e_{kx},

F_{ky}^{e} – проекции на оси координат внешних сил, действующих на тело; J_{zC} – момент инерции тела относительно оси *z*, проходящей через центр масс, перпендикулярно плоскости движения; ε – угловое ускорение тела; $M_{zC}(\vec{F}_k^{e})$ – моменты внешних сил относительно оси, проходящей через центр масс.

Проводя динамический расчет механической системы, следует рассматривать движение тел системы в отдельности, предварительно освободив их от связей и заменив действие связей реакциями. Далее на основании общих теорем динамики системы следует составить уравнения движения каждого тела.

5.2. Задание Д4. Динамический расчет механической системы

Механизм состоит из трёх тел – груза 1, катка 2 и блока 3, соединенных нерастяжимыми нитями или невесомыми стержнями.

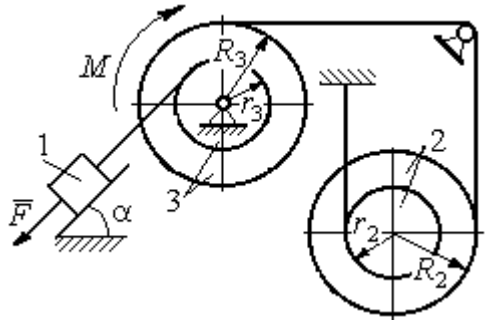
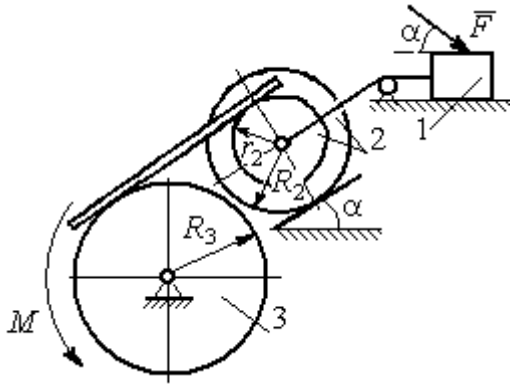
Движение механизма происходит в вертикальной плоскости под действием сил тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$, силы $\vec{F}$ и пары сил с моментом *M*. Направление действия силы $\vec{F}$ определяется углом α. Качение катка 2 происходит без скольжения. Проскальзывание между дисками и соединяющими их невесомыми стержнями или нитями отсутствует.

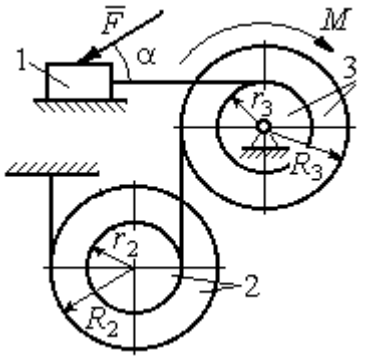
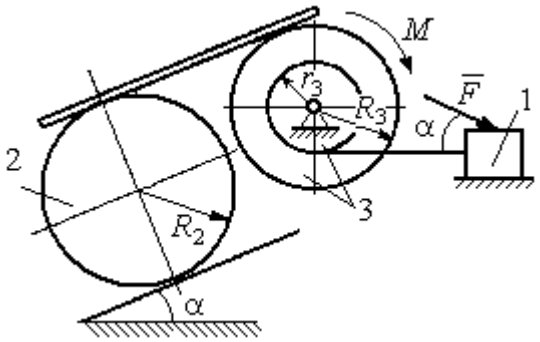
Радиусы ступеней катка 2 и блока 3 на схемах обозначены R_2, r_2 и R_3, r_3.

Сплошные диски считать однородными. Радиусы инерции неоднородных (ступенчатых) дисков относительно осей, проходящих через центры масс перпендикулярно плоскости движения, равны i_{z2}, i_{z3}.

Найти ускорение груза 1 и динамические реакции, действующие на ось блока 3.

Варианты заданий представлены на рис. 5.1, 5.2. Исходные данные приведены в табл. 5.1.

Варианты № 1, 11, 21	Варианты № 2, 12, 22
	

Варианты № 3, 13, 23	Варианты № 4, 14, 24
	

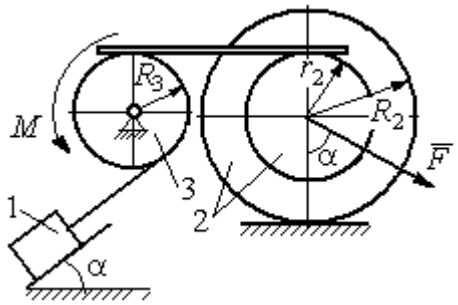
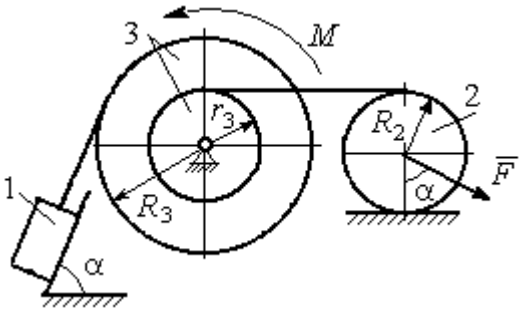
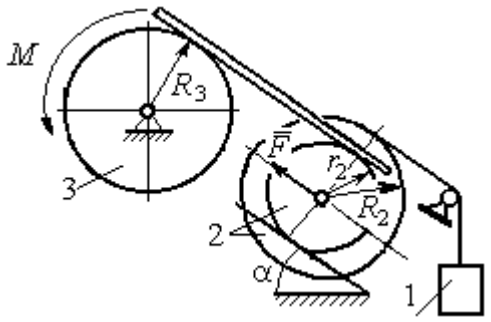
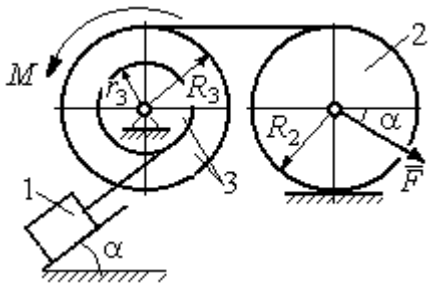
Варианты № 5, 15, 25	Варианты № 6, 16, 26
	

Рис. 5.1. Задание Д4. Динамический расчёт механической системы.
Номера вариантов задания 1 – 6, 11 – 16, 21 – 26

Окончание вариантов задания Д4

Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
	

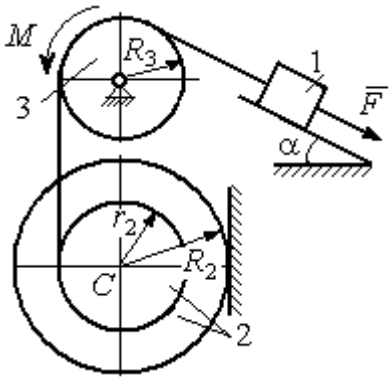
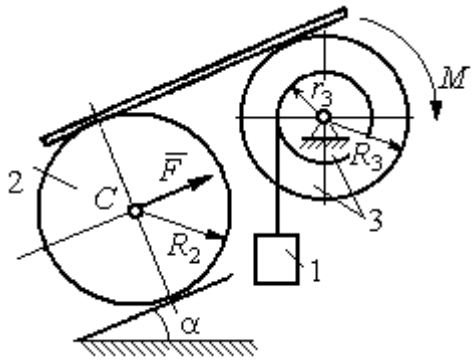
Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
	

Рис. 5.2. Задание Д4. Динамический расчёт механической системы.
Номера вариантов задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 5.1

Исходные данные задания Д4. Динамический расчёт механической системы

Номер варианта задания	P_1, Н	P_2, Н	P_3, Н	F, Н	M, Н·м	α, град	R_2, м	r_2, м	R_3, м	r_3, м	i_{z2}, м	i_{z3}, м
1	P	P	$2P$	P	$2Pr$	60	$3r$	r	$2r$	r	$2r$	$r\sqrt{2}$
2	$3P$	P	$3P$	$3P$	Pr	30	$2r$	r	$2r$	–	$2r$	–
3	$4P$	$3P$	$4P$	$2P$	$2Pr$	60	$2r$	r	$2r$	r	$2r$	$2r$
4	$2P$	$2P$	$4P$	P	$4Pr$	45	$3r$	–	$3r$	r	–	$r\sqrt{2}$
5	P	$3P$	$3P$	$2P$	$3Pr$	30	$3r$	r	r	–	$2r$	–
6	P	$2P$	$4P$	$4P$	$6Pr$	60	$3r$	–	$3r$	r	–	$r\sqrt{2}$
7	P	$2P$	$3P$	$2P$	$3Pr$	45	$3r$	r	r	-	$r\sqrt{3}$	–

Окончание табл. 5.1

Номер варианта задания	P_1, Н	P_2, Н	P_3, Н	F, Н	M, Н·м	α, град	R_2, м	r_2, м	R_3, м	r_3, м	i_{z2}, м	i_{z3}, м
8	$2P$	$3P$	$3P$	P	$3Pr$	30	$2r$	–	$2r$	r	–	$r\sqrt{3}$
9	$3P$	P	$3P$	P	$2Pr$	30	$2r$	r	$2r$	–	$r\sqrt{2}$	–
10	P	P	$3P$	P	$2Pr$	60	$3r$	–	$3r$	r	–	$r\sqrt{3}$
11	P	P	$3P$	$2P$	$3Pr$	30	$3r$	$2r$	$2r$	r	$r\sqrt{2}$	$r\sqrt{2}$
12	$2P$	P	$2P$	$4P$	Pr	60	$3r$	r	$3r$	–	$r\sqrt{3}$	–
13	$3P$	P	$3P$	$3P$	$2Pr$	30	$3r$	$2r$	$2r$	r	$2r$	$r\sqrt{2}$
14	$2P$	P	$3P$	$2P$	$4Pr$	60	$2r$	–	$3r$	$2r$	–	$2r$
15	P	$2P$	$4P$	P	$4Pr$	45	$3r$	$2r$	$2r$	–	$r\sqrt{3}$	–
16	P	$3P$	$4P$	$2P$	$3Pr$	30	$2r$	–	$2r$	r	–	$r\sqrt{2}$
17	P	P	$3P$	$2P$	$6Pr$	60	$3r$	r	$3r$	-	$r\sqrt{3}$	
18	$2P$	$2P$	$3P$	P	$3Pr$	60	$2r$	–	$3r$	r	–	$r\sqrt{2}$
19	$2P$	P	$2P$	$3P$	$4Pr$	30	$3r$	r	$3r$	–	$2r$	–
20	P	P	$3P$	P	$2Pr$	45	$2r$	–	$2r$	r	–	$r\sqrt{3}$
21	$2P$	P	$4P$	$2P$	$4Pr$	60	$2r$	r	$3r$	r	$r\sqrt{2}$	$2r$
22	P	P	$2P$	$5P$	$2Pr$	45	$3r$	$2r$	$2r$	–	$2r$	–
23	$2P$	$2P$	$3P$	$3P$	$2Pr$	60	$3r$	r	$2r$	r	$2r$	$r\sqrt{2}$
24	$4P$	P	$3P$	P	$3Pr$	30	$2r$	–	$3r$	r	–	$r\sqrt{3}$
25	P	$3P$	$2P$	P	$2Pr$	60	$3r$	r	r	–	$r\sqrt{3}$	–
26	P	$3P$	$4P$	$3P$	$3Pr$	45	$2r$	–	$3r$	$2r$	–	$r\sqrt{3}$
27	P	P	$4P$	$2P$	$4Pr$	30	$2r$	r	$2r$	-	$r\sqrt{3}$	
28	$2P$	$3P$	$3P$	P	$6Pr$	30	$2r$	–	$3r$	$2r$	–	$r\sqrt{2}$
29	$2P$	P	$2P$	$2P$	$2Pr$	45	$2r$	r	r	–	$2r$	–
30	P	P	$4P$	P	$4Pr$	60	$3r$	–	$3r$	$2r$	–	$2r$

Пример выполнения задания Д4. Динамический расчёт механической системы

Механизм (рис. 5.3) состоит из груза 1, однородного диска – катка 2 и неоднородного диска – блока 3, соединённых друг с другом нерастяжимыми нитями. Система движется в вертикальной плоскости из состояния покоя.

Движение происходит под действием сил тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$, равных по модулю: $P_1 = 2P$, $P_2 = 2P$, $P_3 = 3P$, силы $\vec{F}$, приложенной в центре масс катка 2, равной по величине: $F = 3P$, и пары сил с моментом $M = Pr$,

приложенных к блоку 3. Механизм является неизменяемой механической системой. Радиус катка 2 $R_2 = 2r$. Качение катка по наклонной плоскости происходит без проскальзывания. Радиусы ступенчатого блока 3: $R_3 = 3r$, $r_3 = r$. Радиус инерции блока 3 $i_3 = r\sqrt{3}$.

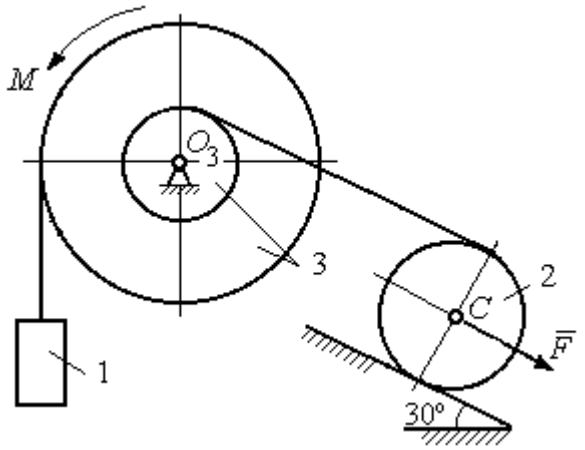


Рис. 5.3. Схема механической системы

Применяя метод динамического расчета механической системы найти ускорение груза 1 и динамические реакции, действующие на ось вращающегося блока 3.

Решение

Освобождаем систему от связей. На рис. 5.4 изображены внешние силы, действующие на каждое тело, после освобождения его от связей.

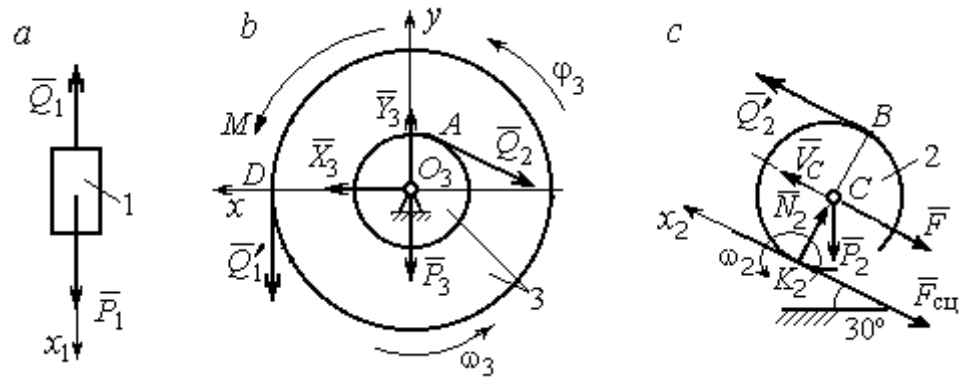


Рис. 5.4. Расчетные схемы для описания движения тел, входящих в систему:
a – поступательное движение груза 1; *b* – вращательное движение блока 3;
c – плоское движение катка 2

Груз 1 совершает поступательное движение. К нему приложены сила тяжести $\vec{P}_1$ и реакция нити $\vec{Q}_1$ (рис. 5.4, *a*). Предположим, груз 1 движется вниз, и направим ось x_1 в сторону движения груза.

Уравнение движения груза в проекции на ось x_1 в соответствии с теоремой о движении центра масс механической системы имеет вид:

$$m_1 a_1 = \sum F_{kx} = P_1 - Q_1 = 2P - Q_1,$$

где m_1, a_1 – соответственно, масса груза 1 и его ускорение, $m_1 = \frac{P_1}{g} = \frac{2P}{g}$.

Блок 3 вращается вокруг неподвижной оси *z*, проходящей через его центр масс O_3, перпендикулярно плоскости диска. Направление вращения блока, соответствующее выбранному движению вниз груза 1, показано на рис. 5.4, *b* дуговой стрелкой ω_3.

На блок действуют сила тяжести $\vec{P}_3$, силы реакции подшипника $\vec{X}_3$, $\vec{Y}_3$, момент *M* и реакции нитей $\vec{Q}_1'$ и $\vec{Q}_2$ (см. рис. 5.4, *b*). При составлении уравнения вращательного движения блока 3 моменты сил считаем положительными, если они поворачивают блок в сторону его вращения.

Уравнение вращения блока 3 имеет вид:

$$J_{zO_3} \varepsilon_3 = \sum M_{zO_3}(F_k) = Q_1' R_3 + M - Q_2 r_3 = Q_1 3r + Pr - Q_2 r,$$

где J_{zO_3} – момент инерции блока 3 относительно оси *z*; ε_3 – угловое ускорение диска 3, $J_{zO_3} = m_3 i_3^2 = \frac{P_3}{g}(r\sqrt{3})^2 = \frac{9Pr^2}{g}$.

Каток 2 совершает плоскопараллельное движение. К нему приложены сила тяжести $\vec{P}_2$, сила $\vec{F}$, реакция нити $\vec{Q}_2'$ и реакция наклонной плоскости, состоящая из нормальной реакции опоры $\vec{N}_2$ и силы сцепления катка с поверхностью $\vec{F}_{\text{сц}}$. Согласно принципу равенства действия и противодействия, модули сил $\vec{Q}_2$ и $\vec{Q}_2'$ равны. На рис. 5.4, *c* показаны направления действия сил, приложенных к диску 2. В соответствии с направлением движения груза 1, центр масс катка 2 движется вверх параллельно наклонной плоскости. Направление движения центра масс катка 2 показано направлением оси x_2. Направление вращения катка 2 показано дуговой стрелкой угловой скорости ω_2 (см. рис 5.4, *c*).

Плоскопараллельное движение катка 2 описывается уравнением движения его центра масс и уравнением вращения вокруг оси, проходящей через

центр масс, перпендикулярно плоскости диска. Составляя уравнение движения, получим:

$$m_2 a_C = Q_2' - F - F_{\text{сц}} - P_2 \cos 60^\circ = Q_2 - 3P - F_{\text{сц}} - P,$$

$$J_C \varepsilon_2 = Q_2' R_2 + F_{\text{сц}} R_2 = Q_2 2r + F_{\text{сц}} 2r,$$

где m_2 – масса катка 2, $m_2 = \frac{P_2}{g} = \frac{2P}{g}$; a_C, ε_2 – ускорение центра масс и угловое ускорение катка 2; J_C – момент инерции однородного катка 2 относительно оси, проходящей через центр масс, перпендикулярно плоскости диска, $J_C = \frac{m_2 R_2^2}{2} = \frac{P R_2^2}{g} = \frac{4 P r^2}{g}$. В уравнении вращательного движения диска момент силы считается положительным, если создаваемый им поворот направлен в сторону вращения диска,

К системе четырех уравнений, описывающих движения тел в системе, необходимо добавить уравнения связей. Если предположить, что скорость центра масс катка 2 равна V_C, то угловая скорость катка определится по формуле: $\omega_2 = \frac{V_C}{CK_2} = \frac{V_C}{R_2}$, где CK_2 – расстояние от центра масс катка 2 до его мгновенного центра скоростей (см. рис. 5.4, *c*). Продифференцировав по времени последнее равенство, получим уравнение связи между ускорением центра масс катка 2 и его угловым ускорением: $\varepsilon_2 = \dot{\omega}_2 = \frac{\dot{V}_C}{R_2} = \frac{a_C}{R_2} = \frac{a_C}{2r}$.

Скорость точки *B* катка 2 (см. рис. 5.4, *c*) $V_B = \omega_2 \cdot BK_2 = \frac{V_C}{R_2} 2R_2 = 2V_C$.

Точка *B* катка 2 и точка *A* блока 3 соединены нитью (см. рис. 5.3), поэтому их скорости равны. Приравняв скорости точек *A* и *B*, получим равенство: $2V_C = V_B = V_A = \omega_3 r_3 = \omega_3 r$, откуда $\omega_3 = \frac{2V_C}{r}$. После дифференцирования последнего выражения найдём соотношение между ускорениями: $\varepsilon_3 = \frac{2a_C}{r}$.

Скорость груза 1 связана со скоростью центра масс диска 2 следующим образом: $V_1 = V_D = \omega_3 R_3 = \dfrac{2V_C}{r} 3r = 6V_C$. Тогда $a_1 = 6a_C$.

В результате получены четыре уравнения, описывающие движение тел в системе:

$$\frac{2P}{g} a_1 = 2P - Q_1, \quad \frac{9Pr^2}{g} \varepsilon_3 = Q_1 3r + Pr - Q_2 r;$$

$$\frac{2P}{g} a_C = Q_2 - 3P - F_{\text{сц}} - P, \quad \frac{4Pr^2}{g} \varepsilon_2 = Q_2 2r + F_{\text{сц}} 2r$$

и три уравнения связей: $\varepsilon_2 = \dfrac{a_C}{2r}$, $\varepsilon_3 = \dfrac{2a_C}{r}$, $a_1 = 6a_C$.

После подстановки уравнений связи в уравнения движения тел получим систему четырёх уравнений с четырьмя неизвестными:

$$\frac{12P}{g} a_C = 2P - Q_1, \quad \frac{18P}{g} a_C = 3Q_1 + P - Q_2,$$

$$\frac{2P}{g} a_C = Q_2 - 4P - F_{\text{сц}}, \quad \frac{P}{g} a_C = Q_2 + F_{\text{сц}},$$

которая может быть решена любым известным из курса математики способом.

Например, исключив из первых двух уравнений величину Q_1, а из третьего и четвёртого уравнений – величину $F_{\text{сц}}$, получим систему двух уравнений с двумя неизвестными:

$$\frac{54P}{g} a_C = 7P - Q_2, \; \frac{3P}{g} a_C = 2Q_2 - 4P,$$

откуда $a_C = \dfrac{10}{111} g$, $Q_2 = \dfrac{79}{37} P$. Величину натяжения нити Q_1 находим из первого уравнения исходной системы: $Q_1 = \dfrac{34}{37} P$.

Для вычисления динамической реакции R_3 оси блока 3 заметим, что центр масс блока 3 неподвижен и его ускорение равно нулю, $\vec{a}_{O_3} = 0$. Тогда уравнения движения центра масс блока 3 в проекциях на оси x, y имеют вид :

$$m_3 a_{O_3 x} = X_3 - Q_2 \cos 30^\circ = 0,\ m_3 a_{O_3 y} = Y_3 - Q_1 - P_3 - Q_2 \cos 60^\circ = 0,$$

где X_3, Y_3, – проекции реакции R_3 оси вращающегося блока 3 на оси x, y (см. рис. 5.4, *b*). Отсюда, с учетом значений $Q_1 = 0{,}919P$ и $Q_2 = 2{,}135P$, проекции динамической реакции оси блока 3: $X_3 = Q_2 \cos 30^\circ = 1{,}85P$, $Y_3 = Q_1 + P_3 + Q_2 \cos 60^\circ = 4{,}98P$. Полная величина динамической реакции оси блока 3: $R_3 = \sqrt{X_3^2 + Y_3^2} = 5{,}31P$.

5.3. Теорема об изменении кинетической энергии системы

Кинетическая энергия тела при поступательном движении: $T = \frac{1}{2} m V_C^2$, где m – масса тела; V_C – скорость центра масс тела. **Кинетическая энергия тела при вращательном движении** вокруг неподвижной оси z: $T = \frac{1}{2} J_z \omega^2$, где J_z – момент инерции тела относительно оси z; ω – угловая скорость тела. Для дисков с равномерно распределённой массой момент инерции относительно оси z, проходящей через центр масс: $J_z = \frac{1}{2} m R^2$, где R – радиус диска. Для тел с неравномерно распределённой массой $J_z = m i_z^2$, где i_z – радиус инерции. **Кинетическая энергия тела при плоскопараллельном движении:** $T = \frac{1}{2} m V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega^2$, где m – масса тела; V_C, ω – скорость центра масс и угловая скорость тела; J_{zC} – момент инерции тела относительно оси z, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения.

Работа постоянной по модулю и направлению силы $\vec{F}$ на конечном прямолинейном перемещении S точки приложения силы: $A(F) = FS\cos\alpha$, где α – угол между вектором силы и перемещением. Если угол α острый, работа

положительна. Если тупой – отрицательна. При $\alpha = 90°$ сила перпендикулярна перемещению точки и работа силы равна нулю.

Работа пары сил с постоянным моментом M при повороте тела на конечный угол φ: $A = \pm M\varphi$, где φ – угол поворота тела. Работа считается положительной, если пара сил стремится повернуть тело в направлении его вращения, и отрицательной – в противном случае.

Мощностью силы $\vec{F}$ называют величину $N(F)$, равную скалярному произведению силы на скорость точки её приложения: $N(F) = \vec{F} \cdot \vec{V} = F \cdot V\cos\alpha$, где V – скорость точки приложения силы; α – угол между вектором силы и вектором скорости точки приложения силы.

При плоском движении тела мощность силы выражается суммой скалярных произведений векторов: $N = \vec{F} \cdot \vec{V}_O + \vec{M}_O(\vec{F}) \cdot \vec{\omega} = F \cdot V_O\cos\alpha \pm F h_O \omega$, где $\vec{V}_O$ – вектор скорости точки, выбранной полюсом; $\vec{\omega}$ – вектор угловой скорости тела; $\vec{M}_O$ – вектор момента силы $\vec{F}$ относительно полюса; h_O – плечо силы $\vec{F}$ относительно полюса *O*.

Теорема об изменении кинетической энергии системы в дифференциальной форме. Производная по времени от кинетической энергии системы равна сумме мощностей внешних и внутренних сил $\frac{dT}{dt} = \sum N(\vec{F}_k^e) + \sum N(\vec{F}_k^i)$, где T – кинетическая энергия системы; $\sum N(\vec{F}_k^e)$, $\sum N(\vec{F}_k^i)$ – сумма мощностей, соответственно, внешних и внутренних сил.

Теорема об изменении кинетической энергии системы на конечном перемещении. Изменение кинетической энергии системы на её конечном перемещении равно сумме работ внешних и внутренних сил, действующих на систему $T - T_0 = \sum A(\vec{F}_k^e) + \sum A(\vec{F}_k^i)$, где T, T_0 – кинетическая энергия системы, соответственно, в текущем и начальном состояниях; $\sum A(\vec{F}_k^e)$, $\sum A(\vec{F}_k^i)$ – сум-

ма работ внешних и внутренних сил при перемещении системы из начального состояния в текущее.

Механические системы, состоящие из абсолютно твердых тел, соединенных гибкими нерастяжимыми нитями, называются **неизменяемыми**. В неизменяемых системах сумма работ внутренних сил и, следовательно, сумма мощностей этих сил равны нулю. Поэтому для таких систем в теореме об изменении кинетической энергии достаточно учитывать только внешние силы.

5.4. Задание Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии

Неизменяемая механическая система состоит из ступенчатого и однородного дисков, соединённых нерастяжимой нитью или невесомым стержнем. Нити и стержни, соединяющие диски, параллельны плоскостям качения дисков. Качение дисков без скольжения. Скольжение между невесомым стержнем и дисками отсутствует.

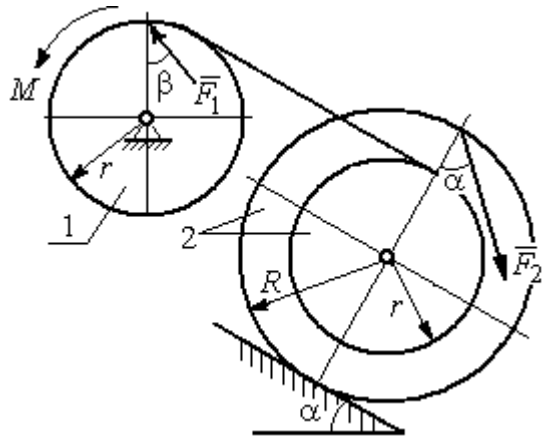
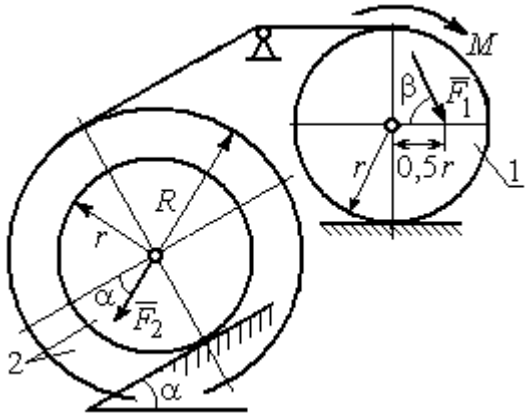
Вес дисков P_1 и P_2. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, сил $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ и пары сил с моментом *M*. Направления действия сил $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ и наклон плоскости (если он есть) определяются углами α или β, показанными на схемах механизмов.

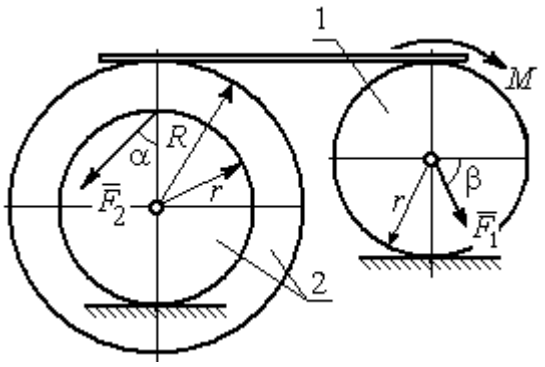
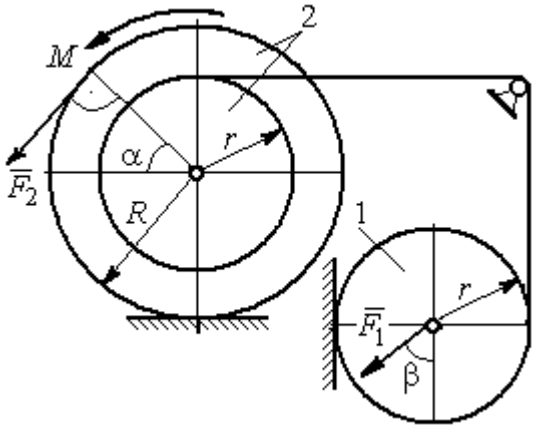
Радиус однородного диска *r*. Радиусы ступеней ступенчатого диска *R* и *r*. Радиус инерции ступенчатого диска относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения, равен i_z.

1. Найти ускорение центра масс диска 2.

2. Найти реакцию опоры диска 2 на плоскость (её нормальную составляющую и силу сцепления диска с плоскостью).

Варианты задания приведены на рис. 5.5, 5.6, исходные данные представлены в табл. 5.2.

Варианты № 1, 11, 21	Варианты № 2, 12, 22
	

Варианты № 3, 13, 23	Варианты № 4, 14, 24
	

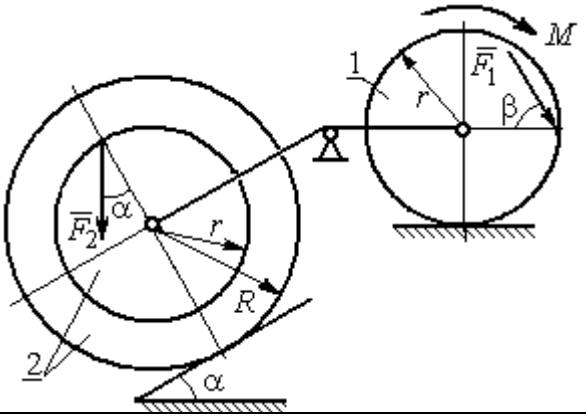
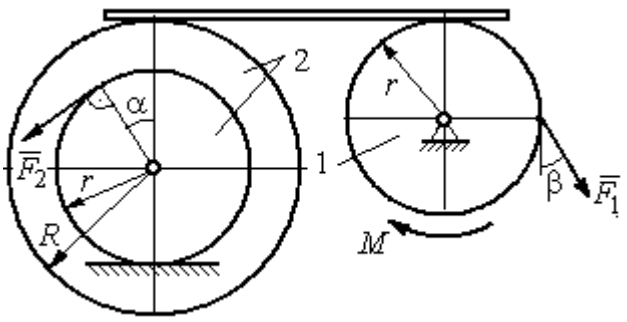
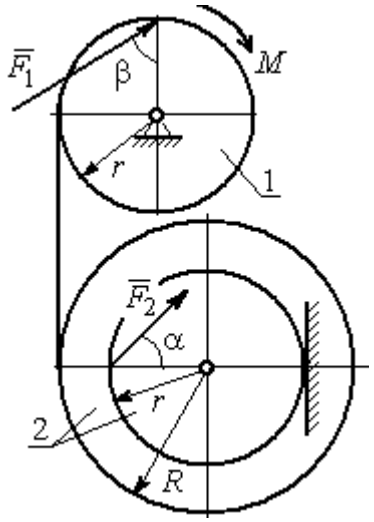
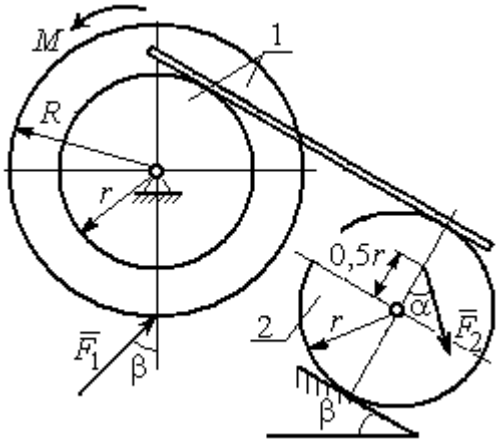
Вариант № 5, 15, 25	Варианты № 6, 16, 26
	

Рис. 5.5. Задание Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии. Варианты задания 1 – 6, 11 – 16, 21 – 26

Окончание вариантов задания Д5

Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
	

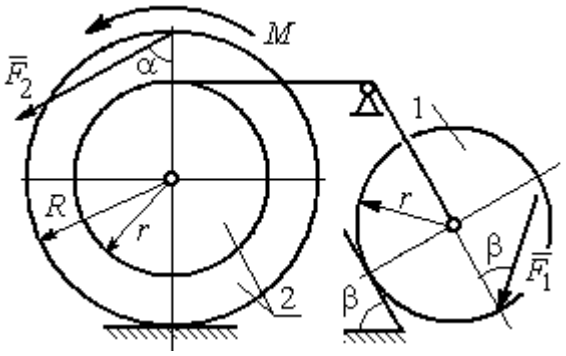
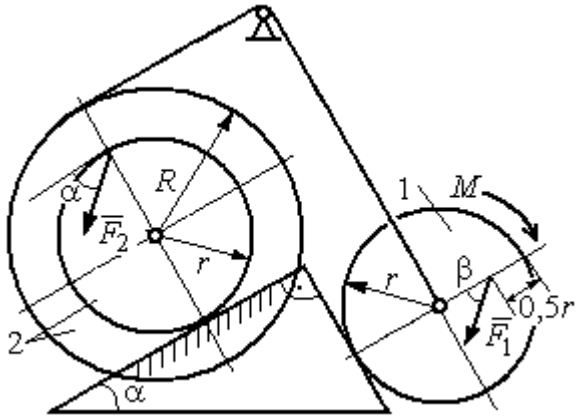
Варианты № 9, 19, 29	**Варианты 10, 20, 30**
	

Рис. 5.6. Задание Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии. Варианты задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 5.2

Исходные данные задания Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии

Номер варианта задания	P_1, Н	P_2, Н	F_1, Н	F_2, Н	M, Н·м	α, град	β, град	R, м	r, м	i_z, м
1	10	20	15	20	25	30	60	0,4	0,3	0,3
2	20	30	10	20	20	60	30	0,6	0,3	0,4
3	10	15	12	20	25	60	60	1,2	0,6	0,8
4	12	25	20	25	35	30	30	1,5	0,5	1,2

Окончание табл. 5.2

Номер варианта задания	P_1, Н	P_2, Н	F_1, Н	F_2, Н	M, Н·м	α, град	β, град	R, м	r, м	i_z, м
5	15	20	10	20	30	60	30	0,8	0,4	0,7
6	18	20	18	22	22	45	60	1,2	0,4	0,9
7	15	25	10	8	20	45	45	0,9	0,6	0,7
8	25	22	10	12	30	45	60	1,0	0,8	0,9
9	12	25	18	10	32	30	30	0,8	0,6	0,7
10	10	15	8	10	28	60	30	1,4	0,7	1,2
11	15	22	20	25	30	60	45	0,6	0,4	0,5
12	20	25	15	40	30	30	60	0,8	0,4	0,6
13	10	20	10	25	30	45	30	1,0	0,5	0,9
14	12	15	18	15	25	30	30	0,9	0,3	0,8
15	20	25	20	20	30	45	60	1,0	0,5	0,8
16	10	15	10	15	16	60	45	1,2	0,4	1,1
17	18	25	12	10	30	30	30	1,5	0,9	1,3
18	25	20	10	15	20	60	60	0,8	0,5	0,7
19	12	25	10	10	32	60	60	1,2	0,9	1,1
20	15	20	8	20	25	30	45	0,8	0,4	0,7
21	10	25	25	15	30	45	30	0,7	0,5	0,6
22	18	20	20	20	35	60	45	1,4	0,7	0,9
23	10	15	10	30	30	30	30	1,4	0,7	0,8
24	10	15	12	20	20	30	30	1,2	0,4	0,8
25	12	18	20	18	30	60	30	1,2	0,6	1,1
26	10	12	12	15	15	30	30	0,9	0,3	0,8
27	15	22	10	12	20	45	60	0,8	0,6	0,7
28	22	20	8	16	8	30	45	0,6	0,2	0,4
29	18	25	10	8	32	60	60	1,2	0,8	1,1
30	20	25	8	20	28	30	30	0,8	0,4	0,6

Пример выполнения задания Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии

Механическая система состоит из ступенчатого и однородного дисков, соединённых невесомым стержнем (рис. 5.7). Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести, сил $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ и пары сил с моментом M. Направления действия сил $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ определяются углами α и β.

Диск 1 вращается вокруг неподвижной оси O_1. Диск 2 катится прямолинейно по горизонтальной поверхности. Качение диска 2 без проскальзывания.

Невесомый стержень, соединяющий диски, расположен горизонтально. Скольжение между стержнем и дисками отсутствует.

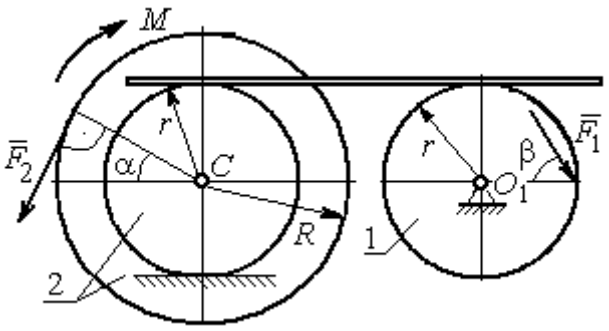


Рис. 5.7. Схема движения механической системы

Определить ускорение центра масс диска 2, угловое ускорение дисков, усилие в стержне, динамическую реакцию шарнира O_1, реакцию опоры диска 2 (её нормальную составляющую и силу сцепления диска с поверхностью качения), если модули сил тяжести $P_1 = 40$ Н, $P_2 = 60$ Н, модули сил $F_1 = 80$ Н, $F_2 = 30$ Н, величина момента $M = 35$ Н·м, углы наклона сил $\alpha = 30°$, $\beta = 45°$, радиусы дисков $R = 0{,}8$ м, $r = 0{,}6$ м, радиус инерции диска 2 $i_z = 0{,}4$ м.

Решение

Предположим, что во время движения системы диск 1 вращается по ходу часовой стрелки. Угловые скорости ω_1 и ω_2 дисков 1 и 2 и скорость центра масс диска 2 показаны на рис. 5.8.

На диск 1 действуют силы: $\vec{F}_1$, сила тяжести $\vec{P}_1$ и реакция шарнира O_1, разложенная на составляющие $\vec{X}_1$, $\vec{Y}_1$. На диск 2: сила $\vec{F}_2$, сила тяжести $\vec{P}_2$, пара сил с моментом M, нормальная реакция опоры $\vec{N}$ и сила сцепления диска 2 с поверхностью $\vec{F}_{сц}$. Направления действия сил показаны на рис. 5.8.

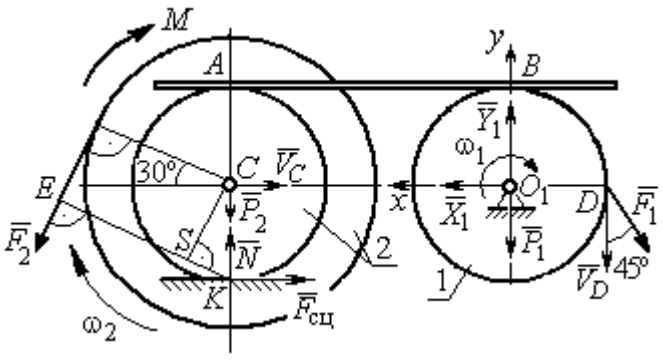


Рис. 5.8. Расчетная схема для исследования движения системы

Для решения задачи воспользуемся теоремой об изменении кинетической энергии системы в дифференциальной форме. По условию задачи рассматриваемая система неизменяемая и, следовательно, сумма мощностей внутренних сил равна нулю. В этом случае теорема об изменении кинетической энергии системы принимает вид $\frac{dT}{dt} = \sum N(\vec{F}_k^e)$, где T – энергия системы в текущем положении; $\sum N(\vec{F}_k^e)$ – суммарная мощность внешних сил.

Найдём кинетическую энергию системы и выразим её через скорость центра масс диска 2.

Кинетическая энергия вращательного движения диска 1: $T_1 = \frac{1}{2} J_{zO_1} \omega_1^2$, где ω_1 – угловая скорость диска 1; J_{zO_1} – осевой момент инерции диска 1, $J_{zO_1} = \frac{m_1 r^2}{2}$. Диск 2 движется плоскопараллельно. Его кинетическая энергия определяется по формуле: $T_2 = \frac{1}{2} m_2 V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega_2^2$, где V_C, ω_2 – скорость центра масс и угловая скорость диска 2; J_{zC} – момент инерции ступенчатого диска 2 относительно оси *z*, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости диска, $J_{zC} = m_2 i_z^2$.

У диска 2 мгновенный центр скоростей находится в точке касания его с неподвижной поверхностью (точка *K* на рис. 5.8). Тогда скорость точки *C* определяется по формуле $V_C = \omega_2 \cdot CK = \omega_2 r$, откуда $\omega_2 = \frac{V_C}{r}$. Скорость точки *A* $V_A = \omega_2 \cdot AK = \omega_2 2r$, или $V_A = 2V_C$.

Так как нет проскальзывания между стержнем и дисками, скорость точки *A* на диске 2 равна скорости точки *B* на диске 1, причём $V_B = \omega_1 r$. Приравнивая скорости $V_B = V_A$, найдем $\omega_1 = \frac{2V_C}{r}$.

С учетом найденных зависимостей кинетические энергии дисков 1 и 2 и суммарная энергия системы имеют вид

$$T_1 = \frac{1}{2} J_{zO_1} \omega_1^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{P_1 r^2}{2g} \left(\frac{2V_C}{r} \right)^2 = \frac{P_1}{g} V_C^2;$$

$$T_2 = \frac{1}{2} m_2 V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega_2^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{P_2}{g} V_C^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{P_2}{g} i_z^2 \left(\frac{V_C}{r} \right)^2;$$

$$T = T_1 + T_2 = \frac{P_1}{g} V_C^2 + \frac{1}{2} \frac{P_2}{g} \left(1 + \frac{i_z^2}{r^2} \right) V_C^2 .$$

Производная по времени от кинетической энергии системы

$$\frac{dT}{dt} = 2V_C \frac{dV_C}{dt} \left[\frac{P_1}{g} + \frac{P_2}{2g} \left(1 + \frac{i_z^2}{r^2} \right) \right].$$

Найдем сумму мощностей внешних сил. Отметим, что мощности силы тяжести $\vec{P}_1$ и сил реакции $\vec{X}_1$, $\vec{Y}_1$ подшипника O_1 равны нулю, так как нет перемещения точек приложения этих сил. Мощности сил $\vec{N}$ и $\vec{F}_{\text{сц}}$ – нормальной реакции опоры диска 2 и силы сцепления диска с плоскостью также равны нулю, так как точкой приложения этих сил является мгновенный центр скоростей диска 2, скорость которого равна нулю. Мощность силы $\vec{P}_2$ равна нулю, так как угол между вектором силы и скоростью точки приложения силы – точки C – равен 90° (см. рис. 5.8). Для определения мощности силы $\vec{F}_2$, приложенной к диску 2, воспользуемся формулой расчета мощности силы при плоскопараллельном движении тела. Выберем в качестве полюса точку K – мгновенный центр скоростей диска 2, скорость которого $V_K = 0$ (см. рис. 5.8). В этом случае мощность силы $\vec{F}_2$ равна: $N(\vec{F}_2) = \vec{M}_K \cdot \vec{\omega}_2 = -F_2 h_K \omega_2$, где $\vec{M}_K = M_K(\vec{F}_2)$ – вектор момента силы $\vec{F}_2$ относительно центра K; $\vec{\omega}_2$, ω_2 – вектор и модуль угловой скорости диска 2; h_K – плечо силы $\vec{F}_2$ относительно центра K. Мощ-

ность силы $\vec{F}_2$ отрицательная, так как направление момента силы $\vec{F}_2$ относительно точки K противоположно направлению угловой скорости диска 2.

В результате, мощность силы $\vec{F}_2$:

$$N(\vec{F}_2) = -F_2 h_K \omega_2 = -F_2(R + r\cos 60^\circ)\omega_2 = -F_2 V_C\left(\frac{1}{2} + \frac{R}{r}\right).$$

Здесь $h_K = EK = ES + SK = R + r\cos 60^\circ$ (см. рис. 5.8).

Заметим, что для вычисления мощности силы F_2 можно использовать в качестве полюса центр масс диска – точку C. Имеем:

$$N(\vec{F}_2) = \vec{F}_2 \cdot \vec{V}_C + \vec{M}_C(F_2) \cdot \vec{\omega}_2 = F_2 V_C \cos 120^\circ - F_2 R\omega_2 = -F_2 V_C\left(\frac{1}{2} + \frac{R}{r}\right).$$

Момент M направлен в сторону вращения диска 2. Его мощность положительная: $N(M) = M\omega_2 = M\dfrac{V_C}{r}$. Мощность силы $\vec{F}_1$, приложенной в точке D, $N(\vec{F}_1) = F_1 V_D \cos 45^\circ = F_1 V_C \sqrt{2}$. Здесь учтено очевидное равенство $V_D = V_A = 2V_C$ (см. рис. 5.8).

Суммарная мощность внешних сил:

$$\sum N(F^e) = -F_2 V_C\left(\frac{1}{2} + \frac{R}{r}\right) + M\frac{V_C}{r} + F_1 V_C\sqrt{2}.$$

В результате теорема об изменении кинетической энергии системы приводится к виду

$$2V_C\frac{dV_C}{dt}\left[\frac{P_1}{g} + \frac{P_2}{2g}\left(1 + \frac{i_z^2}{r^2}\right)\right] = -F_2 V_C\left(\frac{1}{2} + \frac{R}{r}\right) + M\frac{V_C}{r} + F_1 V_C\sqrt{2},$$

откуда ускорение центра масс диска 2:

$$a_C = \frac{dV_C}{dt} = \frac{\left[-F_2\left(\frac{1}{2} + \frac{R}{r}\right) + \frac{M}{r} + F_1\sqrt{2}\right]g}{\left[2P_1 + P_2\left(1 + \frac{i_z^2}{r^2}\right)\right]}.$$

Подставляя исходные данные задачи, получим: $a_C = 6{,}85$ м/с^2.

Для определения углового ускорения диска 2 продифференцируем по времени равенство $\omega_2 = \frac{V_C}{CK} = \frac{V_C}{r}$. Дифференцирование здесь допустимо, так как во время движения диска 2 расстояние от точки *C* до мгновенного центра скоростей диска 2 – точки *K* – не меняется.

Найдем $\varepsilon_2 = \dot{\omega}_2 = \frac{\dot{V}_C}{r} = \frac{a_C}{r}$ = 11,42 рад/с^2. Угловое ускорение диска 1 находится путём дифференцирования равенства $\omega_1 = 2\omega_2$. Имеем: $\varepsilon_1 = 2\varepsilon_2 = 22{,}84$ рад/с^2.

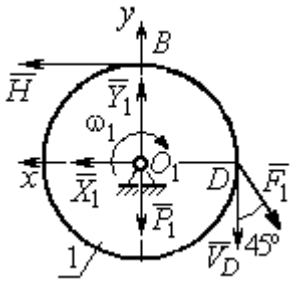


Рис. 5.9. Силы, действующие на диск 1 во время движения

Для того чтобы определить реакцию стержня, освобождаемся от стержня, заменяем его реакцией $\vec{H}$ и составляем уравнения движения дисков 1 и 2.

Силы, действующие на диск 1 во время движения, показаны на рис. 5.9. Уравнение вращательного движения диска 1 в алгебраической форме: $J_{zO_1}\varepsilon_1 = \sum M_z(\vec{F}_k^e)$, где ε_1 – угловое ускорение диска; J_{zO_1} – момент инерции диска 1 относительно оси *z*, проходящей через точку O_1 перпендикулярно плоскости диска, $J_{zO_1} = \frac{m_1 r^2}{2}$; $\sum M_{zO_1}(\vec{F}_k^e)$ – сумма моментов внешних сил относительно оси *z*.

Считая моменты сил положительными, если они создают поворот диска в сторону его вращения, составим сумму моментов внешних сил относительно оси *z*: $\sum M_{zO_1}(\vec{F}_k^e) = F_1 r\cos 45^\circ - Hr$. В результате уравнение вращательного движения диска 1 принимает вид: $\frac{P_1 r^2}{2g}\varepsilon_1 = F_1 r\cos 45^\circ - Hr$.

Подставляя в уравнение исходные данные задачи с учетом найденного значения углового ускорения диска 1 ε_1 = 22,84 рад/с^2, найдем реакцию стержня *H* = 28,63 Н.

Для определения динамической реакции шарнира O_1 диска 1 применим теорему о движении центра масс. Выберем оси координат O_1x и O_1y, как показано на рис. 5.9, и составим уравнение движения центра масс диска 1 в проекциях на оси координат с учётом того, что сам центр масс неподвижен и его ускорение равно нулю.

Получим систему:

$$H + X_1 - F_1\sin 45^\circ = 0, \quad Y_1 - P_1 - F_1\cos 45^\circ = 0.$$

Отсюда, с учётом найденной величины усилия в стержне $H = 28{,}63$ Н, находим составляющие динамической реакции шарнира: $X_1 = 27{,}94$ Н, $Y_1 = 96{,}57$ Н. Полная реакция шарнира $R_{O_1} = \sqrt{X_1^2 + Y_1^2} = 100{,}53$ Н.

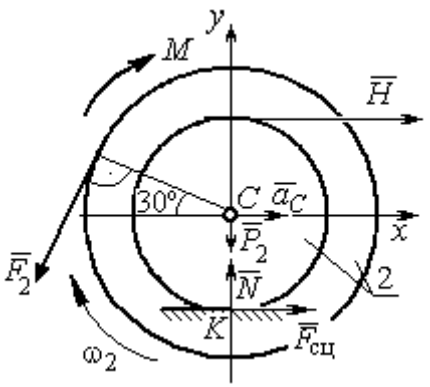


Рис. 5.10. Силы, действующие на диск 2 во время движения

Для определения величины силы сцепления диска 2 с поверхностью качения и нормальной составляющей реакции опоры диска используем теорему о движении центра масс. Силы, приложенные к диску 2, и выбранная система координат xCy показаны на рис. 5.10. Уравнения движения центра масс диска 2 в проекциях на оси x, y имеют вид:

$$m_2 a_C = H + F_{\text{сц}} - F_2\cos 60^\circ;$$

$$0 = -F_2\cos 30^\circ - P_2 + N.$$

С учетом найденных значений реакции стержня $H = 28{,}63$ Н и ускорения центра масс диска 2 $a_C = 6{,}85$ м/с^2, находим силу сцепления и нормальную реакцию опоры: $F_{\text{сц}} = 28{,}27$ Н, $N = 85{,}98$ Н.

Полная реакция опоры $R_K = \sqrt{N^2 + F_{\text{сц}}^2} = 90{,}51$ Н.

6. АНАЛИТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

6.1. Принципы механики. Общее уравнение динамики

Силой инерции материальной точки называют векторную величину, модуль которой равен произведению массы точки на модуль её ускорения, направленную противоположно этому ускорению $\vec{R}^{\text{и}} = -m\vec{a}$, где m – масса точки; $\vec{a}$ – вектор ускорения точки.

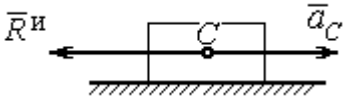


Рис. 6.1. Главный вектор сил инерции при поступательном движении твердого тела

При поступательном движении тела с ускорением центра масс $\vec{a}_C$ система сил инерции, приложенных к каждой точке тела, приводится к главному вектору сил инерции $\vec{R}^{\text{и}}$, равному по величине $R^{\text{и}} = ma_C$, приложенному в центре масс тела и направленному в сторону, противоположную ускорению $\vec{a}_C$ (рис. 6.1).

При вращении тела вокруг неподвижной оси z, проходящей через центр масс, главный вектор сил инерции, приведённый к центру масс тела, обращается в нуль (так как ускорение центра масс равно нулю). Таким образом, система сил инерции приводится к паре сил с моментом $\vec{M}^{\text{и}}$, равным главному моменту сил инерции относительно оси вращения. Величина главного момента сил инерции $M^{\text{и}} = J_z\varepsilon$, где J_z – момент инерции тела относительно оси z; ε – угловое ускорение тела. Направлен главный момент сил инерции в сторону, противоположную угловому ускорению (рис. 6.2).

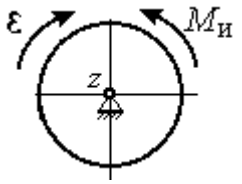


Рис. 6.2. Главный момент сил инерции при вращении тела вокруг оси, проходящей через центр масс

При плоскопараллельном движении тела с ускорением центра масс $\vec{a}_C$ и угловым ускорением ε система сил инерции, приложенных к каждой точке тела, приводится к силе $\vec{R}^{\text{и}}$, равной главному вектору сил инерции, и паре сил с моментом $\vec{M}^{\text{и}}$, равным главному моменту сил инерции относительно оси,

проходящей через центр масс тела перпендикулярно плоскости движения (рис. 6.3). Главный вектор сил инерции равен по модулю произведению массы тела на ускорение его центра масс: $R^{и} = ma_C$, приложен в центре масс тела и направлен в сторону, противоположную ускорению $\vec{a}_C$ центра масс. Главный момент сил инерции равен по величине произведению момента инерции тела относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения, на угловое ускорение тела: $M^{и} = J_C\varepsilon$, где J_C – момент инерции тела. Направлен главный момент сил инерции в сторону, противоположную угловому ускорению (см. рис. 6.3).

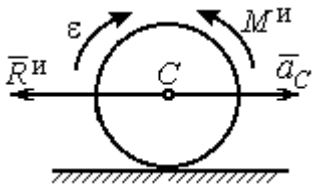


Рис. 6.3. Главный вектор и главный момент сил инерции при плоскопараллельном движении твердого тела

Принцип Даламбера для системы. Если в любой момент времени к каждой из точек системы кроме действующих на нее внешних и внутренних сил присоединить соответствующие силы инерции, то полученная система сил будет уравновешенной. Принцип Даламбера даёт возможность составлять уравнения движения механической системы в виде уравнений равновесия:

$$\sum \vec{F}_k^e + \vec{R}^{и} = 0, \ \sum \vec{M}_O(\vec{F}_k^e) + \vec{M}_O^{и} = 0,$$

где $\vec{F}_k^e$ – внешние силы, приложенные к системе; $\vec{R}^{и}$ – главный вектор сил инерции; $\vec{M}_O(\vec{F}_k^e)$ – момент внешних сил, приложенных к системе, относительно произвольного центра *O*; $\vec{M}_O^{и}$ – главный момент сил инерции относительно центра *O*.

Силы, действующие на систему, можно подразделить на активные и реакции связей. **Идеальными связями** в механической системе называют такие связи, для которых сумма элементарных работ их реакций на любом возможном перемещении равна нулю.

Принцип возможных перемещений. Для равновесия механической системы с идеальными связями необходимо и достаточно, чтобы сумма

элементарных работ всех активных сил, приложенных к точкам системы, была равна нулю на любом возможном перемещении системы: $\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) = 0$, где $\delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}})$ – элементарная работа активных сил на возможном перемещении.

Совместное применение принципа Даламбера и принципа возможных перемещений приводит к формулировке общего уравнения динамики.

Общее уравнение динамики. При движении механической системы с идеальными связями в каждый момент времени сумма элементарных работ всех приложенных активных сил и сил инерции на любом возможном перемещении равна нулю: $\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = 0$, где $\delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}})$, $\delta A(\vec{R}_k^{\text{и}})$ – элементарные работы активных сил и сил инерции, приложенных к системе, на её возможном перемещении.

При вычислении элементарных работ активных сил и сил инерции используют обычные формулы для вычисления работы сил на элементарном перемещении точек их приложения. При этом переменные силы на элементарном перемещении точек их приложения считаются постоянными.

6.2. Задание Д6. Исследование механической системы с применением общего уравнения динамики

Механическая система с идеальными связями включает груз и два диска – однородного радиусом R или r и ступенчатого. Ступенчатый диск состоит из двух одноосных цилиндров радиусом R и r. Радиусы дисков указаны на схеме. Тела соединены нерастяжимыми нитями или невесомыми стержнями. Система движется в вертикальной плоскости из состояния покоя под действием сил тяжести, постоянной силы $\vec{F}$, а также пары сил с переменным моментом M. Направление действия силы $\vec{F}$ и наклон плоскости движущихся тел определяются углами α и β. Радиус инерции ступенчатого диска относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения, равен i_z.

Качение дисков без проскальзывания. Скольжение между невесомым стержнем и дисками отсутствует. Движение грузов по плоскости без трения. Нити и стержни, соединяющие груз и диски, параллельны соответствующим плоскостям, по которым двигаются тела.

Найти уравнение движения центра масс диска 3. Определить реакцию шарнира диска 2 в момент времени $t = 1$ с.

Варианты задания приведены на рис. 6.4, 6.5. Исходные данные выбираются из табл. 6.1.

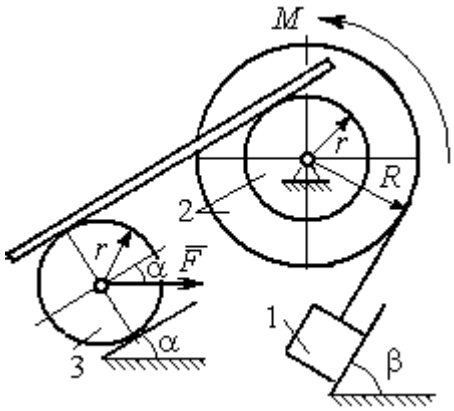
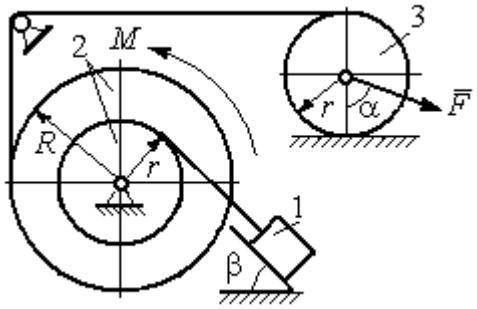
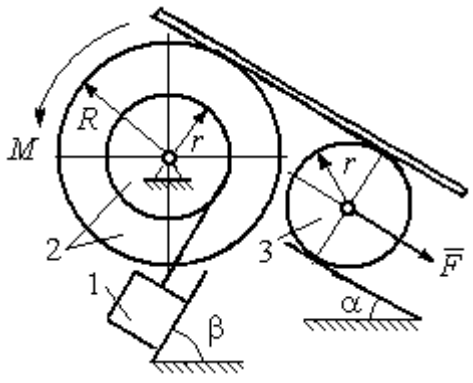
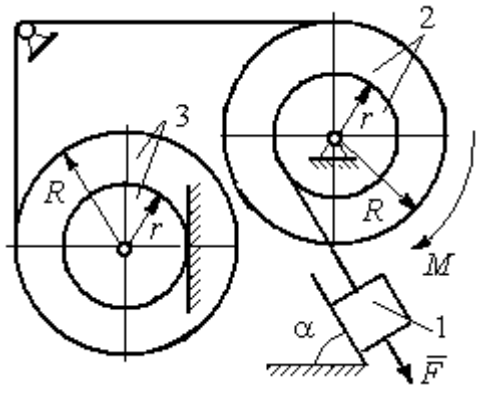
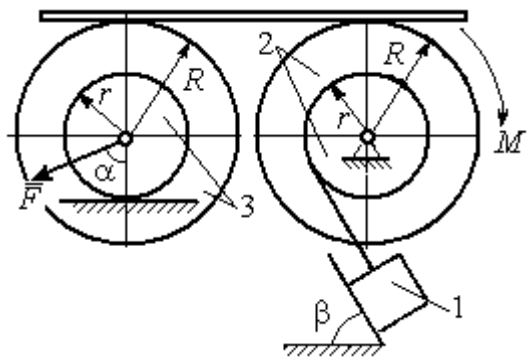
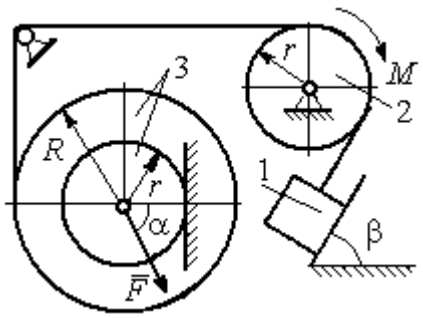
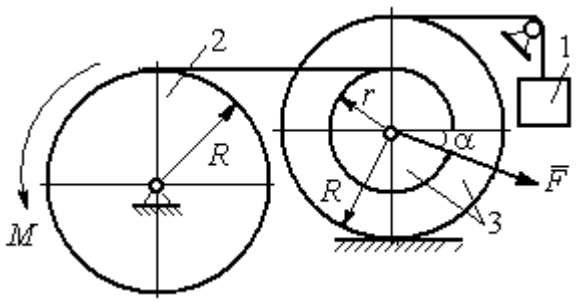
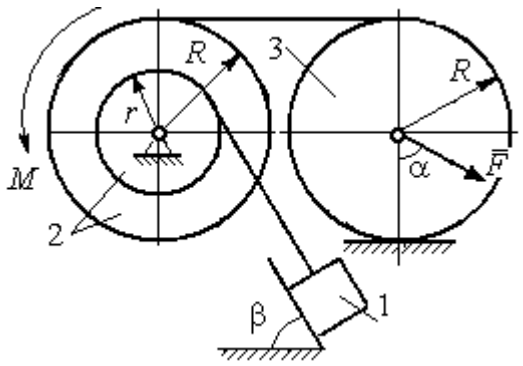
Варианты № 1, 11, 21	**Варианты № 2, 12, 22**
	
Варианты 3, 13, 23	**Варианты № 4, 14, 24**
	

Рис. 6.4. Задание Д6. Исследование движения механической системы с применением общего уравнения динамики.
Номера вариантов задания 1 – 4, 11 – 14, 21 – 24

Варианты № 5, 15, 25	**Варианты № 6, 16, 26**
	

Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
	

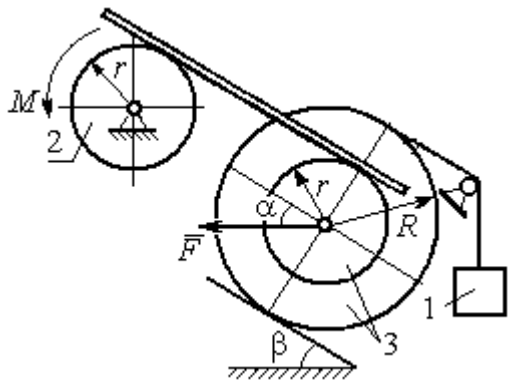
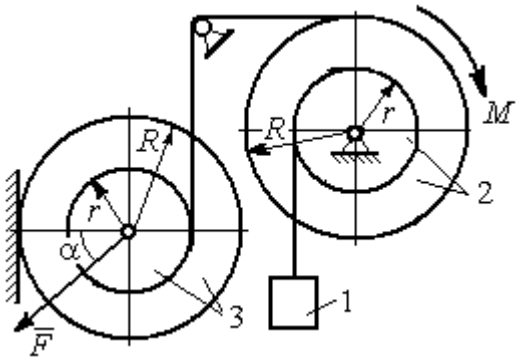
Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
	

Рис. 6.5. Задание Д6. Исследование движения механической системы с применением общего уравнения динамики. Номера вариантов задания 5 – 10, 15 – 20, 25 – 30

Таблица 6.1

Исходные данные задания Д6. Исследование движения механической системы с применением общего уравнения динамики

Номер варианта задания	P_1, Н	P_2, Н	P_3, Н	F, Н	M, Н·м	α, град	β, град	R, м	r, м	i_z, м
1	10	20	8	20	$3(2+t^2)$	30	60	0,6	0,3	0,4
2	10	22	15	15	$4(t+3)$	30	30	0,8	0,4	0,6
3	5	18	10	6	$8(t^2+1)$	90	30	0,4	0,3	0,3
4	5	22	10	5	$14(t^2+t+1)$	30	–	0,6	0,5	0,6
5	5	20	16	9	$3(t^2+4)$	45	60	0,6	0,3	0,5
6	10	16	14	15	$4(5+t)$	60	30	1,0	0,6	0,8
7	6	20	20	8	$9(3t^2+2)$	45	–	0,8	0,6	0,8
8	16	25	15	12	$5(t^2+4)$	30	60	1,2	0,6	0,8
9	5	20	12	8	$4(3+5t)$	60	30	0,6	0,4	0,5
10	6	25	8	10	$5(3t+6)$	30	–	1,0	0,8	0,9
11	4	22	8	15	$2+ t^2$	45	45	0,8	0,4	0,6
12	15	18	15	10	$5(t+3)$	30	60	1,0	0,5	0,7
13	6	20	10	4	$5(t^2+2)$	30	60	0,6	0,5	0,4
14	10	25	15	8	$16(t+2)$	60	–	0,8	0,6	0,7
15	8	18	20	10	$6(t+2)$	30	90	1,2	0,6	1,0
16	8	18	12	12	$5(3+t^2)$	90	60	0,8	0,6	0,7
17	5	20	10	10	$2t^2+20$	60	–	0,9	0,6	0,8
18	20	15	20	15	$3(t+4)$	60	30	0,8	0,4	0,7
19	8	20	12	10	$4(3+t)$	45	45	1,2	0,4	0,8
20	12	20	10	6	$6(3t+4)$	45	–	1,0	0,6	0,9
21	15	25	12	12	$6+t^2$	60	60	0,6	0,3	0,5
22	20	22	18	15	$2(2t+9)$	45	45	0,8	0,4	0,6
23	8	24	12	8	$7(3t^2+2)$	30	45	0,8	0,5	0,6
24	12	20	18	10	$6(t+4)$	90	–	0,5	0,3	0,4
25	5	20	12	12	$9(2+t^2)$	60	30	1,4	0,7	1,2
26	10	12	10	8	$6(2+t)$	30	45	1,2	0,8	0,9
27	6	18	16	14	$8(2t^2+3)$	30	–	0,8	0,2	0,6
28	10	20	20	20	$3(t^2+3)$	45	30	0,6	0,3	0,5
29	10	18	8	12	$5(4+t+ t^2)$	30	60	1,2	0,8	0,9
30	8	18	10	15	$8(t^2+5)$	60	–	1,0	0,8	0,9

Пример выполнения задания Д6. Исследование движения механической системы с применением общего уравнения динамики

Механическая система состоит из груза 1, движущегося поступательно, ступенчатого диска 2 (каток), катящегося по неподвижной поверхности цилин-

дрической ступенькой, и однородного диска 3 (блок), вращающегося вокруг неподвижной оси, проходящей через центр масс блока (рис. 6.6). Качение катка 2 без проскальзывания, скольжение груза 1 – без трения. Движение системы происходит под действием сил тяжести, силы $\vec{F}$, приложенной к грузу 1 и пары сил с моментом M, приложенной к диску 3.

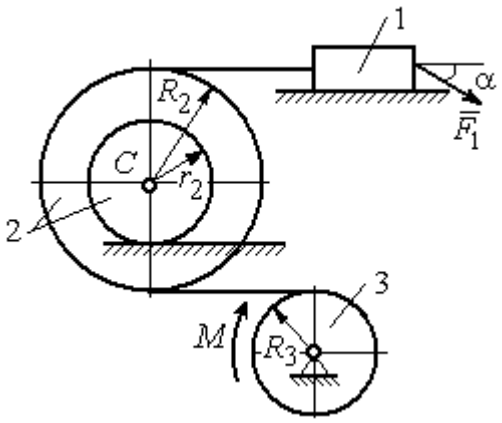


Рис. 6.6. Схема движения механической системы

Найти уравнение движения центра масс катка 2 если движение системы началось из состояния покоя. Определить реакцию шарнира диска 3 в момент t = 1 с, если: P_1 = 10 Н; $P_2 = 20$ Н; $P_3 =$ 15 Н; $F = 5(t+1)$ Н; $M = 6(1+2t)$ Н·м; R_2 = 0,8 м; r_2 = 0,2 м; R_3 = 0,4 м; i_{2C} = 0,6 м.

Решение

В рассматриваемой механической системе активными силами являются силы тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$, сила $\vec{F}$ и пара сил с моментом M (рис. 6.7). Связи идеальные, так как скольжение груза 1 происходит по гладкой поверхности без трения, качение диска 2 без проскальзывания, а ось вращения блока 3 неподвижна.

Предположим, направление движения в системе задаёт пара сил с моментом M, приложенная к блоку 3. Обозначим ω_3, ε_3 – угловая скорость и угловое ускорение блока 3, V_C, a_C – скорость и ускорение центра масс катка 2, V_1, a_1 – скорость и ускорение груза 1. Направления векторов скоростей и ускорений точек и угловых скоростей и ускорений тел в соответствии с выбранным направлением движения системы показаны на рис. 6.7.

Общее уравнение динамики имеет вид:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = 0 .$$

Присоединим к телам системы силы инерции. Груз 1 движется поступательно. Главный вектор сил инерции груза 1 $\vec{R}_1^{\text{и}}$ приложен в центре масс груза и направлен в сторону, противоположную ускорению $\vec{a}_1$ груза 1. Модуль главного вектора сил инерции груза 1 $R_1^{\text{и}} = m_1 a_1$, где m_1 – масса груза 1; a_1 – величина ускорения груза 1.

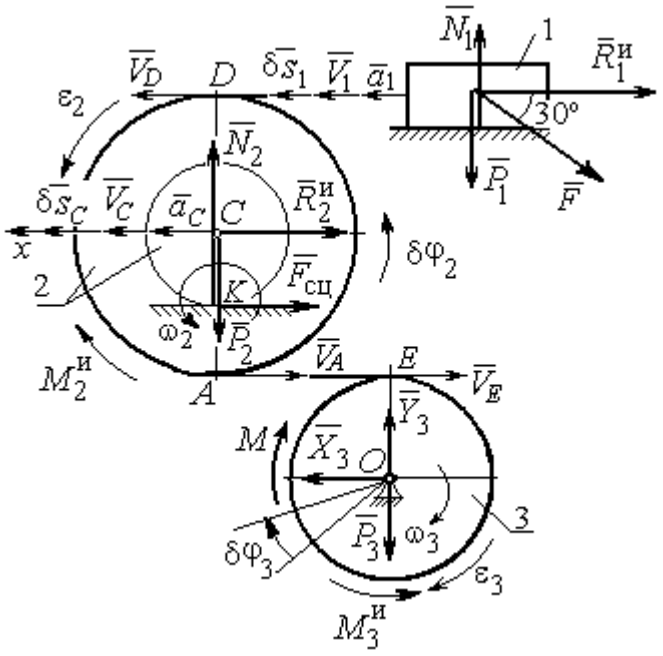


Рис. 6.7. Расчётная схема исследования движения механической системы

Система сил инерции катка 2, приводятся к силе, равной главному вектору сил инерции $\vec{R}_2^{\text{и}}$, приложенному в центре масс катка 2, и паре сил с моментом, равным главному моменту сил инерции $\vec{M}_2^{\text{и}}$ относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения. Главный вектор сил инерции направлен в сторону, противоположную ускорению $\vec{a}_C$, и составляет $R_2^{\text{и}} = m_2 a_C$, где m_2 – масса катка 2; a_C – величина ускорения центра масс. Главный момент сил инерции: $M_2^{\text{и}} = J_{2C}\varepsilon_2$, где J_{2C} – момент инерции катка 2 относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения; ε_2 – угловое ускорение катка 2. Направлен главный момент сил инерции $M_2^{\text{и}}$ в сторону, противоположную угловому ускорению ε_2.

Главный вектор сил инерции, приложенных к блоку 3 и приведённых к центру масс блока, равен нулю, так как блок вращается вокруг неподвижной оси, проходящей через центр масс, и ускорение центра масс блока равно нулю. В результате силы инерции блока 3 приводятся к паре сил, момент которой ра-

вен главному моменту сил инерции $\vec{M}_3^{\text{и}}$ относительно оси вращения. Главный момент сил инерции блока 3 равен по величине $M_3^{\text{и}} = J_{3O}\varepsilon_3$, где J_{3O} – момент инерции блока 3 относительно оси вращения; ε_3 – угловое ускорение блока 3, и направлен в сторону, противоположную угловому ускорению ε_3. Главные векторы и главные моменты сил инерции показаны на рис. 6.8.

Определим кинематические соотношения между скоростями точек системы и выразим их через скорость V_C центра масс катка 2. Каток 2 катится по неподвижной поверхности без скольжения. Мгновенный центр скоростей катка находится в точке *K* касания катка с поверхностью (см. рис. 6.7). Угловая скорость катка 2 $\omega_2 = \dfrac{V_C}{CK} = \dfrac{V_C}{r_2}$. Скорость точки *A* катка 2: $V_A = \omega_2 \cdot AK = \omega_2(R_2 - r_2) = V_C \dfrac{R_2 - r_2}{r_2}$. Скорость точки *E* блока 3 равна скорости точки *A* катка 2, $V_E = V_A$. Тогда угловая скорость блока 3:

$$\omega_3 = \frac{V_E}{R_3} = \frac{V_A}{R_3} = V_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2}.$$

Скорость груза 1 равна скорости точки *D* катка 2:

$$V_1 = V_D = \omega_2 \cdot DK = \omega_2(R_2 + r_2) = V_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2}.$$

Соотношения между ускорениями определяются путем дифференцирования установленных кинематических равенств:

$$a_1 = a_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2}, \quad \varepsilon_2 = \frac{a_C}{r_2}, \quad \varepsilon_3 = a_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2}.$$

Для того чтобы найти соотношения между перемещениями, выразим кинематические равенства между скоростями в дифференциальном виде и, полагая, что действительное перемещение является возможным, т. е. $ds = \delta s$, $d\varphi = \delta\varphi$, получим соотношения между возможными перемещениями:

$$\delta s_1 = \delta s_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2}, \ \ \delta\varphi_2 = \frac{\delta s_C}{r_2}, \ \ \delta\varphi_3 = \delta s_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2}.$$

Сообщим системе возможное перемещение, совпадающее с действительным. Элементарная работа реакций связи на любом возможном перемещении системы равна нулю, так как связи в системе идеальные.

Найдем элементарные работы активных сил и выразим их через перемещение центра масс катка 2. Прежде заметим, что элементарные работы сил тяжести груза 1 и катка 2 равны нулю, так как направления перемещений точек приложения этих сил перпендикулярны векторам сил:

$$\delta A(\vec{P}_1) = P_1 \delta s_1 \cos 90^\circ = 0, \ \delta A(\vec{P}_2) = P_2 \delta s_C \cos 90^\circ = 0.$$

Элементарная работа силы тяжести блока 3 равна нулю, так как точка приложения силы тяжести блока 3 не перемещается: $\delta A(\vec{P}_3) = 0$.

Элементарная работа пары сил с моментом M, приложенных к блоку 3:

$$\delta A(\vec{M}) = M\delta\varphi_3 = M\delta s_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2}.$$

Элементарная работа силы $\vec{F}$:

$$\delta A(\vec{F}) = F\delta s_1 \cos 150^\circ = -F\delta s_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2} \cos 30^\circ.$$

Сумма элементарных работ всех активных сил:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) = \delta A(\vec{M}) + \delta A(\vec{F}) = M\delta s_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2} - F\delta s_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2} \cos 30^\circ =$$

$$= \left[6(1 + 2t)\left(\frac{0{,}8 - 0{,}2}{0{,}4 \cdot 0{,}2} \right) - 5(t + 1)\left(\frac{0{,}8 + 0{,}2}{0{,}2} \right) 0{,}866 \right] \delta s_C = (23{,}35 + 68{,}35t)\delta s_C.$$

Определим модули главных векторов и главных моментов сил инерции в зависимости от ускорения a_C центра масс катка 2:

$$R_1^{\text{и}} = m_1 a_1 = \frac{P_1}{g} a_1 = \frac{P_1 (R_2 + r_2)}{g r_2} a_C, \quad R_2^{\text{и}} = m_2 a_C = \frac{P_2 a_C}{g},$$

$$M_2^{\text{и}} = J_{2C}\varepsilon_2 = m_2 i_{2C}^2 \varepsilon_2 = \frac{P_2}{g} i_{2C}^2 \frac{a_C}{r_2},$$

$$M_3^{\text{и}} = J_{3O}\varepsilon_3 = \frac{m_3 R_3^2}{2}\varepsilon_3 = \frac{P_3 R_3^2}{2g}\frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2}a_C = \frac{P_3 R_3 (R_2 - r_2)}{2g r_2}a_C,$$

где J_{2C} – момент инерции катка 2 относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости движения, $J_{2C} = m_2 i_{2C}^2$; i_{2C} – радиус инерции катка 2; J_{3O} – момент инерции блока 3 относительно оси вращения, проходящей через его центр масс, $J_{3O} = \frac{m_3 R_3^2}{2}$.

Найдем элементарные работы сил инерции на возможном перемещении системы и выразим их в зависимости от перемещения δs_C центра масс катка 2:

$$\delta A(\vec{R}_1^{\text{и}}) = R_1^{\text{и}}\delta s_1 \cos 180^\circ = -\frac{P_1 (R_2 + r_2)^2 a_C}{g r_2^2}\delta s_C;$$

$$\delta A(\vec{R}_2^{\text{и}}) = R_2^{\text{и}}\delta s_C \cos 180^\circ = -\frac{P_2 a_C}{g}\delta s_C,\ \delta A(\vec{M}_2^{\text{и}}) = -M_2^{\text{и}}\delta\varphi_2 = -\frac{P_2 i_2^2 a_C}{g r_2^2}\delta s_C;$$

$$\delta A(\vec{M}_3^{\text{и}}) = -M_3^{\text{и}}\delta\varphi_3 = -\frac{P_3 (R_2 - r_2)^2 a_C}{2 g r_2^2}\delta s_C.$$

Сумма элементарных работ сил инерции:

$$\sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = -\frac{P_1 (R_2 + r_2)^2 a_C}{g r_2^2}\delta s_C - \frac{P_2 a_C}{g}\delta s_C - \frac{P_2 i_2^2 a_C}{g r_2^2}\delta s_C - \frac{P_3 (R_2 - r_2)^2 a_C}{2 g r_2^2}\delta s_C =$$

$$= -\frac{a_C \delta s_C}{g}\left[\frac{10(0{,}8 + 0{,}2)^2}{0{,}2^2} + 20 + \frac{20 \cdot 0{,}6^2}{0{,}2^2} + \frac{15(0{,}8 - 0{,}2)^2}{2 \cdot 0{,}2^2}\right] = -52{,}75\, a_C \delta s_C,$$

где $g = 9{,}81$ м/с^2.

С учетом проделанных вычислений общее уравнение динамики принимает вид:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = (23{,}35 + 68{,}35t)\delta s_C - 52{,}75\, a_C \delta s_C = 0,$$

откуда ускорение центра масс катка 2:

$$a_C = 0{,}44 + 1{,}29t.$$

Выберем ось x по направлению движения центра масс катка 2 (см. рис. 6.7). Проектируя вектор $\vec{a}_C$ ускорения точки C на ось x, получим дифференциальное уравнение $a_C = \ddot{x}_C = 0{,}44 + 1{,}29t$. Интегрируя дважды это уравнение, найдём закон движения: $x_C = 0{,}44\dfrac{t^2}{2} + 1{,}29\dfrac{t^3}{6} + C_1 t + C_2$. Подставляя сюда начальные условия: $t = 0$, $V_C = 0$, $x_C = 0$, найдём константы интегрирования: $C_1 = C_2 = 0$. Окончательно уравнение движения центра масс диска 2 представим в виде:

$$x_C = 0{,}22t^2 + 0{,}21t^3.$$

Рассмотрим вращательное движение блока 3, освободив его от связей. На блок действуют сила тяжести $\vec{P}_3$, реакция подшипника, разложенная на составляющие $\vec{X}_3$, $\vec{Y}_3$, пара сил с моментом M и реакция нити $\vec{H}_3$ (см. рис. 6.8). Реакция нити, равная силе натяжения нити, приложена к блоку 3, направлена вдоль нити, связывающей каток 2 и блок 3. Присоединим к блоку 3 силы инерции. Направления сил, моментов пар сил и главного момента сил инерции, действующих на блок 3, показаны на рис. 6.8.

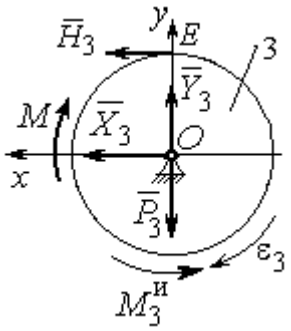


Рис. 6.8. Расчётная схема определения натяжения нити и реакции шарнира блока 3

По принципу Даламбера система сил, приложенных к блоку 3, включая силы инерции, находится в равновесии. Составим уравнение равновесия в виде равенства нулю суммарного момента всех сил (включая силы инерции) относительно оси вращения. Получим $M - H_3 R_3 - M_3^{и} = 0$, где $M_3^{и} = J_{3O}\varepsilon_3 = \dfrac{P_3 R_3 (R_2 - r_2) a_C}{2 g r_2}$. Из уравнения находим величину натяжения нити:

$$H_3 = \frac{M}{R_3} - \frac{P_3 (R_2 - r_2) a_C}{2 g r_2} = \frac{6(1 + 2t)}{R_3} - \frac{P_3 (R_2 - r_2)}{2 g r_2}(0{,}44 + 1{,}29t) = 13{,}99 + 27{,}04t.$$

В момент времени $t = 1$ с натяжение нити: $H_3 = 41{,}04$ Н.

Так как главный вектор сил инерции блока 3 равен нулю, то составленные по принципу Даламбера уравнения равновесия блока 3 в виде проекций сил на вертикальную и горизонтальную оси содержат только внешние силы. Имеем: $X_3 + H_3 = 0$, $Y_3 - P_3 = 0$ (см. рис. 6.8). Отсюда находим составляющие реакции шарнира блока 3 в момент времени t = 1 с: $X_3 = -H_3$= – 41,04 Н, $Y_3 = P_3$= 15 Н. Отрицательное значение горизонтальной составляющей реакции шарнира X_3 означает её противоположное направление.

Полная реакция шарнира $R_3 = \sqrt{X_3^2 + Y_3^2}$ = 43,69 Н.

6.3. Уравнения Лагранжа II рода

Обобщенными координатами механической системы называется совокупность любых s независимых параметров $q_1, q_2, \ldots, q_S$, однозначно определяющих положение системы в любой момент времени.

Если системе сообщить возможное перемещение, при котором все обобщенные координаты изменяются на элементарные (бесконечно малые) величины $\delta q_1, \delta q_2, \ldots, \delta q_S$, называемые вариациями обобщенных координат, то все действующие активные силы совершат элементарную работу, которая может быть представлена в виде $\delta A = Q_1 \cdot \delta q_1 + Q_2 \cdot \delta q_2 + \ldots + Q_s \cdot \delta q_S$. Величина Q_k, равная коэффициенту при вариации δq_k обобщенной координаты, называется **обобщенной силой**, соответствующей данной обобщенной координате. Расчет обобщенных сил осуществляется путем последовательного придания системе возможных перемещений, при которых варьируется только одна из обобщенных координат, а вариации остальных координат равны нулю.

Для материальной системы с идеальными связями дифференциальные уравнения движения в обобщенных координатах – **уравнения Лагранжа II рода** – имеют вид:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_k}\right) - \frac{\partial T}{\partial q_k} = Q_k, \quad k = 1, 2, \ldots, s,$$

где T – кинетическая энергия системы; $q_1, q_2, \ldots, q_S$ – обобщенные координаты; $\dot{q}_1, \dot{q}_2, \ldots, \dot{q}_S$ – обобщенные скорости; s – число степеней свободы системы.

6.4. Задание Д7. Исследование механической системы с одной степенью свободы с применением уравнений Лагранжа

Механическая система состоит из трёх тел – бруса 1, блока 2, катка 3 и невесомой пружины жесткостью c. Брус 1, соединяющий каток 3 с блоком 2, расположен параллельно линии качения катка 3. Радиусы ступеней ступенчатого диска и радиус однородного диска указаны на схеме.

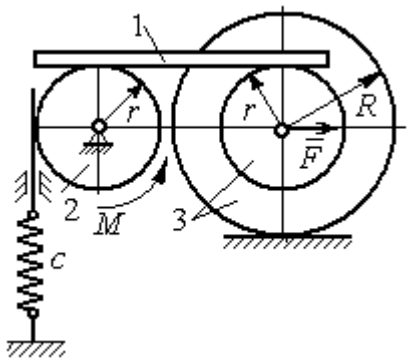
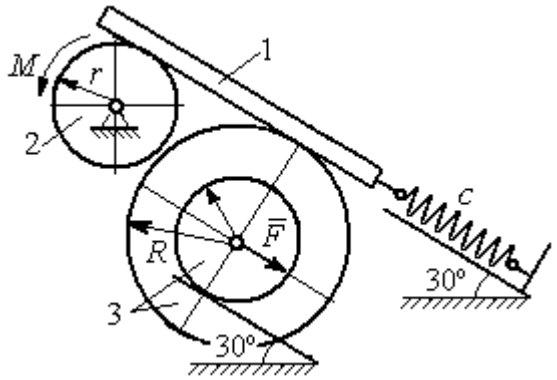
Качение катка 3 происходит без проскальзывания. Скольжение между брусом и дисками отсутствует. В задачах, где пружина соединяется с блоком 2, передача движения блоку 2 производится посредством невесомого стержня без скольжения.

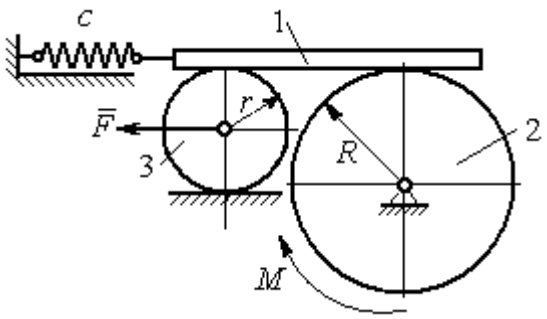
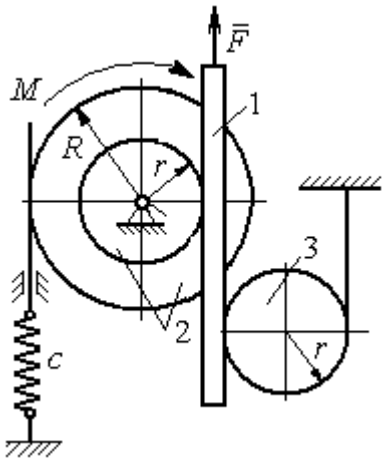
Радиус инерции ступенчатого диска относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости движения, равен i_z.

Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$, силы $\vec{F}$ и пары сил с моментом M.

Определить закон движения бруса 1 и закон угловых колебаний блока 2, если в начальный момент пружина находилась в нерастянутом состоянии, а блоку 2 придали угловую скорость ω_{20}, направленную в сторону заданного момента пары сил.

Варианты заданий даны на рис. 6.9, 6.10. Варианты исходных данных в табл. 6.2. Отрицательные значения величин F или M в табл. 6.2 означают, что при заданных модулях силы или момента направление вектора силы $\vec{F}$ или момента M на схеме следует изменить на противоположные.

Варианты № 1, 11, 21	Варианты № 2, 12, 22
	

Варианты № 3, 13, 23	Варианты № 4, 14, 24
	

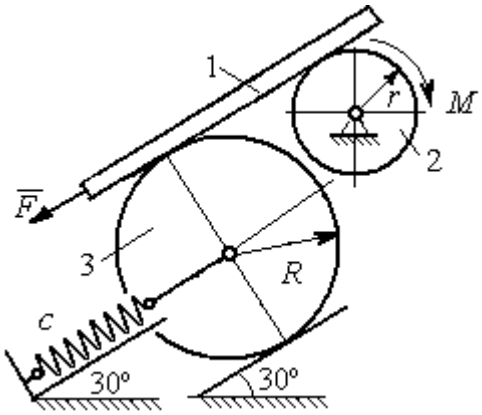
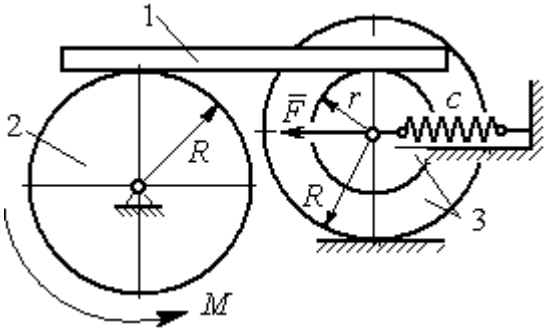
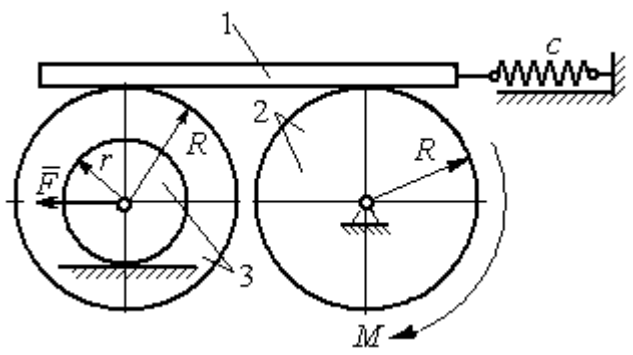
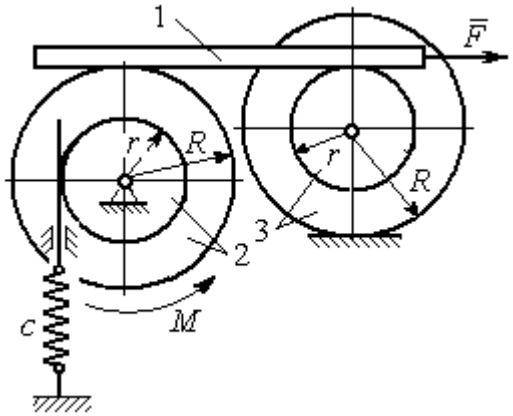
Варианты № 5, 15, 25	Варианты № 6, 16, 26
	

Рис. 6.9. Задание Д7. Исследование движения механической системы с одной степенью свободы. Номера вариантов задания 1 – 6, 11 – 16, 21 – 26

Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
	

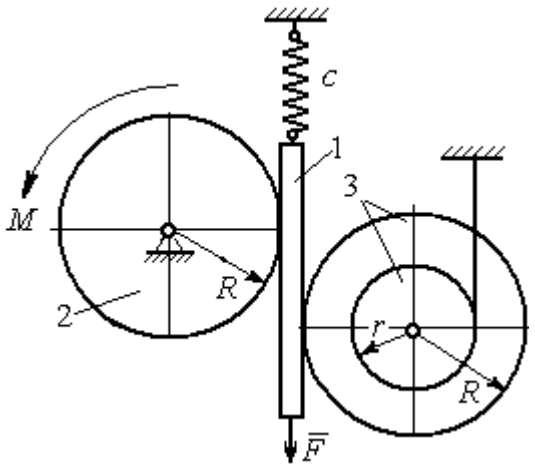
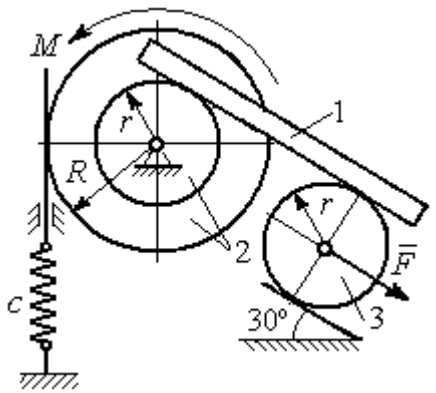
Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
	

Рис. 6.10. Задание Д7. Исследование движения механической системы с одной степенью свободы. Номера вариантов задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 6.2

Исходные данные задания Д7. Исследование движения механической системы с одной степенью свободы с применением уравнений Лагранжа

Номер варианта задания	P_1, Н	P_2, Н	P_3, Н	F, Н	M, Н·м	c, Н/м	ω_{20}, рад/с	R, м	r, м	i_z, м
1	8	12	18	15	3	50	0,3	0,6	0,3	0,4
2	10	8	15	12	5	55	0,4	0,8	0,5	0,6
3	5	18	10	8	4	60	0,2	0,5	0,3	–
4	5	20	12	10	6	70	0,5	0,6	0,5	0,6
5	5	8	16	8	8	65	0,2	0,6	0,3	–

Окончание табл. 6.2

Номер варианта задания	P_1, Н	P_2, Н	P_3, Н	F, Н	M, Н·м	c, Н/м	ω_{20}, рад/с	R, м	r, м	i_z, м
6	8	10	14	6	2	50	0,1	1,0	0,6	0,8
7	10	12	15	12	3	65	0,2	0,8	0,6	0,7
8	12	15	15	6	2	50	0,3	1,2	0,6	0,8
9	5	20	12	8	4	75	0,1	0,6	0,4	0,5
10	6	25	8	5	12	60	0,4	1,0	0,8	0,9
11	4	10	12	–10	–2	60	0,2	0,8	0,4	0,6
12	5	8	15	–8	3	50	0,5	1,0	0,5	0,7
13	6	15	8	–12	–4	65	0,4	0,6	0,5	–
14	10	25	10	6	10	55	0,1	0,8	0,6	0,7
15	8	6	20	–10	2	70	0,2	1,2	0,6	–
16	10	12	12	–5	6	60	0,3	0,8	0,6	0,7
17	12	16	12	–6	–2	55	0,4	0,9	0,6	0,8
18	10	20	20	10	4	60	0,1	0,8	0,4	0,7
19	8	20	12	–10	6	65	0,2	1,2	0,4	0,8
20	12	20	10	–3	6	50	0,24	1,0	0,6	0,9
21	5	12	15	12	–3	55	0,3	0,6	0,5	0,55
22	10	15	18	6	–2	65	0,1	0,8	0,4	0,6
23	8	20	12	–8	2	45	0,2	0,8	0,6	–
24	12	20	18	–4	–8	70	0,4	0,5	0,3	0,4
25	6	10	15	–6	–2	60	0,1	1,4	0,7	–
26	8	12	10	10	–3	65	0,2	1,2	0,8	0,9
27	6	18	16	5	–3	70	0,2	0,8	0,2	0,6
28	8	12	12	–6	2	65	0,3	0,6	0,3	0,5
29	10	18	20	–10	4	60	0,2	1,2	0,8	0,9
30	8	18	10	8	6	75	0,1	1,0	0,8	0,9

Пример выполнения задания Д7. Исследование движения механической системы с одной степенью свободы с применением уравнений Лагранжа

Механическая система состоит из трёх тел – бруса 1, блока 2, катка 3 и невесомой пружины жесткостью c. Брус, соединяющий каток 3 с блоком 2, расположен параллельно линии качения катка 3 (рис. 6.11). Радиусы ступеней ступенчатого диска R и r, радиус однородного диска r. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$, силы $\vec{F}$ и пары сил с моментом M. Движение катка 3 по неподвижной поверхности происходит без проскальзывания. Скольжение между брусом и дисками отсутствует.

Передача движения от пружины блоку 2 производится посредством невесомого вертикального стержня без скольжения. Радиус инерции блока 2 относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости движения, i_z.

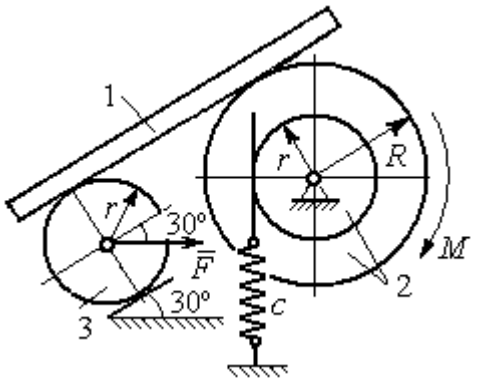


Рис. 6.11. Механическая система с одной степенью свободы

Исходные данные задачи: $P_1 = P$ Н, $P_2 = 2P$ Н, $P_3 = P$ Н, $F = 2P$ Н, $M = Pr$ Н·м, $R = 1{,}5r$ м, $i_z = r\sqrt{2}$ м, $c = P/r$ Н/м.

Определить законы движения блока 2 и бруса 1 при $P = 10$ Н, $r = 0{,}2$ м, если в начальный момент пружина находилась в нерастянутом состоянии, а блоку 2 придали угловую скорость $\omega_0 = 0{,}5$ рад/с, направленную в сторону заданного момента пары сил.

Решение

Рассматриваемая механическая система (рис. 6.11) имеет одну степень свободы, так как в системе не допускается независимое друг от друга движение тел. В качестве обобщённой координаты q выберем перемещение x верхнего края пружины, отсчитываемого от уровня, при котором пружина длиной l_0 находилась в нерастянутом состоянии (рис. 6.12). Обобщённая скорость $\dot{q} = \dot{x}$.

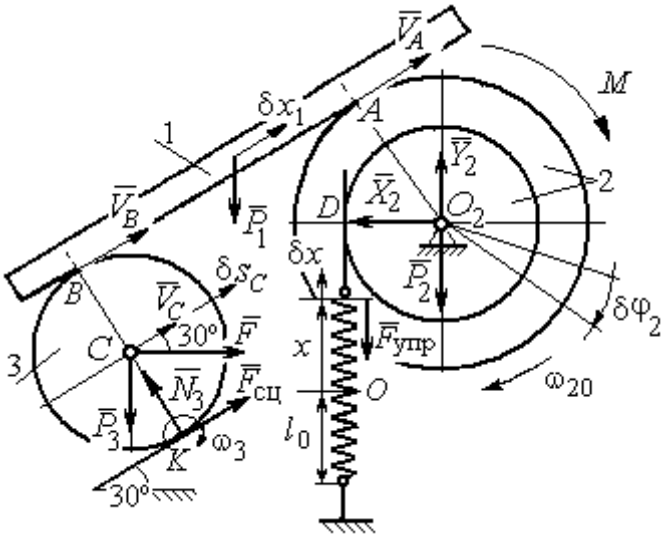


Рис. 6.12. Расчётная схема колебаний механической системы с одной степенью свободы

Уравнение Лагранжа II рода, описывающее движение системы с одной степенью свободы, имеет вид $\dfrac{d}{dt}\left(\dfrac{\partial T}{\partial \dot{x}}\right) - \dfrac{\partial T}{\partial x} = Q_x$, где T –

кинетическая энергия системы, Q_x – обобщенная сила, соответствующая обобщенной координате *x*.

Вычислим кинетическую энергию системы как сумму кинетических энергий бруса, блока и катка: $T = T_1 + T_2 + T_3$. Кинетическая энергия поступательного движения бруса 1: $T_1 = \frac{1}{2} m_1 V_1^2$, где m_1, V_1 – масса и скорость бруса. Энергия вращательного движения блока 2: $T_2 = \frac{1}{2} J_{2z} \omega_2^2$, где ω_2 – угловая скорость блока, J_{2z} – момент инерции блока 2 относительно оси *z*, $J_{2z} = m_2 i_z^2$.

Каток 3 совершает плоскопараллельное движение. Его кинетическая энергия $T_3 = \frac{1}{2} m_3 V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega_3^2$, где V_C – скорость центра масс катка 3; J_{zC} – момент инерции катка относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости движения, $J_{zC} = \frac{1}{2} m_3 r^2$; *r* – радиус катка; ω_3 – угловая скорость катка.

Выразим скорость V_1 бруса 1, угловые скорости ω_2, ω_3 блока 2 и катка 3, а также скорость V_C центра масс катка 3 через обобщённую скорость $\dot{x}$.

Заметим, что скорость точки *D* блока 2 равна скорости верхнего края пружины $V_D = \dot{x}$. Угловая скорость блока 2 $\omega_2 = \frac{V_D}{r} = \frac{\dot{x}}{r}$. Скорость бруса 1 равна скорости точки *A* блока 2 и вычисляется по формуле $V_1 = V_A = \omega_2 R = \frac{\dot{x} R}{r}$. Так как брус совершает поступательное движение, то $V_B = V_1$. Угловая скорость катка 3 $\omega_3 = \frac{V_B}{2r} = \frac{V_1}{2r} = \frac{\dot{x} R}{2r^2}$. Здесь при определении угловой скорости катка 3 учтено, что точка *K* касания катка 3 с неподвижной поверхностью является мгновенным центром скоростей катка. Скорость центра катка 3 $V_C = \frac{V_B}{2} = \frac{\dot{x} R}{2r}$.

Подставляя исходные данные задачи с учётом найденных кинематических соотношений, получим кинетическую энергию тел системы

$$T_1=\frac{1}{2}m_1V_1^2=\frac{P}{2g}\left(\frac{\dot{x}R}{r}\right)^2=1{,}125\frac{P}{g}\dot{x}^2,\ \ T_2=\frac{1}{2}J_{2z}\omega_2^2=\ \frac{1}{2}\cdot\frac{2P}{g}\left(r\sqrt{2}\right)^2\left(\frac{\dot{x}}{r}\right)^2=2\frac{P}{g}\dot{x}^2,$$

$$T_3=\frac{1}{2}m_3V_C^2+\frac{1}{2}J_{zC}\omega_3^2=\frac{1}{2}\frac{P}{g}\left(\frac{\dot{x}R}{2r}\right)^2+\frac{1}{2}\frac{Pr^2}{2g}\left(\frac{\dot{x}R}{2r^2}\right)^2=0{,}422\frac{P}{g}\dot{x}^2.$$

Тогда полная кинетическая энергия системы:

$$T=T_1+T_2+T_3=3{,}547\frac{P}{g}\dot{x}^2.$$

Произвольное положение системы определяется обобщённой координатой *x*, показывающей растяжение пружины. Дадим пружине, находящейся в произвольном положении, возможное (бесконечно малое) перемещение δx в положительном направлении оси *x* (см. рис. 6.12). При этом блок 2 повернётся на угол $\delta\varphi_2$: $\delta\varphi_2=\frac{\delta x}{r}$, брус 1 переместится на расстояние δx_1: $\delta x_1=\frac{\delta xR}{r}$, центр масс катка 3 сдвинется на расстояние δS_C: $\delta S_C=\frac{\delta xR}{2r}$. Все перемещения получены из установленных ранее кинематических соотношений и показаны на рис. 6.12.

При заданном возможном перемещении системы работу совершают силы тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_3$ бруса 1 и катка 3, пара сил с моментом *M*, сила $\vec{F}$ и сила упругости пружины (см. рис. 6.12). Элементарная работа вращающего момента *M*, приложенного к блоку 2, будет $\delta A(M)=M\delta\varphi_2=M\frac{\delta x}{r}$. Работа силы тяжести бруса 1 определяется равенством $\delta A(P_1)=P_1\delta x_1\cos120^\circ=-P_1\delta x_1\cos60^\circ=-\frac{P_1\delta xR}{2r}$. Работы силы тяжести катка 3 и силы *F*: $\delta A(P_3)=P_3\delta s_C\cos120^\circ=-P_3\frac{\delta xR}{4r}$, $\delta A(F)=F\frac{\delta xR}{2r}\cos30^\circ$. Модуль силы упругости пружины, растянутой из неде-

формированного положения на расстояние x: $F_{\text{упр}} = cx$. Сила $\vec{F}_{\text{упр}}$ упругости направлена в сторону, противоположную растяжению (см. рис. 6.12). Работа силы упругости при перемещении вдоль линии действия на расстояние δx вычисляется по формуле $\delta A(\vec{F}_{\text{упр}}) = F_{\text{упр}}\delta x\cos 180^\circ = -cx\delta x$.

Сумма работ сил на рассматриваемом возможном перемещении системы с учётом данных задачи составляет

$$\delta A = \delta A(M) + \delta A(P_1) + \delta A(P_3) + \delta A(F) + \delta A(F_{\text{упр}}) =$$

$$= M\frac{\delta x}{r} - \frac{P_1\delta xR}{2r} - P_3\frac{\delta xR}{4r} + F\frac{\delta xR}{2r}\cos 30^\circ - cx\delta x = P(1{,}174 - 5x)\delta x,$$

откуда обобщённая сила $Q_x = P(1{,}174 - 5x)$.

Составим уравнения Лагранжа. Вычислим частные производные от кинетической энергии по обобщенной скорости $\dot{x}$ и координате x: $\frac{\partial T}{\partial \dot{x}} = 7{,}094\frac{P}{g}\dot{x}$, $\frac{\partial T}{\partial x} = 0$. Определим полную производную по времени: $\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}}\right) = 7{,}094\frac{P}{g}\ddot{x}$. Результаты расчетов подставим в уравнения Лагранжа II рода и получим дифференциальное уравнение колебаний верхнего края пружины:

$$7{,}094\frac{P}{g}\ddot{x} = P(1{,}174 - 5x), \text{ или при } g = 9{,}81 \text{ м/с}^2,\ \ddot{x} + 6{,}91x = 1{,}62.$$

Решение дифференциального уравнения представляется в виде суммы общего решения однородного уравнения и частного решения неоднородного: $x = x_{\text{одн}} + x_{\text{частн}}$. Общее решение однородного уравнения имеет вид $x_{\text{одн}} = C_1\sin kt + C_2\cos kt$, где C_1, C_2 – произвольные постоянные; k – круговая частота собственных колебаний пружины, $k = \sqrt{6{,}91} = 2{,}63$ рад/с. Частное решение неоднородного уравнения ищется в виде константы $x_{\text{частн}} = b$. Подставив его в уравнение колебаний, получим $b = 0{,}23$. Таким образом, общее решение неоднородного уравнения имеет вид $x(t) = C_1\sin 2{,}63t + C_2\cos 2{,}63t + 0{,}23$.

Произвольные постоянные C_1, C_2 находятся из начальных условий. По условию задачи в начальный момент пружина была в нерастянутом состоянии. Тогда начальная координата пружины (её верхнего края) $x(0) = 0$. Скорость верхнего края пружины в начальный момент времени $\dot{x}(0)$ равна начальной скорости $V_D(0)$ точки *D* блока 2. Поскольку в начальный момент времени блоку 2 сообщили угловую скорость ω_{20}, то $\dot{x}(0) = V_D(0) = \omega_{20} r = 0{,}1$ м/с.

Подставляя значение начальной координаты в общее решение неоднородного уравнения при $t = 0$, получим $C_2 = -0{,}23$.

Вычисляем скорость движения пружины, взяв производную: $\dot{x}(t) = 2{,}63C_1 \cos 2{,}63t - 2{,}63C_2 \sin 2{,}63t$. Подставляя начальное значение скорости, получим $C_1 = 0{,}038$. Окончательно уравнение движения верхнего края пружин: $x(t) = 0{,}038 \sin 2{,}63t - 0{,}23 \cos 2{,}63t + 0{,}23$ м.

Уравнения колебательных движений бруса 1 и блока 2 найдём из ранее полученных кинематических соотношений:

$$x_1 = \frac{xR}{r} = 1{,}5\, x(t) = 0{,}057 \sin 2{,}63t - 0{,}34 \cos 2{,}63t + 0{,}34 \text{ м};$$

$$\varphi_2 = \frac{x}{r} = 5\, x(t) = 0{,}19 \sin 2{,}63t - 1{,}15 \cos 2{,}63t + 1{,}15 \text{ рад}.$$

Амплитуда колебаний бруса $A = \sqrt{0{,}057^2 + 0{,}34^2} = 0{,}35$ м.

6.5. Задание Д8. Исследование механической системы с двумя степенями свободы

Механическая система, состоящая из четырёх тел, из состояния покоя движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$, $\vec{P}_4$, силы $\vec{F}$ и пары сил с моментом *M*. Качение тел во всех случаях происходит без проскальзывания, скольжение грузов по поверхностям – без трения. Радиусы дисков одинаковы и равны *R*. Найти уравнения движения системы в обоб-

щённых координатах. Варианты заданий и рекомендуемые обобщённые координаты даны на рис. 6.13, 6.14, варианты исходных данных – в табл. 6.3.

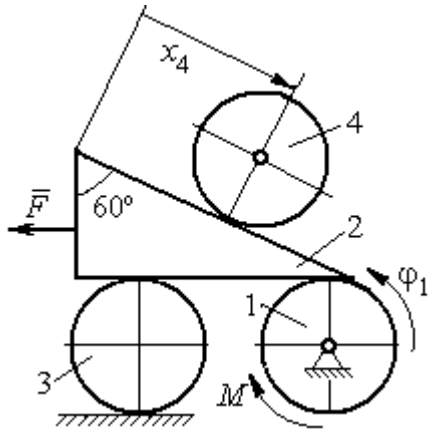
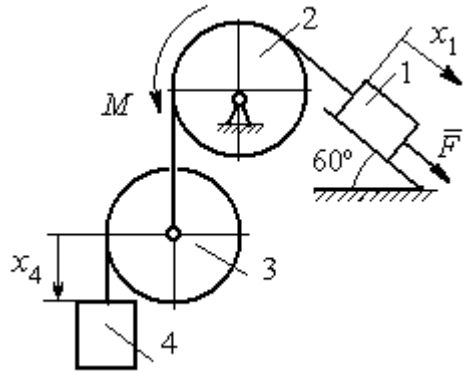
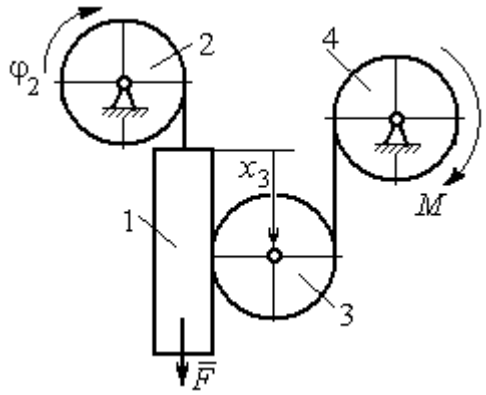
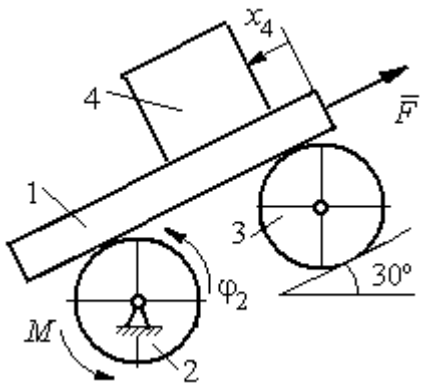
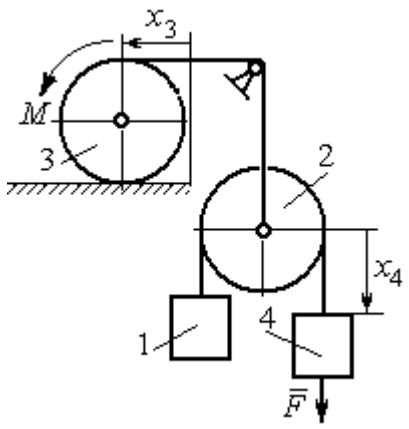
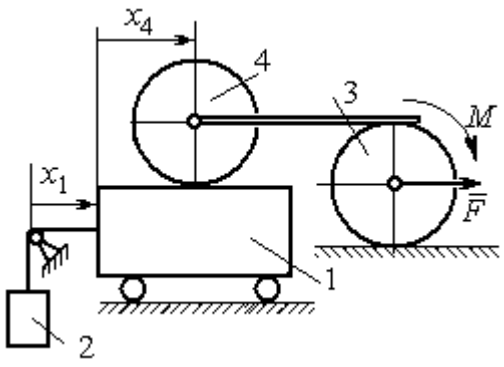
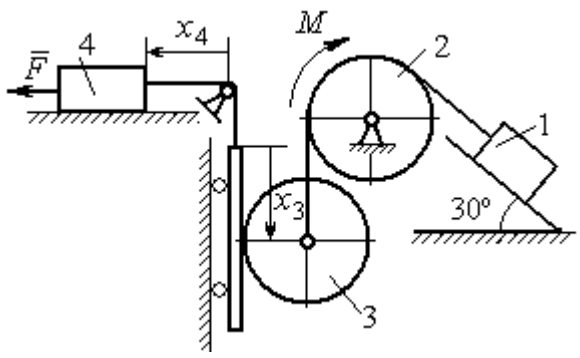
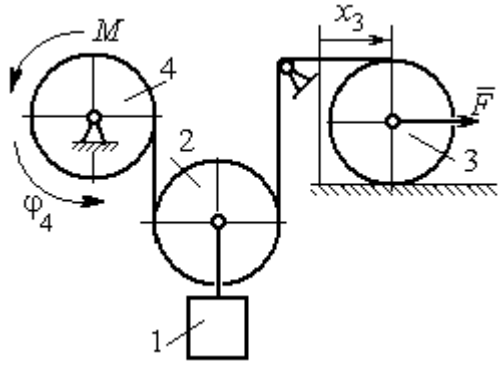
Варианты № 1, 11, 21	**Варианты № 2, 12, 22**
	
Варианты № 3, 13, 23	**Варианты № 4, 14, 24**
	
Варианты № 5, 15, 25	**Варианты № 6, 16, 26**
	

Рис. 6.13. Задание Д8. Исследование движения механической системы с двумя степенями свободы. Номера вариантов задания 1 – 6, 11 – 16, 21 – 26

Окончание вариантов задания Д8

Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
	

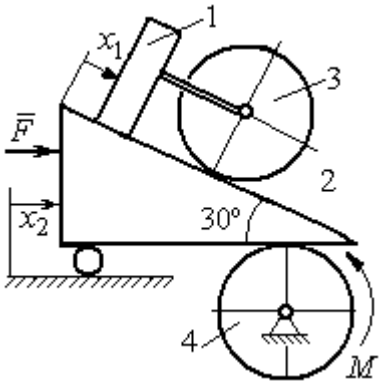
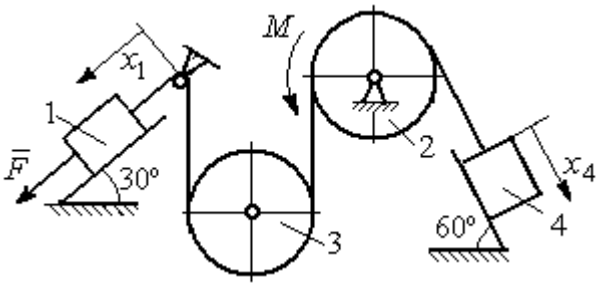
Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
	

Рис. 6.14. Задание Д8. Исследование движения механической системы с двумя степенями свободы. Номера вариантов задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 6.3

Исходные данные задания Д8. Исследование движения механической системы с двумя степенями свободы

Номер варианта задания	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
P_1, Н	P	$2P$	P	$1{,}5P$	P	$3P$	P	$1{,}2P$	$3P$	P	$2P$	P	P	$2P$	P
P_2, Н	$3P$	$3P$	$4P$	$3P$	$2P$	P	$2P$	$3P$	P	$2P$	$3P$	$2P$	$3P$	$4P$	$3P$
P_3, Н	$2P$	$2P$	$3P$	$2P$	$2P$	$2P$	$3P$	P	$2P$	$3P$	$2P$	$2P$	$2P$	P	$2P$
P_4, Н	$2P$	P	P	$2P$	$3P$	$3P$	P	P	$2P$	P	P	P	$2P$	$2P$	$2P$
R, м	$2r$	$1{,}5r$	$2{,}5r$	$1{,}2r$	$2r$	r	$1{,}5r$	r	$2r$	r	$1{,}5r$	$1{,}2r$	$2r$	$2r$	$2r$
F, Н	P	$2P$	P	$3P$	P	P	$2P$	$4P$	P	$2P$	P	$2P$	$1{,}5P$	$4P$	$2P$
M, Н·м	$2Pr$	$3Pr$	$4Pr$	$3Pr$	$3Pr$	$4Pr$	$2Pr$	$2Pr$	$3Pr$	$2Pr$	$3Pr$	$4Pr$	$3Pr$	$3Pr$	$2Pr$

Окончание табл. 6.3

Номер варианта задания	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
P_1, Н	4P	1,5P	P	2P	P	P	1,5P	1,5P	2P	P	P	2P	1,2P	3P	1,2P
P_2, Н	2P	2P	2P	4P	3P	4P	3P	4P	3P	2P	2P	1,2P	2P	3P	2P
P_3, Н	2P	2P	3P	2P	2P	3P	2P	2P	P	2P	3P	2P	P	P	3P
P_4, Н	1,5P	2P	3P	P	2P	2P	2P	P	2P	3P	P	P	2P	P	2P
R, м	1,5r	r	1,5r	2r	r	1,2r	2r	1,5r	2r	r	1,5r	2r	r	1,2r	2r
F, Н	2P	2P	P	3P	4P	2P	3P	2P	3P	P	3P	1,5P	4P	2P	3P
M, Н·м	3Pr	2Pr	4Pr	Pr	4Pr	4Pr	2Pr	Pr	4Pr	2Pr	4Pr	2Pr	2Pr	3Pr	2Pr

Пример выполнения задания Д8. Исследование движения механической системы с двумя степенями свободы

Платформа 3 лежит горизонтально на катке 5 и блоке 4 одинакового радиуса R (рис. 6.15). На платформу действует горизонтальная сила $\vec{F}$. К блоку 4, вращающемуся вокруг неподвижной оси, приложена пара сил с моментом M. Каток 5 катится по горизонтальной поверхности. К краю платформы одним концом прикреплена горизонтальная нить, а к другому концу, перекинутому через невесомый блок, прикреплён груз 6, движущийся вертикально. На платформе 3 установлен каток 2 радиуса R. К центру катка прикреплена нить, расположенная параллельно платформе и натянутая грузом 1, движущимся вертикально (см. рис. 6.15). Движение системы началось из состояния покоя. Качение тел без проскальзывания. Определить уравнения движения системы в обобщённых координатах, если $R = 2r$, веса тел $P_1 = P_6 = P$, $P_3 = 3P$, $P_4 = P_5 = P_2 = 2P$, $F = P$, $M = 3Pr$.

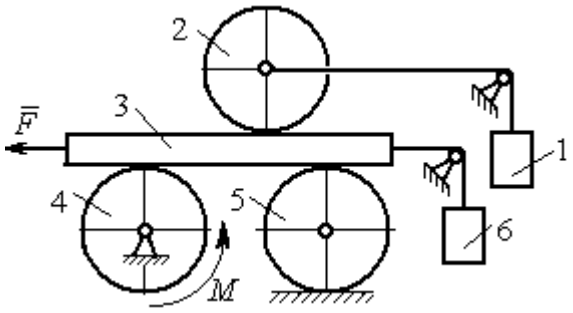


Рис. 6.15. Механическая система с двумя степенями свободы

Решение

Рассматриваемая механическая система, включающая катки 2, 5, платформу 3, блок 4 и грузы 1, 6, имеет две степени свободы, так как перемещение

катка 2 относительно платформы 3 не зависит от перемещения самой платформы. За обобщенные координаты выберем перемещение x_2 центра масс катка 2 относительно края платформы и перемещение x_3 платформы 3 относительно произвольной неподвижной вертикальной плоскости (рис. 6.16). Обобщенные скорости – скорость $\dot{x}_2$ центра масс катка 2 относительно края платформы и скорость платформы $\dot{x}_3$ относительно неподвижной вертикали. Уравнения Лагранжа II рода, описывающие движение системы:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_2}\right)-\frac{\partial T}{\partial x_2}=Q_{x_2}, \quad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_3}\right)-\frac{\partial T}{\partial x_3}=Q_{x_3},$$

где T – кинетическая энергия системы; Q_{x_2}, Q_{x_3} – обобщенные силы, соответствующие указанным обобщенным координатам.

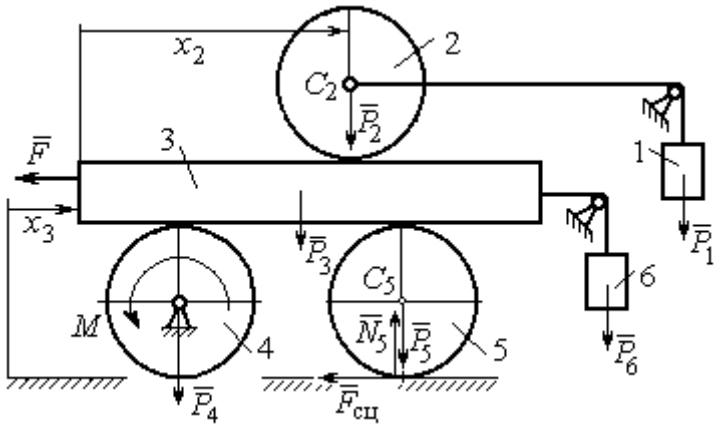


Рис. 6.16. Действующие силы
и обобщённые координаты механической системы

Вычислим кинетическую энергию системы как сумму кинетических энергий тел.

Платформа 3 совершает поступательное движение. Кинетическая энергия платформы $T_3=\frac{P_3}{2g}V_3^2$, где V_3 – скорость платформы, причём, в соответствии с выбором обобщённых координат и скоростей, $V_3=\dot{x}_3$.

Блок 4 вращается вокруг неподвижной оси. Энергия вращательного движения блока $T_4=\frac{1}{2}J_4\omega_4^2$, где J_4, ω_4 – осевой момент инерции блока 4 и его угловая скорость. Угловая скорость блока 4 $\omega_4=\frac{V_3}{R_4}=\frac{\dot{x}_3}{2r}$.

Каток 5 совершает плоскопараллельное движение, его кинетическая энергия вычисляется по формуле: $T_5 = \frac{1}{2}\frac{P_5}{g}V_{C_5}^2 + \frac{1}{2}J_5\omega_5^2$, где J_5 – момент инерции катка относительно оси вращения, проходящей через его центр масс; ω_5, V_{C_5} – угловая скорость и скорость центра масс катка 5. Для определения скорости центра масс катка 5 заметим, что точка касания катка с платформой имеет скорость, равную скорости платформы, а точка *K* касания катка с неподвижной горизонтальной поверхностью является его мгновенным центром скоростей. Следовательно, скорость центра катка равна половине скорости платформы: $V_{C_5} = \frac{1}{2}V_3 = \frac{1}{2}\dot{x}_3$. Угловая скорость катка 5 $\omega_5 = \frac{V_3}{2R_5} = \frac{\dot{x}_3}{4r}$ (рис. 6.17, *a*).

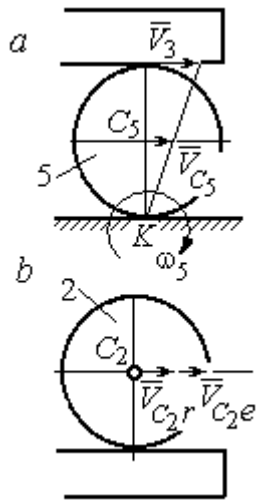


Рис. 6.17. Скорости центров катков 2 и 5

При расчёте кинетической энергии катка 2 необходимо учитывать, что каток совершает сложное движение. Качение катка по поверхности платформы является относительным движением, перемещение его вместе с платформой – переносным. Абсолютная скорость V_{C_2} центра масс катка 2 представляется в виде векторной суммы $\vec{V}_{C_2} = \vec{V}_{C_2r} + \vec{V}_{C_2e}$ (рис. 6.17, *b*), где $\vec{V}_{C_2e}$ – вектор переносной скорости катка, равный по модулю скорости платформы, $V_{C_2e} = V_3 = \dot{x}_3$; $\vec{V}_{C_2r}$ – вектор относительной скорости центра масс катка, равный по величине скорости центра масс катка 2 относительно края платформы, $V_{C_2r} = \dot{x}_2$. Модуль абсолютной скорости центра масс катка 2 равен сумме $V_{C_2} = V_{C_2r} + V_{C_2e} = \dot{x}_2 + \dot{x}_3$ (рис. 6.17, *b*).

Угловая скорость переносного движения катка 2 равна нулю, поскольку переносное движение катка – это поступательное движение платформы. В результате угловая скорость катка 2 равна его угловой скорости в относительном

движении: $\omega_2 = \dfrac{V_{C_2 r}}{R_2} = \dfrac{\dot{x}_2}{2r}$. Кинетическая энергия катка 2 рассчитывается по формуле: $T_2 = \dfrac{1}{2}\dfrac{P_2}{g}V_{C_2}^2 + \dfrac{1}{2}J_2\omega_2^2$, где J_2 – осевой момент инерции катка 2; ω_2 – угловая скорость катка; V_{C_2} – абсолютная скорость центра масс катка 2.

Движение грузов 1 и 6 поступательное, их кинетические энергии вычисляются по формулам: $T_1 = \dfrac{P_1}{2g}V_1^2$, $T_6 = \dfrac{P_6}{2g}V_6^2$. При этом скорость груза 1 равна абсолютной скорости центра катка 2: $V_1 = V_{C_2} = \dot{x}_2 + \dot{x}_3$, а скорость груза 6 равна скорости платформы: $V_6 = V_3 = \dot{x}_3$.

Выразим кинетическую энергию системы через обобщённые скорости. Кинетическая энергия:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 =$$

$$= \frac{P_1}{2g}V_1^2 + \frac{1}{2}\frac{P_2}{g}V_{C_2}^2 + \frac{1}{2}J_2\omega_2^2 + \frac{P_3}{2g}V_3^2 + \frac{1}{2}J_4\omega_4^2 + \frac{1}{2}\frac{P_5}{g}V_{C_5}^2 + \frac{1}{2}J_5\omega_5^2 + \frac{P_6}{2g}V_6^2,$$

где значения скоростей: $V_1 = \dot{x}_2 + \dot{x}_3$, $V_{C_2} = \dot{x}_2 + \dot{x}_3$, $\omega_2 = \dfrac{\dot{x}_2}{2r}$, $V_3 = \dot{x}_3$, $\omega_4 = \dfrac{\dot{x}_3}{2r}$, $V_{C_5} = \dfrac{1}{2}\dot{x}_3$, $\omega_5 = \dfrac{\dot{x}_3}{4r}$, $V_6 = \dot{x}_3$. Значения осевых моментов инерции катков: $J_2 = \dfrac{P_2 R_2^2}{2g} = \dfrac{4Pr^2}{g}$, $J_4 = \dfrac{P_4 R_4^2}{2g} = \dfrac{4Pr^2}{g}$, $J_5 = \dfrac{P_5 R_5^2}{2g} = \dfrac{4Pr^2}{g}$. Подставляя значения скоростей, моментов инерции и данные задачи, получим выражение кинетической энергии системы в виде

$$T = \frac{P}{2g}(\dot{x}_2 + \dot{x}_3)^2 + \frac{1}{2}\cdot\frac{2P}{g}(\dot{x}_2 + \dot{x}_3)^2 + \frac{1}{2}\cdot\frac{4Pr^2}{g}\left(\frac{\dot{x}_2}{2r}\right)^2 + \frac{3P}{2g}\dot{x}_3^2 +$$

$$+\frac{1}{2}\cdot\frac{4Pr^2}{g}\left(\frac{\dot{x}_3}{2r}\right)^2 + \frac{1}{2}\cdot\frac{2P}{g}\left(\frac{\dot{x}_3}{2}\right)^2 + \frac{1}{2}\cdot\frac{4Pr^2}{g}\left(\frac{\dot{x}_3}{4r}\right)^2 + \frac{P}{2g}\dot{x}_3^2 =$$

$$= \frac{1}{2}\frac{P}{g}\dot{x}_2^2 + \frac{3P}{2g}(\dot{x}_2 + \dot{x}_3)^2 + \frac{23P}{8g}\dot{x}_3^2 = \frac{2P}{g}\dot{x}_2^2 + \frac{3P}{g}\dot{x}_2\dot{x}_3 + \frac{35P}{8g}\dot{x}_3^2.$$

Дадим системе возможное перемещение по координате x_3, оставляя координату x_2 без изменения: $\delta x_3 > 0, \delta x_2 = 0$ (рис. 6.18). При таком перемещении каток 2 стоит на платформе и движется поступательно вместе с ней. В этом случае работа сил тяжести $\vec{P}_2$, $\vec{P}_5$, $\vec{P}_3$ катков 2, 5 и платформы 3 равна нулю, так как перемещения точек приложения этих сил перпендикулярны векторам сил (см. рис. 6.18). Работа силы тяжести $\vec{P}_4$ равна нулю, так как точка приложения силы лежит на неподвижной оси вращения блока 4.

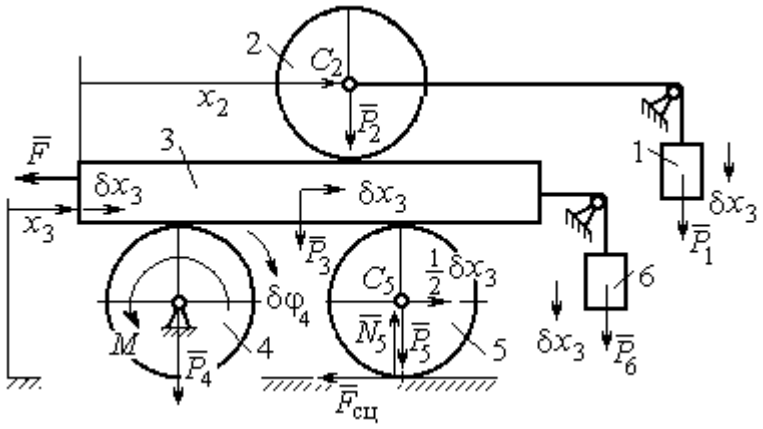


Рис. 6.18. Возможное перемещение системы при вариации обобщённых координат $\delta x_3 > 0$, $\delta x_2 = 0$

Работу будут производить сила $\vec{F}$, пара сил с моментом M и силы тяжести грузов $\vec{P}_1$ и $\vec{P}_6$. Суммарная работа сил на перемещении δx_3: $\delta A = -F\delta x_3 - M\delta\varphi_4 + P_1\delta x_3 + P_6\delta x_3$.

Представим полученное ранее соотношение $\omega_4 = \dfrac{\dot{x}_3}{2r}$ в дифференциальном виде: $d\varphi_4 = \dfrac{dx_3}{2r}$. Поскольку дифференциалы координат также являются возможными перемещениями, получим нужное соотношение $\delta\varphi_4 = \dfrac{\delta x_3}{2r}$. Теперь элементарную работу сил на возможном перемещении δx_3 с учётом значений сил можно представить в виде:

$$\delta A = -P\delta x_3 - 3Pr\frac{\delta x_3}{2r} + P\delta x_3 + P\delta x_3 = -\frac{1}{2}P\delta x_3,$$

отсюда обобщённая сила, соответствующая координате x_3: $Q_{x_3} = -\dfrac{1}{2}P$.

Дадим системе другое независимое перемещение – по координате x_2, оставляя координату x_3 без изменения: $\delta x_2 > 0, \delta x_3 = 0$ (рис. 6.19).

При этом возможном перемещении вся система стоит, кроме катка 2, который катится по поверхности неподвижной платформы, и груза 1, который опускается вертикально вниз. Работу совершает только сила тяжести груза 1. Выражая работу в виде $\delta A = P_1 \delta x_2 = P \delta x_2$, найдём обобщённую силу, соответствующую координате x_2: $Q_{x_2} = P$.

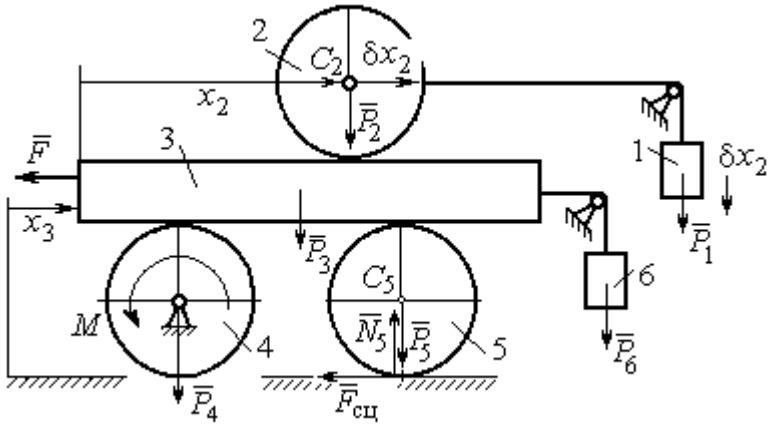


Рис. 6.19. Возможное перемещение системы при вариации обобщённых координат $\delta x_2 > 0$, $\delta x_3 = 0$

Составим уравнения Лагранжа. С этой целью вычислим частные производные от кинетической энергии по обобщенным скоростям $\dot{x}_3$ и $\dot{x}_2$:

$$\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_3} = \frac{3P}{g}\dot{x}_2 + \frac{35P}{4g}\dot{x}_3, \quad \frac{\partial T}{\partial \dot{x}_2} = \frac{4P}{g}\dot{x}_2 + \frac{3P}{g}\dot{x}_3$$

и по обобщённым координатам: $\frac{\partial T}{\partial x_3} = 0, \frac{\partial T}{\partial x_4} = 0.$

Определим полные производные по времени от частных производных кинетической энергии по скоростям:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_3}\right) = \frac{3P}{g}\ddot{x}_2 + \frac{35P}{4g}\ddot{x}_3, \quad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_2}\right) = \frac{4P}{g}\ddot{x}_2 + \frac{3P}{g}\ddot{x}_3.$$

Подставляя результаты расчётов в уравнения Лагранжа с учётом вычисленных значений обобщённых сил, получим систему дифференциальных уравнений, описывающих движение системы в обобщённых координатах:

$$12\ddot{x}_2 + 35\ddot{x}_3 = -2g, \quad 4\ddot{x}_2 + 3\ddot{x}_3 = g.$$

Алгебраическим решением системы служат значения ускорений:

$$\ddot{x}_3 = -\frac{5}{26}g = -0{,}19g \quad \text{и} \quad \ddot{x}_2 = \frac{41}{104}g = 0{,}39g.$$

Полученные выражения представляют собой дифференциальные уравнения, проинтегрировав которые дважды с нулевыми начальными условиями (движение началось из состояния покоя), найдём уравнения абсолютного движения платформы и относительного движения центра масс катка 2:

$$x_3 = -0{,}095gt^2, \quad x_2 = 0{,}195gt^2.$$

Отрицательное значение координаты x_3 означает, что движение платформы происходит в отрицательном направлении оси x_3 (см. рис. 6.16).

Абсолютное движение центра катка 2 представляется суммой относительного и переносного движений: $x_{C_2} = x_2 + x_3 = 0{,}1gt^2$.

Уравнение вращательного движения катка 2 находится на основании выражения $\varphi_2 = \frac{1}{R_2}x_2 = \frac{1}{2r}x_2 = 0{,}097\frac{gt^2}{r}$. Вращение блока 4 описывается уравнением $\varphi_4 = \frac{1}{R_4}x_3 = \frac{1}{2r}x_3 = -0{,}047\frac{gt^2}{r}$.

Движение катка 5 описывается двумя уравнениями: уравнением движения центра масс катка $x_{C_5} = \frac{1}{2}x_3 = -0{,}047gt^2$ и уравнением вращательного движения катка $\varphi_5 = \frac{x_3}{2R_5} = -0{,}024\frac{gt^2}{r}$.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Бать М. И., *Джанелидзе Г. Ю.*, *Кельзон А. С.* Теоретическая механика в примерах и задачах. Т. 1–2.– СПб.: Лань, 2010.

Бутенин Н. В., *Лунц Я. Л.*, *Меркин Д. Р.* Курс теоретической механики: в 2-х томах.– М.: Наука, 2009.

Вебер Г. Э., *Ляпцев С. А*. Лекции по теоретической механике. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008.

Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики: учебн. для втузов. – М.: Высшая школа, 2010.

Учебное издание

Евгений Борисович Волков
Юрий Михайлович Казаков

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

сборник заданий для расчетно-графических работ

Учебно-методическое пособие
для самостоятельной работы студентов

Редактор *Л.В. Устьянцева*

Подписано в печать
Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/16.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. 9,75 Уч. изд. л. 6,5 Тираж экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет.
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

4. ДИНАМИКА ТОЧКИ 73
4.1. Дифференциальные уравнения движения точки. 73
4.2. Задание Д1. Интегрирование дифференциальных уравнений движения точки 73
4.3. Колебания материальной точки 80
4.4. Задание Д2. Исследование колебаний точки 84
4.5. Теорема об изменении кинетической энергии точки. 95
4.6. Задание Д3. Исследование движения точки
с применением теоремы об изменении кинетической энергии 96
5. ДИНАМИКА МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ 103
5.1. Описание движений твёрдых тел на основе общих теорем динамики системы . 103
5.2. Задание Д4. Динамический расчет механической системы 104
5.3. Теорема об изменении кинетической энергии системы. 112
5.4. Задание Д5. Исследование движения механической системы
с применением теоремы об изменении кинетической энергии 114
6. АНАЛИТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА 124
6.1. Принципы механики. Общее уравнение динамики 124
6.2. Задание Д6. Исследование механической системы
с применением общего уравнения динамики 126
6.3. Уравнения Лагранжа II рода 136
6.4. Задание Д7. Исследование механической системы с одной степенью свободы
с применением уравнений Лагранжа 137
6.5. Задание Д8. Исследование механической системы с двумя степенями свободы 145
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 155