

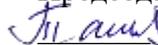
Федеральное агентство по образованию  
ФГБОУ ВО  
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО

Методической комиссией  
факультета геологии и  
геофизики УГГУ

«16» ноября 2016 г.

Председатель комиссии

 проф. С.Н. Тагильцев

О. А. Сустанов

ПЕТРОГРАФИЯ  
МАГМАТИЧЕСКИХ И МЕТАМОРФИЧЕСКИХ  
ПОРОД, ПЕТРОЛОГИЯ

*Учебно-методическое пособие*  
к практическим занятиям (часть 1)  
для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология

Рецензент – *В. И. Русин*, доктор геол.-минер. наук, профессор кафедры МПГ Уральского государственного горного университета

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры минералогии, петрографии и геохимии 2 ноября 2016 г. (протокол № 3 ) и рекомендовано для издания в УГГУ.

**Сустанов О. А.**

С 89 ПЕТРОГРАФИЯ МАГМАТИЧЕСКИХ И МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД,  
ПЕТРОЛОГИЯ : Учебно-методическое пособие к практическим занятиям (часть 1)

/ О. А. Сустанов. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. - 64 с.

Рассматривается методика изучения минералов в петрографических шлифах и дается микроскопическая характеристика наиболее распространенных минералов магматических и метаморфических пород. Приводятся некоторые понятия кристаллооптики, данные об устройстве и поверках микроскопа, о методах изучения минералов при выключенном анализаторе и в скрещенных николях, с использованием параллельного и сходящегося света. Подробно описываются практические приемы работы с микроскопом при диагностике и описании порообразующих минералов. Пособие может быть использовано при проведении аудиторных лабораторных занятий и для самостоятельной работы студентов. Учебно-методическое пособие предназначено для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология

© Сустанов О. А., 2017

© Уральский государственный  
горный университет, 2017

## Оглавление

1.МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ МИНЕРАЛОВ ПОД МИКРОСКОПОМ4	
1.1. Некоторые понятия кристаллооптики .....	4
1.2. Устройство и поверки микроскопа .....	6
1.3. Исследования при выключенном анализаторе.....	11
1.4. Исследования при включенном анализаторе в параллельном свете ..	17
1.5. Исследования при включенном анализаторе в сходящемся свете.....	27
1.6. План описания минерала под микроскопом.....	30
1.7. Примеры описания минералов в шлифе .....	31
1.8. Контрольные вопросы .....	33
2. ПОРОДООБРАЗУЮЩИЕ МИНЕРАЛЫ34	
2.1. Минералы магматических пород.....	34
2.2. Минералы метаморфических пород.....	52
2.3. Контрольные вопросы .....	60
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК61	
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ61	

# 1. МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ МИНЕРАЛОВ ПОД МИКРОСКОПОМ

## 1.1. Некоторые понятия кристаллооптики

Кристаллооптика – раздел физики, изучающий законы распространения света в кристаллах и возникающие при этом оптические эффекты.

В *естественном (неполяризованном)* свете векторы напряженности электрического поля ориентированы во всех направлениях, перпендикулярных световому лучу. В *плоскополяризованном* свете эти векторы расположены в одной плоскости, перпендикулярной направлению распространения светового луча; эта плоскость называется *плоскостью колебаний* света.

В *оптически изотропных* веществах свет распространяется во всех направлениях с равной скоростью. То есть показатель преломления  $n$  таких веществ во всех направлениях одинаков. Оптически изотропными являются жидкости, аморфные твердые тела (стекла, смолы) и кристаллы кубической сингонии.

Кристаллы остальных сингоний, кроме кубической, *оптически анизотропны*. Луч естественного света, попадая в оптически анизотропный кристалл, разделяется на два плоскополяризованных луча, имеющих неодинаковые скорости распространения и взаимно перпендикулярные плоскости колебаний. Скорость одного или обоих лучей зависит от направления их распространения в кристалле. Поэтому соответствующие этим лучам показатели преломления изменяются в зависимости от направления в кристалле. Разность наибольшего ( $n_g$ ) и наименьшего ( $n_p$ ) показателей преломления кристалла ( $n_g - n_p$ ) называется его *двойным лучепреломлением (двупреломлением)*.

В оптически анизотропных кристаллах имеются направления, по которым двойного лучепреломления не происходит (скорости распространения обоих лучей в этих направлениях одинаковы). Эти направления называются *оптическими осями*. Кристаллы средних сингоний: гексагональной, тетрагональной и тригональной, имеют одну оптическую ось (*оптически одноосные* кристаллы; оптическая ось в них совпадает с осью симметрии высшего порядка –  $L_6, L_4, L_3$ ). Кристаллы низших сингоний: ромбической, моноклинной и триклинной, имеют две оптические оси (*оптически двуосные* кристаллы).

Поверхность, построенная на величинах показателей преломления, значения которых откладываются по направлению колебаний светового луча называется *оптической индикатрисой*.

В кристаллах кубической сингонии оптическая индикатриса имеет форму шара – показатели преломления имеют одинаковую величину во всех направлениях.

В одноосных кристаллах (гексагональная, тетрагональная и тригональная сингонии) индикатриса представляет собой эллипсоид вращения, ось вращения которого совпадает с оптической осью.

В двуосных кристаллах (ромбическая, моноклинная и триклинная сингонии) оптическая индикатриса имеет форму трехосного эллипсоида – с тремя взаимно перпендикулярными и неравными друг другу по величине осями  $N_g$ ,  $N_m$  и  $N_p$ .

В кристаллах ромбической сингонии оси  $N_g$ ,  $N_m$  и  $N_p$  совпадают с осями  $L_2$  или нормальными к плоскостям симметрии.

В кристаллах моноклинной сингонии одна из осей индикатрисы совпадает с кристаллографической осью  $b$ . Часто с осью  $b$  совпадает ось  $N_m$ , а плоскость  $N_g N_p$  совпадает с кристаллографической плоскостью (010). Оси  $N_g$  и  $N_p$ , лежащие в этой плоскости, образуют с кристаллографическими осями  $a$  и  $c$  некоторые углы, постоянные для каждого минерала.

В кристаллах триклинной сингонии оси индикатрисы  $N_g$ ,  $N_m$  и  $N_p$  не совпадают с кристаллографическими осями.

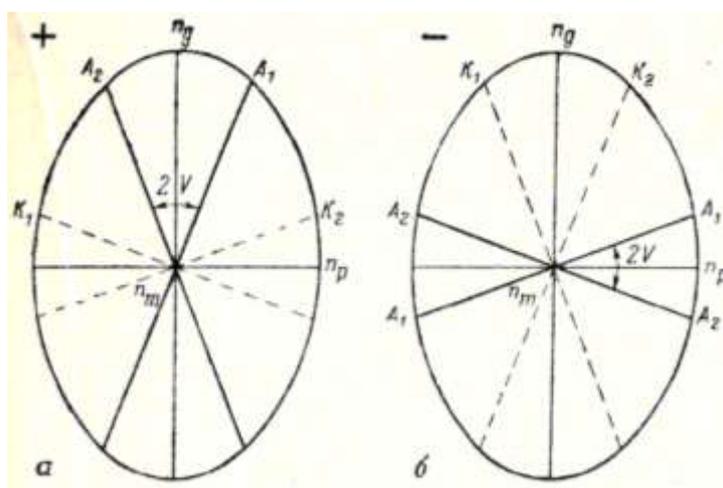


Рис. 1. Разрез индикатрисы оптически положительного (а) и оптически отрицательного (б) кристаллов;  $A_1$  и  $A_2$  – оптические оси,  $K_1$  и  $K_2$  – соответствующие им круговые сечения

В оптических индикатрисах двуосных кристаллов имеется два перпендикулярных оптическим осям *круговых сечения* с радиусом  $N_m$  ( $K_1$  и  $K_2$  на рис. 1). Сечение  $N_g N_p$  называется *плоскостью оптических осей* (в этом сечении располагаются оптические оси). Острый угол между оптическими осями называется *углом оптических осей* ( $2V$ ). Оси индикатрисы  $N_g$  и  $N_p$  являются биссектрисами угла  $2V$  (рис. 1). Одна из них делит пополам острый угол между оптическими осями и поэтому называется *острой биссектрисой*, другая является биссектрисой тупого угла между оптическими осями и называется *тупой биссектрисой*.

Если острой биссектрисой является  $N_g$ , кристалл называется *оптически положительным* (+), если острой биссектрисой является  $N_p$  – *оптически отрицательным* (-).

Произвольное сечение индикатрисы двуосного кристалла представляет собой эллипс, большая полуось которого меньше  $N_g$  (обозначается  $N_g'$ ), а малая полуось больше  $N_p$  (обозначается  $N_p'$ ).

## 1.2. Устройство и проверки микроскопа

### *Устройство микроскопа*

Микроскопы серии ПОЛАМ (рис. 2) состоят из осветительной и наблюдательной систем.

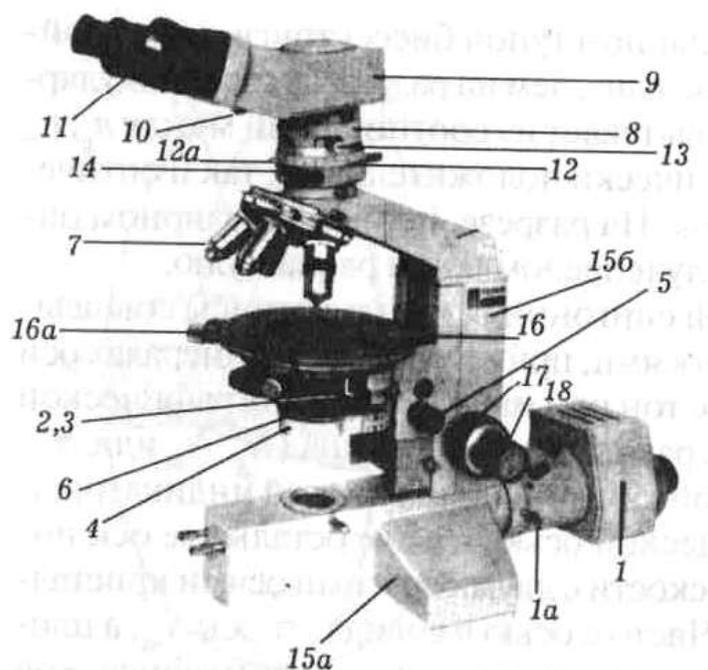


Рис. 2. Схема устройства поляризационного микроскопа серии Полам (объяснения в тексте)

Осветительная система включает в себя *осветитель 1*, закрепленный с помощью винта *1a*, и *конденсорное устройство 2*, состоящее из двух линз, верхняя из которых съемная. Выше конденсора помещена *диафрагма* с рукояткой *3,4* – откидная осветительная линза в оправе. Конденсорное устройство может перемещаться вверх и вниз вращением рукоятки *5*. В нижней части конденсорного устройства помещен *поляризатор 6*, закрепленный винтом. При ослаблении винта поляризатор можно вращать за кольцо оправы.

Наблюдательная система состоит из сменных объективов *7*, тубуса *8*, а также монокулярной насадки *9* с диафрагмой *10* и окуляром *11*. В некоторых микроскопах имеется бинокулярная насадка.

В тубусе размещены *анализатор* и *линза Бертрана*. Анализатор можно поворачивать с помощью кольца *12* и фиксировать винтом. Анализатор вводится и выводится рукояткой *12a*. Рукоятка *13* служит для включения и выключения линзы Бертрана. В нижней части тубуса имеется расположенный под углом  $45^\circ$  к плоскости симметрии микроскопа паз *14*, предназначенный для введения компенсаторов.

Все узлы микроскопа укреплены на *штативе* с основанием *15a* и тубусодержателем *15b*, в который смонтирован механизм фокусировки, перемещающий *предметный столик 16*. Грубое перемещение направляющей механизма фокусировки осуществляется рукоятками *17*, точное – рукоятками

18. Предметный столик представляет собой вращающийся диск, имеющий по окружности лимб с градусными делениями. Два нониуса *16а* дают возможность измерять углы поворота столика. Винты у нониусов обеспечивают фиксацию предметного столика.

Главными частями микроскопа **МП-6** (рис. 3) является штатив, тубус, предметный столик и осветительное устройство.

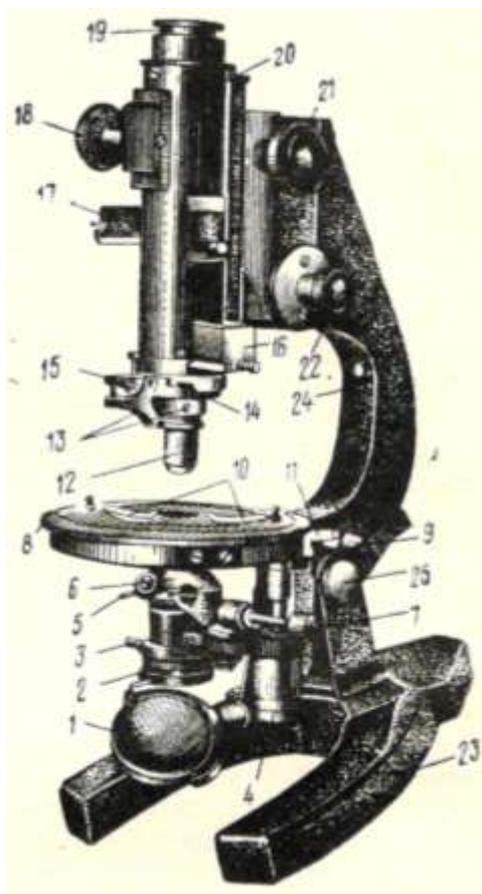


Рис. 3. Поляризационный микроскоп МП-6:

- 1 – осветительное зеркало;
- 2 – поляризатор; 3 – стопорный винт поляризатора; 4 – винт подъема поляризатора; 5 – рукоятка диафрагмы; 6 – линза Лазо;
- 7 – рукоятка линзы Лазо;
- 8 – предметный столик;
- 9 – стопорный винт столика;
- 10 – зажимы для крепления шлифа;
- 11 – нониус; 12 – объектив;
- 13 – центрировочные винты;
- 14 – прорезь для компенсатора;
- 15 – щипцы для крепления объектива; 16 – анализатор;
- 17 – линза Бертрана; 18 – винт линзы Бертрана; 19 – окуляр;
- 20 – тубус; 21 – винт грубой наводки; 22 – винт тонкой наводки;
- 23 – основание штатива; 24 – ручка тубусодержателя; 25 – стопорный винт штатива

*Штатив* состоит из массивной неподвижной нижней части *23* и верхней подвижной части *24*, на которой закреплены все другие устройства микроскопа. Обе части штатива соединены шарнирно, что позволяет наклонять верхнюю часть микроскопа на наблюдателя и закреплять ее с помощью стопорного винта в удобном для работы положении.

*Тубус* – цилиндр, который может перемещаться с помощью винта грубой наводки *21* и микрометрического винта *22*, позволяющих ставить объект на фокус. В нижней части тубуса имеются щипцы *15*, закрепляющие *объектив*. Выше располагается *анализатор*, который можно вводить и выводить из тубуса. Выше анализатора находится *линза Бертрана*, которую также можно вводить в тубус и выводить из него; эта линза используется при исследованиях в сходящемся свете, а при работе в параллельном свете выключается. В верхнее отверстие тубуса вставляется *окуляр* *19*.

*Предметный столик* – массивный диск, вращающийся вокруг вертикальной оси. Внешний край столика градуирован, что позволяет с помощью нониусов *11* производить отсчеты углов поворота. Препарат закрепляется на столике с помощью пружинящих зажимов *10*.

*Осветительное устройство* располагается под предметным столиком. В его нижней части находится двустороннее осветительное *зеркало 1*. В большинстве случаев можно пользоваться его вогнутой стороной. Над зеркалом расположен *поляризатор 2*, выше которого находится *диафрагма*, регулирующая степень освещенности объекта и изолирующая боковые лучи. Над диафрагмой установлен *конденсор*, направляющий поток параллельных световых лучей на исследуемый объект. Выше располагается *линза Лазо*, которая используется для получения сходящегося светового пучка, необходимого при исследовании коноскопическим методом. При изучении минералов в параллельном свете линза Лазо не используется и с помощью специального рычага *7* выводится из оптической системы микроскопа.

Осветительное устройство поднимается и опускается с помощью *винта 4*, расположенного вертикально под столиком слева.

К каждому микроскопу приложен набор объективов с увеличениями  $3^{\times}$ ,  $8^{\times}$ ,  $20^{\times}$ ,  $40^{\times}$  и  $60^{\times}$ .

### **Шлиф**

Горные породы изучают под микроскопом в срезах толщиной около 0,03 мм, которые называются *шлифами*. Шлиф изготавливают следующим образом. С помощью алмазной пилы отпиливают небольшую пластинку горной породы, шлифуют ее с одной стороны на специальном станке, а затем приклеивают ровной стороной на *предметное* стекло. В качестве клея используют канадский бальзам – прозрачное смолоподобное вещество с показателем преломления около 1.537. Приклеенную к стеклу пластинку горной породы шлифуют с противоположной стороны до толщины около 0.03 мм, покрывают вторым слоем канадского бальзама и тонким *покровным стеклом*.

### **Подготовка микроскопа к работе**

Для подготовки микроскопа к работе необходимо:

1. Установив микроскоп на рабочем месте, поворотом тубусодержателя придать тубусу удобный для работы наклон.

2. Поднять осветительное устройство винтом вверх до упора. Вывести из оптической системы микроскопа линзу Бертрана, анализатор, линзу Лазо, полностью открыть диафрагму.

3. Поставить объектив нужного увеличения (при рядовой работе обычно  $8^{\times}$  или  $9^{\times}$ ). На оправе объектива имеется два стерженька для установки центрировочных винтов и наклонный фиксирующий штифт для закрепления объектива щипцами тубуса. Для установки объектива нужно сначала с помощью винта грубой наводки несколько приподнять тубус, а затем, сжав пальцами

левой руки щипцы, **правой** рукой надеть объектив на кольцообразный выступ тубуса микроскопа. Затем нужно повернуть объектив против часовой стрелки так, чтобы фиксирующий штифт вошел в прорезь зажима, после чего отпустить щипцы.

4. Поворотами осветительного зеркала добиться наиболее яркой и равномерной освещенности поля зрения.

5. На предметный столик положить шлиф (покровным стеклом кверху) и с помощью зажима закрепить его.

6. Навести изображение шлифа на резкость при помощи винтов грубой и точной наводки (чтобы не повредить шлиф, лучше это делать, постепенно увеличивая расстояние между шлифом и объективом). Работая с объективами с увеличением  $20^x$ ,  $40^x$  и  $60^x$ , фокусные расстояния которых очень малы, наведение на резкость следует производить с особой осторожностью, чтобы не раздавить шлиф и не повредить линзы объективов. Для этого сначала нужно, глядя сбоку на конец объектива, осторожно с помощью винта грубой наводки подвести объектив близко к поверхности шлифа, а затем, смотря в окуляр, увеличивать фокусное расстояние до появления отчетливого изображения объекта.

7. Чтобы глаза не уставали, рекомендуется научиться, глядя одним глазом в окуляр микроскопа, оставлять другой глаз при работе открытым. Для этого вначале можно работать с надетым на тубус бумажным экраном.

Перед тем, как приступать к изучению шлифа, следует выполнить **поверки микроскопа.**

#### *1. Проверка скрещенности николей.*

Скрещенным называется такое положение поляризатора и анализатора, при котором плоскость колебаний света, пропускаемого анализатором, перпендикулярна плоскости колебаний света, пропускаемого поляризатором.

Проверка делается без шлифа. При выключенном анализаторе устанавливается освещенное поле зрения. Затем включается анализатор. Если николи скрещены, поле зрения при включенном анализаторе будет темным, почти черным. Если же при включенном анализаторе поле зрения просветлено, то николи не скрещены. В этом случае нужно открепить стопорный винт поляризатора, повернуть поляризатор за оправу на некоторый угол до полного угасания поля зрения и в этом положении закрепить винт.

Эту же проверку подобным образом можно сделать по участку канадского бальзама в шлифе.

#### *2. Проверка совпадения нитей окуляра с направлениями колебаний поляризатора и анализатора.*

Находим в шлифе зерно мусковита или биотита с хорошо различимыми трещинами спайности и устанавливаем это зерно при включенном анализаторе на угасание (делаем зерно максимально темным). Выключаем анализатор. Трещины спайности в зерне должны быть параллельны одной из нитей окуляра.

Если такой параллельности нет и в положении угасания трещины спайности ориентированы под некоторым (обычно небольшим) углом к нити окуляра, то следует несколько повернуть окуляр - до совпадения нити окуляра с направлением трещин спайности.

### 3. Определение направления колебаний света в поляризаторе.

Проверка производится при выключенном анализаторе с помощью зерна биотита с хорошо заметными трещинами спайности. Вращая столик микроскопа, наблюдаем, как при повороте столика биотит меняет окраску (плеохроирует). В тот момент, когда биотит приобретает самую густую окраску, трещины спайности ориентированы параллельно плоскости колебаний света в поляризаторе (совпадающей либо с вертикальной, либо с горизонтальной нитью окуляра). Следует записать, с какой именно нитью совпадает направление колебаний света в поляризаторе.

### 4. Центрировка объектива.

Центрировка объектива заключается в совмещении оптической оси объектива с осью микроскопа. При отцентрированном объективе зерно, поставленное на пересечение нитей окуляра, при вращении столика не смещается и все время остается на пересечении нитей окуляра. Если же объектив не отцентрирован, то при вращении столика зерно будет отклоняться от пересечения нитей окуляра.

Для этой проверки выбираем в шлифе какую-либо хорошо заметную точку и, передвигая шлиф на столике, ставим ее на перекрестие нитей окуляра (1 на рис. 4), а затем вращаем столик микроскопа, следя за точкой. Если при вращении столика точка смещается относительно центра креста нитей, то объектив следует центрировать (обнаружив нарушение центрировки, следует сначала проверить, правильно ли вставлен объектив).

Для центрировки нужно повернуть столик микроскопа в положение, когда наблюдаемая точка максимально отклонилась от перекрестия нитей окуляра (2 на рис. 4), надеть на специальные штифты на корпусе объектива

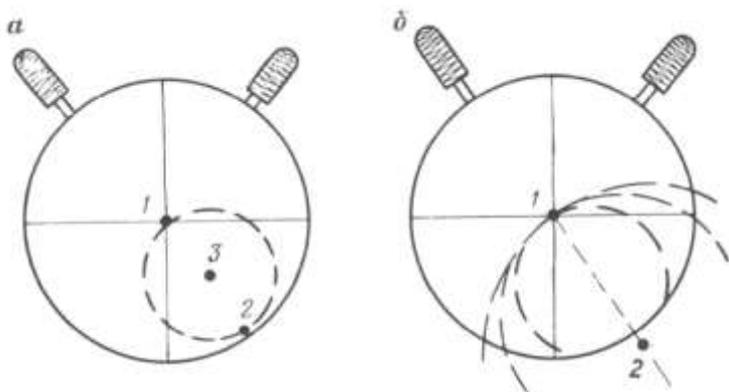


Рис. 4. Схема центрировки

центрировочные ключи и, вращая их, переместить точку в сторону перекрестия нитей на половину расстояния от точки до перекрестия нитей (в положение 3 на рис. 4, а). Затем передвинуть шлиф руками на столике так, чтобы точка вновь

попала в центр креста нитей. Повторять эти операции, пока точка при вращении столика не будет отклоняться от центра креста нитей.

Иногда, при сильной расцентрованности объектива, наблюдаемая точка при повороте столика микроскопа уходит за пределы поля зрения. В этом случае следует поворачивать предметный столик на некоторый угол то в одну, то в другую сторону, чтобы мысленно определить, где располагается центр окружности, которую описывает точка (направление 1 – 2 на рис. 4,б). Затем вращением центрировочных винтов перемещаем предполагаемый центр окружности, которую описывает точка, к перекрестию нитей окуляра. После этого, передвигая шлиф руками, снова ставим точку на центр поля зрения и повторяем описанные выше операции (иногда это приходится делать несколько раз) до достижения центровки.

### 1.3. Исследования при выключенном анализаторе

**Размер зерен.** Приблизительно размеры зерен в шлифах можно оценить, сравнивая зерна с диаметром поля зрения микроскопа. Величину диаметра поля зрения (с точностью до десятых долей миллиметра) можно определить, поставив на столик микроскопа вместо шлифа линейку с миллиметровыми делениями.

Для более точного измерения размеров зерен используется окуляр с микрометрической шкалой. Цена минимального деления этой шкалы при использовании объектива 8<sup>x</sup> или 9<sup>x</sup> – около 0.02 мм.

Для точного определения цены деления шкалы окуляра используется объект-микрометр, представляющий собой металлическую пластинку, в центре которой вставлено стекло с нанесенной линейной шкалой длиной 1 мм, разделенной на 100 делений. Объект-микрометр устанавливается на столике микроскопа как обычный шлиф. В тубус микроскопа вставляется окуляр со шкалой. Перемещая на столике объект-микрометр, совмещаем начало обеих шкал. Определяем, скольким делениям шкалы окуляра соответствует шкала объект-микрометра и вычисляем цену деления окуляра. Например: длина всей шкалы объект-микрометра (1 мм) соответствует 54 малым делениям шкалы окуляра. Отсюда 1 малое деление шкалы окуляра равно  $1 \text{ мм} : 54 = 0,0185 \text{ мм}$ .

**Форма зерен.** Зерна минералов могут иметь призматическую, таблитчатую, пластинчатую, а также изометрическую и неправильную форму. При изучении шлифов объемная форма зерен минерала устанавливается на основе сопоставления между собой имеющихся в шлифе плоских разрезов минерала. На рис. 5 представлены продольные и поперечные разрезы кристаллов призматической, таблитчатой и пластинчатой формы.

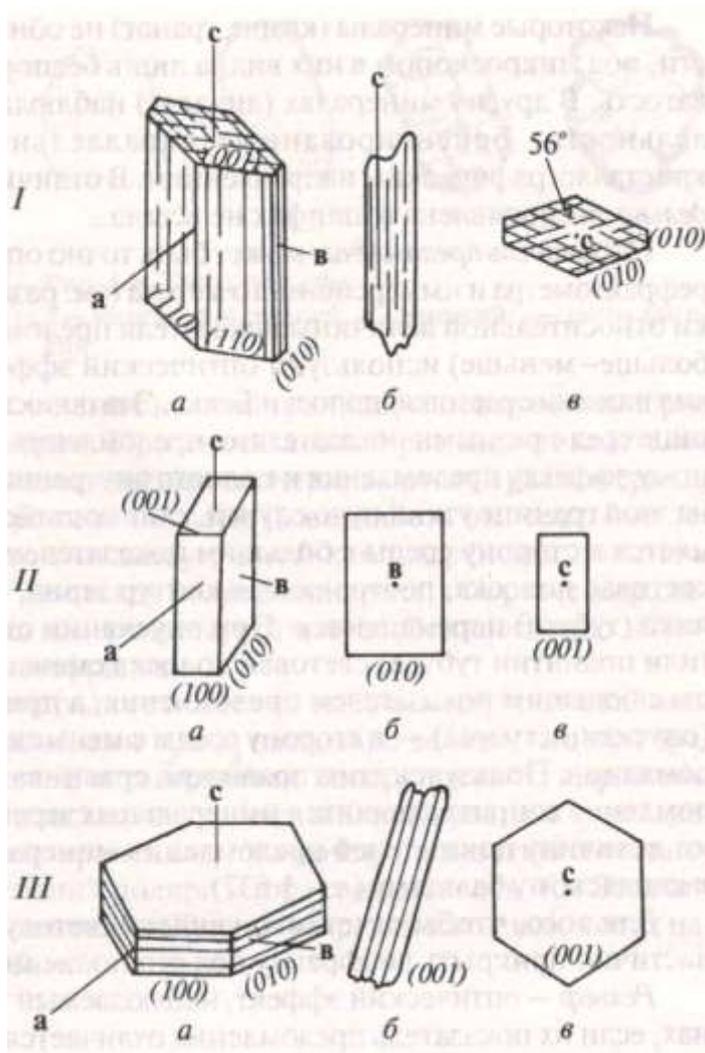


Рис. 5. Кристаллы призматической (I), таблитчатой (II) и пластинчатой (III) формы:  
*a* – объемная форма кристаллов;  
*б, в* – разрезы:  
*б* – продольные,  
*в* – поперечные

**Спайность.** Спайность наблюдается в шлифе в виде серии трещин, пересекающих минерал. Она видна не во всех сечениях кристаллов, а хорошо различается лишь там, где трещины спайности ориентированы по отношению к плоскости шлифа под углом, близким к  $90^\circ$ . Так, у слюд в разрезах, перпендикулярных уплощенности кристаллов, видны четкие трещины спайности, а в разрезах, проходящих параллельно уплощенности кристаллов, трещин спайности не видно (см. рис. 5, III). У минералов, обладающих

спайностью в двух направлениях, в шлифе чаще всего наблюдаются разрезы с трещинами спайности, проходящими лишь в одном направлении (см. рис. 5, I, б). Поэтому заключение оспайности минерала следует основывать на просмотрев шлифе всех зеренданного минерала.

У минералов с *весьма совершенной* спайностью (слюды) тонкиепараллельные трещины спайности идут через весь кристалл (см. рис. 5, III, б). Минералы с *совершенной* спайностью (пироксены, амфиболы) характеризуются общим параллельным расположением трещин, но эти трещины прерывисты и не всегда строго параллельны друг другу (см. рис. 5, I, б). *Несовершенная* спайность (оливин) характеризуется отсутствием строгой

параллельности, прерывистостью, иногда ветвлением и пересечением трещин, при наличии общего направления в их расположении. Иногда несовершенная спайность проявлена в виде редких и коротких трещин (нефелин). Если минералспайностью не обладает, то трещины отсутствуют или имеют неровную форму и ориентированы беспорядочно.

При наличии спайности по двум направлениям (см. рис. 5, 1) измеряется угол между плоскостями спайности. Порядок работы при определении угла между плоскостями спайности следующий:

1) находим разрез, перпендикулярный трещинам спайности обоих направлений: трещины должны быть тонкими и не смещаться в сторону при подъеме и опускании тубуса микроскопа;

2) совмещаем трещины спайности одного направления с одной из нитей окуляра; берем отсчет по лимбу столика;

3) вращением столика совмещаем с той же нитью окуляра трещины спайности второго направления; снова берем отсчет. Разность отсчетов - угол между плоскостями спайности. Принято измерять острый угол между плоскостями спайности.

**Цвет.** При работе с выключенным анализатором различают *зернанепрозрачные*, которые выглядят совершенно черными (это главным образом рудные минералы, их определение проводится на специальных микроскопах в отраженном свете), *ипрозрачные* – бесцветные и окрашенные.

Цветминерала в шлифе отличается от цвета того же минерала в образце. Многие минералы, отчетливо окрашенные в образцах, под микроскопом оказываются бесцветными. Цвет минерала обычно характеризуется словом из двух частей: например, сине-зеленый, светло-коричневый. Некоторые минералы в анизотропных сечениях при вращении столика микроскопа изменяют интенсивность окраски, а иногда и цвет (*плеохроируют*).

**Показатель преломления.** Показатель преломления минерала оценивается в шлифе путем его сравнения с показателем преломления канадского бальзама ( $1.537 \pm 0.004$ ) или с показателями преломления окружающих минералов. Эта оценка производится исходя из наблюдения у изучаемого минерала описываемых ниже рельефа, характера ограничений, шагреновой поверхности и полоски Бекке (лучше всего они видны при частично прикрытой диафрагме и опущенном осветительном устройстве).

**Рельеф** – оптический эффект, свойственный зернам минералов, показатели преломления которых отличаются от показателя преломления канадского бальзама. У минералов с показателями преломления, более высокими, чем у канадского бальзама, рельеф *положительный* – минерал кажется более толстым, чем другие минералы, как бы рельефно выступающим над общей поверхностью шлифа. У минералов с показателями преломления, более низкими, чем у канадского бальзама, рельеф *отрицательный* – кажется, что минерал образует впадину на поверхности шлифа.

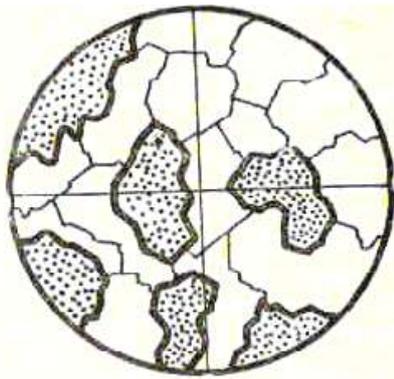


Рис. 6. Резкие ограничения и шагреновая поверхность минералов с высоким показателем преломления

Чем больше отличается показатель преломления изучаемого зерна от канадского бальзама или соседних зерен, тем сильнее выражен рельеф данного зерна. При равенстве показателей преломления минерала и канадского бальзама рельеф у минерала отсутствует.

*Ограничения.* Граница между минералом и канадским бальзамом, или между двумя бесцветными минералами, находящимися в непосредственном контакте друг с другом, четко заметна в том случае, если их показатели преломления различны. Чем больше разница в показателях преломления соприкасающихся минералов, или минерала и канадского бальзама,

тем ограничения становятся более резкими (рис. 6).

*Шагреновая поверхность.* При изготовлении шлифов на поверхностях срезов зерен образуются микроскопические неровности. У минералов с показателями преломления, близкими к канадскому бальзаму, эти неровности не заметны и поверхность зерен выглядит гладкой. Если же показатели преломления минерала значительно отличаются от канадского бальзама, то неровности на поверхности зерна становятся заметнее и поверхность зерна кажется шероховатой, мелкобугристой - как шагреновая кожа или кожа апельсина. Чем больше отличие показателей преломления зерна от показателя преломления канадского бальзама, тем резче выражена шагреновая поверхность этого зерна (см. рис. 6).

На границе двух соприкасающихся бесцветных минералов, обладающих близкими показателями преломления, при внимательном наблюдении заметно явление окрашивания минералов в зеленоватые и розоватые тона (*дисперсионный эффект*). Бесцветный минерал, имеющий более высокий показатель преломления, приобретает светло-зеленоватую окраску, а бесцветный минерал с более низким показателем преломления - розоватую окраску. Этот эффект становится более отчетливым при прикрытой диафрагме и некотором расфокусировании изображения.

Умение видеть дисперсионный эффект особенно важно при рассмотрении мелких бесцветных включений одного минерала в другом, например, мелких вростков плагиоклаза в калиевом полевоом шпате (пертиты) или, наоборот, калиевого полевого шпата в плагиоклазе (антипертиты). Отличить калиевый полевой шпат от кварца и плагиоклаза в мелкозернистых агрегатах иногда можно только по дисперсионному эффекту.

По характеру ограничений, рельефу и шагреновой поверхности В.Н.Лодочников подразделяет все бесцветные минералы на 7 групп (табл. 1).

Для более точного определения относительного показателя преломления используется так называемая световая *полоска Бекке*. Это возникающая при расфокусировании микроскопа узкая световая полоска, повторяющая контур

зерна. Наиболее четко она видна при использовании объективов с увеличением  $20\times$  и более. При увеличении расстояния между объективом и шлифом полоска Бекке перемещается в сторону вещества с *большим* показателем преломления,

Таблица 1

**Группы В.Н.Лодочникова**

Группа	Показатель преломления	Ограничения, шагреновая поверхность	Рельеф	Примеры минералов
1	1.41-1.47	ясные	отрицательный	опал
2	1.47-1.53	слабые	«	калиевый полевой шпат
3	1.53-1.55	отсутствуют	нет	кварц, кислый плагиоклаз
4	1.55-1.60	слабые	положительный	мусковит, основной плагиоклаз
5	1.61-1.66	ясные	«	апатит
6	1.66-1.78	резкие	«	пироксен, оливин
7	более 1.78	очень резкие	«	титанит, циркон

при уменьшении расстояния между объективом и шлифом – в сторону вещества с *меньшим* показателем преломления.

*Порядок работы* при определении показателя преломления минерала:

1) Находим зерно определяемого минерала на границе с канадским бальзамом (на краю шлифа или на границе с заполненной канадским бальзамом трещиной внутри шлифа). При включенном анализаторе зерно имеет некоторую интерференционную окраску, а канадский бальзам черный и остается черным при вращении столика микроскопа.

2) Выключаем анализатор, несколько опускаем осветительное устройство и частично прикрываем диафрагму.

3) Определяем рельеф, характер ограничений и шагреновой поверхности изучаемого зерна.

4) Находим границу между зерном и канадским бальзамом. При подъеме и опускании тубуса наблюдаем полоску Бекке и отмечаем направление ее перемещения.

5) По таблице 1 оцениваем величину показателя преломления минерала.

Для оценки показателя преломления по определенной оси индикатрисы ( $N_g$ ,  $N_m$ ,  $N_p$ ) нужно совместить эту ось с направлением колебаний света в поляризаторе (как определять наименования осей индикатрисы – см. в разделе 1.3). Для этого зерно ставится на угасание при включенном анализаторе, а

затем анализатор выключается и производится наблюдение. Видимые рельеф, ограничения, шагрeneвая поверхность и поведение полосы Бекке определяются величиной показателя преломления по той оси индикатрисы, которая совмещена с направлением колебаний света в поляризаторе.

*Псевдоабсорбция.* Как отмечено выше, наблюдаемые под микроскопом рельеф и шагрeneвая поверхность минерала зависят от того, какой показатель преломления минерала совпадает с направлением колебаний света, пропускаемого поляризатором. У большинства минералов разница в величине показателей преломления по разным направлениям невелика. Поэтому при вращении минерала на столике микроскопа (то есть при совмещении различных направлений изучаемого минерала с плоскостью колебаний света в поляризаторе) заметных изменений рельефа и шагрeneвой поверхности минерала чаще всего не наблюдается.

Но у некоторых минералов с особенно высоким двупреломлением (например, у карбонатов) один показатель преломления много выше канадского бальзама, а другой близок или ниже канадского бальзама (например, у кальцита один показатель преломления равен 1.658, а другой - 1.486). В этом случае при вращении столика микроскопа рельеф и шагрeneвая поверхность зерна то выражены очень отчетливо – рис. 7, слева (когда с плоскостью колебаний света в поляризаторе совпадает наибольший показатель преломления), то почти полностью исчезают - рис. 7, справа (когда с плоскостью колебаний света в поляризаторе совпадает наименьший показатель преломления). Этот оптический эффект носит название псевдоабсорбции.

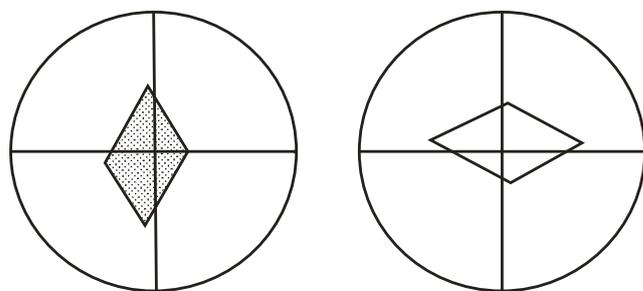


Рис. 7. Явление псевдоабсорбции

Степень проявления псевдоабсорбции у одного и того же минерала зависит от сечения минерала. В том разрезе минерала, где располагаются наибольший и наименьший показатели преломления, псевдоабсорбция выражена наиболее резко. В произвольном косом сечении псевдоабсорбция проявлена слабее. А в сечении, перпендикулярном оптической оси (в этом сечении показатель преломления одинаков во всех направлениях), псевдоабсорбция отсутствует. Сильной псевдоабсорбцией обладают карбонаты, несколько слабее она проявлена у мусковита, а опытный глаз иногда улавливает псевдоабсорбцию даже у таких минералов, как кварц.

## 1.4. Исследования при включенном анализаторе в параллельном свете

### *Двупреломление минерала*

В оптически анизотропных веществах луч света, входя в кристалл, раздваивается. Образовавшиеся два луча распространяются в кристалле с разными скоростями. В результате один луч обгоняет другой - между ними возникает разность хода  $R$  (обычно измеряется в нанометрах). Величина разности хода  $R$  пропорциональна толщине кристалла  $d$  (толщине шлифа) и величине  $N_g' - N_p'$  в данном сечении кристалла:

$$R = d(N_g' - N_p')$$

При прохождении двух образовавшихся в кристалле световых лучей через анализатор происходит интерференция этих лучей (вследствие наличия между ними разности хода  $R$ ). В результате кристалл приобретает при включенном анализаторе *интерференционную окраску*. Каждому значению разности хода  $R$  соответствует своя интерференционная окраска.

Интерференционная окраска возникает, если разность хода  $R$  не равна нулю. Если же разность хода  $R$  равна нулю (это имеет место при  $N_g' - N_p' = 0$ , то есть когда сечение индикатрисы в данном зерне имеет форму круга), то свет через кристалл не проходит и кристалл выглядит в скрещенных николях черным. Форму круга имеют сечения оптической индикатрисы аморфных веществ и кристаллов кубической сингонии (оптически изотропных веществ), а также перпендикулярные оптическим осям сечения индикатрисы кристаллов остальных сингоний (такие сечения называются оптически изотропными сечениями).

Таким образом, аморфные вещества (в том числе стекло и канадский бальзам), кристаллы кубической сингонии и перпендикулярные оптическим осям сечения одноосных и двуосных кристаллов в скрещенных николях выглядят темными (черными) и не просветляются при вращении столика микроскопа.

У некоторых аморфных веществ и кристаллов кубической сингонии иногда отмечается слабая аномальная анизотропия (вследствие внутренних напряжений и т.п.), проявляющаяся в скрещенных николях в слабой серой интерференционной окраске. Это свойственно, например, некоторым гранатам. Участки, обнаруживающие двупреломление, нередко располагаются в кристаллах граната зонально и секториально. Аномальная анизотропия в некоторых случаях проявляется в таком аморфном веществе, как вулканическое стекло.

При повороте столика микроскопа на  $360^\circ$  анизотропное сечение минерала четыре раза гаснет (становится черным) и четыре раза просветляется, приобретая ту или иную интерференционную окраску (максимальная яркость наступает при повороте столика на  $45^\circ$  от положения угасания). Угасание

происходит в тот момент, когда оси индикатрисы совпадают с направлениями колебаний света в поляризаторе и анализаторе (рис. 8). В правильно настроенном микроскопе нити окуляра ориентированы параллельно этим направлениям, так что в момент угасания нити окуляра указывают на положение осей индикатрисы в данном разрезе минерала.

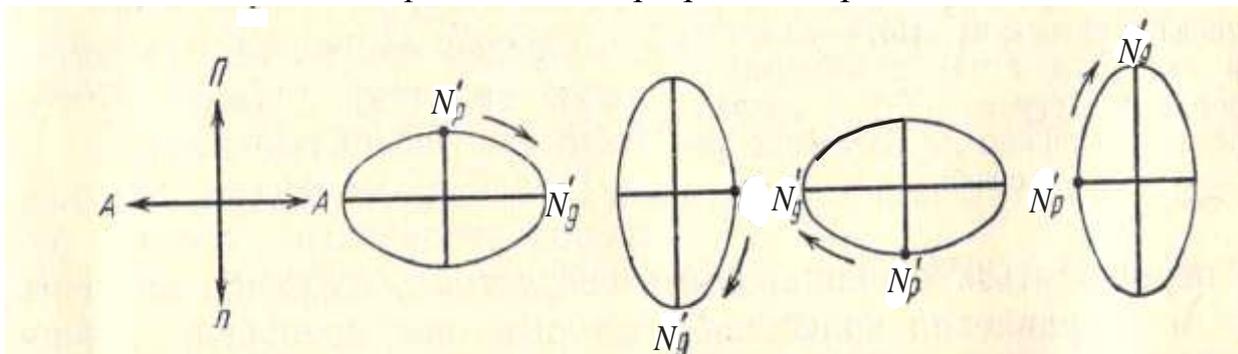


Рис. 8. Четырехкратное угасание минерала в анизотропном сечении при повороте столика микроскопа на  $360^\circ$  ( $\Pi$ ,  $A$  – плоскости колебаний света в поляризаторе и анализаторе)

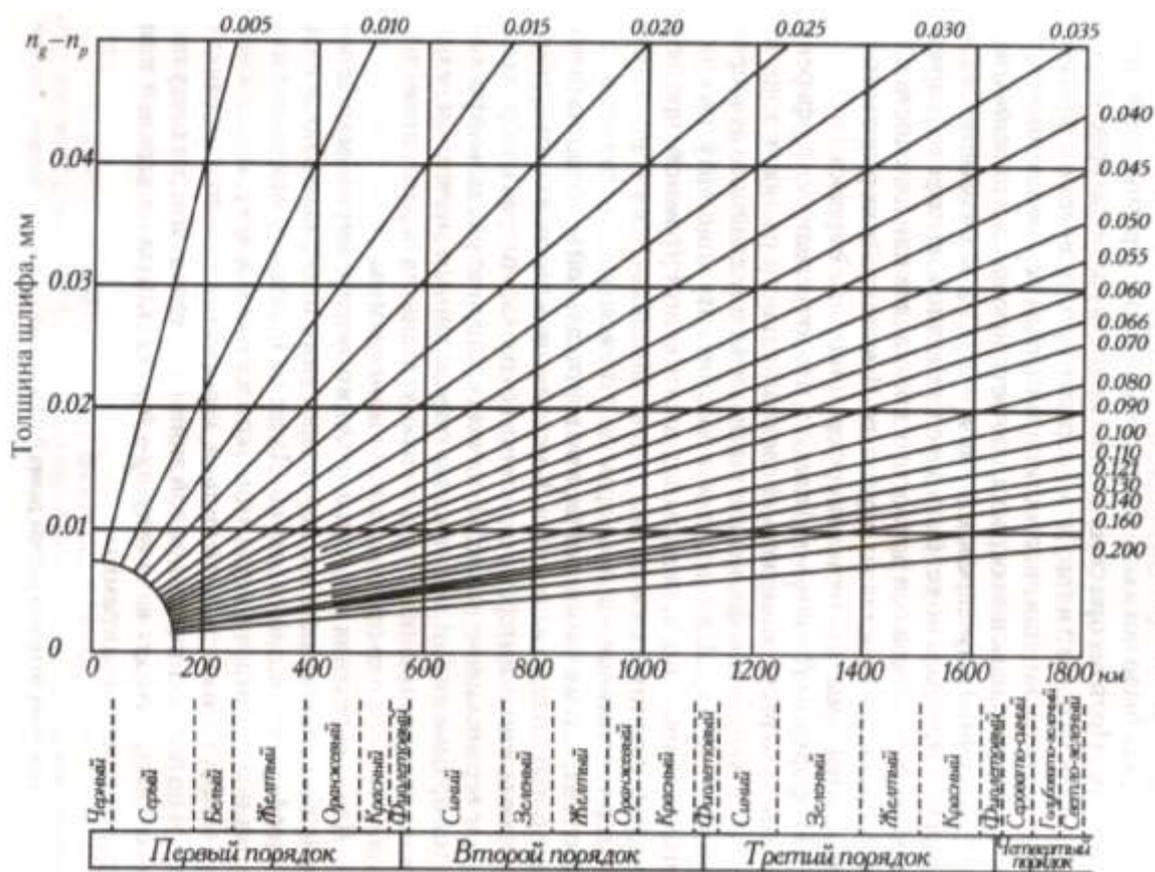


Рис. 9. Номограмма Мишель-Леви. Внизу – цвета интерференционной окраски и соответствующие им значения разности хода  $R$  (в нанометрах). Объяснения в тексте.

Наблюдаемые у кристаллов интерференционные окраски делятся на порядки (*I*, *II*, *III* и так далее), границы между которыми проводятся по фиолетовой окраске (рис. 9). Первый порядок начинается с низких цветов интерференции – темно-серого, серого, белого, далее желтого, и заканчивается красным, а затем фиолетовым цветом (последний соответствует разности хода около 550 нм).

Цвета интерференции *II* и *III* порядков повторяются в одинаковой последовательности: каждый порядок начинается с синего цвета, затем следуют зеленый, желтый, красный цвет. Фиолетовый цвет на границе *II* и *III* порядка отвечает разности хода 1100 нм, на границе *III* и *IV* порядков – 1650 нм (см. рис. 9). При больших разностях хода интерференционные окраски становятся все более бледными и выше *III* порядка трудно различимы.

У некоторых минералов величина двупреломления для световых лучей разного цвета несколько отличается по величине (дисперсия двупреломления). Это приводит к образованию *аномальных* (отличающихся от приводимых на рис. 9) интерференционных окрасок – ржаво-бурых, красно-фиолетовых, индигово-синих в *I* порядке и очень ярких и пестрых в более высоких порядках. Аномальные интерференционные окраски характерны для хлорита, эпидота и некоторых других минералов.

При наблюдении интерференционной краски минерала нужно уметь определять ее порядок. Это можно сделать, рассматривая края зерен минерала. Нужно найти в шлифе зерно минерала, край которого скошен на клин. В пределах клина толщина зерна постепенно увеличивается. Поэтому в соответствующей клину каемке на краю зерна наблюдается последовательный (как на номограмме Мишель-Леви) переход от низких цветов интерференционной окраски *I* порядка в самой тонкой части клина к все более высокой интерференционной окраске, соответствующей толщине основной части зерна.

Например, если зерно своей основной части имеет желтую интерференционную окраску *II* порядка (рис. 10), то в периферической клиновидной части зерна будут последовательно наблюдаться серая, белая, желтая, красная окраска *I* порядка, затем синяя и зеленая окраска *II* порядка,

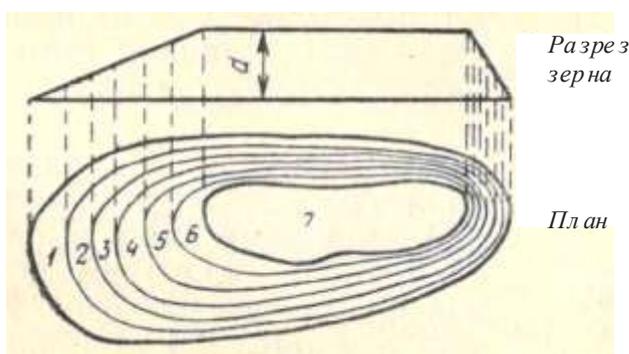


Рис. 10. Образование цветных каемок в краевых скошенных на клин частях зерна:  
1 – серый *I*; 2 – белый *I*; 3 – желтый *I*; 4 – красный *I*; 5 – синий *II*; 6 – зеленый *II*; 7 – желтый *II* (*I*, *II* – порядок интерференционной окраски)

после чего идет свойственная основной части зерна желтая интерференционная окраска *II* порядка (см. рис. 10). Прослеживая эти цветные каемки на краю

зерна (сравнивая последовательность цветов с номограммой Мишель-Леви), можно определить, какой порядок имеет интерференционная окраска, которую имеет основная часть изучаемого зерна.

Ширина цветных каемок на краях зерен зависит от угла наклона клина на краю зерна. Если при пологом клине можно наблюдать последовательную смену всех цветов интерференции (см. рис. 10, слева), то при крутом наклоне клина (см. рис. 10, справа) некоторые цвета выпадают, а другие (обычно синий и зеленый) сливаются в одну темную полосу. Для определения порядка окраски может быть использована такая сдвигнутая синезеленая полоска: отсутствие этой полоски говорит о *I* порядке интерференционной окраски минерала, одна полоска указывает на *II* порядок, а наличие вдоль края зерна двух таких полосок указывает на *III* порядок интерференционной окраски в основной части зерна.

Интерференционную окраску может несколько исказить собственная окраска минерала (наблюдаемая при выключенном анализаторе, например, у биотита или роговой обманки). Например, зерно роговой обманки (зеленое при выключенном анализаторе) с красной интерференционной окраской *I* порядка будет выглядеть при включенном анализаторе из-за зеленой собственной окраски не красным, а бурым. То есть при изучении минералов с интенсивной собственной окраской следует иметь в виду, что для определения истинной интерференционной окраски следует «вычитать» из наблюдаемой интерференционной окраски собственную окраску минерала.

Из формулы  $R = d(N_g' - N_p')$  следует, что в скрещенных николях различно ориентированные зерна (зерна с различными значениями  $N_g' - N_p'$ ) одного и того же анизотропного минерала имеют разные значения  $R$ , то есть разную интерференционную окраску. Таким образом, один и тот же минерал в зависимости от сечения может иметь в шлифе различную интерференционную окраску. Эта окраска минимальная (черная) в разрезах, перпендикулярных оптической оси, наивысшая в разрезах, соответствующих  $N_g - N_p$ , и промежуточная в прочих разрезах.

В случае наивысшей интерференционной окраски приведенная выше формула имеет вид  $R = d(N_g - N_p)$ . Используя эту формулу, можно определять толщину шлифа ( $d$ ) и двупреломление минерала ( $N_g - N_p$ ).

*Определение толщины шлифа.* Чаще всего производится по кварцу. Для этой цели находим в шлифе зерно кварца с наивысшей интерференционной окраской. По таблице Мишель-Леви определяем разность хода лучей  $R$  для этой окраски. Затем по формуле  $d = R / (N_g - N_p) = R / 0.009$  ( $0.009$  – величина  $N_g - N_p$  кварца) вычисляем толщину шлифа ( $R$  и  $d$  должны быть выражены в одинаковых единицах измерения – нанометрах или миллиметрах).

Определить толщину шлифа по кварцу с помощью номограммы Мишель-Леви можно и не прибегая к вычислениям. По горизонтальной оси номограммы (см. рис. 9) отложены разности хода в нанометрах (каждой

разности хода соответствует определенная интерференционная окраска), а по вертикальной оси – толщина шлифа в сотых долях миллиметра. Из начала координат радиально расходятся прямые линии, отвечающие определенным значениям величины двупреломления, указанным на пересечениях линий с верхним или правым краями номограммы.

Для определения толщины шлифа находим точку пересечения наклонной линии, соответствующей двупреломлению 0.009, и вертикальной линии, соответствующей значению разности хода  $R$  наблюдаемой в данном шлифе наивысшей интерференционной окраски кварца. После этого по оси ординат считываем соответствующее этой точке значение толщины шлифа.

В тех случаях, когда в породе нет кварца, для определения толщины шлифа можно использовать плагиоклаз, условно приняв его двупреломление равным 0,008 (такое двупреломление имеют встречающиеся в ряде бескварцевых магматических пород плагиоклазы состава андезин-лабрадор).

*Определение двупреломления минерала.* В шлифе находим зерноизучаемого минерала с наивысшей интерференционной окраской (для этого просматриваем все зерна данного минерала и оцениваем интерференционную окраску каждого зерна). По номограмме Мишель-Леви определяем разность хода  $R$  для найденной наивысшей интерференционной окраски. Зная толщину шлифа  $d$ , по формуле  $N_g - N_p = R/d$  вычисляем величину двупреломления ( $N_g - N_p$ ) минерала.

Графическое определение двупреломления  $N_g - N_p$  по номограмме Мишель-Леви производится следующим образом. От взятого по оси ординат значения толщины данного шлифа перемещаемся слева направо определенной нами наивысшей интерференционной окраски минерала. Из полученной точки по наклонной линии поднимаемся вверх направо и считываем на конце этой линии значение двупреломления минерала.

Таблица 2

**Интерференционная окраска минералов в зависимости от двупреломления (по А. Н. Феногенову, с изменениями)**

Двупреломление	Интерференционная окраска в шлифах стандартной толщины (0,03 мм)	Характерные минералы
Менее 0.005 (очень слабое)	Серая, светло-серая	Апатит, нефелин
0.005 – 0.010 (слабое)	Белая, светло-желтая	Кварц (0.009), полевые шпаты
0.011-0.030 (умеренное)	Желто-оранжевая, красная I порядка до желто-зеленой II порядка	Роговая обманка, авгит
0.31 – 0.100 (сильное)	Желтая II порядка до V порядка	Оливин, биотит, циркон
Более 0.100 (очень сильное)	Перламутровые, бело-розовые окраски высших порядков –IV порядок и выше	Карбонаты, титанит, рутил

Двупреломление минерала может быть: 1) очень слабым, 2) слабым, 3) умеренным, 4) сильным (табл. 2). Граница двупреломления 0.030 (между умеренным и сильным двупреломлением) соответствует появлению в скошенных на клин краях зерен повторяющихся цветных полосок, по которым можно определять порядок интерференционной окраски (см. выше). При очень сильном двупреломлении порядок интерференционной окраски установить практически невозможно.

### **Угол угасания**

Угол угасания – это угол между одной из осей индикатрисы и какой-либо кристаллографической плоскостью (гранью кристалла, трещиной спайности, двойниковым швом). Если угол угасания равен нулю, угасание называется прямым, если не равен нулю – косым (рис. 11). В случае, если указанные выше кристаллографические плоскости в зерне не выражены (например, в зернах кварца неправильной формы), характер угасания минерала не определяется.

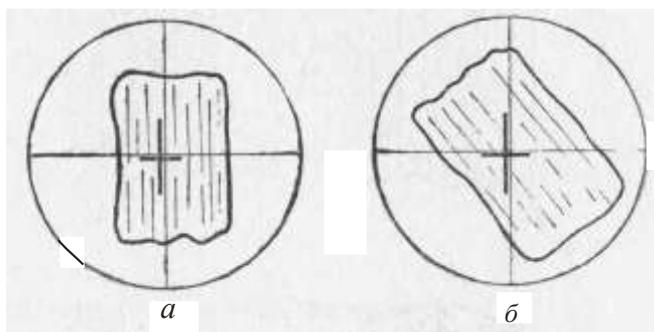


Рис. 11. Характер угасания минерала:

*a* – прямое, *б* – косое (минерал зарисован в положении угасания, черные линии в центре – оси оптической индикатрисы зерна)

Минералам гексагональной, тетрагональной, тригональной и ромбической сингоний в большинстве разрезов свойственно прямое угасание. Минералы моноклинной сингонии в разрезах, перпендикулярных (010), обладают прямым угасанием, а в разрезе, параллельном (010) (такой разрез характеризуется наивысшей интерференционной окраской), – косым. Минералы триклинной сингонии обладают во всех разрезах косым угасанием.

Для определения характера угасания какого-либо зерна нужно установить грань кристалла или трещины спайности параллельно вертикальной нити окулярного креста и, включив анализатор, посмотреть, будет зерно при скрещенных николях находиться в положении угасания или нет. Если минерал в этом положении гаснет, значит угасание прямое, а если минерал просветлен, то угасание косое.

Если угасание косое, то следует измерить угол угасания. Для этого нужно повернуть столик микроскопа из положения, когда грань кристалла или трещины спайности параллельны вертикальной нити, в положение угасания зерна. Угол поворота равен углу угасания. Достигать положения угасания

можно, поворачивая столик как вправо, так и влево. При измерении угла угасания столик вращают в сторону ближайшего угасания минерала, чтобы угол угасания был менее  $45^\circ$ .

При определении угла угасания следует указывать, по отношению к какой оптической индикатрисы он измерен. В положении угасания оси оптической индикатрисы зерна располагаются параллельно нитям окуляра, но нужно определить наименования этих осей.

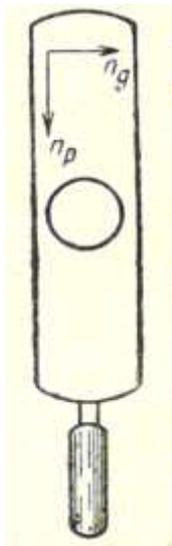


Рис. 12 .  
Компенсатор

*Определение наименований осей индикатрисы* производится с помощью компенсаторов, которые представляют собой кристаллические пластинки с известной разностью хода и фиксированным положением осей индикатрисы. Вдоль длинной стороны компенсаторов расположена ось  $N_p$ , а поперек длинной стороны  $-N_g$  (рис. 12).

Во многих случаях используется компенсатор с разностью хода 550-560 нм. Введенный в специальную прорезь тубуса микроскопа (см. рис. 1, 2), он дает красно-фиолетовую интерференционную окраску, поэтому его называют «красным».

Для определения наименования осей индикатрисы сначала ставим исследуемый минерал в положение угасания. В этом положении оси индикатрисы параллельны нитям окуляра (см. рис. 11). Затем поворачиваем столик микроскопа на  $45^\circ$

против часовой стрелки. Этим мы поворачиваем ось индикатрисы, которая совпадала с вертикальной нитью микроскопа, в положение, ориентированное параллельно прорези тубуса микроскопа, в которую вставляется компенсатор.

Вводим компенсатор и наблюдаем изменение интерференционной окраски минерала. Если оси индикатрисы минерала  $N_p$  и  $N_g$  совпадают по направлению с одноименными осями компенсатора (рис. 13), то происходит

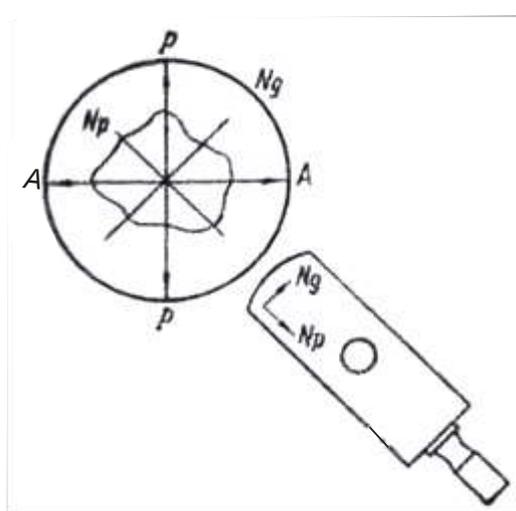


Рис. 13. Совпадение одноименных осей индикатрисы

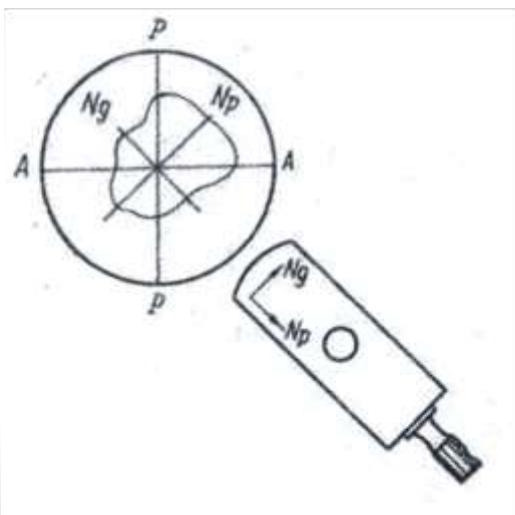


Рис. 14. Совпадение разноименных осей индикатрисы

сложение разностей хода минерала и компенсатора – интерференционная окраска *повышается*. Если оси индикатрисы минерала и компенсатора *не совпадают* по направлению (рис. 14), то общая разность хода уменьшается и интерференционная окраска *понижается*. Если компенсатором с разностью хода 550-560 нм устанавливают наименования осей индикатрисы зерна с интерференционной окраской **I порядка**, то повышение или понижение интерференционной окраски определяется по отношению к компенсатору.

Например, минерал обладает белой интерференционной окраской *I* порядка ( $R = 200$  нм). При совпадении одноименных осей индикатрисы в минерале и в компенсаторе происходит сложение разностей хода ( $R = 200 + 560 = 760$  нм) и интерференционная окраска повышается (относительно красной окраски компенсатора - 550-560 нм) до сине-зеленой *II* порядка (760 нм). При обратном расположении осей индикатрисы разность хода уменьшается ( $R = 560 - 200 = 360$  нм) и интерференционная окраска понижается (относительно красной окраски компенсатора - 550-560 нм) до желтой *I* порядка (360 нм).

Компенсатор с разностью хода 550-560 нм может быть использован и при определении наименования осей индикатрисы минералов с **высокой интерференционной окраской**. Как отмечалось ранее, на скошенных краях зерен таких минералов могут наблюдаться участки (чаще всего в виде полосок по краям зерен) с низкой интерференционной окраской (серой, белой, желтой *I* порядка). По ним описанным выше способом можно определить наименование осей индикатрисы. В случае совпадения одноименных осей индикатрисы компенсатора и зерна серая окраска на скошенном крае зерна при введении компенсатора станет синей или зеленой и, наоборот, если у компенсатора и зерна совпадут разноименные оси, серая окраска на скошенном крае зерна станет желтой или оранжевой.

При работе с компенсатором рекомендуется контролировать правильность измерений, определяя у изучаемого зерна наименования обеих осей индикатрисы. Если в одном положении было, например, совпадение направления осей индикатрисы в зерне и в компенсаторе, то после поворота на  $90^\circ$  должен наблюдаться противоположный эффект.

Для определения наименования осей индикатрисы может быть использован также *кварцевый клин* – компенсатор, толщина которого увеличивается от одного его конца к другому. Направление тонкого конца обозначается на оправе острым углом треугольника (рис. 15). По мере введения кварцевого клина в прорезь тубуса микроскопа тонким концом вперед толщина

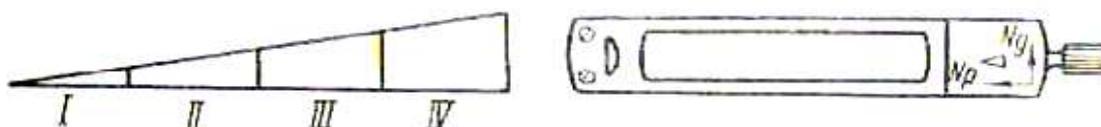


Рис. 15 . Кварцевый клин

наблюдаемой в поле зрения части компенсатора возрастает и видимая интерференционная окраска компенсатора последовательно повышается - от *I* до *III* и *IV* порядка (см. рис. 15), как на номограмме Мишель-Леви.

Кварцевый клин позволяет различать повышение или понижение интерференционной окраски по скошенным краям зерен высокодвупреломляющих минералов («метод бегущих полосок»).

Если при вдвижении кварцевого клина цветные полосы интерференционной окраски на скошенном крае зерна перемещаются от центра минерала к его краям, то оси эллипса в клине и в минерале *совпадают*. Если же цветные полосы при вдвижении клина перемещаются от краев зерна к центру, то оси эллипса в клине и в минерале не совпадают. Чтобы передвижение цветных полосок было заметно, следует вдвигать клин не слишком медленно. Следует иметь в виду, что при несовпадении осей эллипса передвижение полосок обычно заметно лучше, чем при совпадении осей.

*Порядок работы при определении угла угасания:*

1) Находим зерно с наивысшей интерференционной окраской и системой четких параллельных трещин спайности; ставим зерно на центр нитей окуляра.

2) Поворотом столика микроскопа ставим трещины спайности параллельно вертикальной нити окуляра. Берем отсчет на лимбе столика микроскопа.

3) Поворачиваем столик микроскопа до ближайшего положения угасания минерала (то есть совмещаем одну из осей индикатрисы с вертикальной нитью окуляра). Снова берем отсчет на лимбе столика микроскопа. Разность первого и второго отсчетов - угол угасания.

4) В положении угасания зерно зарисовываем, отмечаем направления осей индикатрисы (параллельно нитям окуляра), трещин спайности и показываем измеренный угол угасания (чтобы лучше видеть спайность, зарисовку можно делать, выключив в положении угасания анализатор).

5) С помощью компенсатора определяем наименование оси индикатрисы, по отношению к которой измерен угол угасания. Подписываем наименования осей индикатрисы на зарисовке.

Записываем результаты измерения угла угасания: например,  $cN_g = 15^\circ$  (угол между спайностью и  $N_g$  равен  $15^\circ$ ).

### ***Знак удлинения***

Знак удлинения характеризует ориентировку оптической индикатрисы относительно направления вытянутости кристаллов или относительно трещин спайности в вытянутых сечениях кристаллов.

Удлинение считается положительным, если ось индикатрисы  $N_g$  совпадает с длинной осью кристалла (трещинами спайности) или отклоняется от нее не более, чем на  $30^\circ$  ( $cN_g \leq 30^\circ$ ). Если же такое положение занимает ось  $N_p$  ( $cN_p \leq 30^\circ$ ), то удлинение считается отрицательным. При углах угасания, равных  $30-45^\circ$ , знак удлинения не определяют.

## ***Плеохроизм***

Плеохроизм – способность минерала неодинаково поглощать свет разных частей спектра по различным направлениям. Плеохроизм проявляется в изменении собственной окраски минерала (наблюдается при выключенном анализаторе) при вращении столика микроскопа: поворачивая столик микроскопа, мы изменяем положение зерна относительно плоскости колебаний света, выходящего из поляризатора.

Различают три типа плеохроизма:

- 1) изменяется интенсивность окраски, а цвет сохраняется (например, у биотита, который может плеохроировать от светло- до темно-бурого цвета);
- 2) изменяется как интенсивность окраски, так и цвет минерала (например, у роговая обманки, которая может при вращении столика микроскопа менять окраску от светло-желтой до темно-зеленой);
- 3) изменение окраски не сопровождается изменением ее интенсивности (например, у гиперстена, который плеохроирует от бледно-розового до бледно-зеленого).

Для определения окраски по  $N_g$  и  $N_p$  используют зерно минерала с наивысшей интерференционной окраской. Сначала в зерне определяют положение и наименования осей индикатрисы. Затем устанавливают зерно в положение угасания. Выключают анализатор и наблюдают окраску по той оси индикатрисы, которая в данный момент совмещена с плоскостью колебаний поляризатора (например,  $N_g$ ). Затем поворотом столика на  $90^\circ$  совмещают с направлением колебаний света в поляризаторе другую ось индикатрисы (например,  $N_p$ ) и, выключив анализатор, наблюдают соответствующую ей окраску.

Для определения окраски по  $N_m$  (у двусосных минералов) используются разрезы с наинизшей интерференционной окраской. В скрещенных николях такие разрезы черные или темно-серые и остаются таковыми при вращении столика микроскопа. Разрез с наинизшей интерференционной окраской соответствует круговому сечению индикатрисы, радиусом которого является  $N_m$ , так что при любом повороте столика микроскопа собственная окраска минерала (наблюдаемая при выключенном анализаторе) в этом разрезе одинакова и характеризует  $N_m$ . Чаще всего окраска по  $N_m$  является промежуточной между окрасками по  $N_g$  и  $N_p$ .

Записав цвета по осям индикатрисы (запись ведется с указанием окраски и ее интенсивности, например:  $N_g$  – темно-зеленая,  $N_p$  – светлая зеленовато-желтая), составляем *схему абсорбции* (поглощения света).

Если окраска по  $N_g$  более темная, чем по  $N_m$ , а последняя более темная, чем по  $N_p$ , то схема абсорбции называется *прямой* (обозначается  $N_g > N_m > N_p$ ). Такая схема абсорбции наблюдается, например, у биотита.

Если окраска по  $N_p$  более темная, чем  $N_m$ , а последняя более темная, чем по  $N_g$ , то схема абсорбции называется *обратной* (обозначается  $N_g < N_m < N_p$ ), например, у эгирина.

В тех случаях, когда меняется только окраска, а густота окраски не меняется, исследование плеохроизма ограничивается записями окрасок по осям индикатрисы: например, у гиперстена:  $N_g$  – бледно-зеленая,  $N_p$  – бледно-розовая.

## **1.5. Исследования при включенном анализаторе в сходящемся свете**

Метод исследования в сходящемся свете (коноскопический метод) основан на использовании прохождения через кристалл сходящегося (в виде конуса) пучка плоскополяризованных лучей, которые пересекаются в центре кристалла. При этом под микроскопом наблюдается не сам кристалл, а его интерференционная (коноскопическая) фигура.

Исследования в сходящемся свете позволяют определить осность минерала, его оптический знак и приближенно величину угла оптических осей ( $2V$ ) двуосных минералов.

### ***Методика работы***

Изучение минералов коноскопическим методом проводится при включенном анализаторе с введенной в осветительную систему микроскопа линзой Лазо (см. рис. 2, 3), создающей сходящийся пучок лучей. Пройдя через кристалл, лучи становятся расходящимися. Чтобы затем собрать эти лучи, используют объектив с увеличением  $40\times$  или  $60\times$ . После прохождения собранных лучей через анализатор возникает оптический эффект, называемый интерференционной, или коноскопической, фигурой. Ее рассматривают при вынутом окуляре или через окуляр, но с линзой Бертрана.

Чаще всего в сходящемся свете изучают разрезы, перпендикулярные к оптической оси, или близкие к этому направлению.

Порядок работы:

1. В параллельном свете с объективом  $8\times$  или  $9\times$  находим разрез минерала с наиболее низкой интерференционной окраской – черной или темно-серой, не меняющейся или почти не меняющейся при вращении столика микроскопа (в случае минерала с высоким двупреломлением можно использовать и сечения с белой и желтоватой окраской  $I$  порядка). Если минерал окрашен, то без анализатора такое зерно не должно обнаруживать плеохроизма. Зерно должно быть достаточно крупным – при большом увеличении ( $60\times$  или  $40\times$ ) занимать не менее четверти поля зрения.

Помещаем это зерно в центр поля зрения. При выключенном анализаторе добиваемся наиболее яркого и равномерного освещения поля зрения; полностью открываем диафрагму, поднимаем осветительное устройство вверх до упора.

2) Меняем объектив  $8\times$  или  $9\times$  на объектив  $60\times$  или  $40\times$  (предварительно хорошо отцентрированный) и еще раз проверяем, что шлиф установлен покровным стеклом вверх. Объектив с большим увеличением имеет короткое

фокусное расстояние. Это расстояние меньше толщины предметного стекла и при попытке сфокусировать его на минерал в шлифе, положенном покровным стеклом вниз, шлиф может быть раздавлен и объектив испорчен.

Наводим на фокус. Чтобы не раздавить шлиф, сначала опускаем тубус винтом грубой наводки, смотря сбоку на объектив. Подводим объектив к шлифу так, чтобы между входной линзой объектива и поверхностью шлифа остался лишь незначительный просвет (меньше миллиметра). После этого, глядя в окуляр, начинаем поднимать тубус и наводим на резкость.

3) Включаем анализатор и линзу Лазо, а затем вводим линзу Бертрана или вынимаем окуляр. Наблюдаем коноскопическую фигуру (без окуляра она будет маленькой и четкой, а с окуляром и линзой Бертрана – менее четкой, но зато более крупной).

### ***Разрез, перпендикулярный оптической оси одноосного кристалла***

В данном разрезе коноскопическая фигура имеет вид темного креста, ветви (балки) которого ориентированы вдоль нитей окуляра и пересекаются в центре поля зрения (в точке выхода оптической оси). При вращении столика микроскопа крест не изменяет своего положения (рис. 16).

У минералов с низким двупреломлением (кварц, нефелин) контуры коноскопического креста расплывчатые, между балками креста – интерференционная окраска I порядка. У минералов с высоким двупреломлением балки креста более тонкие и четкие, между балками располагаются цветные кольца интерференционной окраски нескольких порядков.

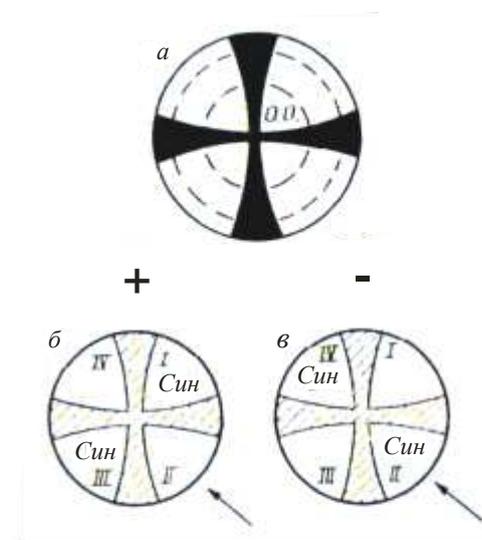


Рис. 16. Коноскопическая фигура одноосного кристалла в разрезе, перпендикулярном оптической оси (а), и определение оптического знака в этом разрезе с помощью компенсатора (б, в)

Для определения оптического знака кристалла можно использовать компенсатор с разностью хода 560-570 нм. Получив коноскопическую фигуру, вводим компенсатор в прорез тубуса микроскопа и наблюдаем изменение интерференционной окраски у перекрестия балок креста. Если во II и IV квадрантах появляется желтая окраска первого порядка, а в I и III квадрантах – синяя окраска второго порядка, то кристалл оптически положителен (рис. 16, б). Если во II и IV квадрантах возникает синяя окраска второго порядка, а в I и III квадрантах –

желтая окраска первого порядка, то кристалл оптически отрицателен (рис. 16, в). Сам крест приобретает при этом красную окраску, соответствующую разности хода компенсатора ( $R = 560-570$  нм).

Если разрез не строго перпендикулярен оптической оси, то центр коноскопической фигуры (креста) будет смещен относительно перекрестия

нитей окуляра. При вращении столика микроскопа центр креста будет описывать окружность вокруг центра поля зрения, а балки креста будут перемещаться параллельно нитям окуляра. Горизонтальная балка при этом перемещается снизу вверх или сверху вниз, а вертикальная – справа налево или слева направо (рис. 17).



Рис. 17. Коноскопическая фигура одноосного кристалла в косом разрезе (стрелками показано направление вращения столика)

При определении оптического знака в данном случае крест коноскопической фигуры следует перед введением компенсатора установить так, чтобы большая часть поля зрения была занята II или IV квадрантом (см. рис. 16), а далее вести определение, как описано выше.

#### ***Разрез, перпендикулярный оптической оси двуосного кристалла***

Коноскопическая фигура имеет вид темной изогнутой полосы – *изогир*, проходящей через центр поля зрения (выход оптической оси). При вращении столика микроскопа изогир поворачивается вокруг центра поля зрения, то выпрямляясь (при совпадении с одной из нитей окуляра), то изгибаясь (рис. 18).

Если разрез ориентирован строго перпендикулярно оптической оси, изогир при вращении столика микроскопа из поля зрения не выходит. Если же разрез ориентирован не совсем перпендикулярно оптической оси, то изогир

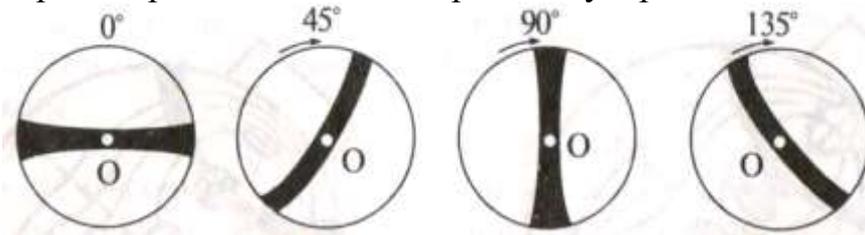


Рис.18. Коноскопическая фигура двуосного кристалла в разрезе, перпендикулярном оптической оси (O), и ее поведение при вращении столика микроскопа (показано стрелками)

при вращении столика может уходить за пределы поля зрения, перемещаясь *диагонально* по отношению к нитям окуляра (это отличает сечения двуосных кристаллов от косых разрезов одноосных кристаллов, когда балки креста перемещаются *параллельно* нитям окуляра).

По степени изогнутости изогирь приближенно можно оценить величину угла  $2V$ . Для этого изогирю нужно установить под углом  $45^\circ$  к нитям окуляра.

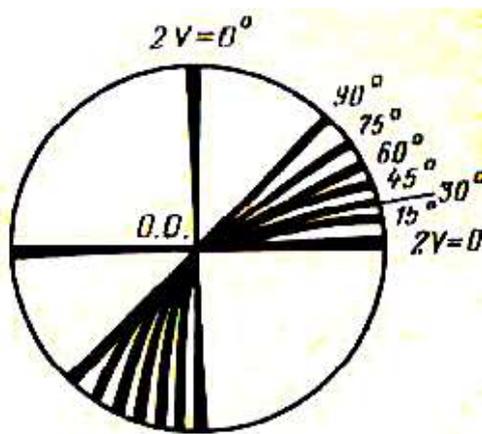


Рис.19 . Диаграмма для приближенной оценки величины угла  $2V$  в разрезе, перпендикулярном оптической оси

Чем больше угол оптических осей, тем меньше изогнута изогиря, а при угле  $2V$ , равном  $90^\circ$ , она становится прямолинейной (рис. 19).

Для определения оптического знака двусного минерала следует повернуть столик микроскопа так, чтобы изогиря располагалась поперек направления введения компенсатора (рис. 20). Если при введенном компенсаторе на выпуклой стороне изогирь появится синий, а на вогнутой – желтый цвет, то минерал оптически положительный. Если распределение окрасок обратное, то минерал оптически отрицательный (см. рис. 20). Сама изогиря в обоих случаях принимает красную окраску.

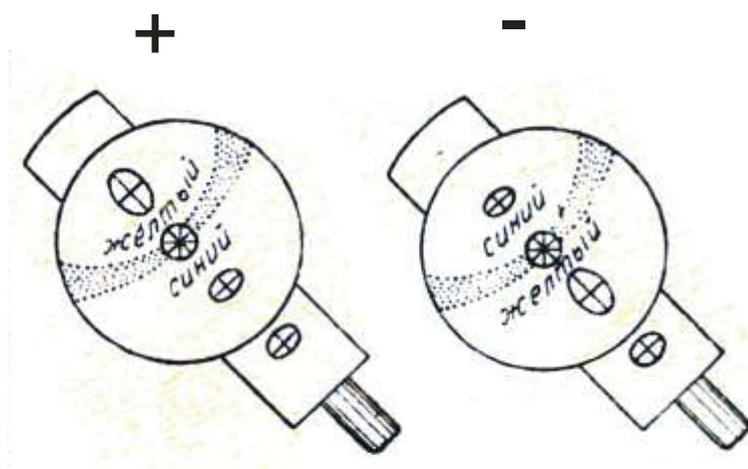


Рис. 20. Определение оптического знака двусного кристалла в разрезе, перпендикулярном оптической оси (рисунок с введенным компенсатором)

## 1.6. План описания минерала под микроскопом

Приступая к описанию исследуемого минерала, нужно сначала внимательно просмотреть весь шлиф (при выключенном и при включенном анализаторе) и примерно оценить, сколько и какие минералы имеются в шлифе. После этого изучаемый минерал описывают в следующем порядке.

*При выключенном анализаторе*

1. Процентное содержание минерала в породе – путем сравнения площади, занимаемой минералом, с площадью поля зрения.

2. Размеры зерен минерала. Измеряют длину и ширину преобладающих по размеру зерен.

3. Форма зерен в различных разрезах и, как вывод, пространственная форма кристалла.

4. Спайность. Отмечают наличие или отсутствие спайности, степень ее совершенства, число направлений спайности, величину угла между плоскостями спайности.

5. Цвет и плеохроизм минерала.

6. Показатель преломления: направление перемещения полоски Бекке, характер ограничений, рельефа, шагреневой поверхности, группа по таблице Лодочникова. Псевдоабсорбция.

*При включенном анализаторе*

*А. В параллельном свете*

7. Толщина шлифа.

8. Двупреломление, с указанием наивысшей интерференционной окраски и метода определения.

9. Угасание и ориентировка осей индикатрисы с зарисовкой.

10. Характер удлинения.

11. Схема плеохроизма с указанием окраски по осям индикатрисы.

*Б. В сходящемся свете*

12. Осность.

13. Оптический знак.

14.  $2V$  (грубая оценка).

## **1.7. Примеры описания минералов в шлифе**

(по Л.И.Кравцовой и М.Н.Чукашевой, с изменениями)

1. Зерна минерала в шлифе имеют преимущественно вытянутую форму с прямолинейными ограничениями параллельно спайности и неровными поперек спайности. Реже встречается неправильная, близкая к изометричной, форма зерен. В разрезах вытянутой формы наблюдается весьма совершенная спайность в виде тонких почти непрерывных линий вдоль удлинения. В зернах изометричной формы спайности не наблюдается. Судя по этим данным, минерал имеет пластинчатую форму.

Минерал в шлифе прозрачен, бесцветен. Показатель преломления выше, чем у канадского бальзама, так как полоска Бекке при поднятии тубуса микроскопа перемещается в сторону минерала. Ограничения и шагреневая поверхность относительно слабые. По этим признакам минерал относится к IV группе таблицы Лодочникова.

Минерал обладает псевдоабсорбцией: при совмещении спайности с вертикальной нитью окуляра ограничения и шагреневая поверхность более отчетливы, чем при совмещении спайности с горизонтальной нитью.

В скрещенных николях минерал имеет прямое угасание относительно спайности и положительное удлинение ( $cN_g = 0^\circ$ ).

Толщина шлифа определена по кварцу. Наивысшая интерференционная окраска кварца желтовато-белая *I* порядка, что соответствует разности хода 300 нм. Зная, что у кварца  $N_g - N_p = 0.009$ , по номограмме Мишель-Леви находим, что толщина шлифа равна 0.033 мм.

Наивысшая интерференционная окраска исследуемого минерала красная *II* порядка (разность хода 1050 нм), что соответствует, по номограмме Мишель-Леви, величине двупреломления  $N_g - N_p$ , равной 0.032.

Для определения осности минерала использовано зерно изометричной формы с белой интерференционной окраской *I* порядка. В сходящемся свете наблюдалась интерференционная фигура в виде изогирь, из чего можно сделать вывод, что минерал двуосен. По кривизне изогирь  $2V = 40-50^\circ$ . Оптический знак минерала отрицательный – на вогнутой стороне изогирь при введении компенсатора появляется синяя окраска.

Судя по приведенным данным, изученный минерал – мусковит.

2. Минерал образует сечения прямоугольной удлиненной формы, с отношением длины к ширине 4:1 (со спайностью вдоль удлинения), а также ромбовидной формы (со спайностью по двум направлениям под углом  $124^\circ$ ). Из этого можно сделать вывод, что кристаллы минерала имеют призматический облик.

Минерал прозрачный, окрашен в зеленый цвет и обнаруживает плеохроизм, проявляющийся в изменении цвета и интенсивности окраски. По показателю преломления минерал соответствует *V* группе таблицы Лодочникова: имеет ясные ограничения, ясную шагреневую поверхность и положительный рельеф.

В скрещенных николях в отдельных зернах (преимущественно в поперечных разрезах) наблюдаются простые двойники. Наивысшая интерференционная окраска синяя *II* порядка, разность хода 700 нм (определено по естественному клину на краю зерна). Толщина шлифа определена по плагиоклазу, двупреломление которого принято равным 0.008. Наивысшая интерференционная окраска плагиоклаза в шлифе белая *I* порядка, соответствующая разности хода 250 нм. По этим данным толщина шлифа, определенная по номограмме Мишель-Леви, равна 0.031 мм. Используя данное значение толщины шлифа, определяем по номограмме двупреломление изучаемого минерала:  $N_g - N_p = 0.022$ .

Угасание относительно спайности в разрезе с наивысшей интерференционной окраской косое:  $cN_g = 18^\circ$ , удлинение положительное. Прямая схема абсорбции  $N_g > N_m > N_p$ : окраска по  $N_g$  – густая сине-зеленая, по  $N_m$  – буровато-зеленая, по  $N_p$  – светлая желто-зеленая.

Осность определялась в изотропном сечении. В сходящемся свете наблюдалась интерференционная фигура в виде слабоизогнутой изогирь – минерал двуосный, угол  $2V$  около  $70-80^\circ$ . Оптический знак отрицательный –

при введенном компенсаторе на вогнутой стороне изогирь наблюдалась синяя окраска.

По полученным данным минерал диагностируется как амфибол (роговая обманка).

## 1.8. Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятия «оптическая ось кристалла».
2. Что означает величина  $2V$ ?
3. Каков оптический знак кристалла, если острой биссектрисой угла  $2V$  является  $N_g$ ?
4. Для чего в микроскопе предназначена диафрагма?
5. Существует ли связь между положением нитей в окуляре микроскопа и расположением плоскостей поляризации в поляризаторе и анализаторе?
6. Как ориентирована плоскость колебаний поляризатора в Вашем микроскопе?
7. Как производится центрировка микроскопа?
8. Чему равняется цена минимального деления шкалы окуляр-микрометра с объективом  $8\times$ ?
9. Какие оптические свойства минералов определяются при выключенном анализаторе?
10. При каком положении николей (поляризатора и анализатора) наблюдают плеохроизм?
11. Что является причиной псевдоабсорбции?
12. Каково положение осей индикатрисы в зерне минерала в момент его угасания?
13. Дайте определение понятия «сила двойного лучепреломления».
14. Перечислите цвета интерференции, относящиеся к  $I$  порядку.
15. В каких разрезах индикатрисы интерференционная окраска кристалла наивысшая, и в каких наименьшая?
16. Для определения каких констант используются разрезы с наивысшей интерференционной окраской?
17. Какова наивысшая интерференционная окраска у пироксена, если  $N_g = 1.654$ ,  $N_p = 1.664$ , а толщина шлифа равна  $0.03$  мм?
18. Какова толщина шлифа, если плагиоклаз имеет наивысшую интерференционную окраску желтую  $I$  порядка (разность хода  $400$  нм) при  $N_g - N_p = 0.008$  ?
19. Какое зерно минерала выбирается для определения угла угасания?
20. Какая ось индикатрисы совпадает с длинной стороной компенсатора?
21. В каких разрезах плеохроичных минералов можно наблюдать окраску по  $N_m$ ?
22. По каким признакам выбирается в шлифе зерно минерала для определения осности и оптического знака?

23. Как в сходящемся свете отличить минерал тетрагональной сингонии от минерала ромбической сингонии?
24. Чем отличается коноскопическая фигура одноосного и двуосного кристаллов в разрезах, перпендикулярных оптической оси?
25. Чем отличается коноскопическая фигура в разрезе, перпендикулярном оптической оси, у двуосных минералов при угле  $2V$ , близком к  $90^\circ$ , и при угле  $2V$ , близком к  $0^\circ$ ?

## 2. ПОРОДООБРАЗУЮЩИЕ МИНЕРАЛЫ

### 2.1. Минералы магматических пород

#### *Кварц*

$\text{SiO}_2$ . Низкотемпературный кварц относится к тригональной сингонии, а высокотемпературный – к гексагональной.

В интрузивных породах форма зерен кварца чаще всего неправильная. В вулканических и жильных породах кварц образует вкрапленники в форме гексагональной дипирамиды (продольные сечения таких вкрапленников могут иметь квадратную форму) или в виде изометричных округлых выделений.

Без анализатора прозрачный, бесцветный, без спайности и вторичных изменений. Иногда наблюдается волнистое угасание.

Показатели преломления (наибольший - 1.553, наименьший - 1.544) больше показателя преломления канадского бальзама. Относится к III группе Лодочникова – шагреневая поверхность отсутствует, рельеф слабый положительный, ограничения заметны слабо.

Двупреломление 0.009. Интерференционная окраска серая, белая, в утолщенных шлифах – желтая I порядка. Одноосный, положительный.

Кварц может быть сходен в шлифах с несдвоенным плагиоклазом. В этом случае его можно отличить от плагиоклаза по осности и отсутствию спайности. От калиевых полевых шпатов кварц отличается более высоким показателем преломления и осностью. Кварц можно спутать с нефелином, от которого он отличается оптическим знаком и отсутствием вторичных изменений. С кварцем в шлифах сходен также свежий кордиерит, но последний нередко имеет двойниковое строение и двуосен.

#### *Нефелин* $\text{Na}_3\text{K}(\text{AlSiO}_4)_4$

Гексагональная сингония. Идиоморфные зерна нефелина имеют форму гексагональных призм и дают срезы прямоугольной или правильной шестиугольной формы. Во многих случаях образует зерна неправильной формы.

Без анализатора прозрачный, бесцветный (измененный – сероватый, мутный). Спайность плохо выражена и может не наблюдаться.

Показатель преломления близок к показателю преломления канадского бальзама ( $n_o = 1.532-1.547$ ,  $n_e = 1.529-1.542$ ). Рельеф и шагреневая поверхность отсутствуют.

Двупреломление  $0.003 - 0.005$ . Интерференционная окраска серая I порядка. Иногда почти изотропный.

Одноосный, отрицательный. Для определения осности нефелина следует выбирать совершенно изотропные сечения, так как вследствие низкого двупреломления он дает расплывчатую коноскопическую фигуру (это является одним из отличий нефелина от кварца, у которого даже в недостаточно изотропных сечениях получается отчетливая коноскопическая фигура).

Нефелин легче других минералов магматических пород подвергается вторичным изменениям – замещению канкринитом, цеолитами, серицитом (показатель преломления канкринита и цеолитов ниже, чем у канадского бальзама и у нефелина; канкринит в скрещенных николях по ярким цветам интерференции напоминает мусковит, от которого отличается низким показателем преломления, отрицательным знаком удлинения и одноосностью; цеолитам свойственно низкое двупреломление и розовый дисперсионный эффект).

Нефелин обладает сходством с кварцем и калиевым полевым шпатом. От кварца нефелин отличается меньшим двупреломлением, оптическим знаком, а также по присутствию продуктов изменения и иногда – слабо проявленной спайности. Показатель преломления нефелина не может служить достаточным критерием для отличия его от кварца, так как он изменчив и по величине иногда больше, чем у канадского бальзама. Совместно с кварцем нефелин не встречается. Калиевые полевые шпаты, в отличие от нефелина, имеют отчетливо отрицательный рельеф, совершенную спайность и оптически двуосны (кроме санидина).

### ***Калиевые полевые шпаты***

Калиевые полевые шпаты - санидин, ортоклаз, микроклин - имеют общий состав  $K(AlSi_3O_8)$ . Санидин и ортоклаз моноклинные, микроклин триклинный. Они являются тремя структурными разновидностями одного минерального вида «калиевый полевой шпат».

В шлифах эти минералы представлены идиоморфными таблитчатыми зернами (в эффузивных породах), либо зернами изометрической или неправильной формы (в ряде интрузивных и метаморфических пород).

Неизменные калиевые полевые шпаты обычно бесцветны. Они обладают совершенной спайностью по двум направлениям - в моноклинных кристаллах угол между плоскостями спайности  $90^\circ$ , а в триклинных - незначительно отличается от  $90^\circ$ . В шлифах зерна калиевого полевого шпата часто видно лишь одно направление спайности.

Характерны низкие показатели преломления - ниже, чем у канадского бальзама, и ниже, чем у любого плагиоклаза, в том числе альбита. Это важнейший диагностический признак калиевых полевого шпатов, отличающий

их от кварца и плагиоклазов. В связи с этим присутствие калиевого полевого шпата в шлифе можно устанавливать при выключенном анализаторе по дисперсионному эффекту (см. раздел 1.3). Особенно полезно использовать дисперсионный эффект, когда калиевый полевой шпатообразует мелкие зерна, которые можно спутать с зернами несдвойникового кислого плагиоклаза и кварца.

Интерференционная окраска калиевых полевых шпатов низкая (темно-серая, серая) – двупреломление редко превышает 0.007, а у санидина может иногда опускаться до 0.003.

Измененные (пелитизированные) калиевые полевые шпаты без анализатора выглядят буроватыми (в отличие от сероватых сосюритизированных плагиоклазов).

*Санидин* – наименее упорядоченная разновидность калиевых полевых шпатов. Кристаллизуется при температуре более 800°С и сохраняется при условии быстрого охлаждения минерала (в эффузивных породах).

В шлифах санидин свежий, типичны водяно-прозрачные кристаллы с прямым угасанием относительно (010), простыми двойниками и очень малой, в отличие от остальных полевых шпатов, величиной угла  $2V(0-40^\circ)$ , в силу чего в сходящемся свете санидин дает коноскопическую фигуру одноосного кристалла.

*Ортоклаз* – калиевый полевой шпат с промежуточной степенью упорядоченности между санидином и микроклином. В шлифах отличается от санидина большим углом  $2V(40-80^\circ)$  и нередкой пелитизацией.

*Микроклин* – наиболее упорядоченный калиевый полевой шпат. Образуется при температуре ниже 600-650°С в условиях медленного охлаждения или является продуктом преобразования ортоклаза и санидина, возникших при более высокой температуре.

Микроклин узнается по максимальному углу  $2V(80-85^\circ)$ , косому угасанию относительно (010) и частому присутствию характерных полисинтетических двойников решетчатого облика, в которых сочетаются альбитовый и периклиновый законы двойникования (микроклиновая решетка). Двойниковая решетка микроклина отличается от перекрещивающихся полисинтетических двойников плагиоклаза узловатым строением и нерезкими границами полосок. Решетчатые двойники видны в плоскости (100). В других разрезах наблюдаются полосы одного направления, которые отличаются от прямых и параллельных двойников плагиоклаза расплывчатыми контурами.

В некоторых случаях в отдельных участках зерен решетчатая структура микроклина может становиться все более тонкой, вплоть до ее полного видимого исчезновения; в таких участках микроклин под микроскопом неотличим от ортоклаза. Поэтому при микроскопической диагностике калиевых полевых шпатов следует выделять санидин (с малым углом  $2V$ ), микроклин (с решетчатой структурой) и нерешетчатый калиевый полевой шпат, который может быть как ортоклазом, так и микроклином.

Для точной диагностики калиевых полевых шпатов используют столик Федорова и рентгеноструктурный анализ.

Из-за большой разницы в размерах ионов калия (1,33 Å) и натрия (0,98 Å) изоморфизм между ними в калиевых полевых шпатах осуществляется только при высоких температурах и при быстрой кристаллизации. При последующем медленном понижении температуры первоначально гомогенная кристаллическая фаза распадается на калиевую и натриевую: в калиевом полево шпате образуются тонкие закономерно ориентированные вроски альбита - *пертиты*; вроски калиевого полевого шпата в плагиоклазе - *антипертиты*.

Наряду с пертитами, образующимися при распаде высокотемпературного твердого раствора калишпат-альбитового состава (пертиты распада) встречаются также пертиты замещения, которые образуются в результате замещения калиевого полевого шпата альбитом при постмагматической альбитизации.

Закономерные прорастания калиевого полевого шпата и кварца графической структуры называются *микронеогматитовыми*.

По отношению к серицитизации калиевые полевые шпаты обычно более устойчивы, чем плагиоклазы. Поэтому в одной и той же породе серицитизированные плагиоклазы могут соседствовать с совершенно свежими несерицитизированными зернами калиевого полевого шпата.

Калиевый полевой шпат можно спутать в шлифах с кварцем, нефелином и плагиоклазом.

Кварц не имеет спайности и практически не замещается вторичными минералами, а потому не имеет мутноватого облика. В случае же водно-прозрачных разновидностей калиевого полевого шпата (санидина и адуляра), главным отличием является показатель преломления, который у кварца во всех сечениях больше, а у калиевых полевых шпатов меньше, чем у канадского бальзама. Кварц одноосный и положительный, а из всех полевых шпатов одноосным может быть только санидин; при этом его оптический знак отрицательный. При одинаковой толщине шлифа интерференционная окраска кварца (светло-серая, белая) чаще всего выше, чем у калиевых полевых шпатов (серая).

Нефелин одноосен, чем сходен с санидином. Но показатель преломления нефелина в зависимости от сечения может быть то выше, то ниже, чем у канадского бальзама. Идиоморфные зерна нефелина часто дают сечения прямоугольной или квадратной формы с прямым угасанием, в то время как для калиевого полевого шпата характерно косое угасание.

Микроклин при наличии микроклиновой решетки может быть по ней отличим от других минералов, в том числе от плагиоклазов. У плагиоклазов границы двойников прямые, тогда как у микроклина двойники веретеновидные с расплывчатыми границами. Несдвойникованные плагиоклазы и калиевые

полевые шпаты между собой отличаются с трудом - по характеру вторичных изменений (пелитизация калиевых полевых шпатов и серицитизация, сосюритизация плагиоклазов) и по показателю преломления.

У плагиоклазов, более основных, чем олигоклаз, показатель преломления всегда выше канадского бальзама, и лишь у кислых плагиоклазов он может быть ниже канадского бальзама. У калиевых полевых шпатов показатель преломления еще ниже, чем у кислых плагиоклазов. В мелкозернистых агрегатах для отличия калиевого полевого шпата от плагиоклазов может быть использован упоминавшийся выше дисперсионный эффект.

### ***Плагиоклазы***

Плагиоклазы (триклинная сингония) представляют собой изоморфные смеси альбита  $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$  и анортита  $\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)$ ; процентное содержание анортита в плагиоклазе называется номером плагиоклаза.

Номер плагиоклаза

0 - 10 альбиткислый плагиоклаз

10 - 30 олигоклаз "

30 - 50 андезинсредний плагиоклаз

50 - 70 лабрадоросновной плагиоклаз

70 - 90 битовнит "

90 - 100 анортит "

Форма кристаллов плагиоклазов чаще всего таблитчатая. Как и калиевые полевые шпаты, плагиоклазы в шлифах бесцветны – водяно-прозрачны, или же содержат скопления мельчайших включений, придающие им мутноватый характер. Спайность по двум направлениям под углом около  $87^\circ$ .

Показатели преломления плагиоклазов:  $n_g = 1.538-1.590$ ,  $n_p = 1.527-1.572$ . Значения показателей преломления возрастают с увеличением номера плагиоклаза: у альбита показатель преломления несколько ниже, чем у канадского бальзама, у олигоклаза примерно равен, а у средних и тем более основных плагиоклазов он выше, чем у канадского бальзама (в связи с этим у основных плагиоклазов появляется шагреневая поверхность).

Двупреломление 0.007-0.013 (минимальное – у олигоклаза), так что при включенном анализаторе при нормальной толщине шлифа наблюдается интерференционная окраска, подобная интерференционной окраске кварца (серовато-белая, белая, реже желтоватая I порядка), и лишь у плагиоклазов, близких по составу к анортиту, она может быть желтой I порядка.

Оптически двуосные, с большим углом  $2V (\pm 70-90^\circ)$ .

Очень характерно наличие полисинтетических двойников, особенно по альбитовому (имеют отрицательное удлинение) и периклиновому (имеют положительное удлинение) законам. У основных плагиоклазов обычны редкие широкие двойниковые полосы, у кислых – более многочисленные тонкие двойниковые полоски. Двойники, особенно по альбитовому закону, настолько

характерны для плагиоклазов, что позволяют отличать по ним плагиоклазы от других минералов.

Периклиновые и альбитовые двойники могут одновременно присутствовать в одном и том же зерне плагиоклаза. В этом случае наблюдается решетчатая структура, напоминающая такую же структуру микроклина, но отличающаяся тем, что двойниковые полосы всегда ограничены прямыми линиями, а не имеют веретеновидный облик с раздувами и пережимами, как у микроклина.

Зернам плагиоклазов свойственна зональность, наиболее хорошо развитая в вулканических породах, но практически всегда присутствующая и в плутонических породах. От центра к краям зерен плагиоклаза в большинстве случаев наблюдается повышение содержания альбитового компонента (прямая зональность). Реже встречается обратная зональность, характеризующаяся снижением содержания альбитового компонента к краям зерен. Иногда наблюдается ритмическая зональность с более сложным изменением состава от центра к краям зерен плагиоклаза.

*Мирмекиты* – червеобразные и каплевидные (в зависимости от разреза) вроски кварца в плагиоклазе на стыке его с калиевым полевым шпатом.

Вторичные изменения плагиоклазов: по кислым плагиоклазам развивается серицит, по основным – сосюрит (тонкозернистая смесь альбита, кальцита и минералов группы эпидота), пренит (сходен с серицитом, в отличие от которого имеет более высокий показатель преломления и отрицательное удлинение в разрезах со спайностью). Поэтому кислые и основные плагиоклазы можно в первом приближении различать по характеру вторичных изменений.

Серицитизированные плагиоклазы в шлифе при наблюдении без анализатора бесцветны, а сосюритизированные – из-за высокого рельефа минералов группы эпидота – серые, реже буроватые (при очень тонкозернистой сосюритизации). В скрещенных николях сосюрит имеет серую интерференционную окраску; высокие цвета интерференции имеют лишь отдельные достаточно крупные зерна эпидота.

Основные плагиоклазы легче подвергаются вторичным изменениям, чем кислые. Поэтому в зернах плагиоклаза, обладающих прямой зональностью, при почти полном разложении центральных частей зерен (имеющих более основной состав) наружные зоны роста (имеющие более кислый состав) могут быть чистыми, почти не затронутыми вторичными изменениями.

Плагиоклазы в шлифах можно спутать с калиевыми полевыми шпатами, кварцем, нефелином.

От калиевых полевых шпатов средние и основные плагиоклазы отличаются отчетливо положительным рельефом (калиевые полевые шпаты имеют отрицательный рельеф). Несдвойникованные кислые плагиоклазы отличаются от калиевых полевых шпатов вторичными изменениями: калиевые полевые шпаты подвергаются пелитизации, а плагиоклазы – серицитизации и

сосюритизации. Плаггиоклаз одновременно присутствующими альбитовыми и периклиновыми двойниками можно спутать с микроклином, имеющим микроклиновую решетку. Но двойники плаггиоклазов имеют четкие и прямые границы, в то время как микроклиновое решетка имеет многочисленные раздувы и пережимы.

При отсутствии двойников плаггиоклазы отличаются от кварца наличием спайности и вторичных изменений, а также тем, что кварц является одноосным положительным минералом, в то время как плаггиоклазы двуосны.

От нефелина плаггиоклазы отличаются частым присутствием двойников и более высоким двупреломлением; кроме того, нефелин, в отличие от плаггиоклазов – одноосный отрицательный минерал.

### Определение состава плаггиоклаза

Полная и надежная диагностика плаггиоклазов, включающая в себя определение их состава, степени упорядоченности и закона двойникования, под микроскопом может быть проведена с использованием специальных федоровского и иммерсионного методов. Более точное определение состава плаггиоклазов (с учетом зональности кристаллов) производится с помощью электронного микронзонда. Однако достаточно надежные оценки состава плаггиоклаза можно получить с помощью поляризационного микроскопа и без использования специальных методик. Рассмотрим один из методов определения состава плаггиоклазов, основанный на данных по ориентировке оптической индикатрисы в кристаллах плаггиоклаза разного состава.

### Метод Мишель-Леви (метод максимального симметричного угасания)

Для определения номера плаггиоклаза используются зерна с хорошо выраженными двойниками по альбитовому закону (эти двойники имеют отрицательное удлинение).

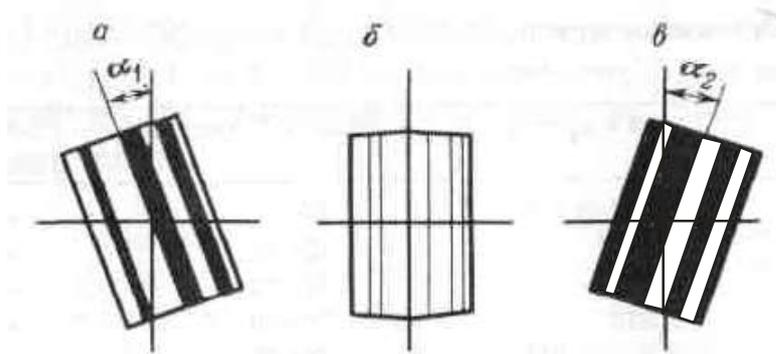


Рис. 21. Зерно плаггиоклаза с симметричным угасанием альбитовых двойников:  
 $a, b$  – моменты угасания первой ( $a$ ) и второй ( $b$ ) систем двойников;  
 $\bar{b}$  – при совпадении двойникового шва с вертикальной нитью окуляра (двойниковые полоски имеют одинаковую интерференционную окраску)

При выборе зерен для замеров необходимо следовать следующим критериям:

1) граница между двойниковыми полосками должна быть четкая и резкая, при поднятии и опускании тубуса микроскопа она не должна смещаться в сторону;

2) в положении, когда двойниковый шов параллелен вертикальной нити окуляра, двойники по обе стороны от нее должны иметь одинаковую интерференционную окраску, то есть в этом положении двойниковое строение становится неразличимым (рис. 21, б)

Кроме того, следует стараться выбирать такие разрезы, которые при совмещении двойникового шва с вертикальной нитью окуляра являются более светлыми (углы угасания двойников в таких разрезах больше).

Найдя нужное зерно, измеряем угол угасания сначала для одной системы двойниковых полосок (поворотом столика в одну сторону –  $\alpha_1$  на рис. 21, а), а затем - для второй системы двойниковых полосок (поворотом столика в другую сторону –  $\alpha_2$  на рис. 21, в). Разница между углами угасания обеих систем двойников не должна превышать 3 - 4 ° («симметричное угасание»). Из двух полученных значений определяют средний угол симметричного угасания.

Измерение угла симметричного угасания производят у трех - пяти зерен и из полученных замеров берут максимальное значение, по которому определяют номер плагиоклаза, используя диаграмму, приведенную на рис. 22. На диаграмме по горизонтальной оси указаны номера плагиоклазов, а по вертикальной – углы угасания (если показатель преломления плагиоклаза выше, чем у канадского бальзама, угол угасания берется со знаком плюс, а если меньше или равен показателю преломления канадского бальзама – со знаком минус).

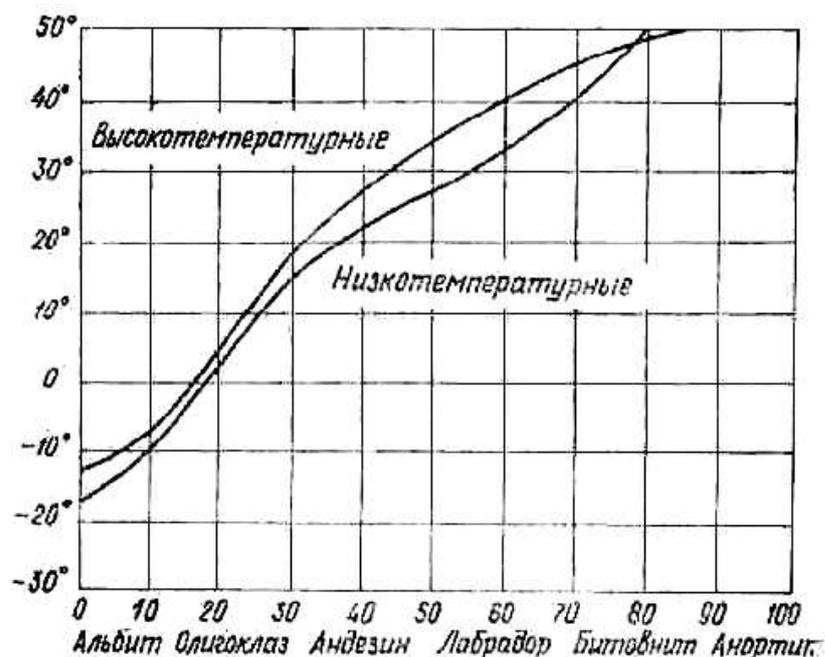


Рис. 22. Диаграмма для определения состава плагиоклазов методом Мишель-Леви (методом максимального симметричного угасания)

Нижняя кривая на диаграмме отображает изменение состава низкотемпературных плагиоклазов - по ней определяют плагиоклазы интрузивных и метаморфических пород. Верхняя кривая отображает состав высокотемпературных плагиоклазов - по ней определяют плагиоклазы кайнотипных эффузивных пород.

### **Биотит**

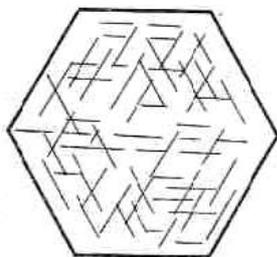
$K(Mg,Fe)_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2$ . Моноклинная сингония. Относится к магнезиально-железистым триоктаэдрическим слюдам, образующим ряды флогопит - антит - истонит - сидерофиллит. Межвидовым названием «биотит» обозначают изоморфные смеси упомянутых минералов.

В шлифах биотит бурый, зеленовато-бурый, красно-бурый (красно-бурый оттенок окраски вызывает повышенное содержание  $TiO_2$ , зеленый - высокое содержание окисного железа).

Образует чешуйки с весьма совершенной спайностью в одном направлении. Характерно полное отсутствие каких-либо пересекающих спайность поперечных трещин, как это обычно бывает у амфиболов и пироксенов.

В разрезах со спайностью наблюдается резкая шагреневая поверхность и относительно высокий рельеф ( $n_g = 1.610 - 1.697$ ,  $n_p = 1.571 - 1.616$ ). Показатели преломления и двупреломление биотита возрастают с увеличением содержания в нем железа. Характерен резкий плеохроизм с прямой схемой абсорбции ( $N_g \approx N_m > N_p$ ), причем по  $N_g$  и  $N_m$  цвет густой бурый или зеленый, а по  $N_p$  цвет слабый, иногда почти бесцветный. В разрезах, параллельных спайности, шагреневая поверхность, рельеф и плеохроизм выражены слабее. Нередко в биотите встречаются включения циркона, монацита и других минералов, окруженные плеохроичными «двориками» с более густой, иногда почти черной, окраской.

Двупреломление 0.039-0.081. Интерференционная окраска биотита часто затушевывается густой собственной окраской, поэтому разрез с наивысшей интерференционной окраской, необходимый для определения двупреломления, часто отыскивается трудом. Угасание относительно спайности прямое, удлинение положительное.



Двуосный, отрицательный. Угол  $2V$  часто приближается к  $0^\circ$ , из-за чего коноскопическая фигура в сходящемся свете близка к кресту.

В эффузивных породах вкрапленники биотита нередко окружены непрозрачной опалитовой каймой,

считается за счет превращения биотита в магнетит.

Рис. 23. Сагенит – тонкие иголки рутила, образующие сетку в хлорите, заместившем биотит

При вторичных изменениях биотит замещается хлоритом и мусковитом. Переход биотита в хлорит сопровождается осветлением биотита, появлением зеленой окраски и уменьшением

двупреломления. Часто наместебиотита вместе  
схлоритом

образуются линзовидные скопления эпидота и титанита по трещинам спайности, а также тонкие иголки рутила. Последние, пересекаясь под углом  $60^\circ$ , иногда образуют в хлорите, замещающем биотит, сетку, называемую сагенитовой (рис. 23).

От хлорита биотит отличается резким плеохроизмом, более высоким двупреломлением и отсутствием аномальных цветов интерференции. От турмалина сходной окраски биотит отличается наличием спайности, двуосностью, положительным удлинением. От амфиболов биотит в разрезах со спайностью отличается прямым угасанием, резким плеохроизмом и более высоким двупреломлением. В разрезах, где спайность не видна, биотит отличается от амфиболов более низкими показателями преломления и небольшим углом  $2V$ .

### ***Мусковит***

$\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$ . Моноклинная сингония. Относится к диоктаэдрическим слюдам.

В шлифах бесцветный или слабо желтоватый, буроватый, зеленоватый. Образует чешуйки с весьма совершенной спайностью в одном направлении. В разрезах со спайностью наблюдается псевдоабсорбция ( $n_g = 1.588 - 1.624$ ,  $n_p = 1.552 - 1.570$ ).

Двупреломление  $0.036 - 0.054$ . В разрезах со спайностью обладает чистыми и яркими цветами интерференции *II* и начала *III* порядков. В разрезах, параллельных спайности, мусковит имеет низкую интерференционную окраску – серовато-белую или желтоватую *I* порядка, как у кварца. От кварца в этих разрезах мусковит отличается более высоким показателем преломления и двуосной отрицательной коноскопической фигурой.

Мелкочешуйчатая разновидность мусковита (*серицит*) в случае, если чешуйки тоньше толщины шлифа, обладает более низкими цветами интерференции, чем мусковит.

Угасание относительно спайности прямое, удлинение положительное. Угол  $2V = 35 - 50^\circ$ .

Мусковит можно спутать с тальком, пренином, канкринитом и другими бесцветными минералами, обладающими отчетливой спайностью и высокими цветами интерференции. От талька мусковит отличается по минеральным ассоциациям и углу  $2V$  (у талька  $2V$  не превышает  $30^\circ$ ). Канкринит имеет показатели преломления ниже канадского бальзама.

Мусковит встречается в гранитах, аплитах, пегматитах, а также во многих метаморфических породах. При высоких давлениях он может кристаллизоваться из гранитной магмы, но чаще образуется в результате метасоматического замещения биотита и полевых шпатов. Серицит – самый распространенный продукт постмагматического изменения плагиоклазов.

## ***Амфиболы***

Амфиболы – одна из наиболее распространенных групп минералов в земной коре. Они кристаллизуются в широком диапазоне температур и давлений, встречаются в магматических и метаморфических породах.

Моноклинные кальциевые амфиболы - тремолит  $\square \text{Ca}_2\text{Mg}_5(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$ - ферроактинолит  $\square \text{Ca}_2\text{Fe}_5(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$ . Из их формул можно вывести формулы минералов, которые раньше обозначались как *роговые обманки* (в них кремний и другие катионы частично замещены алюминием с одновременным вхождением одновалентных и других катионов). Роговыми обманками объединенно называют амфиболы магматических пород до точного определения их состава. Встречающиеся в базальтах роговые обманки с высоким отношением  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$  называют базальтическими роговыми обманками.

Кристаллам амфиболов свойственна вытянутая призматическая, до игольчатой, форма, отчетливый положительный рельеф и ясная шагреневая поверхность. Все наиболее распространенные амфиболы, кроме тремолита, который почти бесцветен, окрашены в зеленые, бурые, реже синие цвета и обладают плеохроизмом.

Самый надежный признак при микроскопической диагностике амфиболов - наличие спайности под углом  $124^\circ$ , которая обнаруживается в поперечных разрезах. В продольных разрезах видна система параллельных трещин спайности и секущие их косые неправильные трещинки.

Во всех разрезах моноклинных амфиболов, кроме перпендикулярных (010), наблюдается косое угасание, причем углы угасания  $cN_g$  не превышают  $30^\circ$ . Иногда встречаются простые и полисинтетические двойники по (100).

Двупреломление амфиболов колеблется в широких пределах. Наибольшего значения оно достигает у базальтической роговой обманки, минимального - у щелочных амфиболов.

Угол  $2V$  амфиболов большой и почти всегда отрицательный.

*Обыкновенная роговая обманка.* Окрашена в зеленые и бурые цвета, плеохроирует с изменением лишь густоты, но не оттенка окраски (в отличие от эгирина, обычно плеохроирующего от бурого до зеленого, а также от щелочных амфиболов). Следует помнить, что наиболее резко плеохроизм проявляется в разрезах с наивысшей интерференционной окраской, в которых располагаются оси  $N_g$  и  $N_p$ . Для определения окраски по  $N_m$  можно использовать изотропные сечения или разрезы со спайностью по двум направлениям, где ось  $N_m$  проходит вдоль длинной диагонали ромба, образуемого трещинами спайности.

Двупреломление 0.014-0.026. Углы угасания ( $cN_g$ )  $14-25^\circ$ . Удлинение положительное.

*Базальтическая роговая обманка.* Образует порфиновые вкрапленники в вулканических породах. Характерен резкий плеохроизм от соломенно-желтого до красно-бурого цвета, чем похожа на биотит. Базальтическая роговая обманка сходна с биотитом так же тем, что имеет углы угасания, близкие к прямому ( $0-15^\circ$ ), и высокое двупреломление (цвета интерференции III порядка). Наилучшее отличие от биотита – наличие поперечных разрезов с призматической спайностью. В сходящемся свете базальтическая роговая обманка, в отличие от биотита, дает двуосную фигуру с большим углом  $2V$ .

Как и биотит, базальтическая роговая обманка может быть подвержена опацизации, которая проявляется в ее замещении агрегатом мельчайших зерен черного железорудного минерала и пироксена. При частичной опацизации черный минерал развивается в краевых частях кристаллов. Когда кристаллы опацизированы целиком, о роговой обманке можно судить по характерной форме кристаллов, особенно по ромбовидным поперечным сечениям. Наличие опацизированных амфиболов свойственно эффузивным и гипабиссальным магматическим породам.

*Тремолит.* Образует радиально-лучистые и волокнистые агрегаты сильно вытянутых кристаллов. Бесцветен, в сочетании с довольно высоким двупреломлением, косым угасанием и положительным удлинением. В магматических породах встречается как продукт изменения магнезиальных силикатов (оливина, пироксена).

*Актинолит.* Окрашен в светлые зеленоватые тона и обнаруживает слабый плеохроизм (от светло-синевато-зеленого или светло-зеленого по  $N_g$  до бледно-желтого или светло-желто-зеленого по  $N_p$ ). Углы угасания ( $cN_g$ )  $11-17^\circ$ . Двупреломление 0.020. В магматических породах встречается как вторичный минерал.

*Щелочные амфиболы.* Отличаются от остальных амфиболов специфическими сине-черными, фиолетовыми и сиреневыми цветами плеохроизма, обратной схемой абсорбции и отрицательным удлинением (кроме встречающегося в метаморфических породах глаукофана, имеющего положительное удлинение и прямую схему абсорбции). Углы угасания  $2-20^\circ$ , двупреломление ниже 0.012 (интерференционная окраска обычно затемняется густой собственной окраской минерала).

Характерна дисперсия оптических осей, проявляющаяся в отсутствии полного угасания – вместо полного угасания получается тусклая синеватая окраска, сменяющаяся при вращении столика микроскопа на красноватую окраску.

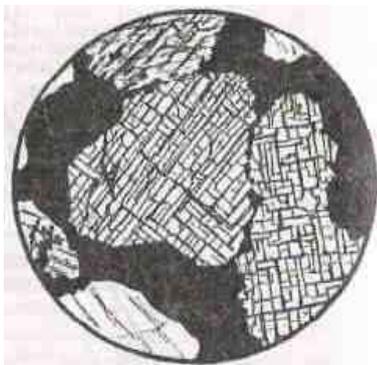
Арфведсонит характеризуется резким плеохроизмом с голубовато-зеленой или сине-зеленой окраской по  $N_p$  (обратная схема абсорбции), низким двупреломлением и отрицательным удлинением.

Рибекит окрашен в более яркие тона. Плеохроизм очень резкий – от густо-синего, почти черного, по  $N_p$ , до светлого желтоватого по  $N_g$  (обратная

схема абсорбции). Двупреломление очень низкое, угол угасания мал ( $1-8^\circ$ ), удлинение отрицательное.

### **Пироксены**

Пироксены – одни из наиболее распространенных мафических силикатов многих высокотемпературных пород магматического и метаморфического происхождения.



*Магнезиально-железистые пироксены* кристаллизуются в ромбической (энстатит  $Mg_2(Si_2O_6)$ ) и ферросилит  $Fe_2(Si_2O_6)$ ) и моноклинной (клиноэнстатит и клиноферросилит) сингониях. Раньше промежуточные составы ряда энстатит – ферросилит имели свои названия (бронзит, гиперстен, феррогиперстен), которые сейчас упразднены.

*Кальциевые пироксены.* Диопсид  $CaMg(Si_2O_6)$  – геденбергит  $CaFe(Si_2O_6)$ .

*Натриевые пироксены.* Эгирин  $NaFe(Si_2O_6)$ , жадеит  $NaAl(Si_2O_6)$ .

По преобладающим миналам пироксенам дают составные названия типа диопсид-геденбергит, геденбергит-эгирин и т.п.

Авгит – это диопсид, или диопсид-геденбергит, или диопсид-эгирин несколько усложненного состава, имеющий характерные аномальные цвета интерференции.

Омфацит – диопсид-геденбергит, обогащенный жадеитовым и эгириновым миналом. Типичен для эклогитов.

В ультраосновных и основных магматических породах пироксены представлены энстатитом (и его более железистыми разновидностями, называемыми ранее гиперстеном и бронзитом) и диопсид-геденбергитом (в нем всегда есть примесь натриевого и алюминиевого миналов).

В средних и кислых интрузивных породах встречается диопсид (с изоморфной примесью геденбергита и эгирина), в щелочных породах – эгирин-диопсид, диопсид-геденбергит-эгирин (его называют эгирин-авгитом), эгирин.

В горных породах типа диабазов или базальтов пироксены чаще всего представлены диопсид-геденбергитом, но всегда с примесью натрия, алюминия, титана.

Все пироксены имеют ряд общих признаков, позволяющих уверенно отличать их под микроскопом от других минералов. Это прежде всего два направления совершенной спайности, пересекающихся под углом  $87-89^\circ$  (рис.

24), и высокие (1.65 – 1.80) показатели преломления (определяют высокий рельеф и резкую шагреневую поверхность пироксенов).

Для кальциевых и магниевых пироксенов (диопсид, энстатит) характерны зернистые агрегаты короткопризматических кристаллов, железистые пироксены (эгирин, геденбергит) образуют шестоватые и игольчатые кристаллы, радиально-лучистые агрегаты. В шлифах пироксены преимущественно бесцветны или окрашены в слабые зеленоватые цвета и не плеохроируют (кроме гиперстена и эгирина).

При вторичных изменениях пироксены замещаются амфиболами, слюдами, хлоритом, иногда серпентином и тальком (особенно энстатит).

### Ортопироксены

Отличаются от клинопироксенов прямым угасанием (в связи с этим название «ортопироксены») и более низким двупреломлением. Следует, однако, иметь в виду, что в сечениях, ориентированных не перпендикулярно плоскостям спайности, или поперечных двум плоскостям спайности, угасание будет косым. Для определения угла угасания нужно использовать удлиненные сечения с наиболее четкими следами спайности. Иногда  $cN_g$  достигает  $10^\circ$  - из-за присутствия ориентированных вдоль плоскостей спайности субмикроскопических вростков клинопироксена (эти вростки иногда бывают и крупными, различимыми в скрещенных николях).

Энстатит бесцветен,  $cN_g = 0^\circ$ , двупреломление 0.009. Оптически положителен.

Гиперстен плеохроирует от бледно-розового до бледно-зеленого (очень слабо). Угол угасания  $cN_g 0-10^\circ$ , двупреломление до 0.013. Оптически отрицателен (как и бронзит). Смена оптического знака в ряду энстатит – ферросилит соответствует составу  $En_{88}$ .

В эффузивных породах вокруг вкрапленников ортопироксенов может быть опацитовая кайма.

При вторичных изменениях ортопироксены могут замещаться ромбическими амфиболами. В низкотемпературных условиях по ортопироксену образуются тонкозернистые псевдоморфозы ориентированного талька с магнетитом. Типично также замещение ортопироксенов, особенно энстатита, серпентином. В отличие от петельчатых псевдоморфоз серпентина по оливину, серпентин по ортопироксену ориентирован, образуя так называемый *бастит* – пластинчатые псевдоморфозы антигорита.

### Клинопироксены

Отличаются от ортопироксенов косым угасанием (поэтому и называются «клинопироксены») и более высоким двупреломлением. Угол угасания определяется в разрезах с наивысшей интерференционной окраской.

Иногда встречается похожая на совершенную спайность «диаллаговая» отдельность. Угол между этой отдельностью и спайностью около  $54^\circ$ , напоминая сечение амфиболов.

Клинопироксены могут содержать вросстки ромбического пироксена; при вторичных изменениях замещаются уралитом (волокнистым зеленым амфиболом), хлоритом, эпидотом, карбонатами.

*Диопсид-геденбергит* – бесцветный или слабозеленоватый, без плеохроизма.  $cN_g = 38-48^\circ$ , двупреломление 0.030-0.018.

*Авгит* – слегка буроватый, иногда слабо плеохроирует (имеет розовато-буроватую окраску по  $N_g$  - в отличие от гиперстена, у которого такая окраска по  $N_p$ ). Присутствие титана придает авгиту фиолетовый оттенок окраски.  $cN_g = 40-54^\circ$ , то есть при  $cN_g$  менее  $48^\circ$  авгит по углу угасания не отличается от пироксенов ряда диопсид-геденбергит.

Для авгита характерна дисперсия осей эллипсоида, проявляющаяся в неполном угасании (у пироксенов ряда диопсид-геденбергит дисперсия незначительна и они имеют четкое угасание).

В эффузивных породах вкрапленники авгита нередко имеют зональную окраску и обусловленное сильной дисперсией оптических осей зональное и секториальное угасание (фигура песочных часов). Двупреломление ниже 0.025.

Диопсид и авгит обладают близкими оптическими свойствами. Увеличение угла угасания в авгите, а также некоторая разница в двупреломлении (у диопсида оно несколько выше) далеко не всегда могут быть однозначно установлены из-за неточной ориентировки разрезов. Поэтому отличить авгит от диопсида под микроскопом удается далеко не всегда. Для точной диагностики пироксенов необходимо использовать микрозонд.

Эгирин-авгиту свойственен сильный плеохроизм,  $cN_g = 54-85^\circ$ ; наблюдаются все переходы от эгирин-авгита к эгирину.

*Эгирин* – характерны длиннопризматический облик и густая окраска с обратной схемой абсорбции – зеленая по  $N_p$  и более светлая зеленовато-желтая по  $N_g$ . Отрицательное удлинение,  $cN_p$  до  $8^\circ$ , двупреломление 0.037-0.059. При определении двупреломления следует иметь в виду, что интерференционная окраска эгирина затушевывается его густой собственной окраской.

Таким образом, для эгирина в шлифах характерны интенсивная зеленая окраска, очень высокий рельеф и шагреньевая поверхность, высокая интерференционная окраска II и III порядка, близкое к прямому угасание и отрицательное удлинение. От сходных по окраске амфиболов эгирин отличается обратной схемой абсорбции, малым углом угасания, отрицательным удлинением, высокой интерференционной окраской и углом между трещинами спайности.

### **Оливин**

Оливин представляет собой непрерывный ряд изоморфных смесей от форстерита  $Mg_2(SiO_4)$  до фаялита  $Fe_2(SiO_4)$ . Ромбическая сингония.

В шлифах бесцветный. В интрузивных породах форма зерен неправильная, изометричная. В эффузивных породах порфиновые вкрапленники оливина могут иметь форму несколько вытянутых шестиугольников, иногда с отчетливой спайностью, в то время как в оливине из

интрузивных пород спайность отсутствует или отмечается лишь в редких зернах.

Имеет самый высокий показатель преломления из всех мафических минералов ( $n_g = 1.669 - 1.975$ ,  $n_p = 1.636 - 1.827$ ), вследствие чего обладает резким положительным рельефом и четко выраженной шагреновой поверхностью.

Высокое двупреломление (форстерит 0.033, фаялит 0.052), вследствие чего имеет высокую интерференционную окраску. В зернах со спайностью угасание прямое.

Угол  $2V$  форстерита  $+85^\circ$ , фаялита  $-48^\circ$ . Смена оптического знака в ряду форстерит – фаялит соответствует  $F_{088}$ . У большинства природных оливинов магматических пород, которые содержат от 10 до 30%  $Fe_2(SiO_4)$ , оптический знак нередко определить не удастся: изогира коноскопической фигуры в разрезе, перпендикулярном оптической оси, обычно прямая, то есть не имеет различимой кривизны, необходимой для определения оптического знака.

Свежим оливин бывает редко, даже в кайнотипных эффузивных породах он по трещинам и по периферии зерен окрашен в бурый цвет гидроксидами железа. При вторичных изменениях наиболее характерными продуктами замещения оливина является серпентин и иддингсит (биотитоподобная смесь смектита, хлорита, серпентина и гетита). Серпентин развивается преимущественно по магнезиальному оливину, иддингсит – по железистому. Иногда отмечается замещение тальком, карбонатом, хлоритом. Вокруг зерен оливина могут наблюдаться реакционные оболочки, сложенные пироксеном и амфиболом.

Оливин в шлифах нередко имеет значительное сходство с минералами из группы пироксенов. Оливин отличается от пироксенов следующими особенностями.

1. При выключенном анализаторе оливин магматических пород всегда бесцветен, а пироксены нередко имеют буроватый или зеленоватый оттенок; этот оттенок слабый и может отсутствовать, но если он заметен, определяемый минерал не может быть оливином.

2. Пироксены обладают совершенной спайностью; оливин же имеет несовершенную спайность и во многих случаях она в шлифах не обнаруживается.

3. Коноскопическая фигура оливина в разрезах, перпендикулярных оптической оси, характеризуется тем, что изогира приближается к прямой, так как для большинства оливинов угол  $2V$  близок к  $90^\circ$ . Моноклинные пироксены имеют угол  $2V$  около  $60^\circ$  и отчетливо изогнутую изогирю.

4. Наиболее обычные продукты изменения оливина – серпентин и иддингсит. Серпентин образуется и по ромбическим пироксенам, но в соответствии с формой первичных зерен псевдоморфозы серпентина по оливину имеют в шлифах изометричную форму, а по пироксену – прямоугольную. Вторичными минералами, замещающими моноклинные пироксены, являются актинолит и хлорит.

### ***Акцессорные минералы***

Нерудные акцессорные минералы в шлифах выделяются своей преимущественно правильной формой зерен и высоким рельефом. Они обычно устойчивы и не подвержены вторичным изменениям.

*Apatit*Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)(F,Cl), гексагональная сингония. Образует столбчатые и таблитчатые кристаллы с прямоугольными и гексагональными сечениями. Бесцветный, без спайности, с высоким рельефом и ясной шагреневой поверхностью ( $n_o = 1.633 - 1.667$ ,  $n_e = 1.630 - 1.664$ ). Наличие тория и урана в апатите обуславливает появление плеохроичных дворигов вокруг его кристаллов, включенных в биотит или амфибол.

Низкая серая интерференционная окраска (двупреломление 0.003). Угасание прямое, удлинение отрицательное. Одноосный, отрицательный.

В небольших количествах встречается во всех магматических породах. Максимальные содержания апатита характерны для щелочных пород, в которых он может переходить в разряд главных породообразующих минералов.

В шлифах апатит имеет сходство с андалузитом и силлиманитом. Но эти минералы оптически двуосны, обладают совершенной спайностью и их кристаллы в поперечных сечениях имеют форму ромба или прямоугольника. Двупреломление этих минералов более высокое, чем у апатита (интерференционная окраска последнего поднимается выше серой окраски I порядка).

*Циркон*Zr(SiO<sub>4</sub>), тетрагональная сингония. Образует короткостолбчатые или призматические кристаллы с дипирамидальными окончаниями и округлые зерна. В поперечных сечениях дает четырех- и восьмиугольники.

Бесцветный, с очень резкими черными ограничениями из-за очень высокого показателя преломления (1.924 – 2.015); в скрещенных николях имеет высокую интерференционную окраску (двупреломление 0.044 – 0.055). Угасание прямое, удлинение положительное. Одноосный, положительный.

Часто образует включения в биотите, амфиболе и других минералах. Эти включения обычно окружены интенсивно окрашенными и резко плеохроирующими ореолами, образование которых связано с радиационным воздействием циркона.

В очень мелких зернах циркон в шлифах практически неотличим от монацита и ксенотима.

Циркон – один из наиболее распространенных акцессорных минералов, встречается практически во всех типах горных пород. Наиболее высокие содержания циркона – в щелочных породах.

*Титанит*CaTi(SiO<sub>4</sub>), моноклинная сингония. Характерна клиновидная форма кристаллов. Бесцветный, серый, часто буроватый. Очень резкие ограничения, очень высокий рельеф ( $n_o = 1.98 - 2.05$ ,  $n_e = 1.89 - 1.91$ ).

Цвета интерференции блеклые («перламутровые») высших порядков. Двупреломление титанита 0.09 – 0.14, что значительно выше, чем у циркона. Поэтому, в отличие от циркона, окраска титанита при включенном анализаторе остается практически такой же (буровой), как без анализатора. Нередко наблюдается неполное угасание, обусловленное сильной дисперсией. Иногда отмечаются простые или полисинтетические двойники.

Титанит встречается в широком диапазоне магматических пород и во многих метаморфических породах. В габброидах, долеритах, базальтах титанит нередко образует ксеноморфные оторочки вокруг зерен титаномагнетита и ильменита. В диоритах, сиенитах и гранитоидах он дает индивидуализированные кристаллы и ксеноморфные зерна, включенные в роговую обманку и биотит или располагающиеся между другими породообразующими минералами. В гранитоидах повышенной основности и в щелочных породах содержание титанита иногда превышает 1 – 2%.

*Шпинель*  $MgAlO_2$ , кубическая сингония. Образует октаэдрические кристаллы, дающие в шлифах квадратные, четырехугольные и треугольные срезы. Встречается и неправильная форма зерен, нередко графические срастания с пироксеном. Спайность отсутствует, но весьма обычна отдельность.

Зеленая, бурая. Изотропна, с высоким рельефом и резкой шагреновой поверхностью (показатель преломления 1.763-2.05).

Бурую шпинель можно спутать с титанистым гранатом, но в отличие от него шпинель имеет октаэдрическую форму кристаллов и характерную отдельность. Следует также иметь в виду, что шпинель встречается в основных и ультраосновных породах. От хромита шпинель отличается меньшим показателем преломления.

Непрозрачные *рудные* минералы под микроскопом в проходящем свете выглядят черными; их точная диагностика производится в отраженном свете на специальном рудном микроскопе в полировках. В прозрачных петрографических шлифах окраска рудных минералов может быть определена, если направить свет не на зеркало микроскопа, а на поверхность шлифа сверху. В этом случае магнетит обнаруживает свойственную ему в отраженном свете стальную-серую, пирит – желтую, хромит – буроватую окраску, и т.п.

***Вулканическое стекло*** – не минерал, а аморфное вещество, представляющее собой застывший магматический расплав, не успевший раскристаллизоваться вследствие быстрого остывания. Обычно входит в состав основной массы эффузивных пород, а в ряде случаев слагает ее полностью.

В шлифе вулканическое стекло бесцветно или окрашено в желтые или бурые тона. Интенсивность окраски зависит от содержания и степени окисления железа. Показатель преломления изменяется от 1.492 (стекло

риолитового состава) до 1.575 (стекло базальтового состава). Изотропно, хотя иногда обладает слабым двупреломлением вследствие внутренних напряжений.

При вторичных изменениях вулканическое стекло среднего и основного состава чаще всего замещается хлоритом, а кислое стекло подвергается раскристаллизации, превращаясь в смесь субмикроскопических зерен кварца и полевых шпатов.

## 2.2. Минералы метаморфических пород

### *Гранаты*

Общая химическая формула гранатов  $R^{2+}_3R^{3+}_2(SiO_4)_3$ :  
(пиральспиты)(уграндиты)

пироп  $Mg_3Al_2(SiO_4)_3$  уваровит  $Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$

альмандин  $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$  гроссуляр  $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$

спессартин  $Mn_3Al_2(SiO_4)_3$  андрадит  $Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$

Гранаты пироп-альмандинового ряда широко распространены в метаморфических породах. Доля пиропового компонента в гранатах увеличивается с ростом температуры и давления. В наиболее низкотемпературных условиях образуются гранаты, обогащенные спессартином. Пиральспиты с высокой долей альмандина и спессартина кристаллизуются также из кислых магматических расплавов, пересыщенных глиноземом, встречаются в гранитных пегматитах.

Смесимость между собой пиральспитов и уграндитов ограничена. В твердых растворах одного ряда может быть растворено не более 20-25 мольных процентов компонентов другого ряда. В высокобарных условиях растворимость гранатов этих двух рядов между собой становится более значительной.

Точное определение состава гранатов производится с помощью микронзонда. Под микроскопом в ряде случаев возможна, с привлечением особенностей парагенезисов, приближенная оценка состава гранатов.

Гранаты в шлифе образуют изометричные зерна - идиоморфные или неправильной формы, часто ситовидные, с многочисленными включениями других минералов. Бесцветны или слабо окрашены в желтоватый или розоватый цвет. Характерны высокие показатели преломления, которыми обусловлены резко выраженный рельеф и шагреневая поверхность.

Обычно изотропны, но спессартин и некоторые уграндиты обнаруживают слабое (до 0.003) аномальное двупреломление, особенно в толстых шлифах. Такое двупреломление (с появлением серых интерференционных окрасок) особенно характерно для гранатов из скарнов. В некоторых уграндитах наблюдается зональное угасание и секториальные двойники.

Пироп может замещаться хлоритом, альмандин – хлоритом и эпидотом. Уграндиты замещаются эпидотом, хлоритом, кальцитом, плагиоклазом.

### Андалузит

$\text{AlAl}(\text{SiO}_4)\text{O}$ , ромбическая сингония.

Андалузит, кианит и силлиманит – полиморфные модификации  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ , устойчивые при разных температурах и давлениях. Входят в состав метаморфических пород, богатых глиноземом; силлиманит и андалузит встречаются также в высокоглиноземистых кислых магматических породах. Андалузит устойчив при относительно низких давлениях – встречается в контактовых ореолах малоглубинных интрузивов и в продуктах регионального метаморфизма умеренного давления. Кианит образуется при высоком давлении, силлиманит – при высокой температуре.

Андалузит образует короткостолбчатые кристаллы с хорошо развитыми гранями ромбической призмы. В поперечном сечении – ромб, близкий к

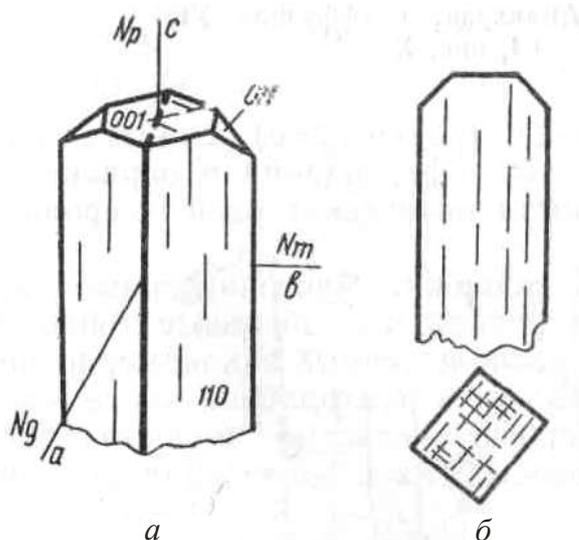


Рис. 25. Андалузит:  
а – кристалл;  
б – спайность  
в продольном и  
поперечном сечениях

квадрату, с трещинами спайности под углом  $89^\circ$  (рис. 25). Нередко встречается также в виде зерен неправильной формы с извилистыми границами.

Бесцветен или слабо и неравномерно окрашен в розоватый или зеленоватый цвет (плеохроирует от бледно-розового по  $N_p$  до бледно-зеленого или почти бесцветного по  $N_g$ ). Обладает ясным рельефом и шагреновой поверхностью ( $n_g = 1.638 - 1.651$ ,  $n_p = 1.629 - 1.640$ ).

Двупреломление 0.009-0.011. В продольных разрезах имеет прямое угасание и отрицательное удлинение. Оптически отрицательный, угол  $2V$  около  $85^\circ$ .

Отличается от похожих на него пироксенов и кианита более слабым рельефом, прямым угасанием и отрицательным удлинением, от силлиманита – низким двупреломлением и отрицательным удлинением. При вторичных изменениях замещается мусковитом.

### Кианит

$\text{Al}_2(\text{SiO}_4)\text{O}$ , триклинная сингония.

Бесцветный или слабо-голубоватый. Образует идиоморфные призматические или таблитчатые зерна. Часты простые и полисинтетические двойники. Спайность по двум направлениям под углом, близким к  $90^\circ$ .

Очень высокий рельеф и резкая шагреневая поверхность ( $n_g = 1.728 - 1.729$ ,  $n_p = 1.712 - 1.717$ ).

Двупреломление 0.012-0.016. Характер угасания и знак удлинения в разных разрезах разный. В сечениях с более совершенной спайностью угасание почти прямое ( $0-3^\circ$ ), а в сечениях, где спайность выражена хуже, угол угасания  $27-32^\circ$ .

От андалузита отличается более высокими показателями преломления, положительным удлинением, наличием двойников, от силлиманита – меньшим двупреломлением, наличием двойников и двумя системами спайности.

По кианиту развиваются белые слюды, пиррофиллит, каолинит. Вместе с кианитом встречаются гранат, ставролит, мусковит, биотит, кордиерит.

### **Силлиманит**

$Al(AlSiO_5)$ , ромбическая сингония.

Обычно встречается в виде удлинённых призм без концевых граней, дающих в поперечном сечении прямоугольники, почти квадраты и ромбы, а также в форме иголок, палочек, лучистых и волокнистых агрегатов (фибролит), неправильных зерен (рис. 26).

Бесцветен. Фибролит вследствие дисперсии света кажется окрашенным в буроватый цвет. Совершенная спайность по одному направлению. Характерны высокие показатели преломления ( $n_g = 1.677 - 1.682$ ,  $n_p = 1.657 - 1.660$ ), в связи с чем обладает высоким рельефом и ясной шагреневой поверхностью.

Двупреломление 0.020 - 0.022. Прямое угасание, положительное удлинение. Малый угол  $2V$  ( $21 - 30^\circ$ ).

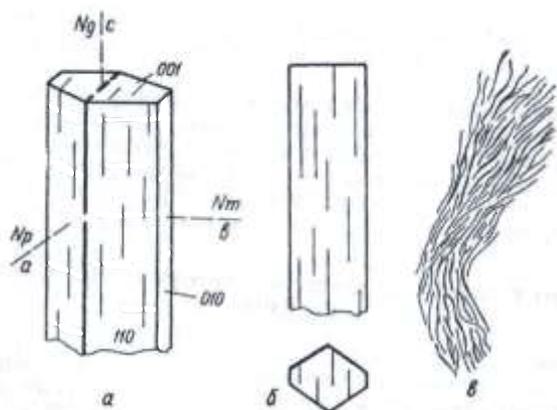


Рис. 26. Силлиманит:  
*a* – форма кристаллов;  
*б* – спайность в продольном и поперечном разрезах;  
*в* – волокнистый силлиманит (фибролит)

Силлиманит может быть сходен в шлифах с андалузитом, кианитом, цоизитом, апатитом, ромбическим пироксеном.

Андалузит и апатит имеют отрицательное удлинение и отрицательный оптический знак. Кианит и цоизит обладают более высоким рельефом; кроме того, кианит дает сечения с косым угасанием, обладает большим углом  $2V$  и оптически отрицателен, а цоизит отличается характерными аномальными

индигово-синими интерференционными окрасками и переменным знаком удлинения. Ромбические пироксены отличаются характером спайности (по двум направлениям под углом  $87^\circ$ ) и меньшим двупреломлением.

Силлиманит – высокотемпературный метаморфический минерал метапелитов. Он встречается вместе с биотитом, калиевым полевым шпатом, гранатом, кордиеритом, гиперстеном, шпинелью, корундом. При вторичных изменениях по силлиманиту развиваются белые слюды, пирофиллит, каолинит.

### ***Ставролит***

$(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Zn})_2\text{Al}_9(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ . Ромбическая сингония.

Образует короткопризматические кристаллы или неправильные удлиненные порфиروبласты ситовидного строения. Нередки крестообразные двойники со срастанием призматических индивидов почти под прямым углом или под углом  $60^\circ$ .

Спайность несовершенная. Плеохроирует от оранжево- или золотисто-желтого по  $N_g$  до бледно-желтого, почти бесцветного, по  $N_p$ . Отчетливые рельеф и шагреневая поверхность ( $n_g = 1.746 - 1.762$ ,  $n_p = 1.736 - 1.747$ ).

Двупреломление 0.009-0.016. Прямое угасание, положительное удлинение.

Высокие показатели преломления и среднее двупреломление, характерная желтая окраска, плеохроизм и высокий положительный  $2V$  ( $82-90^\circ$ ) позволяют в совокупности надежно определять ставролит в шлифах.

Ставролит – типичный минерал среднетемпературных фаций метапелитов, встречается с алмандином, мусковитом, биотитом и др. Может замещаться мусковитом, серицитом, хлоритом.

### ***Кордиерит***

$(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{Al}_3(\text{AlSi}_5\text{O}_{18}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , ромбическая сингония.

Образует зерна неправильной формы, бесцветные или голубоватые, с низким положительным рельефом ( $n_g = 1.543 - 1.575$ ,  $n_p = 1.534 - 1.558$ ) и низким двупреломлением (0.009 – 0.017). Спайность несовершенная. Характерны двойники – полисинтетические или секториальные (тройники и шестерники).

В кордиеритах умеренной или высокой железистости вокруг включений циркона и других акцессорных минералов наблюдаются «плеохроичные дворники» - ореолы плеохроизма от бесцветного до ярко-желтого. В магнизиальных кордиеритах таких плеохроичных дворников не отмечается.

Кордиерит можно спутать с кварцем или плагиоклазом, имеющими близкий рельеф и двупреломление.

От кварца кордиерит отличается наличием двойников, плеохроичных ореолов, двуосностью. Кроме того, кварц часто имеет характерное волнистое угасание и чуть более высокое двупреломление. От плагиоклаза кордиерит отличается плеохроичными ореолами, менее совершенной спайностью, полисинтетические двойники в нем часто не доходят до краев зерен. От

альбита, сходного с кордиеритом по показателю преломления и двупреломлению, последний отличается также отрицательным оптическим знаком.

Кордиерит может замещаться пинитом – бесцветной, зеленовато-голубоватой, желтой войлокообразной смесью мусковита, хлорита, серпентина и оксидов железа. Даже небольшие следы проявленной пинитизации могут быть использованы для отличия кордиерита от других минералов.

Встречается в метаморфических породах, богатых алюминием, и в высокоглиноземистых магматических породах кислого состава. Характерен для высоких ступеней регионального и контактового метаморфизма, нередко встречается вместе с гранатом, калиевым полевым шпатом, гиперстеном, силлиманитом.

### ***Группа эпидота***

Изоморфный ряд клиноцоизит  $\text{Ca}_2\text{Al}_3(\text{SiO}_4)(\text{SiO}_2)\text{O}(\text{OH})$  – эпидот  $\text{Ca}_2(\text{Al,Fe})_3(\text{SiO}_4)(\text{Si}_2\text{O}_7)\text{O}(\text{OH})$ , моноклинная сингония. Цоизит – ромбическая сингония.

Минералы группы эпидота образуют в шлифах удлиненные или неправильные зерна с высоким рельефом и шагреновой поверхностью. Эпидот в шлифе слабо окрашен в зеленовато-желтый цвет (со слабым плеохроизмом) или бесцветен, клиноцоизит и цоизит бесцветны.

Спайность по двум направлениям под углом  $65^\circ$  (в одном направлении совершенная, в другом – несовершенная, в виде коротких трещин). Угол угасания  $0 - 30^\circ$  (в зависимости от спайности, по отношению к которой измеряется угол угасания). По длине кристаллов клиноцоизита и эпидота располагается  $N_m$ , поэтому разрезы могут иметь как положительное, так и отрицательное удлинение.

Минералам группы эпидота свойственна аномальная интерференционная окраска – у цоизита тусклая серо-синяя, желтовато-бурая, у клиноцоизита – густые желтые и оранжево-желтые цвета, у эпидота – яркие красные, малиново-красные и зеленые цвета.

Клиноцоизит также отличается от цоизита косым угасанием в большей части разрезови углом  $2V$  ( $65-90^\circ$ ). От эпидота цоизит и клиноцоизит отличаются меньшим двупреломлением ( $0.005 - 0.008$ ). Клиноцоизит оптически положительный, эпидот – отрицательный.

От клинопироксена эпидот отличается малым углом угасания (в удлиненных разрезах угасание может быть прямым), хуже проявленной спайностью, плеохроизмом, цветами интерференции, отрицательным оптическим знаком.

Цоизит – типичный минерал прогрессивного и регрессивного метаморфизма фаций зеленых сланцев, глаукофановых сланцев и эпидот-амфиболитовой фации. Входит в состав сосюрита (агрегат серицита, цоизита и кварца), образующего псевдоморфозы по основным и средним плагиоклазам при изменении магматических пород.

Клиноцоизит и эпидот – типичные минералы метаморфических пород фаций зеленых сланцев, глаукофановых сланцев и эпидотовых амфиболитов, их парагенезисы почти не отличаются от парагенезисов цоизита.

### **Хлориты**

Хлориты – большая и сложная по составу группа минералов, главными представителями которых являются клинохлор  $Mg_5Al(AlSi_3O_{10})(OH)_8$  и шамозит  $Fe_5Al(AlSi_3O_{10})(OH)_8$ . Моноклинная сингония. Разнообразный изоморфизм приводит к изменчивости свойств хлоритов.

Характерными признаками хлоритов в шлифах является пластинчатая форма кристаллов, весьма совершенная спайность, зеленые оттенки окраски, слабый плеохроизм (от синевато-зеленого или бесцветного до желто-зеленого), низкое двупреломление, прямое угасание (иногда с отклонением в несколько градусов), нередко аномальная интерференционная окраска (грязная желто-зелено-серая, синяя, фиолетовая, реже бурая).

Могут иметь как положительное, так и отрицательное удлинение. В чешуйках хлорита могут наблюдаться плеохроичные дворники, сходные с дворниками в биотите; в центре таких плеохроичных дворников часто находятся включения циркона.

От серпентина минералы группы хлорита можно отличить по часто наблюдаемому отчетливому плеохроизму, аномальным сиреневым и бурым цветам интерференции, а также по присутствию плеохроичных дворников, не характерных для серпентина. От похожего по окраске биотита хлорит в разрезах со спайностью отличается низкой интерференционной окраской и более слабым плеохроизмом.

Трудность для диагностики могут представлять бесцветные оптически изотропные или почти изотропные хлориты. Они отличаются от других изотропных минералов низким рельефом и слюдоподобной спайностью.

В магматических породах минералы группы хлорита являются вторичными. Они развиваются по главным породообразующим минералам (преимущественно мафическим). Часто хлорит замещает биотит, причем при этом в хлорите нередко образуются тончайшие иголки рутила, пересекающиеся под углом  $60^\circ$  и слагающие так называемую сагенитовую решетку (см. рис. 23). Хлоритом могут замещаться также пироксены, амфиболы, оливин, гранат, иногда полевые шпаты.

### **Серпентин**

$Mg_3(Si_2O_5)(OH)_4$ , моноклинная сингония.

Бесцветный или зеленоватый, буроватый, желтоватый. У окрашенных разностей плеохроизм от зеленовато-желтого по  $N_g$  до бесцветного по  $N_p$ . Спайность весьма совершенная по одному направлению. Показатели преломления близки к канадскому бальзаму, в связи с чем рельеф и шагреневая поверхность отсутствуют.

Серая, белая, иногда бледно-желтая интерференционная окраска / порядка (двупреломление 0.006 – 0.013). Угасание прямое, удлинение положительное.

От хлорита серпентин отличается по цвету и отсутствию аномальных интерференционных окрасок. Сходные с серпентином бесцветные или слабоокрашенные разновидности хлоритов лучше окристаллизованы, обладают слюдоподобной спайностью, менее смяты и имеют более высокий положительный рельеф.

Серпентин – типичный вторичный минерал, развивающийся в ультраосновных и основных породах по магнезиальному оливину, пироксенам, реже амфиболам.

### ***Тальк***

$Mg_3(Si_4O_{10})(OH)_2$ , моноклинная сингония.

Образует чешуйчатые агрегаты. В шлифе бесцветный, буроватый и зеленовато-буроватый. Спайность весьма совершенная по одному направлению.  $N_g - N_p = 0.050 - 0.045$ . Угасание прямое, удлинение положительное. Оптически отрицательный, угол  $2V = 0-30^\circ$ .

Под микроскопом сходен с мусковитом. Отличается показателями преломления ( $n_g = 1.589 - 1.590$ ,  $n_p = 1.539 - 1.545$ ), углом  $2V$ , минеральными ассоциациями. Кроме того, тальк отличается от мусковита своей пластичностью, плавной изогнутостью чешуек, что у мусковита наблюдается редко.

В основных и ультраосновных магматических породах тальк развивается по магнезиальным минералам – оливину, ортопироксенам, серпентину и др. Характерны ориентированные псевдоморфозы талька по магнезиальным ортопироксенам.

### ***Турмалин***

$NaFe_3Al_6(Si_6O_{18})(BO_3)_3(OH)_4$ . Тригональная сингония.

Призматический. Спайность отсутствует. Рельеф и шагреневая поверхность хорошо заметны ( $n_o = 1.639 - 1.692$ ,  $n_e = 1.620 - 1.657$ ). Двупреломление 0.017-0.030, обычно около 0.020.

В шлифе часто окрашен в бурый цвет, хотя может иметь и другую окраску. Плеохроизм резкий, с изменением интенсивности окраски. В отличие от биотита, турмалин принимает наиболее темную окраску, когда длинная сторона кристалла перпендикулярна направлению колебаний света в поляризаторе (у биотита наиболее темная окраска - когда длинная сторона кристалла параллельна направлению колебаний света в поляризаторе).

Угасание прямое, удлинение отрицательное.

### ***Рутил***

$TiO_2$ , тетрагональная сингония.

Обычно встречается в виде мелких зерен. Кристаллы рутила призматические, столбчатые, игольчатые, но в кристаллических сланцах нередко встречается и в виде изометричных зерен.

Густо окрашен в буро-красный или желто-бурый цвет, часто почти непрозрачен. Очень высокий рельеф ( $n_e = 2.895 - 2.903$ ,  $n_o = 2.609 - 2.616$ ). Очень высокое двупреломление ( $0.286 - 0.287$ ), в силу чего интерференционную окраску определить невозможно. Яркие цвета интерференции видны даже в тончайших иголочках, что позволяет по этому свойству отличить рутил от других тонкоигольчатых минералов.

Прямое угасание. Из-за интенсивной собственной окраски рутил обычно одного и того же цвета как при включенном, так и при выключенном анализаторе.

Сагенитовая решетка - включения тонкоигольчатого рутила в хлорите или в слюдах, имеющие вид сетки с треугольными ячейками (см. рис.23).

Титанит, в отличие от рутила, имеет меньшие показатели преломления и двупреломление, и двуосен. Циркон более светло окрашен и имеет более низкие показатели преломления и двупреломление.

Рутил – широко распространенный акцессорный минерал. Он встречается в различных магматических породах - от ультрамафитов до гранитов, в метаморфических породах разных фаций. Рутил иногда развивается по ильмениту, но и сам может замещаться ильменитом или титанитом.

### ***Карбонаты***

Кальцит  $\text{CaCO}_3$ , доломит  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , магнезит  $\text{MgCO}_3$ , сидерит  $\text{FeCO}_3$ . Тригональная сингония.

Карбонаты в шлифах преимущественно бесцветны. Спайность по трем направлениям под косым углом. В крупных зернах встречаются полисинтетические двойники. В сечениях, где четко видны два направления спайности, у кальцита двойниковые полосы располагаются ближе к длинной диагонали ромба спайности, а у доломита – ближе к короткой диагонали ромба спайности. Магнезит обычно не подвержен двойникованию.

Характерна четко выраженная псевдоабсорбция. У кальцита псевдоабсорбция проявляется более отчетливо, чем, например, у сидерита, так как у кальцита показатель преломления  $n_g$  выше,  $n_p$  ниже, чем у канадского бальзама, а у сидерита оба показателя преломления выше, чем у канадского бальзама.

Очень высокое двупреломление (более 0.170), которому отвечает очень высокая пестро-белая («перламутровая») интерференционная окраска, по которой, вместе с псевдоабсорбцией, карбонаты могут быть отличимы от других породообразующих минералов.

Одноосные, отрицательные.

### ***Флюорит***

$\text{CaF}_2$ , кубическая сингония. Встречается преимущественно в виде неправильных зерен, выполняющих промежутки между другими минералами, реже в виде идиоморфных кристаллов.

Бесцветный, со спайностью по октаэдру, в связи с чем в некоторых разрезах можно наблюдать две или три системы пересекающихся трещин спайности. Показатель преломления много ниже канадского обальзама (1.434), вследствие чего минерал имеет отрицательный рельеф и резкую шагреневую поверхность. Изотропный.

Флюорит может быть спутан в шлифах с другими изотропными минералами со средним рельефом и шагреневой поверхностью. На него похожа слабо окрашенная (бесцветная, зеленая или фиолетовая) шпинель, имеющая к тому же отдельность по октаэдру, сходную со спайностью флюорита. Но у шпинели положительный рельеф. Гранаты не имеют спайности и также имеют положительный рельеф.

Флюорит нередко встречается в нефелиновых сиенитах, гранитоидах, пегматитах, грейзенах.

### 2.3. Контрольные вопросы

1. Как отличить в шлифе кварц и нефелин, кварц и кордиерит?
2. Назовите разновидности калиевых полевых шпатов и охарактеризуйте их диагностические признаки в шлифах.
3. Как отличить между собой пертиты и антипертиты?
4. Что общего и каковы различия в оптических свойствах плагиоклазов и калиевых полевых шпатов?
5. Перечислите признаки, по которым в шлифах выбирают зерна плагиоклаза для определения их состава методом максимального симметричного угасания.
6. Чем замещаются кислые и основные плагиоклазы при вторичных изменениях?
7. Назовите признаки отличия в шлифе биотита от хлорита, турмалина, амфиболов.
8. Что такое опацизация и у каких минералов она может быть проявлена?
9. Перечислите характерные признаки тремолита, актинолита, щелочных амфиболов.
10. Как отличить в шлифе пироксен от оливина?
11. Как в шлифе различаются ромбические и моноклинные пироксены?
12. Перечислите сходства и различия минералов из группы пироксенов и амфиболов.
13. Чем эгирин отличается в шлифе от амфиболов?
14. Назовите оптически изотропные минералы и их отличия между собой в шлифе.
15. Как отличить в шлифе титанит и рутил, титанит и циркон?

16. Назовите характерные диагностические признаки кианита, андалузита, силлиманита.
17. Как определить в шлифе ставролит и кордиерит?
18. Охарактеризуйте особенности диагностики в шлифе минералов группы эпидота.
19. Как хлорит отличается в шлифе от серпентина и талька?
20. Назовите оптические свойства, характерные для минералов группы карбонатов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Белоусова О.Н., Михина В.В. Общий курс петрографии. М., Недра, 1972. 344 с.
- Кравцова Л.И., Чукашева М.Н. Кристаллооптика. Методическое пособие к лабораторным работам по курсу петрографии. Изд. СГИ, 1961. 58с.
- Маракушев А.А., Бобров А.В., Перцев Н.Н., Феногенов А.Н. Петрология. I. Основы кристаллооптики и породообразующие минералы. М.: Научный мир, 2000. 316 с.
- Петрография и петрология магматических, метаморфических и метасоматических горных пород. М.: Логос, 2001. 768 с.
- Сиротин К.М. Практическая петрография. Изд. Саратов. ун-та. 1988. 312с.

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- |                            |                               |
|----------------------------|-------------------------------|
| Авгит, 46, 48              | Гиперстен, 47                 |
| Актинолит, 45              | Глаукофан, 45                 |
| Альбит, 38                 | Гранаты, 52                   |
| Амфиболы, 44               | Двупреломление, 17, 4, 21     |
| Андалузит, 53              | Диопсид-геденбергит, 48       |
| Андезин, 38                | Дисперсионный эффект, 14      |
| Аномальная анизотропия, 17 | Дисперсия двупреломления, 19  |
| Анортит, 38                | Доломит, 60                   |
| Антигорит, 58              | Знак удлинения, 25            |
| Антипертиты, 37            | Интерференционная окраска, 17 |
| Апатит, 50                 | Калиевые полевые шпаты, 35    |
| Арфведсонит, 45            | Кальцит, 60                   |
| Бастит, 47, 58             | Канадский бальзам, 8          |
| Биотит, 42                 | Канкринит, 35                 |
| Битовнит, 38               | Карбонаты, 59                 |
| Вулканическое стекло, 51   | Кварц, 34                     |

Кварцевый клин, 24  
Кианит, 53  
Клинопироксены, 47  
Клинохлор, 57  
Клиноцоизит, 56  
Компенсатор, 23  
Кордиерит, 55  
Круговое сечение, 5

Лабрадор, 38  
Лизардит, 58

Магнезит, 60  
Микроклин, 36  
Микропегматит, 37  
Мирмекит, 39  
Мусковит, 43

Нефелин, 34

Объект-микрометр, 11  
Ограничения, 14  
Оливин, 48  
Олигоклаз, 38  
Омфацит, 46  
Оптически двуосный, 4  
Оптически одноосный, 4  
Оптически отрицательный, 5  
Оптически положительный, 5  
Оптическая ось, 4  
Ортоклаз, 36  
Ортопироксены, 47  
Острая биссектриса, 5

Пертиты, 37  
Пироксены, 46  
Плагиоклазы, 38  
Плеохроизм, 26  
Плоскость оптических осей, 5  
Полоска Бекке, 14  
Пренит, 39  
Псевдоабсорбция, 16

Разность хода, 17  
Рельеф, 13  
Рибекит, 45

Роговая обманка, 44  
Рутил, 59

Сагенит, 43, 59  
Санидин, 36  
Серицит, 39, 43  
Серпентин, 58  
Сидерит, 60  
Силлиманит, 53  
Симметричное угасание, 41

Скрещенность николей, 9  
Соссюрит, 39  
Ставролит, 55  
Схема абсорбции, 26

Тальк, 58  
Титанит, 50  
Тремолит, 45  
Тупая биссектриса, 5  
Турмалин, 59

Угол оптических осей (2V), 5, 30  
Угол угасания, 22

Фаялит, 48  
Флюорит, 60  
Форстерит, 48

Хлорит, 57  
Хризотил, 58

Центрировка, 10  
Цеолит, 35  
Циркон, 50  
Цоизит, 56

Шагреновая поверхность, 14  
Шпинель, 51

Щелочные амфиболы, 45

Эгирин, 48  
Эгирин-авгит, 48  
Энстатит, 47  
Эпидот, 56

Учебное издание

Олег Анатольевич Суставов

ПЕТРОГРАФИЯ  
МАГМАТИЧЕСКИХ И МЕТАМОРФИЧЕСКИХ  
ПОРОД, ПЕТРОЛОГИЯ

*Учебно-методическое пособие*  
к лабораторным занятиям (часть 1)  
для студентов специальности 080100 - «Геологическая съемка,  
поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» (РМ)  
направления 130301 – «Прикладная геология»

Редактор

Подписано в печать                      Бумага писчая. Формат 60 x 84 1/16.  
Гарнитура TimesNewRoman. Печать на ризографе.  
Печ. л. 4 . Уч.-изд. л.. Тираж      . Заказ №

Издательство УГГУ  
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30  
Уральский государственный горный университет  
Отпечатано с оригинал-макета  
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.02 МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД**

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация:

**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Кривихин С.В., к.г.-м.н., доцент

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

(название кафедры)  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.  
(Фамилия И.О.)  
Протокол № 1 от 11.09.2024  
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики  
(название факультета)  
Председатель \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.  
(Фамилия И.О.)  
Протокол № 2 от 11.10.2024  
(Дата)

Екатеринбург

## Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Методы изучения осадочных пород» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях:

- ✓ выполнение домашних заданий;
- ✓ освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую программу дисциплины [7];
- ✓ подготовка к экзамену;

Самостоятельная работа студентов направлена на развитие интеллектуальных умений, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по вопросам методик изучения осадочных пород;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

Данные методические указания предназначены для организации самостоятельной работы студентов при освоении отдельных тем дисциплины.

### Методические указания к самостоятельной работе студента

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Методы изучения осадочных пород». Здесь указаны наименование и содержание лекционных тем в соответствии с рабочей программой дисциплины [7]. Каждая тема является основой вопросов в экзаменационном билете. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Основной объем информации по каждой теме содержится в учебниках по курсу [1-4]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература [5-6]. Для самоконтроля и приобретения навыков решения задач по отдельным разделам дисциплины в последнем разделе приведены контрольные вопросы и упражнения, которые являются основой подготовки к экзамену.

При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.
2. По учебникам [1-4] освоите каждый структурный элемент темы. Во всех темах указаны разделы и страницы учебника, содержащие данный материал.
3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.
4. Ответьте на контрольные вопросы и выполните рекомендованные упражнения. 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.

Данное учебно-методическое пособие может быть использовано при подготовке ответов на вопросы во время экзамена.

## Содержание курса

### **Тема 1. Общие сведения об осадочных породах. [1-4]**

Место осадочных пород в общей классификации горных пород. Образование осадочных пород: гипергенез, седиментогенез, диагенез, катагенез, метагенез. Классификация осадочных пород.

*Дополнительная литература:* [5-6].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. На какой стадии формирования осадочных пород происходит «мобилизация вещества»?
2. Приведите приме биохемогенной осадочной породы
3. Объясните понятие механической и химической дифференциации вещества.

### **Тема 2. Основные типы осадочных пород. [1-4]**

Распространение и промышленная значимость осадочных пород. Разновидности и характерные особенности основных типов осадочных пород: терригенные (грубообломочные, песчано-алевритовые, глинистые), карбонатные породы (известняки, доломиты), галоиды (соли – галиты, сильвиниты), сульфаты (гипсы, ангидрит), каустобиолиты (угли, нефть).

*Дополнительная литература:* [5-6].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Дайте определение понятию «палеоландшафт».
2. Какие отложения характеризуются наибольшей связью с питающими провинциями.
3. Какие отложения главным образом накапливаются в условиях глубоководной бассейновой седиментации?

### **Тема 3. Методы полевого изучения осадочных горных пород, требования безопасности к геологоразведочным работам. [1-4]**

Методология исследований. Выделение слоев. Определение признаков пород: окраска, структура, текстура, органические остатки, вторичные изменения, степень цементации. Принципы генетических исследований. Основные понятия, используемые при седиментологических реконструкциях. Обстановки осадконакопления: континентальные, переходные, бассейновые. Фациальное расчленение отложений. Процедура установления фаций. Правила обеспечения безопасности при проведении полевых исследований. Правила отбора образцов из естественных и искусственных обнажений. Правила отбора керна буровых скважин. Пожарная профилактика при полевых работах, средства и методы тушения пожаров.

*Дополнительная литература:* [5-6].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Чем определяется окраска пород?
2. Что понимается под «сортированностью породы»
3. Объясните формирование косої слоистости

### **Тема 4. Лабораторные методы изучения осадочных горных пород. [1-4]**

Гранулометрический анализ. Методы минералого-петрографического исследования пород. Геохимические исследования. Использование данных лабораторных исследований

для генетических реконструкций и качественной оценки коллекторских свойств. Правила обеспечения безопасности при проведении лабораторных исследований и эксплуатации лабораторного оборудования.

*Дополнительная литература:* [5-6].

**Контрольные вопросы и упражнения:**

1. Как проводится гранулометрический анализ?
2. Какие методы минералого-петрографического исследования пород Вы знаете?
3. Перечислите правила обеспечения безопасности при проведении лабораторных исследований и эксплуатации лабораторного оборудования.

### Рекомендуемая литература

1. Алексеев В.П. Методы исследования осадочных пород [Текст] : методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов специальности 130101 / В. П. Алексеев, Н. С. Носова ; Министерство образования и науки РФ, Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург : УГГУ, 2015. - 64 с.

2. Алексеев В.П. Фациальный анализ : методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплине "Формационный анализ" для студентов специальности 130101.65 - "Прикладная геология", специализации "Геология нефти и газа" / П. В. Алексеев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург : УГГУ. Часть 2 : Обстановки осадконакопления. - 2017. - 68 с.

3. Алексеев В.П. Литолого-фациальный анализ : учеб.-метод. пособие / Уральская гос. горно-геологическая академия. - Екатеринбург : УГГГА, 2002. - 147 с. : табл.; рис. - Библиогр.: с. 128-139.

4. Ежова, А.В. Литолого-фациальный анализ нефтегазоносных толщ [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Ежова, Тен Т.Г.. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2015. — 112 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/82840>. — Загл. с экрана Электронный ресурс

5. Бурлин Ю.К. Литология нефтегазоносных толщ : учебное пособие для вузов по специальности "Геология нефти и газа" / Ю. К. Бурлин, А. И. Конюхов, Е. Е. Карнюшина. - Москва : Недра, 1991. - 286 с.

6. Ветошкин А.Г. Нормативное и техническое обеспечение безопасности жизнедеятельности. Часть 2. Инженерно-техническое обеспечение безопасности жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учебно-практическое пособие / А.Г. Ветошкин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2017. — 652 с. — 978-5-9729-0163-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68997.html>

7. Методы изучения осадочных пород: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация Геология месторождений нефти и газа.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



**УТВЕРЖДАЮ**

И. о. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### Б1.В.04 ПОЛЕВАЯ ГЕОФИЗИКА

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация:

**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Крылаткова Н.А., к.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

(название кафедры)  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.  
(Фамилия И.О.)  
Протокол № 1 от 11.09.2024  
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики  
(название факультета)  
Председатель \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.  
(Фамилия И.О.)  
Протокол № 2 от 11.10.2024  
(Дата)

Екатеринбург

## **Введение**

Самостоятельная работа студента составная часть образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Полевая геофизика» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях:

- выполнение домашних заданий по темам лекций;
- написание отчетов по лабораторным работам, представляющим собой практико-ориентированное задание;
- работа с научными статьями, посвященным современным технологиям геологической интерпретации данных сейсморазведки, основного метода поисков и разведки месторождений нефти и газа
- подготовка к экзамену;

Самостоятельная работа студентов направлена на:

- закрепление и расширение знаний, умений и навыков, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий;
- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;
- развитие установки на качественное освоение образовательной программы;
- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

Данные методические указания предназначены для организации самостоятельной работы студентов при освоении разделов, связанных с сейсморазведкой. Уровень освоения других методов полевой геофизики оценивается по результатам написания контрольной работы.

### **Методические указания к самостоятельной работе студента**

В следующем разделе пособия приведена тематика лекций в соответствии с рабочей программой дисциплины «Полевая геофизика» для сейсмического метода [5]. Каждая тема является основой для нескольких экзаменационных вопросов.

При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те разделы, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. По этим разделам дается специальное задание по дополнительной литературе. В задании могут быть предложены следующие виды работы: конспект научной статьи или разделов научных монографий, посвященным современным технологиям геологической интерпретации данных сейсморазведки.

Основной объем информации по каждой лекции содержится в учебниках [1, 2]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература [4-6]. Для самоконтроля и приобретения навыков решения задач по отдельным разделам дисциплины в учебнике по курсу [1] приведены контрольные вопросы и упражнения, которые являются основой подготовки к экзамену.

Для освоения лекционного материала рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. По учебникам [1,2] освойте материал лекции.
2. Ответьте письменно на вопросы указанные в учебнике к материалу лекции (номера вопросов преподаватель указывает в конце лекции).

3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу.

При самостоятельной работе над темами лекционного курса рекомендуется на лекционных занятиях вести записи в конспектах.

Данное учебно-методическое пособие может быть использовано при подготовке ответов на вопросы во время экзамена.

### **Содержание лекционного курса**

Лекция 1. Физические и геологические основы сейсморазведки

Лекция 2. Методы сейсморазведки, применяемые при поисках и разведке месторождений углеводородов. Методика полевых сейсморазведочных работ МОГТ, ВСП.

Лекция 3-4. Обработка данных сейсморазведки: стандартная, специализированная, интерпретационная.

Лекция 5. Основы геологической интерпретации результатов сейсморазведки. Форма представления геолого-геофизических построений (карт, разрезов, кубов).

Лекция 6. Анализ сейсмических атрибутов. Технологии сейсмической инверсии.

Лекция 7. Сейсмостратиграфия и палеореконструкции.

Лекция 8. Понятие о комплексной геолого-геофизической интерпретации. Технология создания цифровой геологической модели месторождения углеводородов на основе комплексного использования информации исследований керна, каротажа и сейсморазведки.

### **Развернутое содержание лекционного курса**

#### **Лекция 1. Физические и геологические основы сейсморазведки**

Продольные и поперечные сейсмические волны, соотношение скорости их распространения. Форма колебаний и частотный состав сейсмических волн. Фронты и лучи сейсмических волн. Геометрическое расхождение и поглощение сейсмических волн. Упругие свойства горных пород: скорости, упругие модули, коэффициенты и декременты поглощения. Влияние глубины, условий накопления осадков, литологии, возраста, термобарических условий, коллекторских свойств, трещиноватости и типа флюидонасыщения на упругие свойства горных пород. Отражение и прохождение сейсмических волн. Монотипные и обменные волны. Коэффициенты отражения и прохождения. Модели геологических сред и сейсмические границы. Классификация сейсмических границ. Многократно-отраженные волны. Образование головной (преломленной) волны. Рефрагированные волны. Дифракция сейсмических волн.

#### **Лекция 2. Методы сейсморазведки, применяемые при поисках и разведке месторождений углеводородов. Методика полевых сейсморазведочных работ МОГТ, ВСП.**

Классификация методов сейсморазведки. Источники сейсмических колебаний: взрывные, невзрывные импульсные и вибрационные. Динамический диапазон сейсмической записи. Сейсмоприемники. Группирование сейсмоприемников и источников. Принципы цифровой регистрации сейсмических колебаний: квантование сейсмических сигналов по времени и амплитуде. Цифровые регистрирующие комплексы. Системы наблюдений в сейсморазведке. Системы многократных перекрытий (МОГТ). Площадные системы. Вертикальное сейсмопрофилирование (ВСП). Технология проведения сейсмических работ на суше, на море и в скважинах.

#### **Лекция 3-4. Обработка данных сейсморазведки: стандартная, специализированная, интерпретационная**

Вертикальные годографы проходящих и отраженных волн. Наземные годографы прямых, отраженных и головных сейсмических волн и их соотношение для двухслойной модели среды. Годограф дифрагированной волны. Понятие об эффективной модели среды. Сейсмограммы общей точки возбуждения (ОТВ) для многослойной модели среды. Сейсмограммы общей средней точки (ОСТ). Кинематические поправки. Скорости ОСТ. Временные разрезы ОСТ. Понятие о сейсмической миграции. Модель сейсмической записи отраженных волн, импульсная и синтетическая трассы. Признаки выделения волн (осей синфазности) на сейсмограммах и разрезах. Понятие о типовой и специальной обработке. Основные процедуры цифровой обработки: регулировка амплитуд, ввод и коррекция статических поправок, частотная и пространственно-временная фильтрация, ввод и корректировка кинематических поправок, суммирование по ОСТ, миграция. Представление результатов обработки. Технические средства и программное обеспечение обработки сейсмической информации.

#### **Лекция 5. Основы геологической интерпретации результатов сейсморазведки. Форма представления геолого-геофизических построений (карт, разрезов, кубов).**

Определение эффективных, пластовых и средних скоростей. Геологическая привязка сейсмических горизонтов по данным ВСП и на основе моделирования сейсмических трасс по данным ГИС. Построение отражающих границ, сейсмических разрезов, структурных карт и схем. Получение куба данных и его вертикальных и горизонтальных срезов. Вертикальная и горизонтальная разрешающая способность сейсморазведки. Динамическая интерпретация - прогнозирование геологического разреза (ПГР) на основе связи физических характеристик осадочной толщи с кинематическими и динамическими параметрами (атрибутами) волнового поля. Влияние анизотропии физических свойств на параметры сейсмического поля.

#### **Лекция 6. Анализ сейсмических атрибутов. Технологии сейсмической инверсии.**

Мгновенные амплитуды, частоты, фазы, когерентность, их физический смысл и геологическое истолкование. Погоризонтный динамический анализ в сейсморазведке. Сейсмофациальный анализ при изучении режима осадконакопления и возможных ловушек углеводородов. Спектрально-временной анализ (СВАН) - способ изучения внутренней структуры и прогноза вещественного состава геологических формаций. Изучение сейсморазведкой детального строения осадочной толщи. Псевдоакустический каротаж (ПАК): его возможности и ограничения. Использование эмпирических связей для перехода от акустического разреза к разрезам геологических параметров. Анализ амплитуд сейсмических записей. Аномалии типа залежь - «яркие» и «темные» пятна Отражения от контактов флюидов – «плоские» пятна. Явление дифракции от края залежи. Анализ амплитуд в зависимости от удаления (AVO). Многоволновая сейсморазведка. Совместное использование продольных и поперечных волн. Связь коэффициента Пуассона с насыщением коллекторов углеводородами.

#### **Лекция 7. Сейсмостратиграфия и палеорекострукции.**

Возможности изучения земной коры, внутреннего строения и рельефа фундамента, мощности и структуры осадочного чехла. Анализ сейсмокомплексов и сейсмофаций с целью выявления условий осадконакопления и зон вероятного скопления УВ.

**Лекция 8. Понятие о комплексной геолого-геофизической интерпретации. Технология создания цифровой геологической модели месторождения углеводородов на основе комплексного использования информации исследований керна, каротажа и сейсморазведки.**

Роль сейсморазведки 3D на стадии разведки и разработки месторождений. Анализ вертикальных и горизонтальных срезов куба 3D сейсмических данных. Трассирование сбросов в объеме куба. Непрерывная интерполяция и экстраполяция скважинных геологических данных в пределах сейсмического куба. Построение геологических моделей резервуаров нефти и газа с помощью геолого-геофизических систем интерпретации данных сейсморазведки 3D, бурения и ГИС. Сейсморазведка 4D для мониторинга разработки залежей нефти и газа. Возможности метода ВСП для изучения околоскважинного пространства. Исследование качества трещиноватости коллекторов межскважинным сейсмическим просвечиванием.

**Рекомендуемая литература**

**Основная литература**

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	<a href="#">Воскресенский, Ю. Н.</a> Полевая геофизика: учебник для вузов / Ю. Н. Воскресенский; РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина. - Москва: Недра, 2010. - 479 с.	10
2	<a href="#">Бондарев, В. И.</a> Сейсморазведка: учебник для вузов: в 2-х т. / В. И. Бондарев, С. М. Крылатков ; Уральский государственный горный университет. - 2-е изд., испр. и доп. - Екатеринбург: УГГУ. Т. 1: Основы теории метода, сбор и регистрация данных. - 2010. - 400 с. Т. 2: Обработка, анализ и интерпретация данных. - 2011. - 408 с.	10 10
3	Папоротная А. А. Полевая геофизика. Сейсморазведка и интерпретация материалов сейсморазведки [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / А. А. Папоротная, С. В. Потапова. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. — 107 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/69416.html">http://www.iprbookshop.ru/69416.html</a>	Электронный ресурс

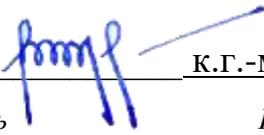
**Дополнительная литература**

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
4	<a href="#">Сафонов А. С.</a> Поиск неантиклинальных ловушек углеводородов методами сейсморазведки: научное издание / А. С. Сафонов, О. О. Кондратьева, О. В. Федотова. - Москва: Научный мир, 2011. - 511 с.	2
5	<a href="#">Шлезингер А. Е.</a> Региональная сеймостратиграфия: научное издание / Шлезингер А. Е. - Москва: Научный мир, 1998. - 144 с. - (Геологический институт РАН : труды , ISSN 0002-3272 ; выпуск 512).	2
6	Прогнозирование геологического разреза и поиски сложноэкранированных ловушек: научное издание / Академия Наук СССР, Министерство нефтяной промышленности, Институт геологии и разработки го-	4

	речных ископаемых; отв. ред. А. Г. Алексин. - Москва: Наука, 1986. - 192 с.	
4	Шерифф Р.Е. Сейсмическая стратиграфия: использование при поисках и разведке нефти и газа = Seismic Stratigraphy - applications to hydrocarbon exploration : в 2-х ч. / Р. Е. Шерифф [и др.] ; под ред. Ч. Пейтона ; пер. с англ.: Г. А. Былевского, Ю. Г. Такаева; ред. перевода: Н. Я. Кунин, Г. Н. Гогоненков. - М.: Мир. Ч. 1. - 1982. - 376 с. Ч. 2. - 1982. - с. 381-846	1



**Методические указания по дисциплине согласованы с выпускающей  
кафедрой геологии и геофизики нефти и газа**

Заведующий кафедрой ГГНГ  К.Г.-М.Н., С.А. РЫЛЬКОВ  
*подпись* *И.О. Фамилия*

—

Самостоятельная работа студентов в рамках учебного процесса играет важную роль в изучении дисциплины «Основы учения о полезных ископаемых», поскольку основными объектами труда горных инженеров-геологов – поисков, разведки являются месторождения полезных ископаемых. Поэтому в процессе обучения у студентов формируются представления о месторождения полезных ископаемых как геологических объектах, возникающих в процессах формирования и развития земной коры. Главные задачи профессиональной деятельности – разработка научно обоснованных направлений поисковых работ и выбор рациональной методики разведки месторождений полезных ископаемых могут быть успешно решены при условии овладения студентом современных представлений о геологических и физико-химических условиях их формирования. В процессе самостоятельной работы студент получает представление об особенностях строения каждого типа месторождений как модели месторождений, с которым он будет сталкиваться в процессе своей будущей практической деятельности, и сравнивать с ними конкретные объекты. Для этого в рамках самостоятельной работы в первую очередь следует обратить внимание на изучение имеющегося на кафедре каменного материала, характеризующего большую часть типов промышленных месторождений.

Основное содержание дисциплины и объемы самостоятельной работы по разделам дисциплины приведены в таблице

№№ тем	Содержание	Часы по СРС
1	Форма и условия залегания рудных тел	10
2	Структуры и текстуры руд	10
3	Изучение генетических типов месторождений полезных ископаемых	33
4	Подготовка к экзамену	27

*Методические указания по организации самостоятельного изучения дисциплины*

### **1. Освоение лекционного курса**

Лекции по дисциплине «Основы учения о полезных ископаемых» дают главный материал, как по теории, так и по практике исследований генезиса и геолого-промышленных типов месторождений полезных ископаемых. Современные проблемы, рассматриваемые в данной дисциплине, обусловлены как появлением новых теоретических

представлений о геологии месторождений, так и их новых промышленных типов. Это требует после прослушивания лекций обращаться к рекомендуемой литературе для более глубокой проработки соответствующей темы, детального рассмотрения основных терминов, проблемных вопросов и подходов к их решению, а также изучения дополнительного материала по теме для последующего выполнения лабораторных заданий.

После прослушивания лекции необходимо:

- внимательно просмотреть конспект лекции и (используя поля) сделать необходимые пояснения к сокращениям, аббревиатурам, терминам и т.п.;
- используя рекомендованную литературу уяснить проблемные вопросы и подходы к их решению;
- в письменном виде сформулировать вопросы, которые следует задать преподавателю для окончательного усвоения темы лекции;
- следует взять за правило – выполнять работу с конспектом лекций в тот же день, когда лекция прослушана и в памяти еще осталась часть ее содержания.

## **2. Подготовка, выполнение и оформление лабораторных занятий**

Лабораторные занятия расширяют область знаний в изучаемой дисциплине и показывают применение теоретической части в практике исследований, позволяют самостоятельно оперировать знаниями в решении практических задач.

Наиболее важным в этом плане является изучение и закрепление знаний о вещественном составе минерального сырья по методическим указаниям, имеющимся на кафедре ГПР МПИ. Последующим этапом закрепления теоретического материала является изучение новых разрабатываемых месторождений в рамках существующих геолого-промышленных типов и генетической классификации МПИ.

Особое внимание при изучении генетических типов месторождений следует обратить на работу с научной литературой по данной проблематике.

Чтобы лабораторные занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнения в решении практических задач, подготовка к занятиям проводятся по прочитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных разделов лекционного курса. Они вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

В рамках программы изучения дисциплины «Основы учения о полезных ископаемых» предусматривается следующая тематика лабораторных работ.

### **Тема 1. Форма и условия залегания рудных тел.**

Цель лабораторных работ – ознакомиться с принципами определения формы рудных тел, изучить геологические разрезы, определить формы

рудных тел на реальных геологических разрезах и найти их место в квалификационной таблице; по геологической обстановке на разрезе определить главные факторы, обусловившие форму и место локализации полезного ископаемого.

Места локализации рудных тел и, соответственно, их форма определяется рядом геологических факторов, в частности, условиям образования (эндогенными, экзогенными, или метаморфогенными). Как следствие, при изучении геологических разрезов месторождений, после определения формы рудного тела следует внимательно ознакомиться с геологической обстановкой и попытаться определить, какой из геологических факторов является определяющим: сингенетичность или эпигенетичность руд: отложения или замещения и др.

При выполнении работы следует иметь в виду, что форма природных геологических тел в большинстве случаев далека от идеальной, и при определении названия подбирается наиболее близкий эталон – идеальное геологическое тело.

## **Тема 2. Структуры и текстуры руд**

Цель занятий – ознакомиться с основными структурами и текстурами руд, описать особенности минералогического состава и текстур руд различного генезиса. При изучении образцов необходимо, прежде всего, определить рудные минералы, текстуры, определить тип месторождения по типоморфным текстурам. Для этого используются таблицы «Типы текстур руд» по С.А. Вахромееву (1979).

## **Тема 3. Изучение генетических типов месторождений полезных ископаемых**

Цель лабораторных работ – изучение теоретического и имеющегося в учебных коллекциях каменного материала, изучить парагенетические ассоциации минералов руд, описать имеющиеся в коллекциях образцы руд и определить их место согласно генетической классификации месторождений полезных ископаемых (по В.Ф. Рудницкому, «Основы учения о полезных ископаемых», стр. 46).

Последовательность изучения генетических типов МПИ рекомендуется следующим образом:

1). Повторение теоретического материала по лекции, учебным пособиям, консультации с преподавателем, просмотр дополнительной литературы из рекомендованного списка.

2). Самостоятельная работа по дополнительному изучению образцов руд из учебных коллекций кафедры.

3). Изучение примеров месторождений данного класса по литературным данным.

4). Проверка усвоения материала по «Вопросам и заданиям для самопроверки» (В.Ф. Рудницкий, «Основы учения о полезных ископаемых», стр. 233-245).

### 3. Рекомендации по работе с литературой

Изучение учебной и научной литературы является основным видом самостоятельной работы, которая сопровождает весь процесс изучения любой дисциплины. Организацию этой работы следует строить, используя следующие рекомендации:

1. Составить перечень книг, с которыми следует познакомиться, ориентируясь на источники, содержащие необходимый материал.

2. Систематизировать перечень источников (для экзамена, для написания исследовательских работ).

3. Зафиксировать выходные данные по каждой книге.

4. Установить для себя, какие книги (или какие главы книги) следует прочитать более внимательно, а какие – просмотреть. При этом целесообразно проконсультироваться с преподавателем.

5. Все прочитанные книги, учебники и статьи рекомендуется конспектировать с указанием основных идей автора, наиболее ярких цитат (с указанием страниц источника).

6. На собственных книгах допускается делать на полях краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные для Вас мысли и обязательно указываются страницы в тексте – это позволяет экономить время и быстро находить «избранные» места в разных книгах.

7. Рекомендуется широко использовать интернет-источники и базы геологической литературы.

### 4. Подготовка к экзамену

На экзамене будут оценены полученные в процессе обучения знания (примерный перечень рассматриваемых на экзамене вопросов приведен ниже).

- 1). Понятие о полезных ископаемых и их месторождениях
- 2). Вещественный состав руд. Вредные и полезные компоненты. Комплексное использование руд.
- 3). Минеральный состав руд. Массивные и вкрапленные руды.
- 4). Рудоконтролирующие структуры.
- 5). Морфологическая классификация рудных тел. Формы рудных тел.
- 6). Понятия текстуры и структуры руд. Классификация текстур.
- 7). Гидротермально-метасоматические изменения вмещающих пород.
- 8). Источники рудного вещества эндогенных месторождений.
- 9). Источники рудного вещества экзогенных месторождений.

100. Причины и способы рудоотложения.
- 11). Раннемагматические месторождения- условия образования полезных ископаемых.
- 12). Позднемагматические месторождения- условия образования полезных ископаемых.
13. Ликвационные месторождения – условия образования и примеры месторождений.
- 14). Пегматиты: условия формирования месторождений, их типы и примеры.
- 15). Карбонатиты. Условия формирования, примеры месторождений.
- 16). Грейзены: факторы их образования, примеры месторождений.
- 17). Скарновые месторождения: условия формирования и примеры.
- 18). Порфировые месторождения: условия формирования и примеры.
- 19).Субвулканические (гидротермально-метасоматические) вулканогенные месторождения
- 20).Гидротермально-осадочные вулканогенные месторождения, условия их формирования и примеры.
- 21). Гидротермальные амагматогенные месторождения, условия формирования и примеры.
- 22). Месторождения выветривания и факторы их формирования.
- 23). Инфильтрационные месторождения.
- 24). Остаточные месторождения.
- 25). Механические месторождения полезных ископаемых и условия их формирования. Россыпные месторождения и их примеры.
- 26). Химические месторождения и условия их формирования.
- 27). Биохимические месторождения и условия их формирования.
- 28). Метаморфогенные месторождения.

Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. В процессе подготовки к экзамену имеющиеся пробелы в знаниях, углубляются, систематизируются и упорядочиваются знания. На экзамене демонстрируются знания и навыки, приобретенные в процессе обучения по данной дисциплине.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, РЕКОМЕНДУЕМОЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ**

### а) основная

Рудницкий В. Ф. Основы учения о полезных ископаемых. Учебное пособие.- 3-е издание, исправленное и дополненное -Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2015. -245 с.

### б) дополнительная

Попова О.М. Полезные ископаемые: Лабораторный практикум с основами теории.-Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. – 97 с.

Рудные месторождения СССР В 3-х томах /под ред. Смирнова В.И., М.: Недра, 1978.

Смирнов В.И. Геология полезных ископаемых. М.: Недра, 1989

Рабочая программа дисциплины Б1.В.03-Основы учения о полезных ископаемых

Интернет ресурсы: Все о геологии <http://www.geo.web.ru>

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### Б1.В.06 ЛИТОЛОГИЯ

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация:

**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Кривихин С.В., д.г.-м.н., доцент

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

(название кафедры)  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.  
(Фамилия И.О.)  
\_\_\_\_\_  
Протокол № 1 от 11.09.2024  
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики  
(название факультета)  
Председатель \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.  
(Фамилия И.О.)  
\_\_\_\_\_  
Протокол № 2 от 11.10.2024  
(Дата)

Екатеринбург

## Введение

Учебным планом специальности 21.05.02 Прикладная геология по дисциплине «Литология» предусматривается написание контрольной работы на тему «Литофациальное изучение образцов осадочных горных пород». Это самостоятельный труд студента, который способствует углублённому изучению пройденного материала.

Задания контрольной работы направлены на оценку уровня умений и навыков, формирующих компетенцию:

- способен использовать теоретические знания при выполнении производственных, технологических и инженерных исследований в соответствии со специализацией (ПК-1.1);
- способен обрабатывать и интерпретировать вскрытые глубокими скважинами геологические разрезы (ПК-1.3).

*Результаты обучения, достижение которых свидетельствует об освоении компетенции:*

*Знания:* предмет литологии, этапы её развития; современные разделы литологии; характеристику основных этапов формирования и «бытия» осадочных пород; основные внешние и внутренние факторы, влияющие на осадочный процесс; эволюцию основных типов осадочных пород во времени; закономерности распределения и формирования основных типов осадочных полезных ископаемых, их экономическое значение; эволюцию литосферы, гидросферы, атмосферы, биосферы в истории Земли; основные типы осадочных толщ, обстановки их формирования и типичные для них полезные ископаемые

*Умения:* работать с текстовой и графической литологической документацией; составлять различные виды первичной литологической документации обнажений и керна скважин (колонки, гистограммы, циклограммы, фациальные профили, формационные профили и т.д.); ориентироваться в пространстве, определять координаты геологических объектов, горных выработок и скважин, наносить их на карты, планы и разрезы; собирать и обрабатывать фондовую и опубликованную геологическую, информацию; выполнять графические документы горно-геологического содержания в различных видах проекций

*Владения:* навыками полевых литологических исследований, макроскопического (текстурно-структурного) изучения обнажений и образцов керна; навыками работы с литологическими колонками, картами терригенно-минеральных ассоциаций, литолого-палеогеографическими картами, схемами распределения осадочных формаций; другими типами литологических материалов; способностью анализировать и обобщать фондовые геологические, геохимические данные, регламентом составления геологических и методических разделов проектов производственных подразделений в составе творческих коллективов и самостоятельно.

**Цель выполняемой работы:** получить специальные знания по заданной теме.

### **Основные задачи выполняемой работы:**

- 1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;
- 2) выработка навыков самостоятельной работы;
- 3) оценка уровня подготовленности студента к будущей практической работе.

### **Задания к контрольной работе**

Задание:

I Выполнить зарисовку образцов с выделением наиболее характерных текстурно-структурных признаков.

II. Выполнить детальное описание диагностических признаков образцов в следующей последовательности:

1. Порода, структура, состав:

- а) гранулометрический состав (название породы);
- б) изменение крупности зерна;
- в) сортировка зерен;
- г) окатанность зерен;
- д) минеральный состав зерен;
- е) характер галек и неокатанных включений (форма, состав, распределение).

#### 2. Текстура:

- а) тип слоистости (или соотношение нескольких типов);
- б) четкость серий и слоев;
- в) причины, обусловившие слоистость;
- г) распределение материала в слоях;
- д) толщина слоев и серий, углы наклона слоев;
- е) переходы внутри слоя, однородность и другие признаки текстуры слоя в целом.

#### 3. Органические остатки (растительные остатки и фауна)

- а) чем представлены,
- б) степень сохранности.
- в) форма захоронения,
- г) распределение в породе

#### 4. Минеральные включения:

- а) конкреции – форма, состав, строение, распределение в породе;
- б) отдельные минералы – пирит и др.

#### 5. Вскипаемость с соляной кислотой.

#### 6. Физико-механические свойства

- а) степень цементации,
- б) трещиноватость

#### 7. Контакты и переходы (нижний и верхний).

III. На основании описания и в соответствии с предложенной классификацией литолого-фациального состава пород определить фациальную принадлежность образцов

Вариативность работы осуществляется выдачей студентам индивидуальных наборов образцов

### **Порядок выполнения контрольной работы**

Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций прочитанных ранее. Приступать к выполнению работы без изучения основных положений и понятий науки, не следует, так как в этом случае студент, как правило, плохо ориентируется в материале, не может отграничить смежные вопросы и сосредоточить внимание на основных, первостепенных проблемах рассматриваемой темы.

После выбора темы необходимо внимательно изучить методические рекомендации по подготовке контрольной работы, составить план работы, который должен включать основные вопросы, охватывающие в целом всю прорабатываемую тему.

Результат выполнения контрольной работы представляет собой решение задачи, выполненное в рукописном варианте, согласно представленному в задании плану.

Текст работы должен демонстрировать:

- знакомство автора с основными внешними и внутренними факторами, влияющими на осадочный процесс;
- умение проводить литологическое описание осадочных пород
- владение навыками фациального расчленения отложений по комплексу диагностических признаков;
- приемлемый уровень языковой грамотности, включая владение функциональным

стилем научного изложения.

Общий объем контрольной работы не должен превышать 2-3 страниц.

Пример описания образца:



Нижний слой представлен крупнозернистым алевролитом темно-серого до черного цвета, с примесью в нижней части светло-серого мелкозернистого песчаного материала в виде тонких слоев и линз. Сортированность средняя до плохой. Слоистость меняется от косо-волнистой прерывистой слабо срезанной в низах до пологоволнистой сплошной (полосовидной) в верхах; подчеркнута большим количеством разнообразной (от сечки до крупных фрагментов), неравномерно распределенной растительной органики. Повышение концентрации органики, наряду с утонением материала, имеет направленный (снизу вверх) характер.

Верхний слой представлен крупнозернистым темно-серым алевролитом – тонкозернистым песчаником, плохо сортированным, с неоднородной косо-волнистой слоистостью, вплоть до узловой текстуры, обусловленной неравномерным распределением большого количества крупной растительной органики и единичных слабоокатанных (1-2 балла) обломков темно-серых алевролитов, размером до 0,5 см.

Контакт слоев (по стрелкам) неровный, со взмучиваниями и соответствует межслоевому перерыву (диастеме), с относительно небольшой (по близкому составу и признакам слоев) длительностью.

Отложения макрофашии пойменного аллювия (АП) Переход от фашии АПС (внизу) к АПП сверху.

### Оценивание результатов контрольной работы

Оценивание результатов контрольной работы должно быть проведено до начала промежуточной аттестации и проводится по традиционной четырехбалльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Решение об оценке контрольной работы принимается по результатам проверки предъявленной работы и ответов студента на вопросы в случае неполного ее содержания.

*Критерии оценивания:* Правильность выполнения задания - (определения всех признаков) по каждому из образцов: 0-3 балла; аккуратность и детальность зарисовки каждого из образцов и обоснованное определение фашии: 0-1 балл; использование профессиональной терминологии 0-1 балл

*Критерии оценки:*

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если:

- зарисовка оформлена аккуратно, с выделением всех характерных признаков породы, по всем трем образцам диагностические признаки определены правильно и в полном объеме, в соответствии с требованиями; описание проведено в рамках профессиональной терминологии; генезис отложений определен верно.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если:

- зарисовка оформлена аккуратно, с выделением всех характерных признаков породы; есть небольшие замечания по определению диагностических признаков по одному из трех образцов; описание в целом соответствует профессиональной терминологии; допускаются небольшие неточности при определении генезиса отложений.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если

- зарисовка не отражает всех особенностей образцов, диагностические признаки определены правильно как минимум по двум образцам (из трех), профессиональная терминология соблюдается не всегда; замечания по определению генезиса отложений.

Оценка «не удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если зарисовки оформлены неаккуратно и не отражает особенностей образца; как минимум по двум образцам имеются замечания по определению диагностических признаков и генезису отложений.



## Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Литология» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях:

- ✓ выполнение домашних заданий;
- ✓ освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую программу дисциплины [5];
- ✓ подготовка к экзамену;

Самостоятельная работа студентов направлена на развитие интеллектуальных умений, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по вопросам литологии осадочных пород-коллекторов нефти и газа;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

Данные методические указания предназначены для организации самостоятельной работы студентов при освоении отдельных тем дисциплины.

### Методические указания к самостоятельной работе студента

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Литология». Здесь указаны наименование и содержание лекционных тем в соответствии с рабочей программой дисциплины [5]. Каждая тема является основой вопросов в экзаменационном билете. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Основной объем информации по каждой теме содержится в учебнике по курсу [1]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература [2, 3, 4, 5]. Для самоконтроля и приобретения навыков решения задач по отдельным разделам дисциплины в последнем разделе приведены контрольные вопросы и упражнения, которые являются основой подготовки к экзамену.

При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.
2. По учебнику [1] освоите каждый структурный элемент темы. Во всех темах указаны разделы и страницы учебника, содержащие данный материал.
3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.
4. Ответьте на контрольные вопросы и выполните рекомендованные упражнения. 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.

Данное учебно-методическое пособие может быть использовано при подготовке ответов на вопросы во время экзамена.

## Содержание курса

### Тема 1. **Объект и предмет литологии. История развития науки** [1], с. 3-8.

Литология - наука об осадочных горных породах и осадочных комплексах, связанных с ними полезных ископаемых, их составе, строении, происхождении, закономерностях пространственного распространения и эволюции во времени. Основная учебная литература. Основные разделы литологии. Этапы изучения осадочных пород. Основные направления настоящего этапа.

*Дополнительная литература:* [2, 3, 4, 5].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Что такое литология?
2. Составные части литологии, их содержание.
3. Области исследования, относящиеся к теоретической литологии.
4. Основные направления теоретической литологии.
5. Суть стадийного направления литологических исследований.

### Тема 2. **Осадочные горные породы: состав, строение, классификация** [1], с. 9-57.

Осадочные горные породы и стратисфера. Химический состав осадочных пород. Минеральный состав. Осадочные породы и их составные части. Общие черты строения осадочных горных пород. Общие принципы классификации и названия осадочных горных пород. Примеры классификаций некоторых типов осадочных горных пород.

*Дополнительная литература:* [2, 3, 4, 5].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Пути/способы образования осадочного материала. Общая их характеристика.
2. Вулканизм и его влияние на процессы седиментации.
3. Основные агенты выветривания.
4. Суть процессов физического выветривания. Обстановки в которых проявляется физическое выветривание.
5. Устойчивость различных минералов к воздействию процессов химического выветривания.

### Тема 3. **Стадии образования и преобразования осадочных пород** [2], с. 16-17.

Мобилизация материала на водосборах. Источники и механизмы образования осадочного материала. Перенос и осаждение обломочного материала. Агенты переноса. Водный и воздушные перенос. Процессы гравитационного перемещения кластики. Перенос материала льдом. Растворенный материал и его перенос. Осаждение обломочного материала. Диагенез, катагенез (метагенез).

*Дополнительная литература:* [1, 3, 4, 5].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Роль обвалов, оползней и других подобных процессов в переносе обломочного материала.
2. Водный перенос обломочного материала и его особенности
3. Процессы выветривания в холодном климате.
4. Отличие (или сходство) минерального состава пород осадочных и магматических.

5. Процессы выветривания в жарком и сухом климате.

**Тема 4: Внешние факторы, влияющие на осадочный процесс.** Основные факторы - тектоника, климат, органическое вещество. Климатические типы литогенеза. Основные области осадконакопления и строение осадочных комплексов. Строение осадочных комплексов. цикличность разрезов. [2], с. 4-15.

*Дополнительная литература:* [1, 3, 4, 5].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Прямое и косвенное воздействие жизни на осадочный процесс.
2. Основные агенты химического выветривания.
3. Суть процессов физического выветривания. Обстановки в которых проявляется физическое выветривание.
4. Прямое и косвенное влияние климата на процессы осадконакопления.
5. Основные агенты выветривания.

**Тема 5: Фации и основы фациального анализа.** Понятие фации и значение фациального анализа. Общие принципы фациального анализа. Литологическое изучение осадочных пород для целей фациального анализа. Генетическое значение структуры и текстуры осадочных пород. Использование остатков древних организмов и следов жизнедеятельности для целей фациального анализа. Изучение строения и формы осадочных тел и их взаимоотношений с окружающими образованиями. Основные приемы фациального картирования. [2], с.48-75.

*Дополнительная литература:* [1, 3, 4, 5].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Укажите основные обстановки современного осадконакопления.
2. Сформулируйте сходство и различие понятий "генетический тип" и "фация".
3. Перечислите основные области активного осадконакопления, обусловленные рельефом земной поверхности
4. Каковы основные черты аккумуляции в дельтовых конусах выноса?
5. Перечислите основные диагенетические признаки, используемые для установления генезиса отложений.

**Тема 6: Становление учения об эволюции осадочного процесса в истории Земли.** Внешние факторы эволюции осадочного породообразования. Эволюция обломочного породообразования. Эволюция карбонатакопления. Эволюция соленакопления. Эволюция кремненакопления. Эволюция накопления органического вещества. Основные черты эволюции осадочного породообразования.[1], с. 365-377.

*Дополнительная литература:* [2, 3, 4, 5].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Имеет ли место в геологической истории Земли эволюция состава гидросферы?
2. Внешние факторы, влияющие на эволюцию процессов осадконакопления.
3. Имеет ли место в геологической истории Земли эволюция состава атмосферы?
4. Эволюция карбонатакопления в истории Земли.
5. Имеет ли место эволюция кремненакопления в истории Земли?

**Тема 7: Формационный анализ.** Определение и содержание понятия формация. Главные подходы в учении о формациях. Принципы классификации и главные группы формаций. Формации и полезные ископаемые [3], с. 169-174.

*Дополнительная литература:* [1, 2, 4, 5].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Осадочная формация. Основные подходы к выделению осадочных формаций.
2. Основные факторы, определяющие появление различных осадочных формаций.

3. Основные типы формаций, сложенные преимущественно обломочными породами.
4. Формации областей гумидного климата.
5. Формации областей аридного климата.

**Тема 8: Отдельные типы осадочных пород.** Фосфориты. Соляные породы (эвапориты). Аллювиальные, железистые (железные) и марганцевые породы. [1], с. 479-487.

*Дополнительная литература:* [2, 3, 4, 5].

**Контрольные вопросы и упражнения:**

1. Назовите и охарактеризуйте главные типы песчаных пород.
2. Назовите и охарактеризуйте главные типы карбонатных пород.
3. Что такое гравититы? Какими типами пород они представлены?
4. Перечислите породы, содержащие в своем составе значительную долю оксида алюминия.
5. Назовите породы – источники редких и редкоземельных элементов для промышленности.

**Тема 9: Использование литогеохимических данных для реконструкции обстановок формирования осадочных последовательностей.** Методы, подходы и приемы реконструкции палеоклимата, палеогеодинамических обстановок, состава пород в областях размыва. [4], с. 84-141.

*Дополнительная литература:* [1, 2, 3, 5].

**Контрольные вопросы и упражнения:**

1. Можно ли на основе данных химического анализа судить о климатических обстановках накопления глинистых пород?
2. Дают ли сведения о содержаниях в песчаниках и глинистых породах редких и рассеянных элементов возможность судить о составе пород в областях размыва?
3. Вы рассчитали величину CIA для образца глинистых сланцев и получили значение 78. О чем оно говорит?
4. Можно ли на основе данных химического анализа судить о палеогеодинамических обстановках накопления глинистых пород?
5. Для кислых магматических пород более типичен Th или Sr?

### **Вопросы к экзамену по курсу «Литология»**

1. Суть эволюционного направления литологических исследований.
2. Роль живых организмов в формировании осадочных образований.
3. Периоды глобальных похолоданий и теплые климатические эпохи в истории Земли.
4. Этапы изучения осадочных образований.
5. Выветривание. Что это такое? Типы выветривания и их общая характеристика.
6. Гумидный тип литогенеза Н.М. Страхова.
7. Суть первого этапа литологических исследований.
8. Основные агенты выветривания.
9. Аридный тип литогенеза Н.М. Страхова.
10. Суть второго этапа литологических исследований.
11. Суть процессов физического выветривания. Обстановки в которых проявляется физическое выветривание.
12. Геологическая роль жизни. Формы биогенной миграции.
13. Суть третьего этапа литологических исследований.

14. Суть процессов химического выветривания. Обстановки, в которых проявляется химическое выветривание.
15. Причины/факторы, обусловившие интенсивное изучение осадочных пород после Второй мировой войны.
16. Основные агенты химического выветривания.
17. Роль кислорода в формировании осадочных пород.
- 18 Основные направления исследований третьего этапа развития литологии.
19. Устойчивость различных минералов к воздействию процессов химического выветривания.
20. Прямое и косвенное воздействие жизни на осадочный процесс.

### Рекомендуемая литература

1. Ежова А.В. Литология. Краткий курс [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Ежова. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2014. — 102 с. — 978-5-4387-0492-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34674.html>.
2. Кузнецов В.Г. Литология. Осадочные горные породы и их изучение: Учеб. пособие для вузов. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2007. 511 с.
3. Стерленко З.В. Литология [Электронный ресурс]: учебное пособие / З.В. Стерленко, К.В. Уманжинова. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 219 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66047.html>
4. Янакурт О.В. Литология. М.: Издательский центр «Академия». 2008. 336 с.
5. Литология: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация Геология месторождений нефти и газа.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И. О. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.07 ГЕОЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ НЕФТИ И ГАЗА**

Специальность:

***21.05.02 Прикладная геология***

Специализация:

***Геология месторождений нефти и газа***

Автор: Кривихин С.В., к.г.-м.н., доцент

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

\_\_\_\_\_  
(название кафедры)  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.  
(Фамилия И.О.)  
\_\_\_\_\_  
Протокол № 1 от 11.09.2024  
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

\_\_\_\_\_  
факультета геологии и геофизики  
(название факультета)  
Председатель \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.  
(Фамилия И.О.)  
\_\_\_\_\_  
Протокол № 2 от 11.10.2024  
(Дата)

Екатеринбург

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ПАЛЕОТЕКТОНИЧЕСКИЕ ПРОФИЛИ .....	7
2. ИЗОПАХИЧЕСКИЕ ТРЕУГОЛЬНИКИ .....	14
3. МОДЕЛИ ПРОГРЕВА .....	24
3.1. Построение моделей прогрева .....	24
3.2. Особенности установления степени катагенеза осадочных пород (на примере мезозойских отложений Западно-Сибирской плиты) .....	34
3.3. Пример построения и интерпретации модели прогрева .....	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	51
АББРЕВИАТУРА .....	52
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	53

## ВВЕДЕНИЕ

Изучение дисциплины «Геология и геохимия нефти и газа» для студентов специализации «Геология нефти и газа» предусматривает помимо лекционных и практических занятий также и написание курсовой работы, направленной на выработку у студентов навыков извлечения геолого-геохимической информации из результатов бурения скважин и лабораторных исследований, а также приемов изображения этой информации. Известно, что в геологии основной формой анализа полученных первичных данных являются графические документы – стратиграфические и литологические колонки; разрезы; геологические, структурные, литолого-фациальные и другие карты. Грамотно построенные графические документы, отражающие геологическое строение и основные этапы геологического развития территории, создают надежную основу для последующего выявления закономерностей размещения месторождений (залежей) нефти и газа.

Настоящее учебно-методическое пособие имеет целью помочь студентам освоить приемы интерпретации, в первую очередь материалов бурения скважин и графического изображения результатов их обработки. Пособие содержит описание приемов изображения анализа материалов бурения для определенных условий генерации углеводородов (УВ), определения объемов пород, участвующих в этой генерации (очаги нефтегазообразования), направления миграции образующих УВ и мест их скопления в зонах нефтегазоаккумуляции (ЗНГА) и локальных ловушках различного типа. В конечном счете пособие имеет целью помочь студентам в написании курсовой работы по дисциплине «Геология и геохимия нефти и газа».

*Задачи курсовой работы:*

– закрепление и углубление знаний по изучаемой дисциплине путем проработки специальной литературы и реферативного изложения отдельных вопросов курса;

– овладение приемами графического изображения и анализа истории геологического развития конкретной нефтегазоносной площади, анализа и обобщения фактического и литературного материала по этой территории, прогнозирование положения по площади и в разрезе возможных скоплений УВ.

Для выполнения курсовой работы студент получает задание по конкретной площади (как правило в пределах известных нефтегазопоисковых районов или областей Западно-Сибирской, Волго-Уральской и Ленo-Тунгусской нефтегазоносных провинций (НГП)), на которой есть пять скважин с реальным геологическим разрезом, полученным по результатам бурения. По этим скважинам для определенных интервалов (обычно не менее 5-6) разреза приводятся следующие сведения:

1) возраст отложений (индекс), название свиты, индекс отражающего горизонта;

- 2) литологический состав пород, наличие нефтегазоносности;
  - 3) мощности (толщины) отложений по выбранным интервалам.
- Курсовая работа должна состоять из двух частей.

*В первой части* для конкретной территории по литературным источникам следует дать характеристику геологии и нефтегазоносности анализируемой территории, входящей в конкретный нефтегазоносный район (НГР) или нефтегазоносную область (НГО) по схеме:

- 1) стратиграфия и литология;
- 2) тектоника;
- 3) нефтегазоносность (коллекторы, флюидоупоры, ловушки, залежи, нефтегазоматеринские (НГМ) свиты, нефтегазоносные комплексы, положение площади в иерархии нефтегазоносных территорий, состав нефти (газа)).

Основная литература, рекомендуемая для написания первой части курсовой работы, приведена в конце настоящего учебного пособия [5, 7, 14]. Кроме этих обзорных работ желательно использование и более конкретной литературы – монографий, журнальных статей по объекту исследования – месторождению, НГР и т. д.

*Во второй части* курсовой работы необходимо по исходным данным (сводный геолого-геофизический разрез месторождения (площади), геологические (или сейсмические) разрезы, структурные карты по поверхности фундамента и различным горизонтам осадочного чехла, литологический состав отложений, колонки и план расположения 5 скважин) расчленить осадочный разрез на оценочные литолого-стратиграфические комплексы и построить:

- сводный литолого-стратиграфический разрез;
- сводный геохронологический разрез;
- палеотектонические профили;
- изобахический треугольник;
- модель прогрева (при отсутствии других данных принять для верхней границы главной зоны нефтеобразования (ГЗН) температуру 60 °С и глубину 1,5 км, для нижней – соответственно 120 °С и 3 км).

С методикой построения сводных литолого-стратиграфического и геохронологического разрезов студенты должны быть знакомы по предыдущему изучению ими таких дисциплин, как «Основы палеонтологии и общая стратиграфия» и «Историческая геология». Здесь отметим только, что в первом должны быть последовательно показаны: эратема, система, отдел, ярус, свита (горизонт, ЛСК, сейсмический интервал), пласт, глубина залегания подошвы конкретного интервала разреза, литологическая колонка, мощность (толщина) рассматриваемого интервала и его краткое литологическое описание. Во втором, соответственно, приводятся: эра, период, эпоха, век, литологическая колонка, мощность (толщина) интервала (в метрах), длительность его накопления (в млн лет) и скорость седиментации

(представляется в м/млн лет в цифровом и графическом виде). Вертикальный масштаб первого разреза выбирается в метрах, второго – в млн лет.

На изобахическом треугольнике по возможности следует показать элементы эволюционного треугольника [2]. По результатам выполненных построений дается анализ истории формирования структуры, глубины погружения отложений в определенные этапы геологического развития территории; прогнозируется время вхождения и длительность пребывания отложений в катагенезе, прослеживается, по возможности, изменение пространственного положения очага(ов) нефтегазообразования (НГОг) в ходе развития рассматриваемой площади, условия миграции и аккумуляции образующихся углеводородов.

Первая часть курсовой работы сопровождается картами, схемами, разрезами из литературных источников, вторая – выполненными построениями.

Объем курсовой работы должен составлять не менее 10 страниц текста, срок представления – по действующему рабочему учебному плану специализации 130101 – «Геология нефти и газа» 2011 г. – конец шестого семестра обучения (перед весенней экзаменационной сессией).

## 1. ПАЛЕОТЕКТОНИЧЕСКИЕ ПРОФИЛИ

Палеотектонические профили отражают глубину погружения отложений в определенные этапы геологического развития территории (рис. 1, 2) или акватории (рис. 3). Такие профили позволяют прогнозировать степень прогревания различных частей разреза и, таким образом, предположить время вхождения и длительность пребывания НГМ-отложений в определенных зонах генерации УВ. Построение палеотектонических профилей позволяет также оценивать палеогидрогеологические условия, определяющие условия миграции образующихся в ГЗН углеводородов. Их отрисовка является составной частью палеотектонического анализа, проводимого с целью оценки влияния кон- и постседиментационных тектонических процессов на формирование резервуаров УВ и нефтегазовых залежей на основе изменения толщин стратиграфических пачек пород.

Методика палеотектонических реконструкций, основанная на анализе мощностей, впервые была предложена Н. С. Шатским (1924) и получила дальнейшее развитие в работах В. В. Белоусова (1940), Р. Г. Гарецкого (1960), К. А. Машковича (1976), В. Б. Неймана (1984) и др. Она базируется на утверждении, что толщины стратиграфических пачек в осадочных бассейнах (ОБ) зависят от амплитуды тектонических движений. По В. В. Белоусову (1940), «размер мощностей осадков связан прежде всего и главным образом с масштабом погружения земной коры». Ее погружение постепенно компенсируется накоплением осадков, а различие в мощностях на разных участках является следствием неравномерного погружения земной коры: на тех участках, где погружение происходит медленно, накапливаются осадки малой мощности, а где погружение происходит быстрыми темпами, там накапливаются осадки большей мощности. Отсутствие осадков объясняется тем, что участок находился в области размыва. Такая интерпретация мощностей позволяет использовать профили и карты толщин для восстановления истории тектонических движений как регионального, так и локального уровней. По разности мощностей разновозрастных толщ, отложившихся на соседних участках, можно судить об амплитудах вертикальных движений блоков относительно друг друга: чем больше разность мощностей, тем интенсивнее были блоковые тектонические перемещения.

Таким образом, в основу построения палеотектонических профилей положен принцип выравнивания. При выравнивании выбранная опорная поверхность принимается за горизонтальную плоскость или линию, от которой строятся палеотектонические профили. Выравнивание является в значительной степени условным, так как не всегда выбранный для построения опорный пласт мог образовываться в «горизонтальных» условиях. То есть не всегда при завершении формирования циклов осадконакопления формируются поверхности выравнивания и реализуется процесс компенсированного осадконакопления. Погрешности метода анализа толщин мо-

гут быть связаны и с неравномерным уплотнением разреза в процессе литификации пород.

По мнению А. В. Лобусева с соавторами (2008), метод анализа толщин не применим для восстановления истории тектонического развития по стратиграфическим границам бокового наращивания клиноформных комплексов, стратиграфических несогласий, размывов, перекомпенсированного формирования осадков (рифты, литологические границы баров и др.). В связи с этим и во избежание ошибок некомпенсированного прогибания рекомендуют принимать значительные интервалы разреза с законченным седиментационным мегациклом, внутри которого произошла компенсация неровностей палеорельефа трансгрессивной серией осадков, или строить их с учетом фациальных палеогеоморфологических условий образования (в соответствии с разной глубиной древних водных бассейнов и первичного уклона дна). Поэтому при построении палеотектонических профилей целесообразно, по мнению А. А. Бакирова с соавторами [3], составление корреляционных схем, анализ которых позволяет выявить причины изменения мощностей изучаемых комплексов и тем самым правильно выбрать горизонтальные плоскости уровней компенсации. Палеотектонические профили широко применяют в практике нефтегазопромысловых работ. Они являются наиболее простым геологическим документом, позволяющим наглядно демонстрировать изменения во времени геологического строения изучаемой территории одновременно по различным опорным поверхностям в одной выбранной плоскости.

Как уже было сказано выше, построение палеотектонических профилей основано на принципе выравнивания. Для этого по выбранному направлению строят современный геологический профиль и затем, начиная сверху, путем последовательного выравнивания различных стратиграфических границ получают серию палеотектонических профилей, показывающих изменение геологического строения по линии от эпохи к эпохе. Число палеотектонических профилей должно определяться расчлененностью стратиграфических разрезов и, в основном, количеством фаз проявления тектонических движений. Число последних устанавливается в зависимости от крупных несогласий, наблюдаемых в стратиграфическом разрезе изучаемой территории. Профили мощностей (профили компенсации) отдельных горизонтов и комплексов строят следующим образом. От горизонтальной линии, теоретически принимаемой за уровень компенсации (подошва перекрывающих отложений), в различных точках (скважинах) по профилю откладывают мощность стратиграфического комплекса, получая структурную поверхность его подошвы. В качестве примера на рис. 1 (б, в, г) представлена серия профилей мощностей, позволяющая проследить формирование крупных тектонических элементов Предкавказья в мезозойское время [2, 3]. Эти структуры в западной части Предкавказья в общем плане характеризовались унаследованным геологическим развитием с проявле-

нием преимущественно положительных тектонических движений в Ейско-Березанском районе и преимущественно отрицательных движений в Тихорецко-Кропоткинской впадине. В центральной и восточной частях Предкавказья унаследованность тектонического развития крупных структурных элементов в начале палеогенового времени ( $P_1$ - $P_2$ ) была нарушена. Ставропольский свод, постоянно испытывающий в мезо-кайнозое положительные движения, в этот период был вовлечен в глубокое погружение. Наоборот, территория Восточного Предкавказья, постоянно характеризовавшаяся преобладанием относительно нисходящих движений, в палеоцен-эоценовое время испытывала более замедленное опускание. Заканчивается серия описываемых профилей геологическим профилем, показывающим современное тектоническое строение (см. рис. 1, *a*).

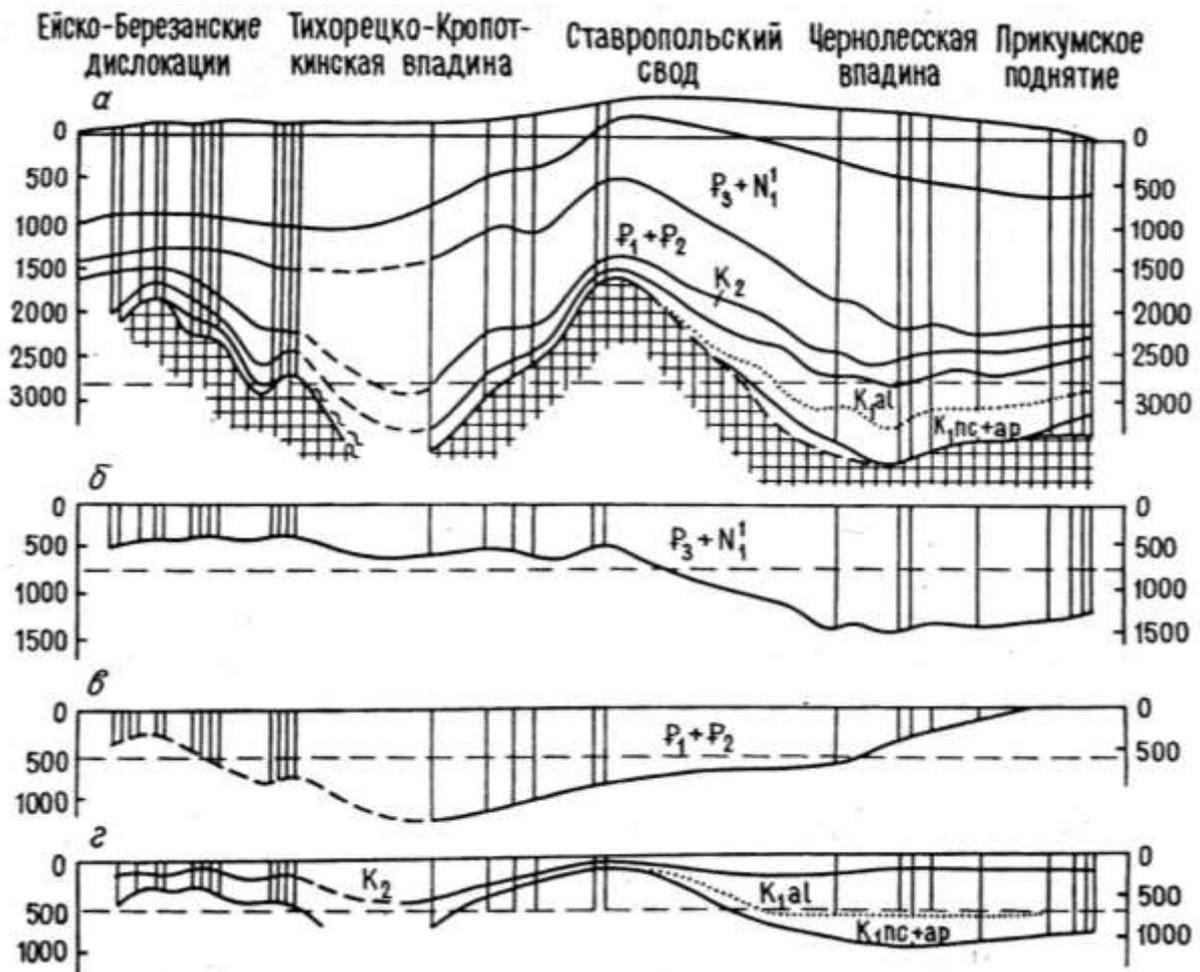


Рис. 1. Современный и палеотектонические профили (профили компенсации) Предкавказья (по Ю. А. Сударикову [2, 3]):

*a* – современный профиль; палеотектонические профили: *б* – к началу среднего миоцена (мощность майкопской серии), *в* – к началу майкопского времени (мощность палеоцена и эоцена), *г* – к началу палеогена (мощность мела)

На практике построение палеотектонических профилей часто начинают снизу и при этом последовательно наращивают мощности отложений вверх по разрезу, т. е. практически производят последовательное складывание профилей компенсации. В результате этого общая мощность геологических отложений на профилях постоянно увеличивается (см. рис. 2, 3).



Рис. 2. Современный и палеотектонические профили вкrest простирания Генеральского поднятия (Саратовское Поволжье) [1]:

1 – кровля пласта  $D_2-V$ ; отложения: 2 – живетские, 3 – кыновско-пашийские ( $D_3f_1$ ), 4 – семилукские ( $D_3f_1$ ), 5 – воронежские ( $D_3f_2$ ), 6 – евлановско-ливенские ( $D_3f_2$ ), задонско-елецкие ( $D_3fm_1$ ), 7 – задонско-елецкие ( $D_3fm_1$ ), 8 – данково-лебединские ( $D_3fm_2$ ); кровли: 9 – тульского горизонта ( $C_{1V_2}$ ), 10 – нижнебашкирского подъяруса ( $C_2b_1$ ), 11 – верейского горизонта ( $C_2m$ ); 12 – поверхность палеозойских отложений; отложения: 13 – юрские, 14 – меловые, 15 – размытая поверхность живетских отложений, 16 – франские, 17 – фаменские; 18 – кровля девонских отложений

Вот как описывает эту методику построения Е. М. Максимов [10], основываясь на данных А. К. Машковича (1970): «...Профили выравнивания строятся вдоль линии скважин, начиная с наиболее древнего слоя. Мощности этого слоя (например, пласта D<sub>2</sub>-V живетского яруса, Саратовское Поволжье) откладывается вниз от горизонтальной линии, которая принимается за линию выравнивания (см. рис. 2). Концы отрезков линий, в масштабе изображающих мощность в каждой скважине, соединяются плавной линией. Эта линия будет изображать положение подошвы живетского яруса к началу франского века. Второй профиль выравнивания строится аналогичным образом, но к мощности слоя 1 (живетский ярус) добавляется мощность слоя 2 (франский ярус). Получится профиль выравнивания, изображающий положение подошв живетского и франского ярусов к началу фаменского века. Так же строятся и истолковываются все другие профили выравнивания, которые при палеогеологической интерпретации именуруются палеоструктурными профилями...». Анализируя последовательно историю тектонического развития кровли пласта D<sub>2</sub>-V живетского яруса, характеризующую строение живетских отложений, и приняв поверхность размыва за практически горизонтальную, мы увидим, что к этому времени в пределах современного свода поднятия по пласту D<sub>2</sub>-V живетские отложения залегали моноκлиально с падением слоев на юго-запад под углом 0°55' (на рис. 2 – подошва карбонатного девона). Рассматривая положение кровли пласта D<sub>2</sub>-V к концу малевского времени (C<sub>1t1</sub>), можно увидеть, что и к этому времени сохранилось моноκлиальное залегание живетских отложений с увеличением угла наклона на запад до 4°40'.\* Залегание этих отложений продолжало оставаться моноκлиальным и к концу верейского времени (C<sub>2m</sub>) и, вероятно, только к началу мезозойской эры произошло опускание восточной части Генеральской площади и образование северо-восточного крыла складки в живетских отложениях. В современном структурном плане живетские отложения образуют асимметричную брахиантиκлиаль с углами падения от 14°30' на юго-западном крыле до 4°40' на северо-восточном. Предполагается, что свод поднятия осложнен погребенным сбросом амплитудой около 40 м (из анализа структурных и палеоструктурных карт Генеральского поднятия [1]).

В качестве еще одного примера сошлемся на палеотектонический анализ, выполненный Ю. Ф. Федоровским и Е. В. Захаровым [17] в связи с геологическим прогнозированием нефтегазоносности карбонатных отложений в пределах российского шельфа Баренцева моря. Здесь Адмиралтейский вал и Центрально-Баренцевская зона поднятий, по данным Ю. Ф. Федоровского (2006, 2008), рассматриваются как крупные и наиболее

---

\* Из-за сложности изображения в настоящем учебно-методическом пособии структурных и палеоструктурных карт Генеральского поднятия, знакомство с которыми облегчило бы понимание истории формирования этой структуры, мы адресуем заинтересованного читателя к первоисточнику [1]

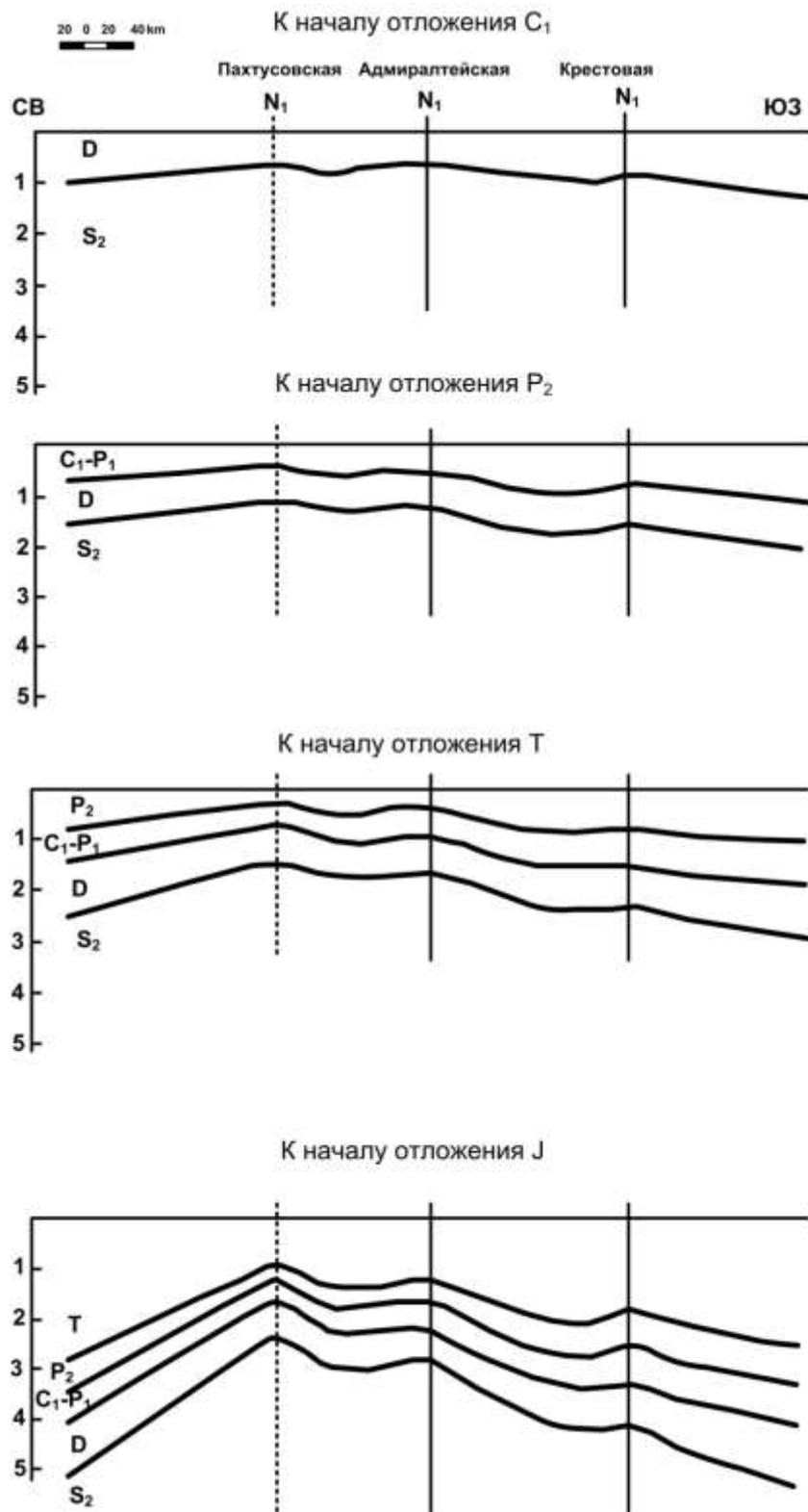


Рис. 3. Палеотектонические профили через Адмиралтейский вал [17]

перспективные в восточной части Баренцева моря зоны преимущественно-гольфенакопления в карбонатных верхне-среднепалеозойских отложениях. В частности, в современном палеозойском разрезе Адмиралтей-

ской площади нефтегенерирующими могут считаться глинисто-аргиллитовые отложения верхнего девона, карбона и перми на глубинах от 2700 до 4200 м ( $0,70 \% \leq R_0 \leq 1,30 \%$ ). Структуры в пределах Адмиралтейского вала по указанным отложениям попадают в «нефтяное окно» [ГЗН, – В. Р.]. При наличии коллекторов и покрышек, упомянутые нефтематеринские породы могли в течение мела и кайнозоя сформировать месторождения нефти на Адмиралтейской и Пахтусовской (к востоку от Адмиралтейского вала) площадях. На палеотектонических профилях, построенных по простиранию Адмиралтейского вала и свода Федынского, отчетливо видно, что на протяжении многих отрезков времени палеозойской и мезозойской эр они характеризовались устойчивым конседиментационным развитием. Эти поднятия развивались одинаково по основным этапам – позднедевонское, каменноугольное и раннепермское время (см. рис. 3).

Для дополнения истории геологического развития на палеотектонических профилях рекомендуют показывать размывы и несогласия между анализируемыми комплексами, а также внутри них. Желательно пометать также штриховкой или цветом тип осадков и условия их происхождения (континентальные, морские, мелководные, глубоководные). По мнению А. А. Бакирова с соавторами [3], все указанные данные в совокупности дают более или менее точную картину истории геологического развития по выбранному направлению.

После построения изобахического треугольника и модели прогрева (см. соответственно разделы 2 и 3 настоящего пособия) на отрисованные палеотектонические профили можно вынести дополнительную информацию (стадии и градации катагенеза отложений определенного стратиграфического горизонта – через индекс градации катагенеза, направление миграции флюидов и положение возможных залежей УВ).

## 2. ИЗОПАХИЧЕСКИЕ ТРЕУГОЛЬНИКИ

Для анализа формирования различных структур (чаще – локальных поднятий, в отдельных случаях и более крупных структурных элементов – валов, сводов и т. д.) составляют изобахический треугольник. Впервые метод его построения был предложен сотрудниками ВНИГНИ Ю. А. Каравашкиным и Е. Н. Пермяковым (1951). Он представляет собой комплект карт мощностей, палеоструктурных и структурных карт, показывающих динамику формирования структуры во времени.

**Карты мощностей.** Они могут быть построены для каждого стратиграфического горизонта (слоя, свиты, яруса и др.). Фактически материалом для таких построений обычно являются мощности, вычисленные по скважинам. По скважинам (и точкам) на карты наносят значения истинных мощностей изучаемого объекта и на основе интерполяции проводят изобахиты. По относительным изменениям мощностей судят о проявлении тектонических движений: положительных – по участкам относительного уменьшения мощностей, отрицательных – по участкам повышенных мощностей. В основе таких суждений лежит положение о связи интенсивности осадконакопления с размахом колебательных движений (подразумевается компенсирование осадконакопления, см. также раздел 1). Как уже отмечалось ранее, изменения мощностей могут быть связаны с размывом, неравномерным уплотнением различных литотипов пород, наличием погребенного рельефа и т. п. Чтобы исключить влияние указанных факторов увеличивают интервалы анализируемых мощностей: интервалы разреза, характеризующиеся наличием эрозионного рельефа, линзовидным строением и т. д., объединяют с другими частями разреза, нивелирующими искажения (в этом случае, однако, затушевываются детали и особенности формирования локальных структур). Для изучения истории геологического развития исследуемой территории обычно составляется серия карт мощностей, позволяющая проследить историю вертикальных движений [2].

**Палеоструктурные карты** представляют собой карты мощностей определенного стратиграфического комплекса. Они отображают условия залегания его подошвы на момент окончания накопления данного комплекса. Карта строится на основании предположения, что к моменту начала накопления вышележащей толщи произошла полная компенсация погружения осадконакоплением (т. е. верхняя поверхность толщи горизонтальна). При построении палеоструктурной карты выбирается условная нулевая поверхность (для каждой карты своя). За нее принимается поверхность опорного горизонта, на конец времени образования которого строится карта (рис. 4). Для анализа истории формирования структур строят серии палеоструктурных карт, на которых изображается гипсометрическая структура опорного горизонта в разные моменты геологического времени. Делается это путем последовательного сложения мощностей изучаемого

комплекса с мощностями вышележащих (графическое суммирование карт мощностей при их наложении) [2].

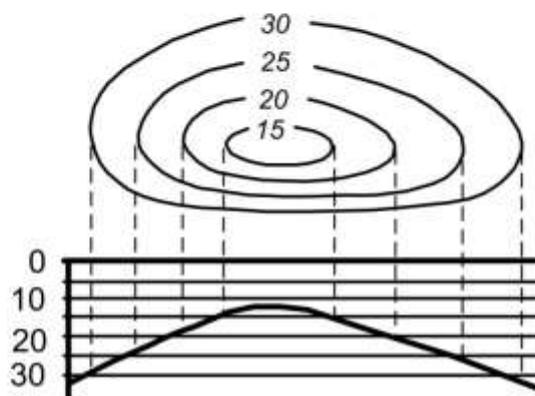
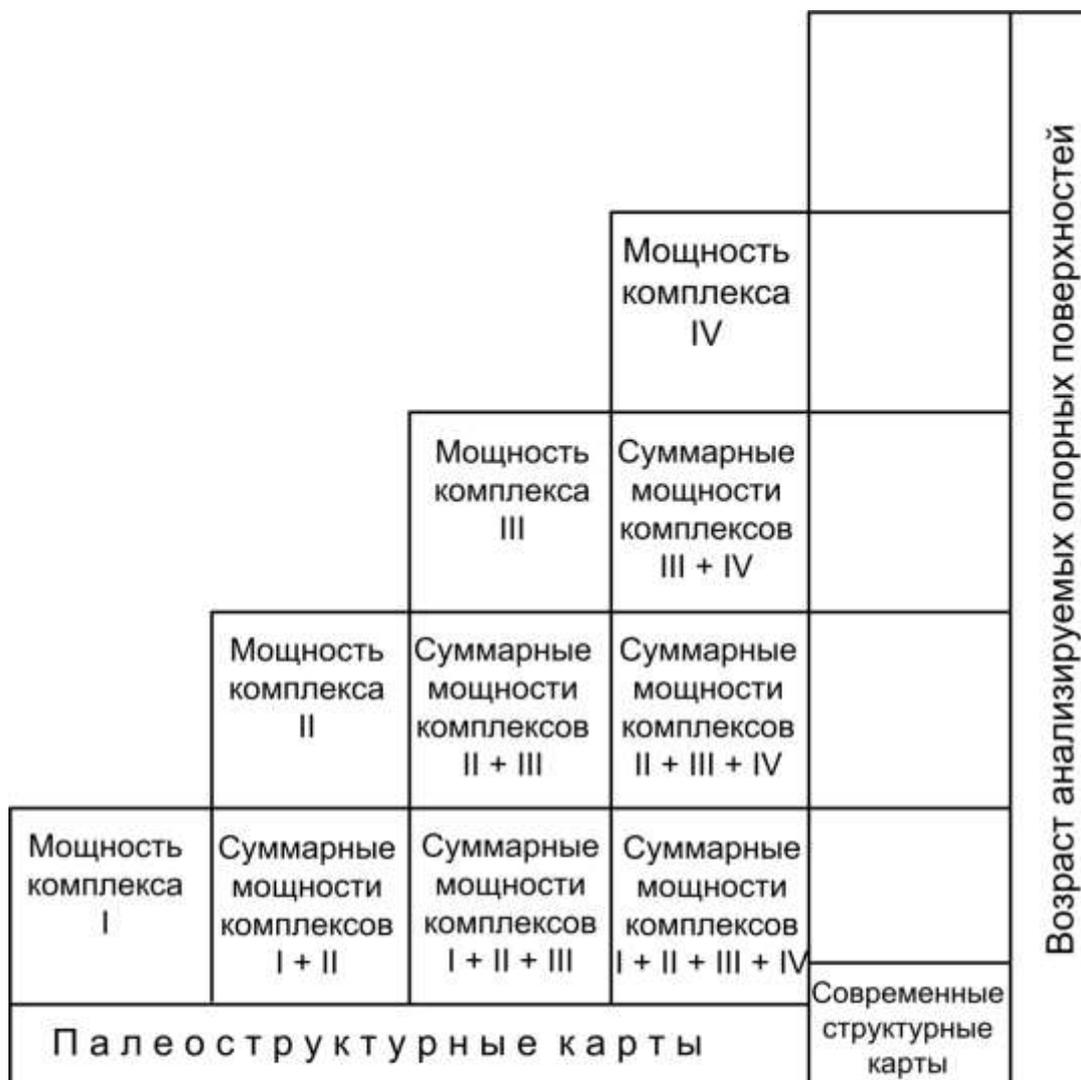


Рис. 4. Схема расположения карт в изопахическом треугольнике и принцип построения палеоструктурных карт [2]

Для построения изобахического треугольника выбирают ряд стратиграфо-тектонических поверхностей (по числу тектонических фаз, имеющих место в истории геологического развития изучаемой территории)\* и поверхностей нефтегазоносных комплексов, структурный анализ которых имеет большое значение для оценки перспектив нефтегазоносности изучаемых площадей. Для исследования структур, не изученных бурением, в качестве объектов выбираются сейсмические поверхности (строятся карты мощностей между отражающими горизонтами – изохорический треугольник).

По количеству выбранных для анализа стратиграфо-тетконических поверхностей определяют общее число карт в изобахическом треугольнике

$$m_n = (n + 1)n/2,$$

где  $n$  – количество выбранных для анализа объектов стратиграфических поверхностей,

$m_n$  – общее число карт.

Между указанными величинами существует следующая зависимость:

$n$	2	3	4	5	6	7
$m$	3	6	10	15	21	28

В изобахическом треугольнике в правом вертикальном ряду представлены современные структурные карты по выбранным горизонтам. Они позволяют проследить современное изменение строения по разрезу. Горизонтальные ряды начинаются (слева) с палеоструктурной карты мощностей анализируемого комплекса и продолжаются во времени структурных планов изучаемых горизонтов для различных этапов времени – от самого древнего до современного. Развитие каждого более молодого (вышерасположенного) горизонта начинается на этап позже предыдущего, поэтому каждый новый ряд оказывается на одну карту короче (в результате этого схема и приобретает форму треугольника) (см. рис. 4).

В изобахическом треугольнике применяются различные варианты расположения карт. Одни из них показан на рис. 5, А, составленном Б. А. Соколовым с соавторами [2] для Средне-Вилуйского газоконденсатного месторождения (Лено-Вилуйская ГНП). Как видно из рисунка, крайний правый вертикальный ряд карт представляет собой серию современных структурных карт по нескольким выбранным опорным горизонтам, которые позволяют проследить изменение строения рассматриваемой территории по стратиграфическому разрезу. Каждый вертикальный ряд, располагающийся параллельно ряду современных структурных карт, представляет

---

\* При этом рекомендуется выбрать минимальное число стратиграфо-тектонических поверхностей, с тем, чтобы при анализе истории геологического развития изучаемой территории были освещены как эпохи тектонических перестроек, так и периоды спокойного тектонического развития [3].

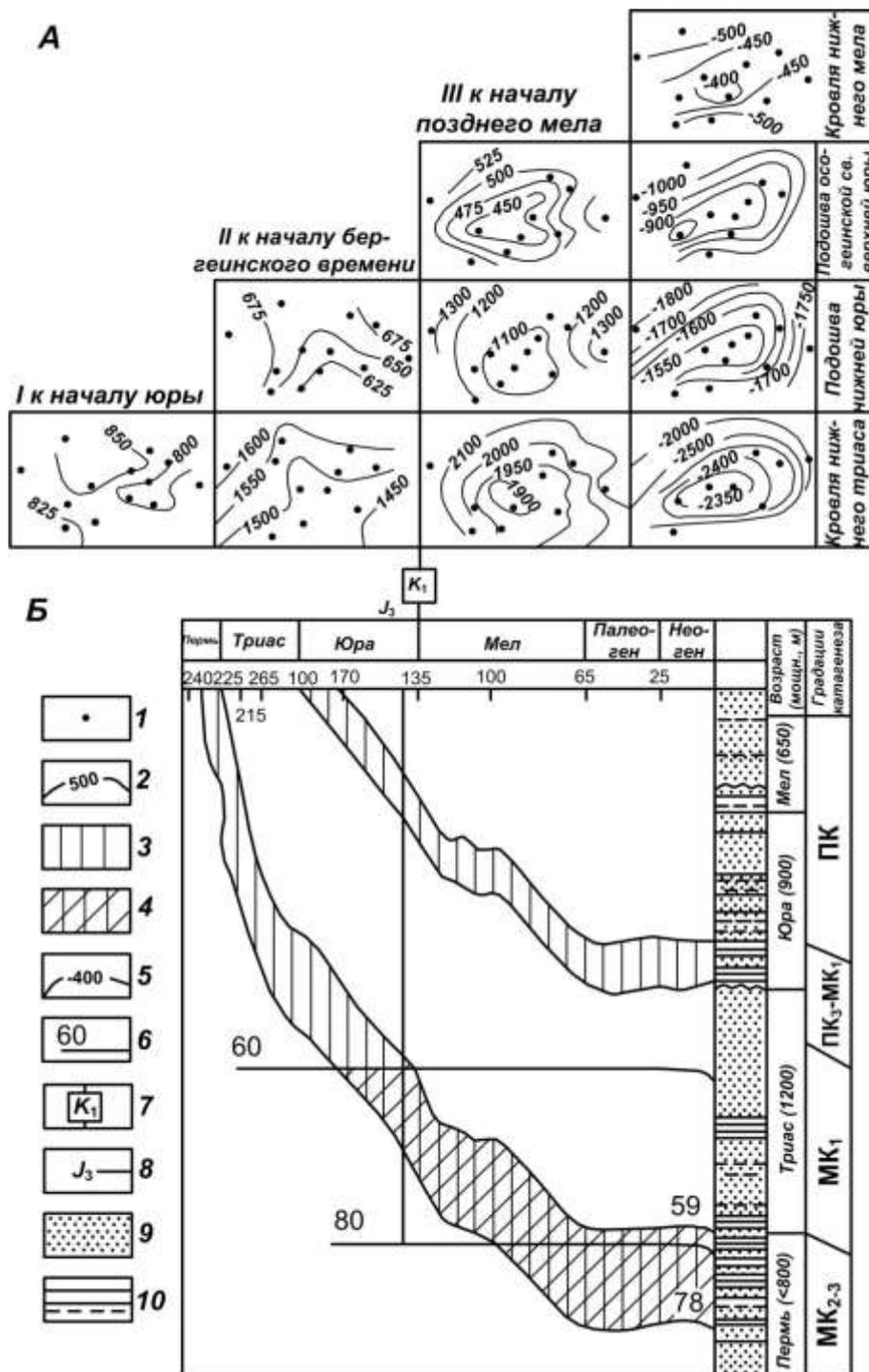


Рис. 5. Генерационно-аккумулятивный хроно-блок. Средне-Вилноийское месторождение (Соколов, Ларченков, 1978):

А – изопакитический треугольник; Б – модель прогрева\*; 1 – скважины; 2 – изопакиты (м); 3 – нефтегазоматеринские отложения; 4 – нефтегазопроизводящие слои (в очаге НГО<sub>г</sub>); 5 – стратозипсы (м); 6 – изотермы (°С); 7 – время формирования ловушки; 8 – время вступления материнской толщи в очаг НГО<sub>г</sub>; 9 – песчаники и алевролиты; 10 – глины

\* Методика построения модели прогрева и комментариев к рис. 5, Б приведены в разделе 3 настоящего учебно-методического пособия.

собой серию палеоструктурных карт по нескольким опорным горизонтам, построенным для отдельных этапов геологического времени. Горизонтальные ряды карт изопахического треугольника являются сериями палеоструктурных карт, которые дают возможность проследить изменение во времени структурных планов по одному из выбранных опорных горизонтов. Таким образом, время на схеме как бы «течет» слева направо. По гипотенузе располагаются простейшие палеоструктурные карты (карты мощностей анализируемых комплексов).

Другой вариант изображения изопахических треугольников для унаследованных и «молодых» структур (по «палеотектонической» классификации локальных поднятий К. А. Машковича [1]\* приведен на рис. 6 и 7. На рис. 6 показан изопахический треугольник Соколовогорского поднятия (Степановский вал, Саратовское Поволжье, Волго-Уральская НГП), являющегося представителем унаследованных структур. Структуры этого типа характеризуются относительным совпадением в плане сводовых частей, поднятий по всем слагающим их отложениям, закономерным увеличением со стратиграфической глубиной углов падения на крыльях и для ряда слагающих структуру стратиграфических комплексов сокращением их мощностей по направлению к своду поднятий (конседиментационные поднятия).

Девонское поднятие Соколовогорской структуры отражено в ней в вышележащих каменноугольных и мезозойских отложениях. По кровле пласта  $D_2-V$  живетского яруса это поднятие представляет собой асимметричную брахиантиклинальную складку с более крутым юго-западным крылом, где углы падения достигают  $20^\circ$ . Северо-восточное крыло более пологое, с углами падения до  $3^\circ 30'$  (рис. 6, I). На своде Соколовогорского поднятия отсутствуют морсовские отложения ( $D_{2gv}$ ), вскрываемые скважинами на крыльях. Это позволяет предположить, что оно формировалось уже в среднем девоне. Более детально последовательные этапы тектонической жизни можно проследить, начиная с живетского века. Антиклинальное строение пласта  $D_2-V$  фиксируется уже к концу кыновского времени ( $D_{3f_1}$ ; рис. 6, II). Положение в плане и форма Соколовогорского поднятия с течением времени существенно не изменялись за исключением постепенного увеличения углов падения на крыльях (см. рис. 6, II–V).

Прослеживая развитие поверхности кыновско-пашийских ( $D_{3f_1}$ ) отложений во времени, можно установить, что к малевскому ( $C_{1t_1}$ ) времени поднятие в них существовало (см. рис. 6, VII). К концу верейского ( $C_{2m_1}$ ) времени и батского века оно сохраняло в кыновско-пашийских отложениях свою прежнюю форму и положение в плане с постепенным увеличением углов падения (см. рис. 6, VIII, IX). В современном структурном плане углы падения в этих отложениях на юго-западном крыле составляют  $3^\circ 30'$ , а на северо-восточном –  $2^\circ 30'$ .

---

\* К. А. Машкович выделил зоны поднятий трех категорий: древнего заложения и длительного конседиментационного роста, новообразованных и инверсионных.

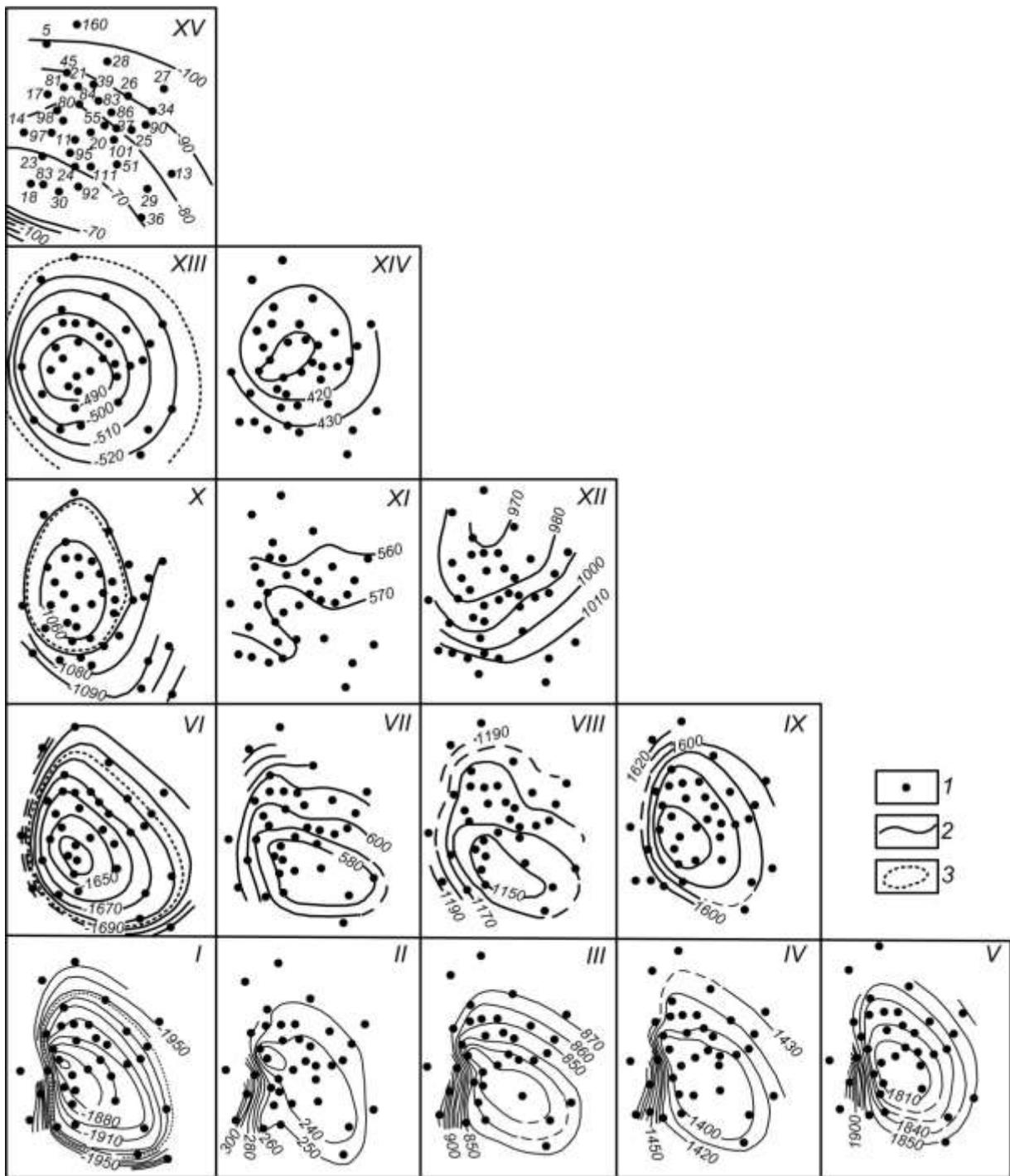


Рис. 6. Структурные и палеоструктурные карты Соколовгорского поднятия [1]:  
 1 – скважины; 2 – изогипсы и изопахиты; 3 – контуры нефтяных и газовых залежей

Малевские отложения нижнего карбона в современном структурном плане образуют пологое поднятие. Углы падения изменяются от  $3^{\circ}45'$  на юго-западном крыле до  $2^{\circ}30'$  на северо-восточном. К концу верейского времени малевские отложения образовали моноклираль, наклоненную на юг, и только к концу батского (точнее, к началу среднеюрского) времени в

нижнекаменноугольных отложениях сформировалось поднятие. По мнению К. А. Машковича [1], в данном случае мы, по-видимому, получаем искаженное представление о действительном положении древнего свода вследствие регионального (с юга на север) сокращения мощности каменноугольных отложений в интервале от кровли малевского горизонта до кровли верейского (рис. 6, XI).

По кровле верейских отложений Соколовогорское поднятие приобретает более округлую форму и еще более пологие углы падения (до  $1^{\circ}14'$  в северо-восточном крыле). К концу батского века поднятие в верейских отложениях уже существовало (рис. 6, XIII, XIV).

Разрез палеозойских отложений от кровли пласта  $D_2-V$  до поверхности палеозоя на своде Соколовогорского поднятия сокращен на 232 м по сравнению с их мощностью в прогибе, отделяющем это поднятие от соседнего, расположенного к востоку.

В отложениях живетского и франского ярусов девонской системы и в каменноугольных отложениях Соколовогорского месторождения содержится 13 продуктивных горизонтов.

Представителем «молодых» (позднего формирования) структур является Гусихинская, расположенная в Сурско-Мокшинской зоне поднятий (Волго-Уральская НПП). Девонские отложения на Гусихинской площади вскрыты четырьмя скважинами, позволяющими достаточно уверенно осветить историю тектонического развития (рис. 7). При сопоставлении мощности терригенных отложений девонской системы от кровли пласта  $D_2-V$  живетского яруса до кровли кыновско-пашийских отложений ( $D_3f_1$ ) обращает на себя внимание малая ее изменчивость по всем четырем скважинам (в пределах 268–274 м). Постоянство мощности терригенных девонских отложений на Гусихинской площади позволяет сделать вывод, что к концу кыновско-пашийского времени поднятия в живетских отложениях здесь не существовало. К концу тульского и верейского времени поднятие в девонских отложениях также не сформировалось, о чем свидетельствует моноклиналиное залегание живетских отложений к этому времени (см. рис. 7, II–IV). В современном же структурном плане живетские отложения образуют антиклинальную складку северо-восточного простирания с более крупным юго-восточным крылом, где углы падения достигают  $9-10^{\circ}$  (см. рис. 7, I).

Положение подошвы карбонатных девонских отложений на конец тульского и верейского времени также свидетельствуют о моноклиналином залегании с падением на юго-восток под углом  $0^{\circ}40'$  (см. рис. 7, VI, VII).

Сопоставление мощности отложений от кровли тульского горизонта до кровли верейского выявляет удивительное, по мнению К. А. Машковича [1], ее постоянство (она изменяется от 332 до 334 м, т. е. всего на 2 м).

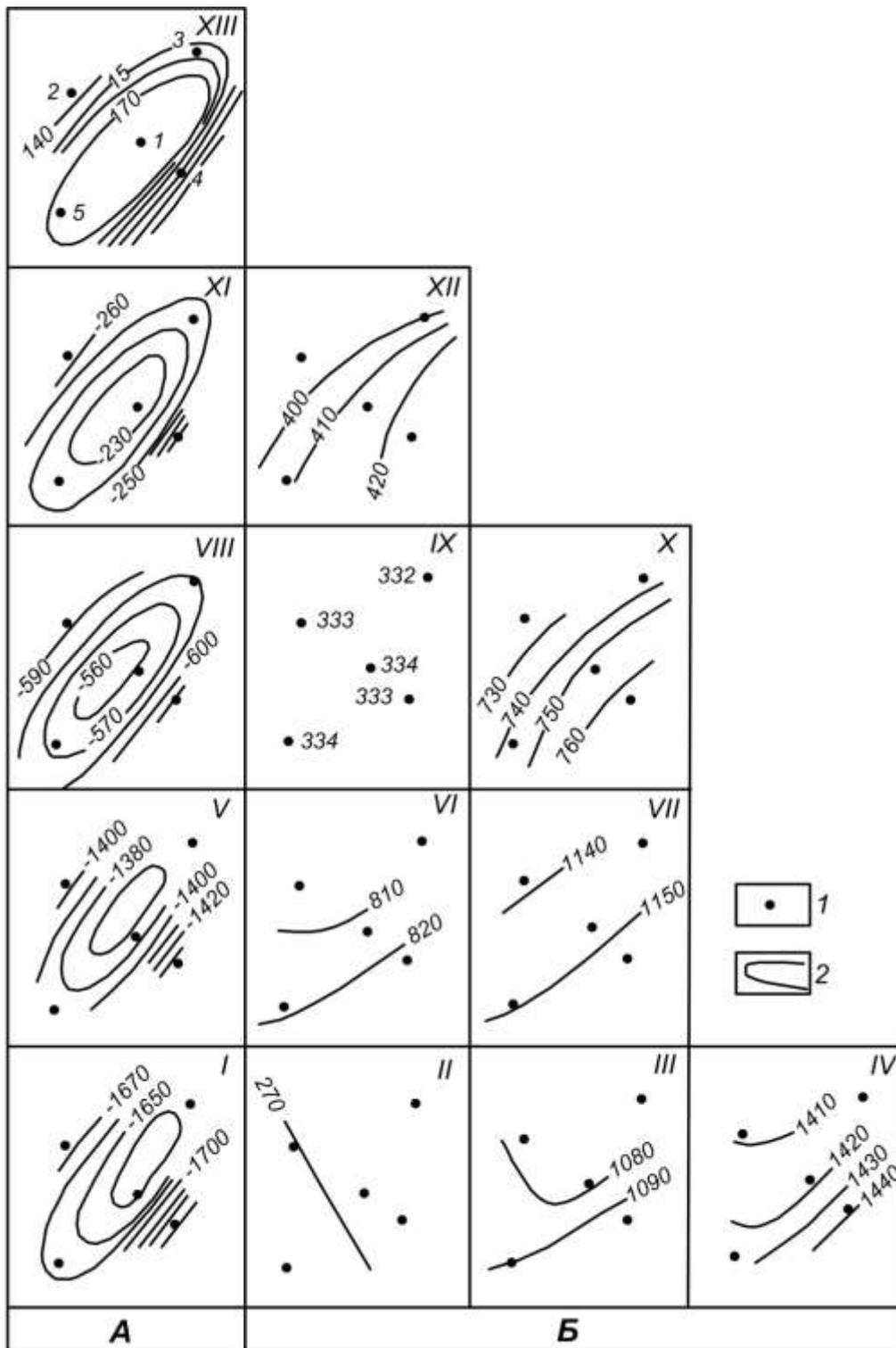


Рис. 7. Структурные и палеоструктурные карты Гусихинского поднятия [1]:  
 А – структурные карты: I – по кровле пласта  $D_2-V$ ; V – по подошве карбонатных девонских отложений; VIII – по кровле тувльского горизонта ( $C_{1V_2}$ ); XI – по кровле верейского горизонта ( $C_{2m}$ ); XIII – по кровле барремского яруса; Б – палеоструктурные карты: II – кровля пласта  $D_2-V$ ; к началу отложения карбонатного девона; кровля пласта  $D_2-V$  к концу; III – тувльского и IV – верейского времени; подошва карбонатных девонских отложений к концу: VI – тувльского и VII – верейского времени; кровля тувльского, горизонта к концу: IX – верейского времени и X – барремского века; XII – кровля верейского горизонта к концу барремского века; 1 – скважины; 2 – изогипсы и изопакиты

Это позволяет говорить о практически горизонтальном положении кровли тульского горизонта к концу верейского времени (см. рис. 7, IX). К концу барремского века тульские отложения залегают моноклиально с наклоном на юго-восток под углом  $0^{\circ}50'$  (см. рис. 7, X).

В современном структурном плане в каменноугольных отложениях фиксируется брахиантиклинальная складка северо-восточного простирания с углами падения на северо-западном крыле  $1^{\circ}50'$  и на относительно крутом юго-восточном – до  $9^{\circ}$ .

Гусихинская складка сформировалась в третичный период, так как на основании исследований, проведенных В. Я. Дороховым, палеогеновые отложения, залегающие на ее крутом крыле, достигают  $22^{\circ}$ . Ближе к своду в верхне- и нижнемеловых отложениях они уменьшаются последовательно до  $11^{\circ}4'$ .

Пробуренные на описанном поднятии скважины не обнаружили залежей нефти и газа в разрезе девонских и каменноугольных отложений, что, по-видимому, является следствием позднего времени его формирования (миграция УВ в отложениях девона и карбона к этому времени закончилась).

Следует отметить, что вариант построения изопахического треугольника К. А. Машковича (см. рис. 6, 7) позднее был подвергнут критике В. Б. Нейманом [12]. По мнению последнего, в отличие от авторов метода (Ю. А. Каравашкина и Е. Н. Пермькова) на схемах К. А. Машковича (см. рис. 6, 7) «... уже не существует одновременности вертикальных рядов изопахических схем, так как схемы вышерасположенных рядов относительно нижерасположенных последовательно сдвинуты влево. Единовременные схемы приходится находить «по диагонали», что усложняет восприятие построений. К тому же изображаемые на схемах современные структурные карты помещены слева от палеотектонических, хотя направленность времени (слева направо) заставляет помещать их в правой части чертежа...». Поэтому неудивительно, что первичный вариант метода применяется в настоящее время значительно чаще (например, учеными: МГУ – см. рис. 4, 5, [2]; РГУНГ – [3]; ИНГГ им. А. А. Трофимука СО РАН – [18]).

В завершение этого раздела отметим еще раз, что в общем случае на палеоструктурных картах изолиниями максимальных значений мощности отображаются палеовпадины и палеопрогибы, а изолиниями сокращенных значений – палеосводы, палеовалы, палеокупола и другие палеоподнятия – потенциальные структурные ловушки нефти и газа. По разности мощностей можно оценить амплитуду конседиментационного роста и крутизну склонов палеоподнятий для каждого отрезка геологического времени. Построив серию карт изопахит (карт мощности) можно определить как менялись конфигурации и размеры структур за период накопления всей осадочной толщи [10].

В целях прогноза нефтегазоносности площадей по времени формирования локальных структур, не исследованных бурением, рекомендуются первые палеоструктурные построения проводить по данным детальным сейсмическим исследованиям, записанным на магнитных носителях. При благоприятных сейсмогеологических условиях сейсморазведка может дать удовлетворительные материалы для построения карт мощностей между отражающими горизонтами. Палеотектоническая интерпретация их производится так же, как и профилей выравнивания. Примерами таких построений является серия статей ученых ИНГГ им. А. А. Трофимука СО РАН, опубликованных в журнале «Геология нефти и газа», № 5 за 2011 г. (стр. 92–127), и посвященных структурной характеристике и истории тектонического развития ряда нефтегазоносных площадей на северо-востоке и востоке Западно-Сибирской НГП.\*

---

\*Из-за большого объема приведенного там материала и сложности воспроизведения представленных там карт показать их в настоящем пособии не представляется возможным.

### 3. МОДЕЛИ ПРОГРЕВА

#### 3.1. Построение моделей прогрева

Для установления начала времени нефтегазообразования, выделения эпох наибольшей интенсивности этого процесса, прослеживания изменений в пространственном положении (по площади и глубине) очага НГО,\* применяется анализ истории погружения НГМ-толщ, названный *методом моделей прогрева*. Этот метод, используемый в комплексе с геохимико-литологическими и палеотемпературными исследованиями, дает возможность не только прогнозировать интервал осадочного разреза, находящегося в ГЗН, но также определить длительность пребывания каждой НГМ-свиты в условиях, оптимальных для нефтегазообразования, выяснить историю нефтегазообразования на фоне общей истории формирования нефтегазоносных бассейнов (НГБ) [16].

Прежде чем рассмотреть методику построения модели прогрева, целесообразно, по нашему мнению, напомнить читателям некоторые общие аспекты вертикальной зональности нефтидогенеза. Накопленный к настоящему времени материал показывает, что глубинное расположение залежей нефти, газа и газоконденсатных систем (ГКС) в недрах НГБ или НГП определяется, главным образом, глубинной зональностью генерации нафтидов различного фазового состояния. Наивысшим достижением в области составления схем вертикальной зональности нафтидогенеза было в нашей стране разработанное Н. Б. Вассоевичем совместно с сотрудниками кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых МГУ (1969 г.) учение о главной фазе нефтеобразования (ГФН). В 1974 г. Н. Б. Вассоевич опубликовал «Принципиальную схему вертикальной зональности генерации метана, жирного газа и нефти органическим веществом (ОВ) в процессе литогенеза», в которой присутствовали следующие генерационные зоны (сверху вниз): диагенетическая зона газообразования, верхняя катагенетическая зона газообразования (низов протокатагенеза), ГЗН (градации катагенеза МК<sub>1-3</sub>), зона образования газоконденсатов (градации катагенеза МК<sub>3-4</sub>), нижняя катагенетическая зона или ГЗГ (градации катагенеза МК<sub>5</sub> – АК<sub>1</sub>) (рис. 8). В дальнейшем Н. Б. Вассоевич отказался от термина «главная зона газообразования», полагая, что в зависимости от конкретных условий главной зоной может быть либо верхняя, либо нижняя катагенетические зоны газообразования.

---

\*Очаг нефтегазообразования (НГО) – часть нефтематеринских (НГМ) пород, находящихся в ГЗН и главной зоне газообразования (ГЗГ), где проявляются оптимальные условия для генерации и миграции УВ (Соколов, 1975). Очаг в пределах осадочного бассейна возникает, когда первая из накопившихся нефтематеринских толщ оказывается на глубинах с термобарическими условиями, соответствующими ГЗН.

Стадия и подстадия литогенеза	Градация	C, %	V, %	R°, %	Стадии углефикации (Донбасс)	Схема вертикальной зональности жидких и газообразных УВ.
Диагенез	ДГ	60	83	0,25	Торф	
Прото-катагенез	ПК <sub>1</sub>	67	56	0,3	Б <sub>1</sub>	
	ПК <sub>2</sub>	71	50	0,4	Б <sub>2</sub>	
	ПК <sub>3</sub>				Б <sub>3</sub>	
Мезокагагенез	МК <sub>1</sub>	75	44	0,5	Д	
	МК <sub>2</sub>	77	40	0,5		
	МК <sub>3</sub>	81	37	0,85	Г	
	МК <sub>4</sub>	86	31	1,15	Ж	
	МК <sub>5</sub>	89	21	1,55	К	
Апокатагенез	АК <sub>1</sub>	90	14	2,0	ОС	
	АК <sub>2</sub>	91	8	2,5	Т	
	АК <sub>3</sub>				ПА	
	АК <sub>4</sub>	93,5	4,0	3,5	А	
		96,5	1,5			
		100	0	11		



Рис. 8. Соотношение процессов генерации жидких и газообразных УВ с общей шкалой катагенеза (углефикации) (по Н. Б. Вассоевичу) (заимствовано из работы В. Н. Волкова «Основы геологии горючих ископаемых», 2005 г.):

1 – нефть; 2 – жирный газ; 3 – метан; ГЗН – главная зона нефтеобразования, «нефтяное окно», ГЗГ – главная зона газообразования, С – содержание углерода, V – выход летучих веществ, R° – показатель отражения (все три характеристики – по витриниту)

В 1976 г. А. Э. Конторович и А. А. Трофимук, используя материалы А. М. Акрамходжаева, Н. Б. Вассоевича, В. С. Вышемирского, А. А. Карцева, С. П. Максимова, М. С. Моделевского, С. Г. Неручева, В. А. Соколова, В. А. Успенского, а также данные свои собственные и зарубежных исследователей (Дж. Ханта, Б. Тиссо, Д. Вельте и др.), предложили схему интенсивности генерации нефти и газа и распределения их ресурсов в стратиферу, которая до настоящего времени являлась наиболее признанной. Согласно этой схеме в разрезе НГБ выделяются четыре основные зоны генерации фазоворазличныхнафтидов (сверху вниз): диагенетическая зона газообразования и зона накопления гидратов газов, верхняя зона интенсивного газообразования и газонакопления, ГЗН и, наконец, глубинная зона интенсивного газообразования и газонакопления (рис. 9). В дополнение к схеме вертикальной зональности образования УВ Н. Б. Вассоевича (см. рис. 8) Е. И. Тараненко с соавторами включают в нее данные по изотопному составу углерода метана ( $\delta^{13}\text{C}$ ), который, по их мнению, чутко реагирует на катагенетическое преобразование керогена и является «умеренным индикатором степени катагенеза ОВ...». На основе схемы вертикальной зональности нафтидогенеза Н. Б. Вассоевичасотрудниками кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых МГУ была разработана методика построения и анализа модели прогресса НГМ-отложений в процессе катагенеза. Для ее построения используется конкретный разрез скважины, принимаемый за ось ординат (рис. 10). По оси абсцисс откладывается время в млн лет, отвечающее геологическому возрасту пород, слагающих разрез. Затем на диаграмму наносятся эпигенетические кривые, отражающие постепенное изменение глубины залегания отдельных стратиграфических подразделений, включающих НГМ-свиты, от начала их образования, т. е. от нулевых мощностей, когда толща только появляется, до современного положения, установленного бурением. Так воссоздается картина последовательного достижения конкретными НГМ-толщами различных глубинных интервалов и, следовательно, различных температурных зон. На диаграмме по оси ординат отмечается температурный интервал, соответствующий ГЗН. Для этого используются данные замеров современной температуры в скважине, а также все сведения о палеотемпературах.

Для корректировки положения ГЗН необходимо учитывать имеющиеся геохимические, углепетрографические, литологические и другие показатели катагенеза пород и ОВ, получаемые в процессе изучения разрезов скважин [2]. Все эти показатели различными значками можно показать на вертикальной оси. Верхняя граница ГЗН выделяется на графике

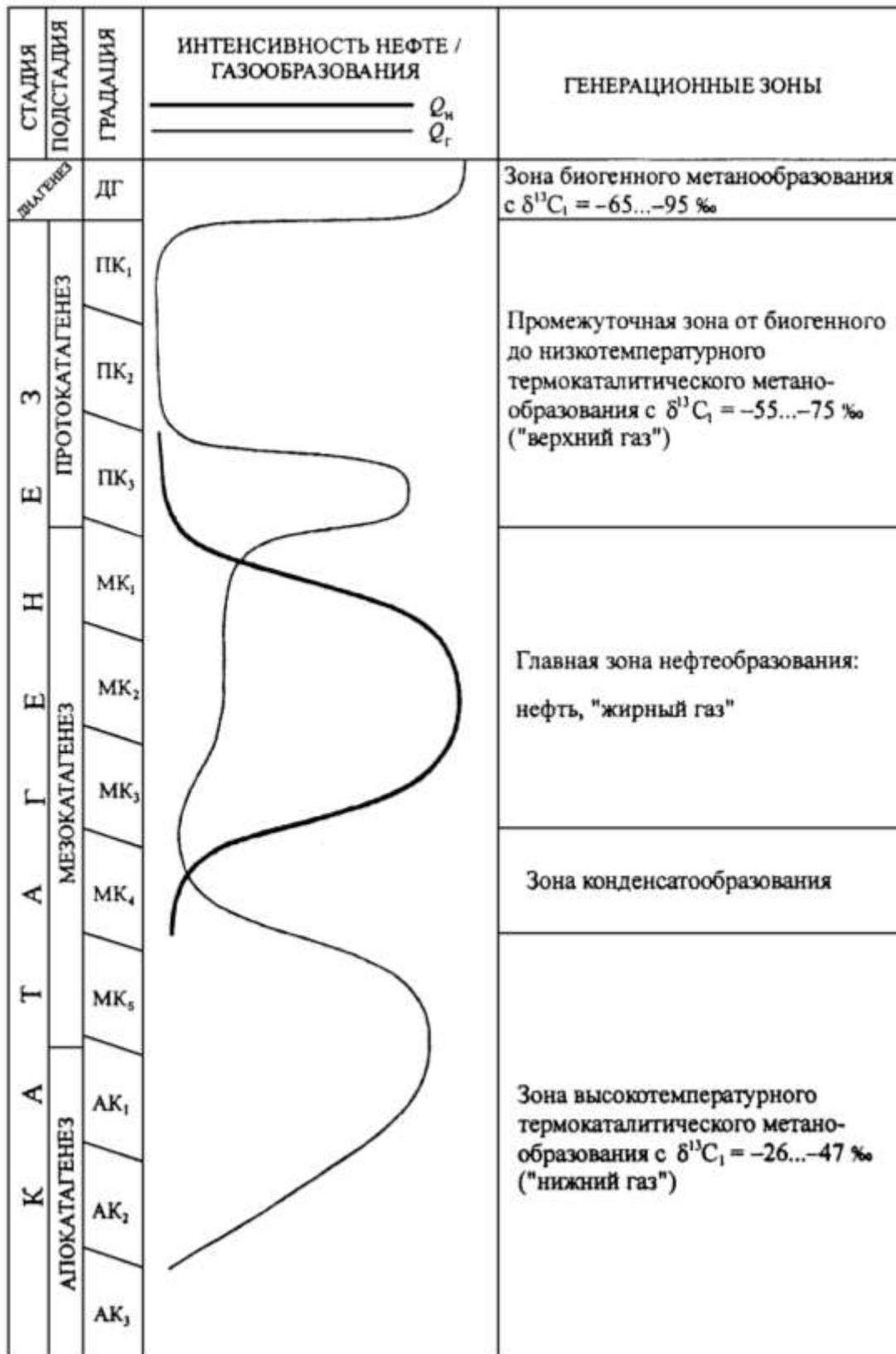


Рис. 9. Обобщенная традиционная схема вертикальной зональности нафтидогенеза (заимствовано из работы Е. И. Тараненко и др. «Современные аспекты вертикальной зональности нафтидогенеза», 2008)

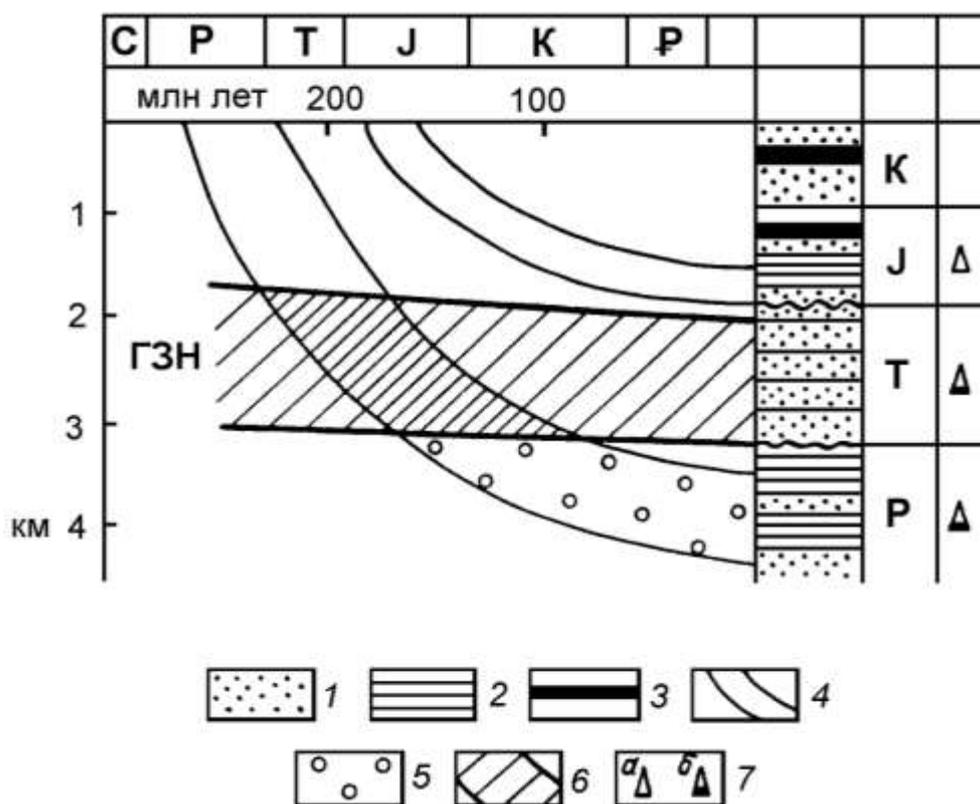


Рис. 10. Принцип построения-модели прогрева (Соколов, Ларченков, 1985):  
 1 – песчаники; 2 – глины; 3 – каменный уголь; 4 – нефтематеринские породы; 5 – газопроизводящие породы; 6– ГЗН; 7 – залежи: а – газовые, б – нефтяные и нефтегазовые

соответствующей линией ( $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; 1,5 км – при отсутствии других данных).<sup>\*</sup> Нефтематеринские свиты, находящиеся ниже указанной линии, оказываются в очаге НГО<sub>г</sub>. По модели прогрева можно установить время начала вступления нефтегазопроизводящих пород в очаг НГО<sub>г</sub>, если спроектировать на временную шкалу точку пересечения этой линии с кривой, соответствующей подошве генерируемой толщи. Точка пересечения кривой, отвечающей кровле производящей свиты с нижней границей ГЗН ( $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 3 км – при отсутствии других данных), фиксирует время выхода свиты из ГЗН.<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup>В качестве примера расположения верхней границы ГЗН (или так называемого «нефтяного окна») сошлемся на И. М. Гурьева [6], который для юго-восточной части Надымской впадины и Северного Приобья указывает на глубину около 1700 м. По данным В. А. Скоробогатова и Д. А. Соина [15], эта граница в нижнемеловых породах п-ва Ямал залегает в диапазоне 1,25–1,40 км (в зоне Харасовейско-Крузенштерновской геотермической аномалии – геотермический градиент до  $4,5\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ ) до 1,8–2,2 км в Тамбейской зоне, или в диапазоне современных температур  $55\text{--}65\text{ }^{\circ}\text{C}$  на Новопортовской площади.

<sup>\*\*</sup>Опять же в качестве примера приведем данные И. М. Гурьева [6], который показывает глубину перехода из зоны нефтегенерации в зону газогенерации на отметках 4000–4100 м.

Время вхождения и выхода НГМ-отложений в ГЗН, ГЗГ и длительность пребывания в них обычно указывается в млн лет, для чего используется приводимая в различных источниках общая стратиграфическая шкала. Вот как, например, указывает И. М. Гурьев [6] возраст основных стратиграфических горизонтов при рассмотрении им катагенетических преобразований НГМ-пород в истории развития юго-восточной части Надымской впадины (Западно-Сибирская НГП) (табл. 1).

Таблица 1

**Возраст основных стратиграфических горизонтов  
(Надымская впадина, Надым-Пурской НГО)**

Свита, горизонт (кровля)	Абсолютный возраст, млн лет	Свита, горизонт (кровля)	Абсолютный возраст, млн лет
Дневная поверхность	0	Викуловская $K_{1ap}-K_{1al}$	113
Неоген	1,8	Черкашинская $K_{1g-br}$	118
Тавдинская $P_2^2-P_2^3$	33,7	Ахская $K_{1be2}-K_{1g}$	128
Люлинворская $P_1^3-P_2^1$	43,6	Баженовская $J_{3tt}-K_{1be1}$	144
Талицкая $P_1$	59,0	Абалакская $J_{2k}-J_{3km}$	152
Ганькинская $K_{2cp2}-K_m$	63,6	Тюменская $J_{2aa}-J_{2bt}$	169,5
Березовская $K_{2cp}-K_{2cp1}$	74,5	Котухтинская $J_{1p-t}$	187
Кузнецовская $K_{2t}$	88,5	Акустический фунда- мент	198
Ханты-Мансийская $K_{2al}-K_{2cm}$	97,5		

Примечание. Возрастные индексы взяты из разных литературных источников

Конкретный пример построения модели прогрева приведен на рис. 11 [16]. На нем изотермы 50–60 и 120–150 °С очерчивают глубинный интервал, отвечающий зоне проявления ГФН. Вертикальные линии, проведенные через точки пересечения указанных изотерм с выделенными НГМ-свитами, позволяют установить время вхождения определенных свит в зону ГФН, длительность пребывания их в зоне и время выхода из нее. Таким образом, устанавливается пространственно-временное положение нефтепроизводящей свиты для конкретного участка бассейна.

При построении моделей прогрева по сериям пересекающихся бассейнов профилей (что выходит, разумеется, за рамки настоящей курсовой работы, но несомненно расширяет представление студента об эволюции осадочного бассейна и нефтегазообразовании в нем), исследователь будет иметь профильные модели прогрева, показывающие историю нефтегазообразования для бассейна в поперечном или продольном сечении (пример такой профильной модели приведен на рис. 12). По серии такого рода профилей можно получить современное площадное положение нефтепроизводящих

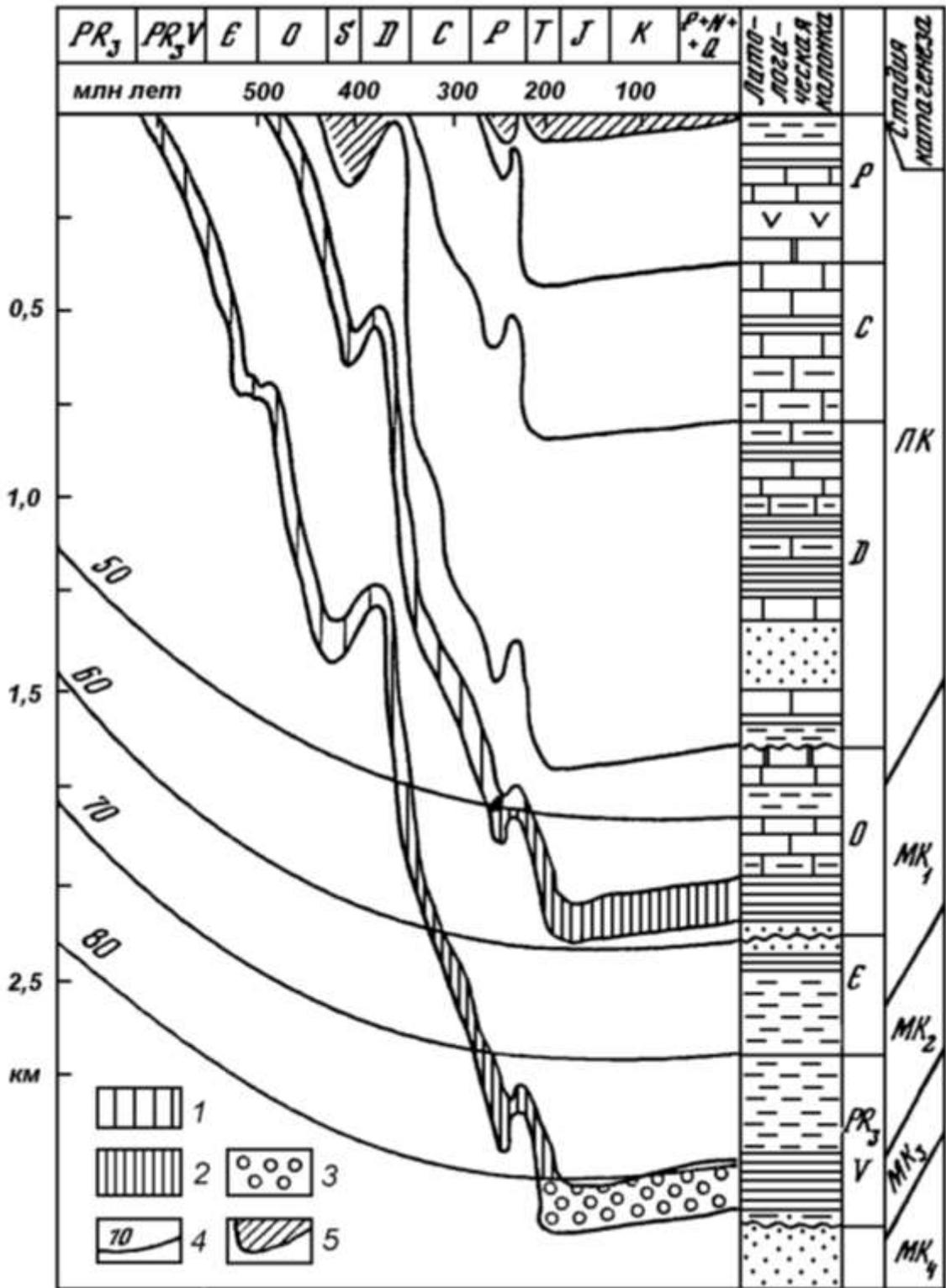


Рис. 11. Модель прогрева отложений для Любимской площади (Среднерусский бассейн) [16]:  
отложения: 1 – нефтематеринские, 2 – нефтепроизводящие, 3 – нефтепроизводившие, 4 – изотермы (°С); 5 – перерывы в осадконакоплении;  
в литологической колонке показано переслаивание известняков, мергелей, глин, аргиллитов и песчаников

толщ – карт очагов НГО<sub>Г</sub>. При построении их для определения геологических этапов возможно графически выявить эволюцию очагов НГО<sub>Г</sub> от времени их зарождения, когда они имеют точечный характер, затем приобретают вид сплошного овала и далее переходят к кольцевому виду в плане.

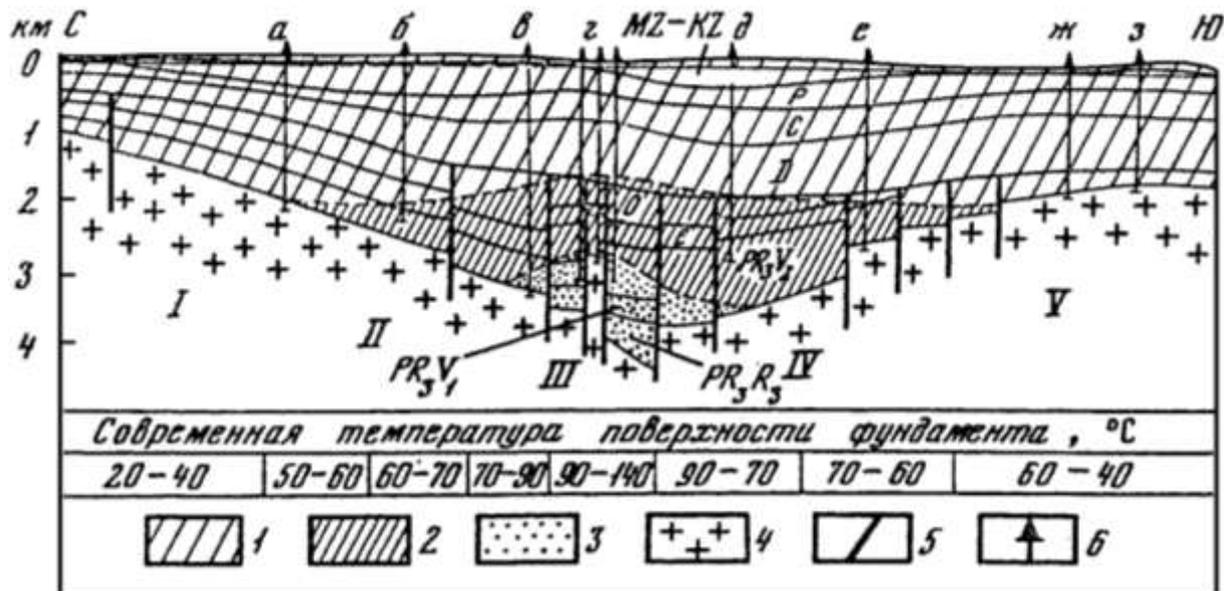


Рис. 12. Схема положения зон генерации УВ Среднерусского бассейна (составили Б. А. Соколов, В. А. Егоров, Ю. И. Корчагина) [16]:

1 – верхняя зона нефтегазообразования (протокатагенетическая); 2 – главная зона нефтеобразования (начало мезокатагенеза); 3 – нижняя зона нефтегазообразования (окончания мезокатагенеза); 4 – фундамент; 5 – разломы; б – скважины (а – Кубенская, б – Вологодская, в – Лежская, г – Любимские, д – Судиславская, е – Решминская, ж – Балахнинская, з – Горьковская); структурные элементы; I – склон Балтийского щита, II – Вологодский прогиб, III – Среднерусский авлакоген, IV – Галичский прогиб, V – Токмовский свод

Кольцевая форма обусловлена тем, что погружение очага НГО<sub>Г</sub> приводит к центробежному расширению его площади, центральная его часть постепенно выходит из зоны действия ГФН и очаг превращается в кольцо, расширяющееся и мигрирующее к периферии бассейна до полного исчезновения. Последнее возможно при интенсивном прогреве бассейна и достижении породами НГМ-свиты высоких значений уровня катагенеза (рис. 13). Таким образом, при выполнении курсовой работы студенту постоянно следует помнить, что анализируемый им конкретный объект (участок месторождения, месторождение, площадь) являются составной частью какой-то более крупной единицы нефтегазогеологического районирования: ЗНГН, НГР, НГО<sub>Р</sub>, НГБ (НГП). Необходимо представить себе, в какой части НГБ находится рассматриваемый им участок, какому типу очагов НГО<sub>Г</sub> [16] он соответствует.

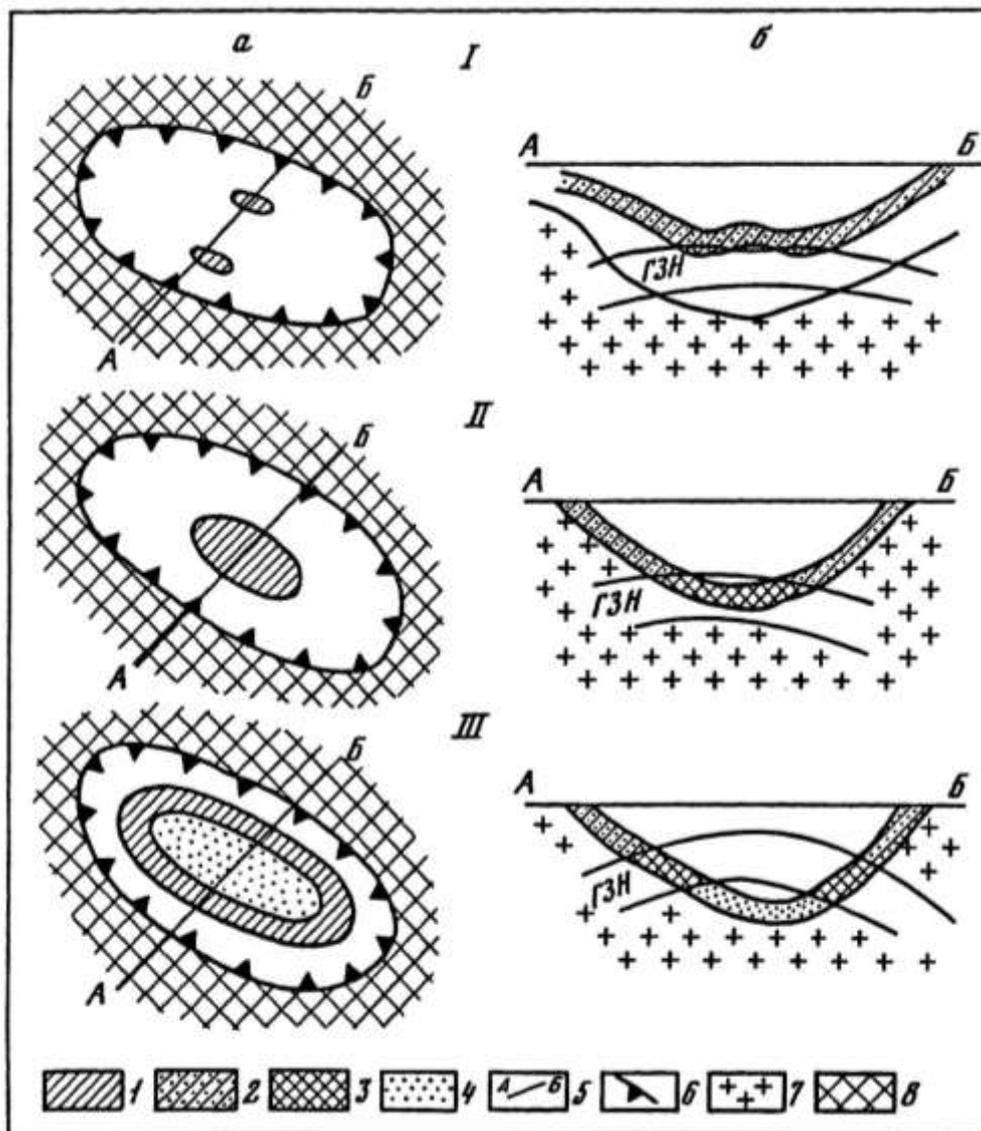


Рис. 13. Типы очагов нефтегазообразования (*а* – плановое положение очага в бассейне, *б* – положение очага в разрезе бассейна) [16]:

*I* – очаг нефтегазообразования в плане; нефтематеринские породы: 2 – не вошедшие в ГЗН, 3 – находящиеся в ГЗН, 4 – вышедшие из ГЗН; 5 – линия разреза; 6 – граница бассейна; 7 – фундамент; 8 – обрамление бассейна; типы очагов: *I* – точечный, *II* – овальный. *III* – кольцевой

Студенту следует также определиться с положением объекта его исследования по отношению к конкретной ЗНГН (осуществив необходимый поиск по литературным источникам). В этой связи напомним, что при изучении возможных ЗНГН особое значение имеет установление пространственных и временных взаимоотношений между очагами НГО<sub>г</sub> и ЗНГН. По отношению к очагам НГО<sub>г</sub> зоны могут быть совмещенными, периферийными и разобщенными [16]. В первых двух случаях формирование залежей будет идти за счет локальной миграции, в последнем – за счет дальней латеральной. Наиболее перспективными могут быть ловушки, располагающиеся в пределах очагов НГО<sub>г</sub> и имеющие раннее время образования. Сле-

довательно, поиски ЗНГН следует вести, имея уже представление как о размещении в бассейне очагов НГО<sub>r</sub>, так и о вертикальной зональности УВ-скоплений.

Напомним еще раз, что время формирования зон возможного нефтегазонакопления устанавливается методами палеотектонического анализа: путем расчленения осадочной толщи на структурные этажи и фиксации времени проявления несогласий между ними; путем построения изопахических треугольников и палетектонических профилей, определяющих тектоническую эволюцию бассейна (см. разделы 1, 2).

По мнению Б. А. Соколова (1990), использование моделей прогрева особенно эффективно при оценке перспектив древних (позднепротерозойских и раннепалеозойских) отложений, поскольку для обоснованных выводов большое значение имеет установление времени начала и продолжительности интенсивной генерации УВ. По моделям прогрева можно проводить сравнительный анализ истории нефтеобразования и оценку перспектив нефтегазонакопления для однотипных бассейнов. Как отмечает Б. А. Соколов, использование моделей прогрева правомочно только для тех бассейнов или их частей, где катагенетические изменения ОВ происходили и происходят под воздействием *нормального геотемпературного поля*. При этом имеется, по крайней мере, три ограничения: во-первых, из анализа следует исключить зоны, близкие к областям интенсивного складкообразования, так как уровень катагенеза ОВ в них будет определяться сочетанием нескольких факторов, а не только температурой, и не будет пропорционален глубине погружения отложений. Второе ограничение связано с перерывами – длительные и многократные перерывы в осадконакоплении затрудняют реконструкцию динамики прогибания и прогрева НГМ-толщ. Третье ограничение связано с присутствием в НГБ (НГП) катагенетических аномалий, возникших под воздействием флюидомиграционных процессов в тектонически активных зонах. И, наконец, для верхней части разреза таких регионов, как север ЗСП, следует иметь в виду ее охлажденность под влиянием криолитозоны (см. раздел 3.2).

Б. А. Соколов с соавторами предлагают при историко-генетическом анализе нефтегазонакопления локальных поднятий (ЛП) размещать на одном чертеже изопахический треугольник и модель прогрева (см. рис. 5). По ним прослеживаются время формирования ЛП и вхождения НГМ-отложений в ГЗН. Эти построения позволяют наглядно отобразить взаимоотношение во времени процессов образования и накопления нефти и газа в пределах изучаемого участка и определить время образования скопления.

На представленном на рис. 5 генерационно-аккумулятивном хроноблоке Средне-Вилуйского месторождения (Восточная Сибирь, западная часть Хапчагайского мегавала; Лено-Вилуйская НГП) показано, что основным источником углеводородов служили терригенные угленосные верхнепермские отложения, вошедшие в ГЗН в середине поздней юры.

Окончательное образование ловушки несколько задержалось относительно начала интенсивной генерации УВ. На восточных участках Хапчагайско-гомегавала этот разрыв между началом образования и накопления УВ несколько увеличивается, потому что НГМ-породы верхней перми раньше оказались в ГЗН, а ловушки сформировались лишь к концу раннего мела. Следовательно, условия для формирования скоплений нефти и газа были более благоприятными в западной части вала по сравнению с восточной (Ларченков, 1978). Впоследствии это подтвердилось результатами поисково-разведочных работ, установившими большую нефтегазоносность западной части Хапчагайско-гомегавала [2].

### **3.2. Особенности установления степени катагенеза осадочных пород (на примере мезозойских отложений Западно-Сибирской плиты)**

Степень катагенетичности преобразования ОВ (в пределах конкретного горизонта, пласта и т. д.) устанавливаются в общем случае по величине показателя отражения витринита  $R_0$ , на котором основаны шкалы катагенеза как в нашей стране: С. Г. Неручева, Н. Б. Вассоевича, А. Э. Конторовича, А. Н. Фомина и других исследователей (табл. 2), так и за рубежом (например, Б. Тиссо при анализе условий жизни нефтематеринских пород силура на алжирском месторождении Хасси-Месауд).

Процессы формирования, размещения и сохранности УВ-скоплений в любом ОБ во многом обусловлены и контролируются катагенетической зональностью, определяемой геотермическим режимом бассейна, показателем которого является плотность теплового потока (ТП). ТП – один из главных энергетических источников геологических процессов на Земле, на распределение которого в литосфере влияют различные факторы, в частности литологический, тектонический, физико-географический и др.

Западная Сибирь характеризуется заметными вариациями ТП от 41 до 80 мВт/м<sup>2</sup>,\* что определяется комплексом причин: различный возраст консолидации фундамента; различные толщины осадочного чехла, многолетних мерзлых пород (ММП); влияние экзотермических эффектов в процессе преобразования ОВ и минеральной матрицы пород и др. [6]. По мнению А. Р. Курчикова и Б. П. Ставицкого [9], на характер ТП может оказывать влияние вертикальная миграция флюидов через слабо проницаемые породы. Большую роль в формировании геотермического режима сыграл рифтогенез (Сурков В. С. и др., 1981). По мнению многих исследователей прогрев осадочных толщ над рифтами продолжается и в последующие геологические эпохи.

---

\*Так, например, плотность ТП изменяется в диапазонах: на юго-востоке Надымской впадины и Северном Приобье – 54–56 мВт/м<sup>2</sup> (при наиболее распространенных значениях геотермического градиента 2,9–3,0 °/100 км [6]; на п-ве Ямал – 47–58 мВт/м<sup>2</sup>; в Широком Приобье – 46–75 мВт/м<sup>2</sup> (максимальные величины – в Салымском районе) [9].

Таблица 2

**Шкалы катагенеза органического вещества по данным разных авторов  
(Неручев С. Г. и др., 1976; Вассоевич Н. Б., 1983; Конторович А. Э. и др., 1994;  
Фомин А. Н., 2005)**

Стадии катагенеза	Этапы	Подэтапы	Градации катагенеза		Показатель отражения витинита	Марка углей		
Логвиненко и Орлова, 1987	литогенеза		Неручев и др., 1976; Вассоевич, 1983	Конторович и др., 1994; Фомин, 2005	$R^0, \%$ (по Фомину, 2005)	ГОСТ 9414-74		
Диагенез	Диагенез		Диагенез	Диагенез		Торф		
Ранний катагенез	Прото		ПК <sub>1</sub>	ПК <sub>1</sub>	0,25	1Б		
			ПК <sub>2</sub>	ПК <sub>2</sub>	0,30	2Б		
			ПК <sub>3</sub>	ПК <sub>3</sub>	0,40	3Б		
Средний катагенез	Начальный		МК <sub>1</sub>	МК <sub>1</sub> <sup>1</sup>	0,50	Д		
			МК <sub>2</sub>	МК <sub>1</sub> <sup>2</sup>	0,65	Г		
Поздний катагенез	Мезо		Средний		МК <sub>3</sub>	МК <sub>2</sub>	0,85	Ж
			Глубинный (поздний)		МК <sub>4</sub>	МК <sub>3</sub> <sup>1</sup>	1,15	К
					МК <sub>5</sub>	МК <sub>3</sub> <sup>2</sup>	1,50	ОС
Ранний метагенез	Апо		АК <sub>1</sub>	АК <sub>1</sub>	2,00	Т		
			АК <sub>2</sub>	АК <sub>2</sub>	2,50	ПА		
Поздний метагенез			АК <sub>3</sub>	АК <sub>3</sub>	3,50	А		
			АК <sub>4</sub>	АК <sub>4</sub>	5,00			
	Метагенез		Метагенез		7,00	–		
Региональный метаморфизм					11,00	–		

Примечание. Марки углей: 1Б – бурый землистый, 2Б – бурый матовый, 3Б – бурый блестящий, Д – длиннопламенный, Г – газовый, Ж – жирный, К – коксовый, ОС – отощенно-спекающийся, Т – тощий, ПА – полуантрацит, А – антрацит

Отличительной особенностью Западной Сибири является нестационарный характер ТП. Современный геотермический режим осадочного чехла ЗСП прошел сложную историю формирования. На его обычную картину, свойственную молодым платформам в мезозое, в кайнозое наложился региональные особенности. В частности, это – похолодание в олигоцен-четвертичном периоде и особенно формирование и деградация криоли-

тозоны в квартере (вследствие чередования очень холодных и относительно теплых периодов на фоне новейших тектонических движений – НТД). Эти события привели к значительному охлаждению недр. По степени влияния процессов формирования и деградации криолитозоны на характер теплового поля территория Западной Сибири подразделяется А. Р. Курчиковым и Б. П. Ставицким на три части: южную – до  $61^{\circ}$  с. ш., центральную –  $61...64^{\circ}$  с. ш., и северную –  $64^{\circ}$  с. ш. [9]. В южной зоне породы охлаждены на всю мощность осадочного чехла. По сравнению с условиями, имевшими место в конце неогенового периода, величина охлажденности увеличивается от  $6-8^{\circ}\text{C}$  на глубине  $0,5-1$  км до  $15-20^{\circ}\text{C}$  на глубине  $3-4$  км. Охлажденность пород в центральной части сильно зависит от глубин, изменяясь от  $20^{\circ}\text{C}$  в кровле покурской свиты до  $5^{\circ}\text{C}$  в кровле доюрского основания. Позднее всего процесс образования криолитозоны начался в северной зоне и в целом продолжается и в настоящее время. Так, на п-ове Ямал развита мощная криолитозона (на большей части ее толщина составляет  $200-250$  м), оказывающая охлаждающее влияние на геотемпературы осадочного чехла, особенно в его верхней части. Вследствие близости к подошве ММП современная температура в кровле сеноманских отложений изменяется от  $10-20^{\circ}\text{C}$  на юге п-ова до  $25-30^{\circ}$  на севере [15]. Расчеты А. Р. Курчикова и Б. П. Ставицкого [9] показали, что практически на всей территории ЗСП до глубин  $2-3$  км геотермические градиенты (а следовательно, и ТП) значительно искажены. Величины отклонений геотермических градиентов (в долях единицы) южнее  $60^{\circ}$  с. ш. составляют  $-0,2 - -0,6$  в интервале глубин  $0-500$  м и уменьшаются до  $-0,08 - 0,6$  на глубине  $2000$  м. В центральной части ЗС ( $61-64^{\circ}$  с. ш.) величины искажения геотермических градиентов на глубине  $500$  м составляют  $-0,1 - -0,2$  на глубине  $1000$  м –  $-0,1 - 0,2$ , на глубине  $2000$  м –  $0,05-0,15$ , а на глубине  $3000$  м –  $0,03-0,1$ . На севере ЗС на тех же глубинах отклонения геотермических градиентов имеют следующие интервалы значений:  $0,3-0,5$ ,  $0,3-0,45$ ,  $0,05-0,15$ ,  $0-0,03$ .

Расчеты вышеупомянутых исследователей показали, что за позднеолигоценное – четвертичное время в различных районах ЗСП для пород разновозрастных горизонтов произошло охлаждение на  $20-35^{\circ}\text{C}$ . Причем это понижение произошло не столько вследствие естественного снижения кондуктивного ТП во времени, сколько в связи с климатическими изменениями и возникновением криолитозоны.

Что касается современных температур осадочного чехла Западной Сибири, то по его подошве они изменяются от  $35$  до  $200^{\circ}\text{C}$  и выше, что связано в основном с глубиной залегания доюрского основания. В кровле тюменской свиты температуры варьируют от  $30$  до  $130^{\circ}\text{C}$ , по кровле баремских отложений – от  $20$  до  $82^{\circ}\text{C}$ , в кровле сеноманских отложений – от  $10$  до  $60^{\circ}\text{C}$  [9].

В свете всего вышеизложенного при использовании палеотемператур для оценки степени катагенетической преобразованности НГМ-толщ ЗС

следует руководствоваться максимальными палеотемпературами, зафиксированными величиной показателя отражения витринита –  $R_0$ .

Наряду с показателем отражения витринита при установлении степени катагенеза терригенных осадочных пород учитывают изменения их структурно-минералогических показателей. Вопросы зональности и стадийности преобразования осадочных толщ разработаны Н. В. Логвиненко, Л. А. Орловой, А. Г. Коссовской, В. Д. Шутовым, Н. М. Симановичем, а в последние годы О. В. Бурлевой, А. Д. Коробовым, Л. А. Коробовой, Е. А. Предтеченской и др. учеными. Установлено, что каждая стадия катагенеза характеризуется специфическим парагенезомаутигенных минералов-индикаторов. Н. В. Логвиненко и Л. В. Орловой были выделены стадии раннего (начального), среднего и позднего (глубинного) катагенеза пород, границы между которыми проведены с помощью минеральных, структурных индикаторов, с использованием данных о степени катагенеза  $OB$  по величине  $R^0$ . Так, по минеральному составу и уплотнению глинистых осадков, граница между зонами диа- и катагенеза на континентах проводится на глубине 250–300 м, по данным глубоководного бурения в океанах – на глубине до 200 м. При этом ее положение нестабильно и контролируется  $P$ – $T$  условиями, глубиной захоронения и тектоническим фактором. Основными критериями выделения границы между зоной среднего и глубинного катагенеза являются полиморфные превращения глинистых минералов – гидрослюд и хлоритов. Это трансформация гидрослюды  $1M$  и монтмориллонит-гидрослюдистых минералов в диоктаэдрическую гидрослюду  $2M$  и низкотемпературного хлорита политипа  $7\text{\AA}$  в высокотемпературный политип  $IV\ 14\text{\AA}$ ,  $\beta\ 90^\circ$  (Коссовская, Шутов, 1983).

Как еще один пример приуроченности аутигенных минералов к определенным зонам катагенеза приведем данные О. В. Бурлевой для келловей-оксфордских алеврито-песчаных пород Обь-Иртышского междуречья, в которых отмечены кальцит, кварц, каолинит, сидерит, полевые шпаты и др. (табл. 3). Здесь наибольшее распространение среди катагенетических минералов имеет кальцит. Формирующий разнокристаллический, часто пойкилитовый цемент порово-базального типа, характерный для позднего катагенеза (градации  $MK_2$ ,  $MK_3^1$  по классификации А. Э. Конторовича и др., 1994). Кварц в песчаниках и крупнозернистых алевролитах образует неполные регенерационные каемки толщиной 0,02...0,04 мм. Другая форма аутигенного кварца связана с растворением обломочного кварца и перераспределением его в пределах одного слоя. Наиболее широко это явление встречается в терригенно-карбонатных породах пласта  $Ю_2^0$ , где аутигенный кремнезем выполняет пустоты и замещает карбонат оолитов, остатков фауны. Растворение кварца и развитие кварцевого регенерационного цемента многие исследователи (Коссовская, Шутов, 1961; Предтеченская и др., 1993; Прошляков, 1991) связывают со стадией среднего катагенеза (градации  $MK_1^1$ ,  $MK_1^2$  (см. табл. 3)).

Таблица 3

**Стадии постдиагенетических изменений келловей-оксфордских  
алевроито-песчаных пород Обь-Иртышского междуречья [4]**

Стадии катагенеза	Градации катагенеза по ОВ	Объемная плотность, г/см <sup>3</sup>		Изменения структур и текстур	Изменения обломочных компонентов	Глинистые минералы и их стадийные изменения
Ранний	ПК <sub>1-2</sub>	—		Уплотнение глин и песков, начало аутигенной цементации, образование цементов пленочного, крустификационного и порового типов	*Аморфизация, каолинитизация, гидратизация, сидеритизация и хлоритизация железистых слюдов, начало хлоритизации обломков	*Каолинит, гидрослюда 1М, монтмориллонит, 7Å-хлорит, смешанослойные фазы
	ПК <sub>3</sub>					
Средний	МК <sub>1</sub> <sup>1</sup>	*2,28...2,3		Цементация и уплотнение, образование пленочных и порово-базальных цементов, формирование мелкозернистых модификаций Mg-Fe-кальцита, тонко-мелкозернистых ромбоэдров доломита	Агрегизация и деформация железистых слюдов, хлоритизация, начало коррозии обломочных минералов	*То же и 14Å-хлорит
	МК <sub>1</sub> <sup>2</sup>	*2,31...2,52		Дальнейшее уплотнение и цементация, образование регенерационных цементов, перекристаллизация, инкорпорация, начало микростилолитизации	Частичное преобразование обломков эффузивов, коррозия и регенерация кварца, полевых шпатов, альбитизация, деформация и агрегизация слюдов	Каолинит, гидрослюда 2М, 1М, Mg-Fe-хлорит-14Å, редко 7Å-хлорит, смешанослойные фазы
Поздний	МК <sub>2</sub>	*	**2,37...2,41	Цементация и уплотнение, развитие регенерационных, инкорпорационных и микростилолитовых структур; образование пор остаточным порам яснозернистого кальцита, регенерационных кварца и альбита	Коррозия и регенерация кварца, коррозия и деформация полевых шпатов, интенсивная деформация и агрегизация слюдов, появление контактов, осложненных грануляцией и начальным бластезом	Гидрослюда 2М, 1М, 14Å-хлорит, каолинит
	МК <sub>3</sub> <sup>1</sup>	2,5...2,6	**2,42...2,46			*Стабилизация монтмориллонита и смешанослойных фаз, гидрослюдизация каолинита
	МК <sub>3</sub> <sup>2</sup>		**2,47...2,51			**То же и начало дегидратации гидрослюда; гидрослюда 2М <sub>1</sub> , серицит, 14Å-хлорит

Примечание. \* – данные Н. В. Логвиненко, Л. В. Орловой, 1987; \*\* – данные Е. А. Предтеченской и др., 1993.

В породах рассматриваемых песчаников часто встречается катагенетический средне- и крупночешуйчатый каолинит с высокой степенью структурной упорядоченности. По сравнению с каолинитом «сухих» нефтенасыщенных песчаников каолинит водонасыщенных песчаников имеет крупные и наиболее морфологически развитые кристаллы, обладающие большей степенью совершенства структуры. Образование его происходит в результате взаимодействия глинозема и кремнезема в породах терригенных пород при фильтрации сквозь них кислых вод.

С этапом катагенеза связано образование пелитоморфного «хлопьевидного» сидерита по биотиту и его сферолитовых и мелкоромбоэдрических модификаций, а также развитие по кальциту более позднего тонкокристаллического доломита. Ряд исследователей (Недоливко и др., 2001; Прошляков, 1991) появление сферолитов сидерита считают индикатором позднего катагенеза.

Возникновение в породах песчано-алевритовых пород аутигенных гидрослюд и хлоритов некоторые исследователи (Пустовалов, 1940) связывают в основном с действием повышенных температур и минерализованных подземных вод. Как было показано Г. Н. Перозио (1967) и О. В. Бурлевой [4], аутигенный альбит и альбит-олигоклаз появляются в разрезах Западной Сибири с готерив-баррема и почти исчезают в келловей-оксфорде.

Исследования трансформации глинистых минералов в процессе уплотнения и дегидратации показали, что с ростом глубины захоронения кристаллическая решетка монтмориллонита изменяется от разбухающей до неразбухающей. Следовательно, ту глубину, где исчезает монтмориллонит, Е. А. Предтеченская предлагает рассматривать как некий маркирующий уровень. Индикаторами начального этапа стадии глубинного катагенеза являются дикцит, высокотемпературный кварц, С-Т-опал и халцедон, а также вторичные альбит и адуляр. Таким образом, по составу и ассоциациям глинистых минералов в цементе алеврито-песчаных пород можно судить о степени катагенетической преобразованности последних и ОВ в них. Вместе с тем, ряд исследователей (Коссовская, Шутов, 1976; Соколов, Абля, 1999 и др.) обращали внимание на особенности минеральных ассоциаций в ряде ОБ, свидетельствующие об отклонениях от общепринятых закономерностей. В тектонически активных зонах таких ОБ в условиях повышенного теплового потока степень изменения ОВ не совпадает с фоновыми катагенетическими изменениями алюмосиликатных пород, т. е. имеет место несовпадение границ между стадиями катагенеза, установленными по степени изменения ОВ и пород. В Западной Сибири это проявляется в широком развитии термодинамически неустойчивых минералов (смектитов, гидрослюд модификации 1М, септохлоритов и др.), обнаруженных в породах, испытавших по результатам определения величины  $R_0$  (Матусевич и др., 2008) глубокий катагенез. Примеры вышеупомянутого несоответствия связаны с вторичным разуплотнением песчани-

ков под действием горячих циркулирующих на глубине растворов. Порода, характеризующиеся высокими стадиями изменения ОВ, в таких случаях становятся рыхлыми, легко проницаемыми (Колокольцев и др., 2008; Матусевич и др., 2008). В прогретых (в том числе и упомянутыми водами) породах ОВ преобразуется легче, чем минеральное.

Напомним, что на большую чувствительность ОВ (углей) к изменению температуры по сравнению с осадочными терригенными породами ранее указывали Ю. Р. Мазор и А. К. Матвеев (1974). Ю. Р. Мазор (1983) писал о невозможности «...прямого сопоставления стадий изменения углей и вмещающих пород и механического перенесения терминов стадийного преобразования осадочных пород на превращения ОВ..., поскольку ни объемы, ни начало и конец одноименных процессов изменения углей и вмещающих их пород не совпадают во времени за исключением двух начальных стадий – седименто- и диагенеза...». По мнению В. М. Матусевича и его коллег (2008), недоучет характера наложенных (эпигенетических) изменений пород, содержащих ОВ, приводит к неправильной оценке регионального уровня литогенеза осадочных толщ и прогнозу нефтегазонасности территорий. На эту же особенность катагенетического преобразования пород Западно-Сибирского ОБ обращает внимание и Е. А. Предтеченская [13]. В своих работах она описывает катагенетические аномалии, индикаторами которых, наряду с повышенными концентрациями аутигенных минералов, а также появлением минералов, не типичных для данных глубин, служит несовпадение границ между зонами катагенеза, установленным по структурным и минеральным индикаторам, и зонами, установленными по степени преобразования ОВ. Аномалии прослеживаются на различных стратиграфических уровнях и приурочены, в основном, к зонам надрифтовых желобов и узлам их пересечений. Следует помнить, что температура в недрах надрифтовых ОБ испытывала значительный подъем в периоды тектонической перестройки региона (А. Д. Коробов называет это явление тектоно-гидротермальной активизацией – ТГА), а затем, во время относительного тектонического покоя, существенно снижались. Всплески такой термальной активности происходили на фоне погружения ОБ. Как известно, имевший место в надрифтовых ОБ тепломассоперенос способствовал продуцированию УВ (Аммосов и др., 1980; Гречишников, 1978, 1991) и являлся причиной возникновения флюидодинамических систем нефтегазообразования (Соколов, Абля, 1999). Показатель отражения витринита, как известно, фиксирует ту максимальную температуру прогрева пород, которая когда-то была достигнута на исследуемом участке (Аммосов и др., 1980). Поэтому в ОБ, испытавших неоднократную ТГА, температура, полученная по маркам метаморфизма углей, как правило, не соответствует современной, а является палеотемпературой (на что мы уже обращали внимание ранее).

А. Д. и Л. А. Коробовыми [8] разработана минералогокатагенетическая шкала фазовой зональности УВ для ОБ с ископаемым континентальным рифтом. Она отражает схему сопоставления шкал катагенеза и углефикации ОБ и вертикальной зональности нафтидогенеза с вертикальной температурой и метасоматической зональностью гидротермальных систем надрифтовых ОБ (рис. 14).

Как отмечалось, при тектонической перестройке седиментационных бассейнов с погребенным континентальным рифтом циркулирующие по ослабленным направлениям горячие воды участвуют в эпигенетическом минералообразовании и, в частности, приводят к возникновению цеолитов и сопутствующих глинистых минералов.

Как известно, в областях тектоно-магматической активизации (ТМА) наиболее высокотемпературные метасоматические формации или зоны (на отметках свыше 3 км) представлены актинолитовой, эпидот-хлоритовой и пренитовой фациями; промежуточные зоны (от 1 до 3 км) – хлорит-альбитовой фацией; приповерхностные зоны (менее 1 км) – цеолитовой и трансильванской фациями. Среднетемпературная (хлорит-альбитовая) пропилитизация характеризуется появлением в метасоматитах равновесного парагенезиса альбит + эпидот + хлорит + пирит + лейкоксен (Коржинский, 1953, 1961). Низкотемпературная пропилитизация подразделяется на цеолитовую (ломонтит, анальцин, вайрацит, нотролит + хлорит + адуляр + пирит) и трансильванскую (карбонат + иллит + хлорит + + селадонит + адуляр + пирит; Коробов и др., 2004).

Установлено (Коробов и др., 2004, 2005, 2008), что характер эпигенетических изменений пород фундамента и осадочного чехла Западно-Сибирской плиты (ЗСП) контролируется разрывными нарушениями и определяется вспышками гидротермальной деятельности, которая сопровождала периоды тектонической перестройки региона. В течение мезозоя активизация ЗСП возобновлялась неоднократно. В частности, она наблюдалась в средней юре (180 ... 160 млн лет), раннем мелу – неокоме (145 ... 120 млн лет) и позднем мелу – раннем палеогене (100 ... 60 млн лет) (Федоров и др., 2004). Это увязывается с представлениями В. С. Бочкарева (Бочкарев и др., 2005), согласно которым максимальный разогрев пород осадочного чехла в Западной Сибири, сопряженный с активным погружением бассейна, т. е. с его тектонической активизацией, приходился на среднеюрско-поздне меловое время. Во время этой ТГА эпицентры гидротермальных процессов были сосредоточены в погребенных рифтах и изолированных впадинах, порожденных раннемезозойским континентальным рифтогенезом (Коробов и др., 2004). В наложенных на домезозойское основание структурах, выполненных ниже-среднетриасовыми изверженными породами, зарождались и циркулировали горячие растворы, проникавшие в осадочный чехол по разломам. Различия тектонической позиции рифтов и генетически с ними связанных изолированных впадин (Сурков,

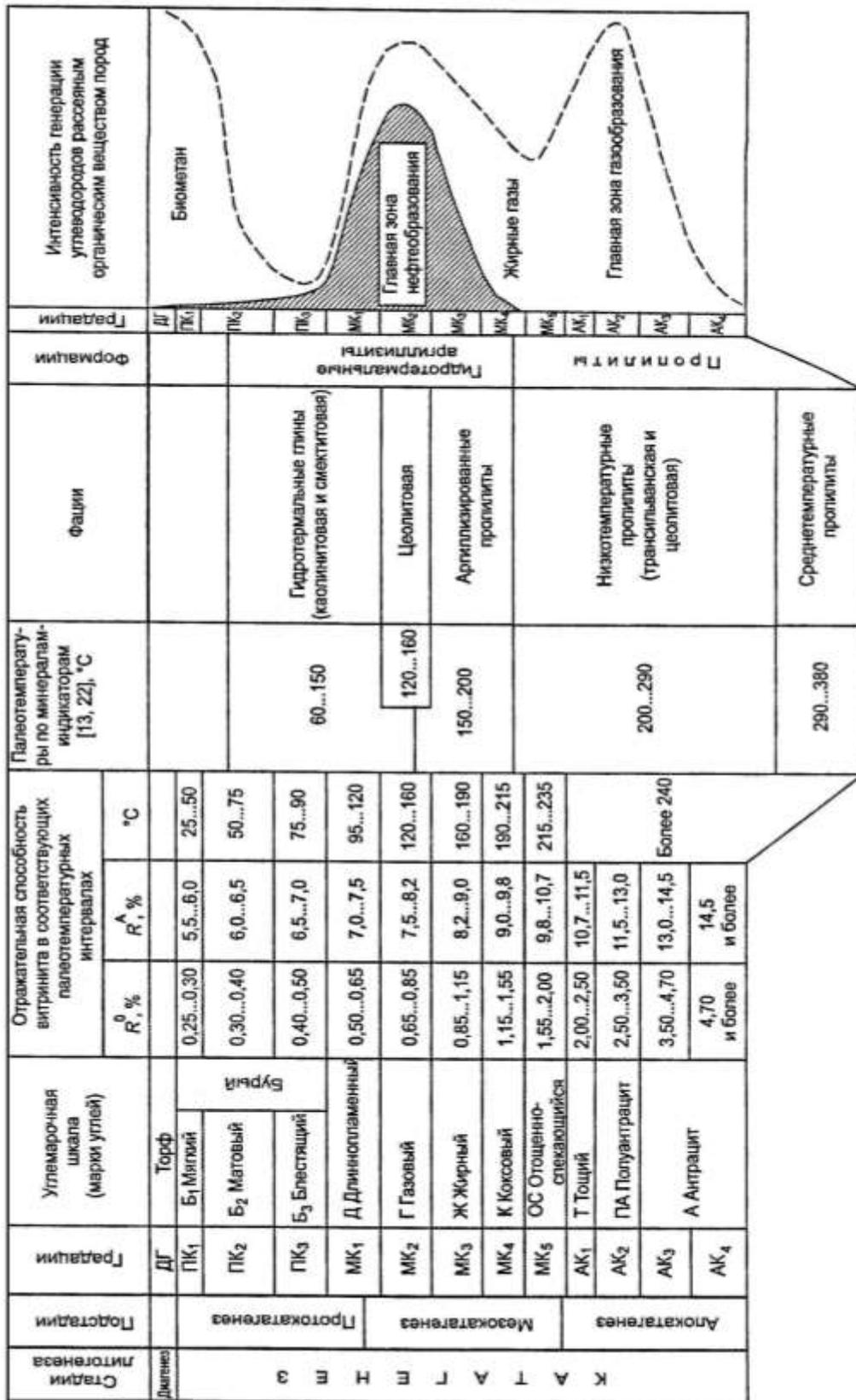


Рис. 14. Принципиальная схема сопоставления шкал катагенеза и углефикации ОВ (Аммосов и др., 1980; Конторович и др., 1990) и вертикальной зональности нефтегенеза (Вассоевич, 1986) с вертикальной температурной и метасоматической зональностью гидротермальных систем осадочных бассейнов с погрешенным континентальным рифтом (Коробов, 1995; Коробов, Коробова, 2010)

Смирнов, 2003) определили спецификазаполняющего их изверженного материала и протекавших в этих структурах гидротермальных процессов как доплитной, так и более поздней стадий. По данным А. Д. Коробова с соавторами (2004, 2005) в рифтах господствовало высокотемпературное, а в изолированных депрессиях – низкотемпературное гидротермально-метасоматическое минералообразование, что, в частности, подтверждается зональным развитием цеолитов. На примере Тальниковой площади Шаимского НГР (изолированные впадины) установлено (Иванов и др., 2002), что с приближением к кислым экстрезивным куполам (породы туринской серии) перлиты сначала метасоматически замещаются клиноптилолитом, а затем более высокотемпературным морденитом (иногда в ассоциации с левинитом), что соответствует цеолитовой фации гидротермальных аргиллитов. В самих же рифтах (скв. СГ-6) аналогичный изверженный материал в зонах цеолитизацииломонитизирован (Казанский, 1995), что отвечает уже фации низкотемпературных аргиллитов (см. рис. 14). Основываясь на существовании определенных парагенезисов цеолитов и слоистых силикатов (Дриц, Коссовская, 1985, 1991) А. Д. Коробов (1995) утверждает, что увеличение температуры гидротермально-метасоматического минералообразования при переходе от изолированных впадин к рифтам отражается в закономерной смене не только самих цеолитов, но и генетически ассоциируемых с ними глинистых минералов. Это подтверждается и различием современных температур, замеренных на одинаковой глубине в стволах скважин, пробуренных на различных расстояниях от погребенного континентального рифта. Так, непосредственно в надрифтовом желобе центральной части плиты (Черемшанская площадь) на глубине 3007 м зафиксирована пластовая температура 157 °С. На борту желоба (Восточно-Таркосалинская площадь) она составляет уже 105 °С, а на удалении от желоба (Западно-Таркосалинская площадь) подает до 93 °С (Сурков и др., 1982).

По мнению ряда геологов (Коробов, 2010; и др.) глинистый цемент коллекторов месторождений Западной Сибири сформировался за счет кластогенного биотита в процессе его гидротермального перерождения. Вместе с тем, одинаковый механизм формирования таких цементов даже в разновозрастных коллекторах зачастую приводит к новообразованию хлоритов разного состава. Так, на газоконденсатных месторождениях Северо-Хальмерпаютинской площади А. Д. и Л. А. Коробовыми [8] установлен Mg-хлорит, на Ватинском нефтяном месторождении (Широтное Приобье) в валанжинских коллекторах диагностирован Fe-Mg-хлорит (Котельников, Колобова, 1972), на Южно-Ягунском нефтяном месторождении в тех же по возрасту продуктивных алевро-песчаниках присутствует Fe-хлорит (Колокольцев и др., 2008). Установленная смена железистых хлоритов магниезальными через промежуточные Fe-Mg(Mg-Fe) разности происходит при повышении температуры, а также росте концентрации и активности маг-

ния в гидротермальных растворах. Последнему обстоятельству способствует разрушение нестойких высокомагнезиальных силикатов, а возможно и воздействие мантийных флюидов [8].

Учитывая изложенное, А. Д. и Л. А. Коробовы (2008) дают нижеследующее объяснение полученным фактам с позиции пространственного размещения месторождений УВ разного фазового состава относительно ископаемых рифтов ЗСП. Большехетская синеклиза с находящейся в ее пределах Северо-Хальмерпаютинской площадью с трех сторон окружена погребенными континентальными рифтами: на западе и севере – Колтогорско-Уренгойским, на востоке – Худосейским (Сурков, Смирнов, 2003). В них рифтовый комплекс представлен высокомагнезиальными и их пирокластическими аналогами ( $T_{1-2}$ ). Как уже было отмечено выше, в периоды тектонической активизации именно в рифтовых системах зарождались высокотемпературные богатые магнием растворы, проникавшие по разломам в породы чехла. На удаленных от погребенных рифтов Ватинском и Южно-Ягунском месторождениях в периоды ТГА УВ-производящие породы чехла испытывали воздействие менее нагретых и менее богатых магнием пород. Этими обстоятельствами А. Д. и Л. А. Коробовы объясняют корреляцию зональности состава аутигенных хлоритов из коллекторов с фазовой зональностью находящихся в этих коллекторах нефтяных месторождений (Fe-хлорит, Fe-Mg-хлорит) → газоконденсатные месторождения (Mg-хлорит). Таким образом, по мнению А. Д. и Л. А. Коробовых (2008) в ОБ с погребенным континентальным рифтом устанавливается контроль фазовой зональности УВ прогревом материнских толщ в процессе ТГА, а сама фазовая зональность УВ для Западно-Сибирского НГБ представляется следующим образом: газ (330–280 °С) → газоконденсат (280–200 °С) → нефть + газоконденсат (200–170 °С) → нефть (170–60 °С).

### **3.3. Пример построения и интерпретации модели прогрева**

В этом разделе методических указаний приведен пример построения конкретной модели прогрева и ее интерпретации с учетом результатов изучения НГМ-свойств триасовых отложений севера ЗСП, выполненные учеными Пермского гос. университета и ОАО «КамНИИКИГС» [16]. Здесь объектом исследования явились осадочные породы триаса, вскрытые Ярудейской параметрической скважиной 38 (забой 5010 м, одноименный прогиб в северо-западной части Надым-Тазовской синеклизы), а также сопоставление результатов их изучения содновозрастными породами, вскрытыми Тюменской сверхглубокой скважиной СГ-6 (забой 7502 м, осевая часть Нижнепурского мегапрогиба, Уренгойский НГР) и Ен-Яхинской сверхглубокой скважиной СГ-7 (забой 8250 м, Ен-Яхинский прогиб, в 200 км на СЗ от СГ-6, в седловине между куполами Песцового и Ен-Яхинского поднятий). В результате литолого-стратиграфических исследо-

ваний возраст терригенных триасовых отложений по остаткам флоры и данным споро-пыльцевого метода определен как средне(?)-верхнетриасовый, а вскрытый разрез со стратотипом в интервале 3834...4397,5 м Ю. А. Ехлаковым (2008) назван тьявинской свитой.

Выделение НГМ-пород и свиты в разрезе Ярудейской скважины проводилось на основе следующих диагностических признаков: литолого-фациальных особенностей пород (относительная однородность терригенной толщи, доля глинистых пород не менее 35 %, преимущественно восстановительные геохимические фации), комплекса литолого-геохимических данных (тип и содержание ОВ, плотность которого в НГМ-свите должна быть более 1 млн т/км<sup>2</sup>, присутствие автохтонных и параавтохтонных битумоидов и др.). Осадконакопление в триасовое время происходило в обстановках периодически меняющихся от прибрежно-морских, опресненных лагун до озерно-болотных. Тьявинскую свиту слагают переслаивающиеся песчаники, алевролиты, аргиллиты, а также гравелиты, конгломераты и туффиты.

По распределению ОВ и битуминозных компонентов в НГМ-свите К. А. Мещеряков с соавторами [11] выделяют две пачки (1 – 3972...4075 м и 2 – 3834...3972 м). Литологически они представлены переслаиванием алевролитов, песчаников с прослоями аргиллитов, а в верхней пачке присутствуют и туфоалевролиты. Что касается  $C_{орг}$  и битуминозных компонентов, то их содержание в нижней пачке 1 относительно верхней увеличивается почти в 2 раза.

В отложениях кровли среднетьявинской и верхнетьявинской подсвит в пачке 1 из интервала 3972...4075 м залегают глинистые алевролиты, алевролитистые аргиллиты и углистые песчаники. При содержании  $C_{орг}$  в среднем 2,5 % породы равномерно обогащены битумоидами (до 0,94 %  $B_{хл.}$ ), битумоидный коэффициент – от 12,5 до 26,7 %. Широкий диапазон колебаний пиролитических характеристик ОВ пород –  $S_1$  (от 0,02 до 24,5 мг/г породы) и  $S_2$  (от 0,02 до 59,6 мг/г породы) связан с развитием процесса генерации УВ в НГМ-породах. Параметр  $T_{max}$  не превышает 457 °С, что по мнению К. А. Мещерякова с соавторами, указывает на нахождение отложений в ГЗН. Водородный индекс НІ в основном менее 300 мг/г  $C_{орг}$ , что свидетельствует о доминировании гумусового ОВ. Значения индекса нефтяной продуктивности РІ (в основном менее 0,5) указывают на отсутствиемакроаккумуляции УВ нефтяного ряда, несмотря на высокие концентрации битумоидов и признаки миграции. Значения общего нефтяного потенциала ( $S_1 + S_2$ ), особенно в аргиллитах и глинистых алевролитах, отражают богатый нефтематеринский потенциал ( $P_{нм}$ ) пород.

Аргиллиты и глинистые алевролиты пачки 2 при содержании  $C_{орг}$  до 3,53 % отличаются от пачки 1 меньшими: концентрациями битумоидов всех видов, степенью битуминозности ( $\beta_{хл.}$  в среднем 13,7 %), количеством свободных УВ нефтяного ряда ( $S_1$  до 6,48 мг/г), водородным индексом

Н<sub>1</sub>(в основном до 200 мг/г С<sub>орг</sub>). Т<sub>max</sub> (от 441 до 457 °С) соответствует градации катагенеза МК<sub>2</sub>. В прослоях песчаников из этого интервала отмечены повышенные для исследуемого разреза концентрации аллохтонных битумоидов (до 0,156 % Б<sub>хл</sub> смолистого типа), битумоидный коэффициент изменяется в пределах 22,3...28,6 %, что свидетельствует, по мнению К. А. Мещерякова с соавторами [11], о развитии не только первичной, но и вторичной миграции УВ.

С учетом среднего содержания С<sub>орг</sub> 1,8 % для всей НГМ-свиты, толщины НГМ-пород 162 м и средней плотности пород 2,3 г/см<sup>3</sup> было определено количество С<sub>орг</sub> в свите. Оно оказалось равным 6,71 млн т/км<sup>2</sup>, что соответствует НГМ-свите с промышленным потенциалом генерации УВ.

На основании моделирования процессов нефтегазообразования с использованием программы PetroMod 1D (рис. 15) установлено, что подошва и кровля НГМ-свиты в триасовых отложениях вступили в ГЗН в первой половине мелового периода: соответственно приблизительно 120 и 113 млн лет назад. В результате, как считает К. А. Мещеряков с соавторами [11], генерированные УВ могли заполнить только ловушки триасовых и юрских отложений. В начале кайнозоя (55 млн лет назад) началось постепенное затухание процессов погружения с последующим *выстуживанием* отложений, следовательно, произошло замедление процессов нефтеобразования.

По результатам моделирования ГЗН в разрезе располагается на глубине 2570...4397,5 м (интервал 2570...3390 м отнесен к градации катагенеза МК<sub>1</sub>, интервал 3390–4397,5 м – к градации МК<sub>2</sub>). В целом, полученные данные соответствуют приведенным ниже (табл. 4) геохимическим результатам и указывают на перспективность триасовых отложений на нефть.

Ранее (Т. В. Белоконь-Карасева и др., 2006) в триасовых отложениях, вскрытых скважинами СГ-6 и СГ-7 на глубинах более 6 км, также были выявлены НГМ-свиты. Эти скважины обнаружили сходные отложения триаса, представленные в средней и верхней частях терригенными породами тампейской серии, а в нижней – эффузивами красноселькупской серии (рис. 16). По геохимическим параметрам осадочные триасовые породы скважин СГ-6 и СГ-7 обеднены битумоидами по сравнению с Ярудейской скважиной при сходном гумусовом типе ОВ и распределении содержаний С<sub>орг</sub>. По данным определения Т<sub>max</sub> (см. табл. 4) НГМ-свиты в разрезе скважин СГ-6 и СГ-7 испытали значительно более жесткие катагенетические преобразования – до АК<sub>2</sub>. В скважине СГ-6 по литолого-фациальным данным, содержанию ОВ и битуминозных компонентов в разрезе пурской свиты (аргиллиты, алевролиты и песчаники) выделены НГМ-породы в интервале 6012 м (см. рис. 16, Белоконь-Карасева и др., 2006). НГМ-потенциал пород (см. табл. 4): фоновое содержание ОВ более 1 %, С<sub>орг</sub> достигает 6,8 %, максимальными концентрациями (> 3 %) отличаются аргиллиты, минимальными (0,11 %) – песчаники. Преобладающий тип ОВ – сапропелево-

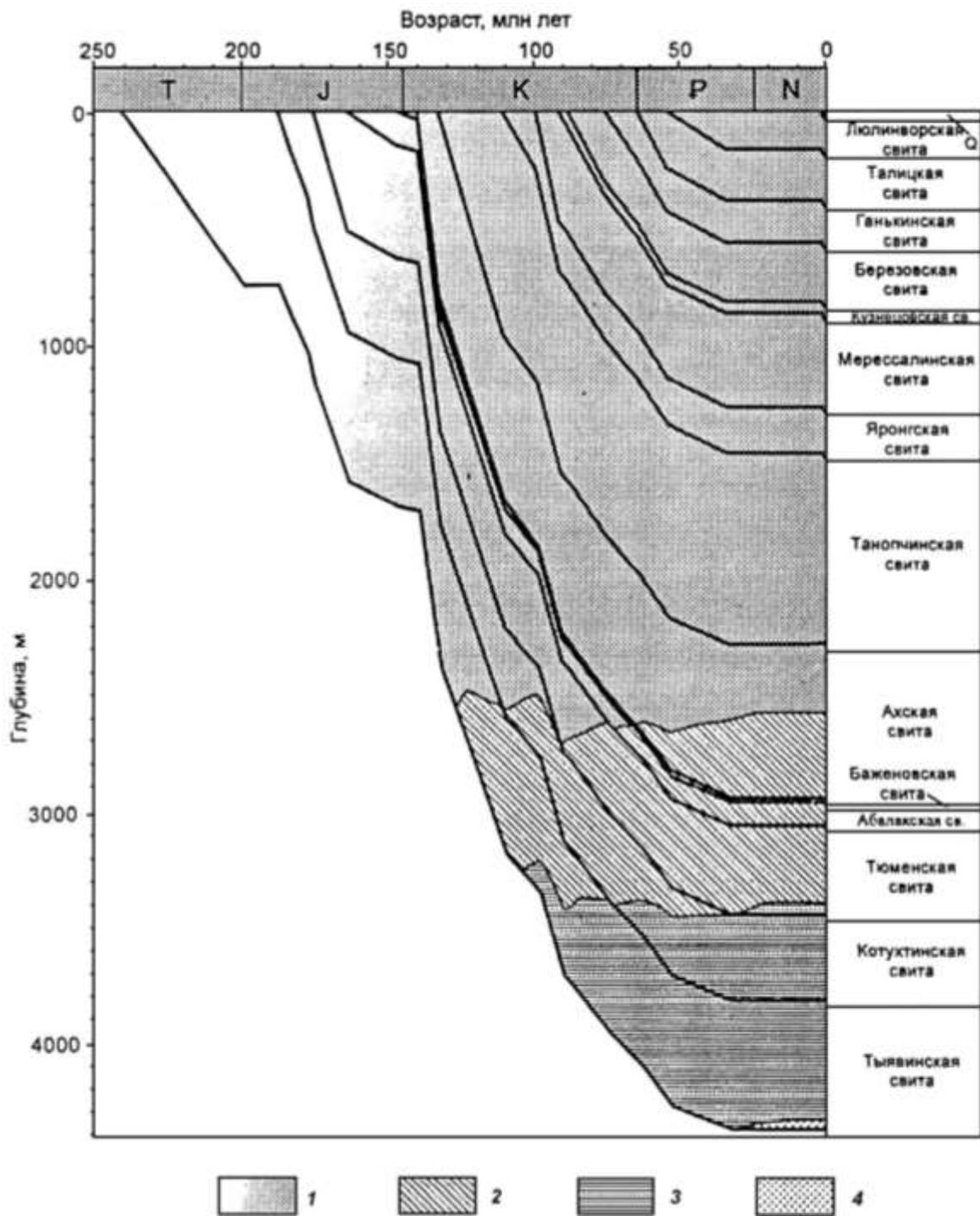


Рис. 15. Модель эволюции катагенетической зональности в районе бурения Ярудейской скв. 38[11]:

1 – незрелое ОВ; 2–4 – градации катагенеза: 2 – МК<sub>1</sub>, 3 – МК<sub>2</sub>, 4 – МК<sub>3</sub>

Таблица 4

**Результаты пиролиза ОБ НГМ-пород триасовых отложений севера  
Западной Сибири (по К. А. Мещерякову и др., 2010; с сокращениями)**

Скважина	Интервал НГМ-пород, м		C <sub>орг</sub> , %	Б <sub>хл</sub> , %	S <sub>1</sub> , мг/г породы	S <sub>2</sub> , мг/г породы	T <sub>max</sub> , °C	P <sub>J</sub>	H <sub>J</sub> , мг/г C <sub>орг</sub>
	кровля, м	подош- ва, м							
Тюменская (СГ-6)	6023	6191	2,06 (13)	0,028 (12)	0,2 (14)	0,28 (14)	555,85 (13)	0,84 (14)	16,47 (13)
Ен-Яхинская (СГ-7)	6260	6504	1,04 (31)	0,002 (37)	0,05 (39)	0,3 (39)	597,2 8 (32)	0,27 (39)	6,22 (31)
Ярудейская-38	3834	4075	1,88 (36)	0,26 (95)	1,15 (95)	5,57 (95)	450 (93)	0,19 (88)	225,0 (34)

гумусовый, битуминозность пород низкая. Степень битуминозности пород ( $\beta$ ) достигает 9,4 %; однако для трех образцов  $\beta$  менее 1 %, что связано с высокой степенью их катагенеза. Более 50 % пород относятся к НГМ, реализовавшим нефтяной потенциал (Карасева и др., 1996).  $S_1$  изменяется от 0,04 до 0,62 мг/г. Значения  $T_{max}$  достаточно высоки. Эти НГМ-породы прошли ГЗН и находятся в ГЗГ, достигнув градации катагенеза АК<sub>1</sub>. В ГЗН отложения свиты вошли приблизительно 150 млн лет назад (J<sub>3</sub>), а вышли из нее 125 млн лет назад (K<sub>1g</sub>).

В разрезе Ен-Яхинской скважины НГМ-породы выделены в составе пурской свиты в интервале 6226...6504 м и представлены переслаиванием углистых аргиллитов, глинистых алевролитов, реже песчаников и углей. Свободные нефтяные УВ присутствуют в них в очень низких количествах ( $S_1$  до 0,14 мг/г), водородный индекс H<sub>J</sub> вследствие истощения НГМ-потенциала менее 10 мг/г C<sub>орг</sub>.

НГМ-свита в триасовых отложениях, вскрытых Ен-Яхинской скважиной, также находится в ГЗГ, но на градации катагенеза АК<sub>3</sub>. Подошва свиты вошла в ГЗН приблизительно 180 млн лет назад (в начале среднеюрского времени), вышла – 130 млн лет назад (в середине мелового времени). Таким образом, свита находилась в ГЗН около 50 млн лет и полностью реализовала свой нефтяной потенциал. Эмигрировавшие нефтяные УВ, как и в случае со скважиной СГ-6, скорее всего (по мнению пермских ученых [11]), были рассеяны или в последующем подвергались разрушению в условиях жесткого катагенеза.

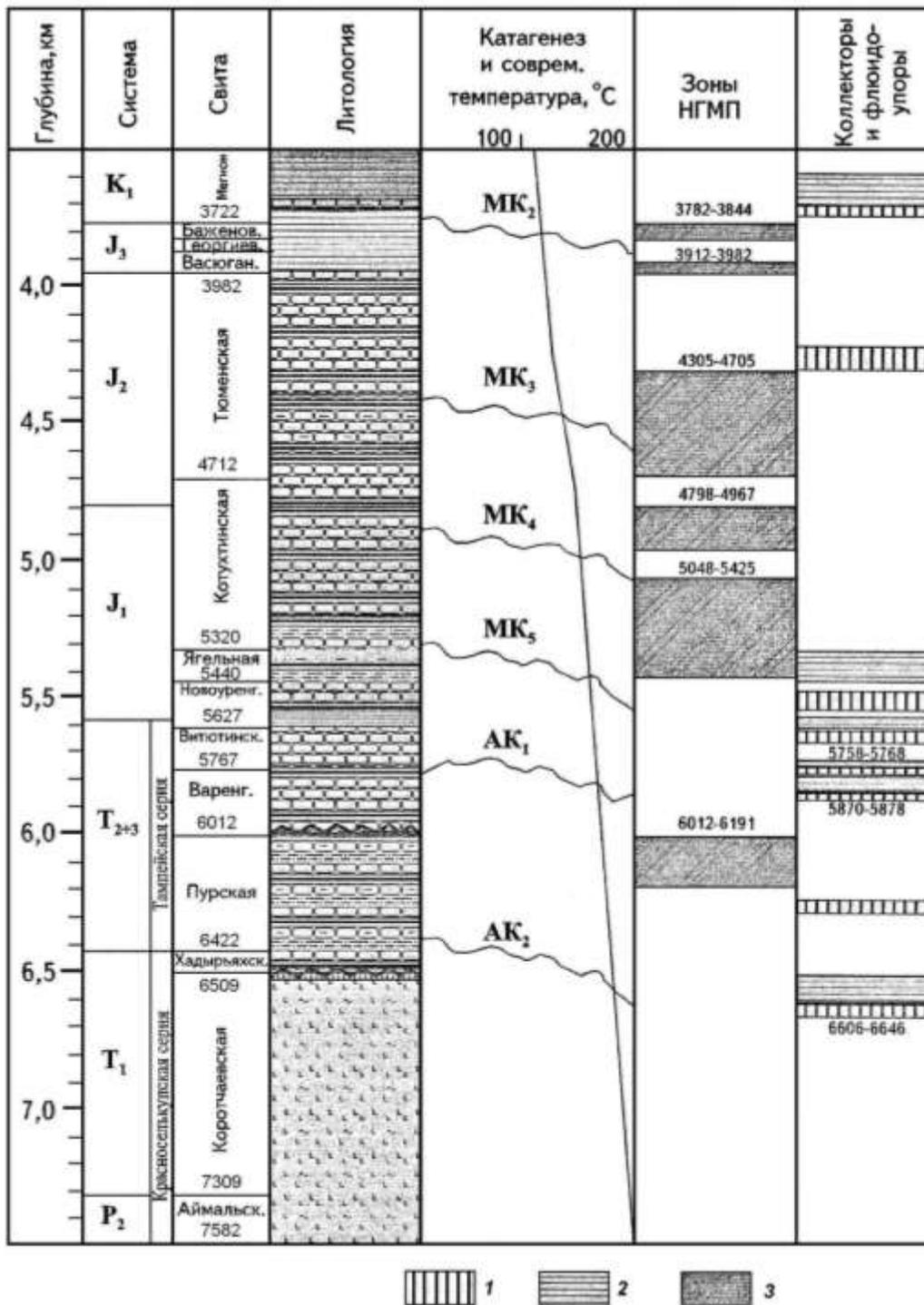


Рис. 16. Схематический геологический разрез СГ-6 (Т. В.Белоконь-Карасева, 2006):  
 1 – коллекторы; 2 – флюидоупоры; 3 – нефтегазоматеринские породы

Сравнительный анализ в целом близких по исходному потенциалу НГМ-свит (табл. 5) показывает, что основное их различие связано с катагенетическими преобразованиями ОВ пород.

Таблица 5

**Характеристика НГМ-свит триасовых прогибов  
(по К. А. Мещерякову и др., 2010; с изменениями)**

Параметры НГМ свиты	Нижнепурский прогиб	Ен-Яхинский прогиб	Ярудейский прогиб
Геологический возраст	T <sub>2+3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Глубина, м: кровля подошва	6012 6191	6260 6504	3834 4075
Литологический состав	Аргиллиты, глинистые алевролиты, глинистые песчаники	Углистые аргиллиты, глинистые алевролиты, песчаники	Глинистые алевролиты, песчаники с прослоями углистых аргиллитов
Градации катагенеза ОВ пород	AK <sub>1</sub> -AK <sub>2</sub>	AK <sub>3</sub>	MK <sub>2</sub>
Доминирующий тип ОВ	Гумусовый	Гумусовый	Гумусовый
Тощина НГМ-пород в свите, м	102(51 %)	180 (74%)	162 (70 %)
S <sub>орг.ср.</sub> , %	1,75	1,04	1,8
Плотность содержания S <sub>орг.</sub> , млн т/км <sup>2</sup>	4,02	4,31	6,71
Геологическое время вхождения в ГЗН, млн лет назад	150	180	120
Геологическое время выхода из ГЗН, млн лет назад	125	140	55 (прекращение погружения)
Время пребывания в ГФН, млн лет	25	40	65

Если в Ярудейском прогибе относительно невысокий катагенез (МК<sub>2</sub>) обеспечивает развитие только процессов нефтеобразования, то в Ен-Яхинском и Нижнепурском прогибах НГМ-свиты почти полностью реализовали нефтяной потенциал более 100 млн лет назад и активно участвовали в процессах газообразования. При этом в первом случае прогиб развит в основном в нефтеносном районе по верхним горизонтам, во втором – в газоносном. Такое совпадение свидетельствует о возможном влиянии глубокопогруженных НГМ-свит триаса севера ЗСП на формирование залежей в вышележащих горизонтах вследствие вертикальной миграции УВ разного фазового состояния.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем учебно-методическом пособии рассмотрены некоторые задачи, решение которых важно при поисково-разведочных работах на нефть и газ. Эти задачи охватывают сравнительно небольшой, но достаточно представительный круг проблем, стоящих перед геологом, изучающим строение перспективной на нефть и газ территории.

Выработка навыков направленной обработки геологических и геофизических данных, в первую очередь глубокого бурения – необходимое условие создания достоверной геологической информации, получившей от профессора МГУ И. О. Брода название «основных геологических документов». Они включают в том числе: схемы корреляции разрезов скважин, геологические профильные разрезы, структурные и палеогеографические карты, а также палеотектонические профильные разрезы, изопахические треугольники и модели прогрева. Первая часть этих документов осваивается студентами в процессе изучения таких дисциплин, как «Структурная геология», «Основы палеонтология и общая стратиграфия», «Историческая геология», «Геофизические методы исследования скважин». Вторая часть, являющаяся предметом настоящего учебного пособия, отражает историю формирования структур, условия и время генерации, миграции и аккумуляции в благоприятных структурах нефти и газа. Все сделанные в процессе выполнения работы построения должны быть увязаны между собой и в конечном счете служить обоснованием перспективности изучаемой площади на предмет обнаружения здесь залежей УВ.

Рассмотренными в настоящем пособии методами историко-генетических построений не исчерпывается вся возможная тематика курсовых работ по дисциплине «Геология и геохимия нефти и газа. При наличии определенного материала и возможностей курсовые работы могут быть посвящены вопросам геохимии нефтей и вмещающих их пород. Такие работы могут быть выполнены под руководством профессоров кафедры – сотрудников Института геологии и геохимии УрО РАН на его лабораторной базе. Объектами курсовых работ могут быть и минералы-индикаторы степени катагенеза терригенных пород, изучаемые в прозрачных шлифах и физическими методами, опять же с привлечением лабораторной базы ФГГ УГГУ и ИГГ УрО РАН.

## АББРЕВИАТУРА

ВЗГ	– верхняя зона газообразования
ВНИГНИ	– Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт
ГЗГ	– главная зона газообразования
ГЗН	– главная зона нефтеобразования
ГКС	– газоконденсатная система
ГНП	– газонефтеносная провинция
ГФН	– главная фаза нефтеобразования
ЗНГН	– зона нефтегазонакопления
ЗС	– Западная Сибирь
ЗСНГП	– Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция
ЗСП	– Западно-Сибирская плита
ИГГ УрО РАН	– Институт геологии и геохимии УрО РАН
ИНГГ	– Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А.Трофимука СО РАН
ЛП	– локальное поднятие
ЛСК	– литолого-стратиграфический комплекс
МГУ	– Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова
ММП	– многолетнемерзлые породы
НГБ	– нефтегазоносный бассейн
НГМ	– нефтегазоматеринская (порода, свита, толща)
НГО <sub>г</sub>	– нефтегазообразование (очаг НГО)
НГО <sub>р</sub>	– нефтегазоносная область
НГП	– нефтегазоносная провинция
НГР	– нефтегазоносный район
НТД	– новейшие тектонические движения
ОБ	– осадочный бассейн
ОВ	– органическое вещество
РГУНГ	– Российский государственный университет нефти и газа им. И. М. Губкина
СГ	– сверхглубокая (скважина)
ТГА	– тектоно-гидротермальная активизация
ТМА	– тектоно-магматическая активизация
ТП	– тепловой поток
УВ	– углеводороды
ФГГ УГГУ	– факультет геологии и геофизики УГГУ

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная литература

1. *Машкович А. К.* Методы палеотектонических исследований в практике поисков нефти и газа. М.: Недра, 1976. 222 с.
2. *Соколов Б. А., Кравченко Т. П., Трофимук А. А.* Структурные и историко-генетические построения при поисках нефти и газа. М.: Изд-во МГУ, 1991. 96 с.
3. Теоретические основы и методы поисков нефти и газа / А. А. Бакиров, Э. А. Бакиров, В. С. Мелик-Пашаев, Л. П. Мстиславская, В. Ю. Керимов, Г. Т. Юдин /под ред. А. А. Бакирова. М.: Высшая школа, 1987. 384 с.

### Дополнительная литература

4. *Бурлева О. В.* Постседиментационные преобразования келловей-оксфордских отложений Обь-Иртышского междуречья: процессы и минеральные ассоциации / Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. М.: ОАО «ВНИИОЭН», 2008. № 6. С. 9-22.
5. *Геология и полезные ископаемые России.* Т. 2. Западная Сибирь / Ред. А. Э. Конторович, В. С. Сурков. СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. 479 с.; т. 3. Восточная Сибирь / ред. Н. С. Малич. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2002. 396 с.; т. 1. Запад России и Урал. Кн. 1. Запад России / ред. Б. В. Петров, В. П. Кириков. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. 528 с.
6. *Гурьев И. М.* Катагенетические преобразования нефтегазоматеринских пород в истории развития юго-восточной части Надымской впадины // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. М.: ОАО «ВНИИОЭН», 2009. № 9. С. 11-18.
7. *Клещев К. А., Шеин В. С.* Нефтяные и газовые месторождения России: справочник в 2-х книгах. Кн. 1 – европейская часть России, 832 с.; Кн. 2 – азиатская часть России, 720 с. М., 2010.
8. *Коробов А. Д., Коробова Л. А.* Парагенезисы и история формирования глинистых минералов терригенных коллекторов Западной Сибири – ключ к прогнозу зон нефтегазонакопления // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. М.: ОАО «ВНИИОЭН», 2010. № 10. С. 13-21.
9. *Курчиков А. Р., Ставицкий Б. П.* Геотермическая история осадочного чехла Западной Сибири // Осадочные бассейны и их нефтегазоносность. М.: Наука, 1989. С. 167-173.
10. *Максимов Е. М.* Литология природных резервуаров нефти и газа: учебное пособие. М.: ЦентрЛитНефтегаз, 2008. 432 с.
11. *Нефтегазоматеринские свойства триасовых отложений севера Западной Сибири* / Мещеряков К. А., Пестерева С. А., Субботин Н. Б., Карасева Т. В. / Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. М.: ОАО «ВНИИОЭН», 2010. № 7. С. 4-8.

12. *Нейман В. Б.* Теория и методика палеотектонического анализа. М.: Недра, 1984. 80 с.
13. *Предтеченская Е. А.* Катагенетические преобразования нижне-среднеюрских нефтегазоносных отложений Западно-Сибирского осадочного мегабассейна: автореф. дис. д-ра геол.-мин. наук. Екатеринбург, 2011. 39 с.
14. *Русский В. И.* Нефтегазоносные провинции России и зарубежных стран. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010. 514 с.
15. *Скоробогатов В. А., Соин Д. А.* Геотермические условия газонефте-носности Ямальской области Западной Сибири / Геология нефти и газа, 2009. № 9. С. 25-29.
16. *Соколов Б. А.* Эволюция и нефтегазоносность осадочных бассейнов. М.: Наука, 1980. 234 с.
17. *Федоровский Ю. Ф., Захаров Е. В.* Геологическое прогнозирование нефтеносности карбонатных верхне-среднепалеозойских отложений на российском шельфе Баренцева моря // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. М.: ОАО «ВНИИОЭН», 2008. № 1. С. 4-9.
18. *Шемин Г. Г.* Геология и перспективы нефтегазоносности венда и нижнего кембрия центральных районов Сибирской платформы (Непско-Ботубинская, Байкитская антеклизы и Катангская седловина). Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. 467 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И. о. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
Б1.В.07 ГЕОЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ НЕФТИ И ГАЗА**

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация:

**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Кривихин С.В., к.г.-м.н., доцент

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

(название кафедры)  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.  
(Фамилия И.О.)  
Протокол № 1 от 11.09.2024  
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики  
(название факультета)  
Председатель \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.  
(Фамилия И.О.)  
Протокол № 2 от 11.10.2024  
(Дата)

Екатеринбург

## Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Геология и геохимия нефти и газа» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях:

- ✓ выполнение домашних заданий;
- ✓ освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую программу дисциплины [4];
- ✓ подготовка к экзамену;

Самостоятельная работа студентов направлена на развитие интеллектуальных умений, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по вопросам характеристик нефтегазоносных комплексов.;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

Данные методические указания предназначены для организации самостоятельной работы студентов при освоении отдельных тем дисциплины.

### Методические указания к самостоятельной работе студента

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Геология и геохимия нефти и газа». Здесь указаны наименование и содержание лекционных тем в соответствии с рабочей программой дисциплины [4]. Каждая тема является основой вопросов в экзаменационном билете. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Основной объем информации по каждой теме содержится в учебнике по курсу [1]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература [2, 3, 4]. Для самоконтроля и приобретения навыков решения задач по отдельным разделам дисциплины в последнем разделе приведены контрольные вопросы и упражнения, которые являются основой подготовки к экзамену.

При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.
2. По учебнику [1] освоите каждый структурный элемент темы. Во всех темах указаны разделы и страницы учебника, содержащие данный материал.
3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.
4. Ответьте на контрольные вопросы и выполните рекомендованные упражнения. 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.

Данное учебно-методическое пособие может быть использовано при подготовке ответов на вопросы во время экзамена.

## Содержание курса

### Тема 1. Характеристика природных углеводородных систем [1], с. 11-73.

Круговорот углерода. Понятие о каустобиолитах, их классификации. Каустобиолиты угольного и нефтяного ряда. Химический состав и физические свойства нефти. Хемофоссилии. Химический состав и физические свойства природных горючих газов. Газоконденсатные системы. Газогидраты. Продукты природного преобразования нефтей. Классификации углеводородов.

*Дополнительная литература:* [2, 3, 4].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Химический состав и физические свойства нефти.
2. Хемофоссилии.
3. Химический состав и физические свойства природных горючих газов.
4. Газоконденсатные системы
5. Продукты природного преобразования нефтей.

### Тема 2. Концепции нефтеобразования [1].с. 172-238.

История взглядов на образование нефти. Распределение и состав органического вещества в стратиффере. Осадочно-миграционная теория. Органическое вещество и его эволюция в литосфере. Факторы, благоприятствующие сохранению органического вещества в осадках при седиментации и диагенезе. Трансформация органического вещества при катагенезе. Формирование керогена, его генетические типы. Нефтематеринский потенциал органического вещества. Понятие нефтематеринской породы. Формы и виды миграции углеводородных флюидов. Механизм, геологические и геохимические аспекты различных типов миграции. Формирование и разрушение залежей углеводородов. Современные гипотезы абиогенного (неорганического) происхождения углеводородов. Гипотезы полигенного образования залежей углеводородов.

*Дополнительная литература:* [2, 3, 4].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Понятие о нефтегазоматеринской свите.
2. Современные концепции нефтегазообразования.

### Тема 3. Нефтегазоносные комплексы, природные резервуары и ловушки, покрышки нефти и газа. [1], с. 239-307.

Пустотное пространство пород. Понятие пористости и проницаемости. Классификации пустот. Фильтрационно-емкостные свойства пород. Факторы, влияющие на изменения фильтрационно-емкостных свойств. Коллекторы, их разновидности и классификация. Традиционные и нетрадиционные коллекторы. Породы флюидупоры, их состав и классификация. Природные резервуары и их классификации. Понятие ловушки. Классификации ловушек по различным параметрам. Фации и формации, благоприятные для нефтегазообразования и нефтегазонакопления. Нефтегазоносные комплексы.

*Дополнительная литература:* [2, 3, 4].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Природные резервуары и ловушки

2. Коллекторы нефти и газа.
3. Породы флюидоупоры (покрышки).
4. Фации, благоприятные для нефтегазообразования и нефтегазонакопления..

Тема 4. **Локальные и региональные скопления нефти и газа.** [1], 378-417.

Локальные и региональные скопления нефти и газа. Залежи углеводородов. Элементы залежи. Генетическая классификация залежей. Месторождения нефти и газа и их классификации. Принципы нефтегазогеологического районирования. Нефтегазоносный пояс; нефтегазоносная мегапровинция; нефтегазоносная провинция (бассейн); нефтегазоносная область; нефтегазоносный район; зона нефтегазонакопления. Классификации нефтегазоносных провинций. Особенности геологического строения провинций различных типов. Распределение нефти и газа в земной коре.

*Дополнительная литература:* [2, 3, 4].

**Контрольные вопросы и упражнения:**

1. Локальные и региональные скопления нефти и газа.
2. Элементы залежи.
3. Генетическая классификация залежей.
4. Месторождения нефти и газа.
5. Зоны нефтегазонакоплений.
6. Нефтегазоносные провинции (бассейны).

### **Вопросы к экзамену по курсу «Геология и геохимия нефти и газа»**

1. Что такое нефть (дать определение)?
2. Из каких видов (классов) состоит нефть?
3. Что такое гетероорганические соединения нефтей?
4. Чем объяснить различия в плотности нефтей?
5. Какие физические свойства нефтей используются при проведении геологоразведочных работ на нефть?
6. По каким принципам классифицируются нефти?
7. В чем особенности химического состава газов нефтяных и газовых месторождений?
8. В чем различие эффузии и диффузии УВ-газов?
9. Что такое газовый фактор, газоконденсат, конденсат?
10. Какая сегодня цена нефти и газа на внешнем и внутреннем рынке?
11. Как осуществлялся поиск нефтяных залежей в начальный период развития ее добычи?
12. Опишите методику поиска нефтяных залежей в начале XX столетия.
13. Опишите методику поиска нефтяных и газовых залежей во второй половине XX столетия.
14. Какие Вы знаете основные методы геологоразведочных работ на нефть и газ?
15. Охарактеризуйте состояние мировой базы УВ-сырья.
16. Какое место занимает Россия в мировом рейтинге по разведанным запасам и суточной добыче?
17. Назовите основные регионы добычи нефти и газа в России.
18. Каковы действующие ориентиры Энергетической стратегии России?
19. Охарактеризуйте финансирование геологоразведочных работ.
20. В чем заключается проблема изучения полярного шельфа
21. Что является основой системного подхода в естественных науках?
22. Дайте характеристику природной системы.
23. О чем говорит вакуумная концепция строения природных систем?
24. Что такое статическая и динамическая природные системы?

25. Какие известны гипотезы образования нефти и газа?
26. В чем состоит цель геологоразведочных работ на углеводороды?
27. Какова роль моделирования природных систем в геологоразведочном процессе?
28. Что такое запасы и ресурсы?
29. Исторический экскурс первых подсчетов запасов.
30. Охарактеризуйте Временную классификацию запасов и ресурсов 2001 г. В чем заключается отличие ее от предыдущих (без деталей)?
31. Охарактеризуйте Классификацию 2005 г. (общие положения).
32. Охарактеризуйте Классификацию 2005 г. (категории запасов А, В, С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub>).
33. Охарактеризуйте Классификацию 2005 г. (категории ресурсов Д<sub>1</sub>, Д<sub>2</sub>, Д<sub>3</sub>).
34. Охарактеризуйте Классификацию 2005 г. (группы запасов и ресурсов нефти и газа по экономической эффективности).
35. Охарактеризуйте Классификацию 2005 г. (группы запасов по величине и сложности месторождений).
36. Перечислите наименование газонефтяных скважин.
37. Охарактеризуйте сверхглубокие скважины.
38. Перечислите объемы отбора керна, шлама в скважинах различного назначения.
39. Как осуществляется опробование скважины в открытом стволе с ОПК?
40. Как осуществляется опробование скважины в открытом стволе с ИПТ?
41. Расскажите об испытании продуктивного пласта в колонне.
42. Какой обязательный для Западной Сибири комплекс ГИС?
43. Какие геологические задачи решает отряд ГТИ?
44. Какие технологические задачи решает отряд ГТИ?
45. Какие работы сопутствуют бурению?
46. Кто обладает собственностью на геологическую информацию? Какова возможность ее получения?
47. Что означает понятия: Государственная экспертиза запасов, Государственный баланс?
48. Что означает стадийность геологоразведочных работ (Объекты изучения, основные задачи, результаты)?
49. Какова структура НСР России (нефть, газ)?
50. Какова доля Уральского федерального округа в структуре НСР России?
51. Назовите основные задачи стадии прогноза нефтегазоносности и типовой комплекс ГРР на этой стадии.
52. Как дается качественная оценка нефтегазоносности осадочного бассейна?
53. Как дается количественная оценка нефтегазоносности (методы: удельных плотностей ресурсов, историко-статистический, объемно-генетический)?
54. Каковы основные задачи ГРР на стадии оценки зон нефтегазонакоплений?
55. Что дает дешифрирование фото-, аэро-, космоснимков на региональном этапе работ?
56. Какие задачи решают сейсморазведка, гравиразведка на региональном этапе работ?
57. Каковы основные принципы производства региональных работ?
58. Какие стадии входят в поисково-оценочный этап?
59. Какие трудности возникают при финансировании поисково-оценочных работ на углеводороды?
60. Какие основные задачи стоят перед стадией выявления объектов поискового бурения?
61. Какой комплекс геологоразведочных работ рекомендуется на стадии выявления объектов поискового бурения?
62. Какая задача решается построением изобахического треугольника?
63. Какой конечный результат работ стадии выявления объектов поискового бурения?

64. Какие основные задачи стоят перед стадией подготовки объектов к поисковому бурению?
65. Что представляет собой паспорт на локальную структуру?
66. Какие документы прилагаются к паспорту на структуру?
67. Как производится оценка перспектив локальных структур?
68. Какие основные задачи стоят перед стадией поиска и оценки месторождений (залежей)?
69. Какое количество скважин рекомендуется бурить на данной стадии?
70. Как определяется эффективность поискового бурения?
71. Как закладывают поисковые скважины на асимметричной складке?
72. Какие методы заложения скважин используют на антиклинальных ловушках?
73. Объясните принцип заложения поисковых скважин по радиальным профилям?
74. Расскажите о методе заложения поисковых скважин по методу «шаг поискового бурения»?
75. Как размещают скважины на сводовых ловушках, осложненных литологическими экранами?
76. Как осуществляется опробование скважин в открытом стволе?
77. Как проводится испытание объектов в колонне?
78. Какие геолого-технологические исследования проводятся в процессе бурения скважины?
79. Как проходят исследования продуктивных скважин?
80. Как осуществляется подсчет запасов?
81. Какие вопросы решаются на разведочном этапе работ (цель, объекты работ, решаемые задачи)?
82. Какой типовой комплекс геологоразведочных работ применяется на разведочном этапе?
83. Какие особенности разведки массивных залежей?
84. Как производится разведка неантиклинальных залежей нефти и газа в терригенных отложениях?
85. Как производится разведка неантиклинальных залежей нефти и газа в карбонатных отложениях?
86. Какие вы знаете особенности разведки газовых, газоконденсатных и газонефтяных залежей?
87. Какая применяется сеть разведочных скважин на различных объектах разведки?
88. Какое количество скважин рекомендуется для разведки мелких месторождений?
89. Какие известны методы определения контура продуктивной части залежи (ВНК, ГВК)?
90. Какие задачи решает объемная сейсморазведка?
91. Что достигается при проведении пробной эксплуатации продуктивных скважин (залежи)?
92. Что дают аналитические исследования керн, грунтов, шлама, флюидов?
93. Какие основные документы определяют государственную экологическую политику?
94. Назовите объекты окружающей среды, на которые ожидается воздействие при проведении региональных геологоразведочных работ.
95. Назовите объекты окружающей среды, на которые ожидается воздействие при проведении поисково-оценочных геологоразведочных работ.
96. Объясните понятие «аварийность при проведении геологоразведочных работ».
97. Какие существуют регламентные документы природоохранных мероприятий при проведении геологоразведочных работ?
98. Как осуществляются природоохранные мероприятия атмосферного воздуха, по-

верхностных и подземных вод?

99. Как проводится охрана растительного и животного мира?

100. Какие разрабатываются мероприятия по предотвращению ущерба окружающей среде при строительстве и эксплуатации скважин?

### Рекомендуемая литература

1. Геология и геохимия нефти и газа [Электронный ресурс]: учебник / О.К. Баженова [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2012. — 432 с. — 978-5-211-05326-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13049.html>.

2. Геология нефти и газа : учебно-методическое пособие / В. И. Русский, С. В. Кривихин [и др.]. ; ред. С. В. Кривихин ; Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург : УГГУ, 2010. - 139 с. - Библиогр. в конце разд.

3. Геология нефти и газа : учебное пособие / Е. С. Ворожев ; Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург: УГГУ, 2014. - 198 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 190-191.

4. Геология им геохимия нефти и газа: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация Геология месторождений нефти и газа.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И. О. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.08 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ  
МОДЕЛИРОВАНИЯ В ГЕОЛОГИИ**

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация:

**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Хасанова Г.Г., доцент, к.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры

Геологии, поисков и разведки МПИ

(название кафедры)

Зав. кафедрой



(подпись)

Душин В.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 18.09.2024

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией  
факультета

Геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель



(подпись)

Вандышева К.В.

(Фамилия И.О.)

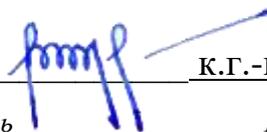
Протокол № 2 от 11.10.2024

(Дата)

Екатеринбург

**Методические указания по дисциплине «Математические методы моделирования в геологии» согласованы с выпускающей кафедрой геологии и геофизики нефти и газа**

Заведующий кафедрой ГГНГ



к.г.-м.н., С.А. РЫЛКОВ

*подпись*

*И.О. Фамилия*

## Методические указания к практическим работам

### Темы практических работ:

1. Упорядочение статистических совокупностей в виде вариационных рядов. Вариационный анализ.
2. Решение задач на статистическую оценку параметров генеральной совокупности.
3. Параметрические методы сравнения групп переменных.
4. Корреляционный, кластерный и факторный анализы.

### Практическая работа № 1 (4-6 часов).

#### Упорядочение статистических совокупностей в виде вариационных рядов. Вариационный анализ.

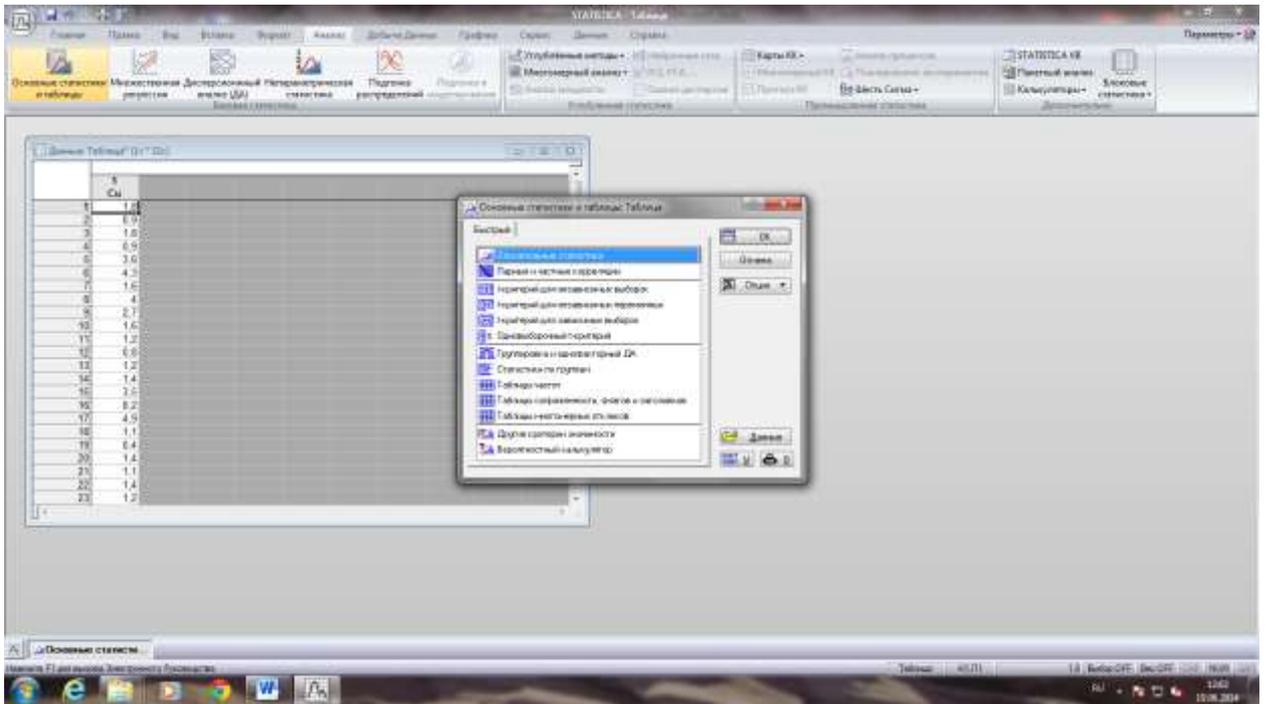
##### Задание:

- 1) Рассчитать ряд распределения проб по содержанию в них элемента (вариант из приложения 1). Построить таблицу интервального ряда для нормального закона распределения.
- 2) Рассчитать статистические характеристики  
U-среднее значение  
S<sup>2</sup>-дисперсия  
S-стандарт  
V-коэффициент вариации  
A-показатель асимметрии  
E- эксцесс
- 3) Построить графики (для нормального распределения) – полигон, гистограмму, кумуляту.
- 4) Рассчитать значение моды Mo и медианы Med по формулам, показать их на графике. По кумуляте определить медианное значение и сравнить его с вычисленным по формуле.
- 5) Выбрать наиболее подходящую вероятностную модель распределения по критерию Пирсона  $\chi^2$
- 6) Сделать вывод о характере вариационного ряда:
  - О степени изменчивости
  - По статистическим характеристикам
  - По наиболее подходящей вероятностной модели

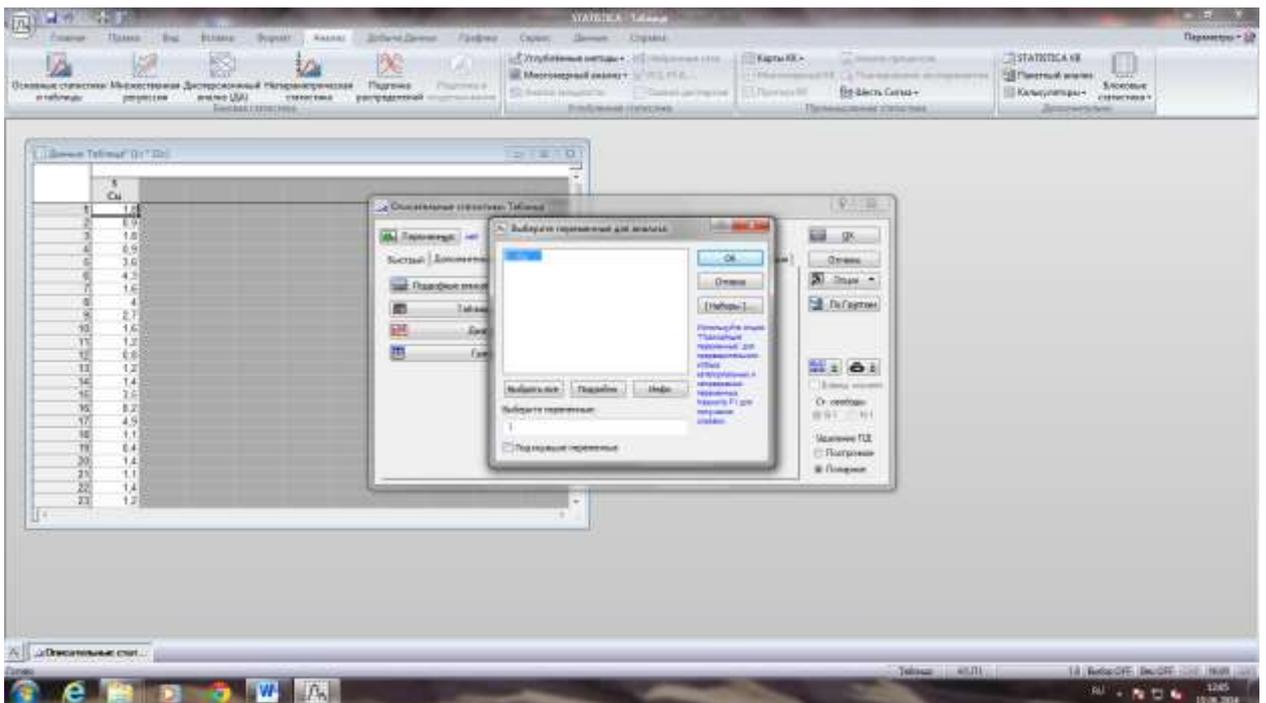
##### Порядок выполнения работы:

- 1) Для построения интервального вариационного ряда непрерывного признака рассчитать ширину интервала (h) по формуле Стерджесса:  
$$h = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{1 + 3.32 \lg N}$$
, где  
U<sub>max</sub> и U<sub>min</sub> - соответственно максимальное и минимальное значение в выборке,  
N-объем выборки(количество проб).  
Упорядочить значения в виде интервального ряда для нормального закона распределения (пример табл. 1).

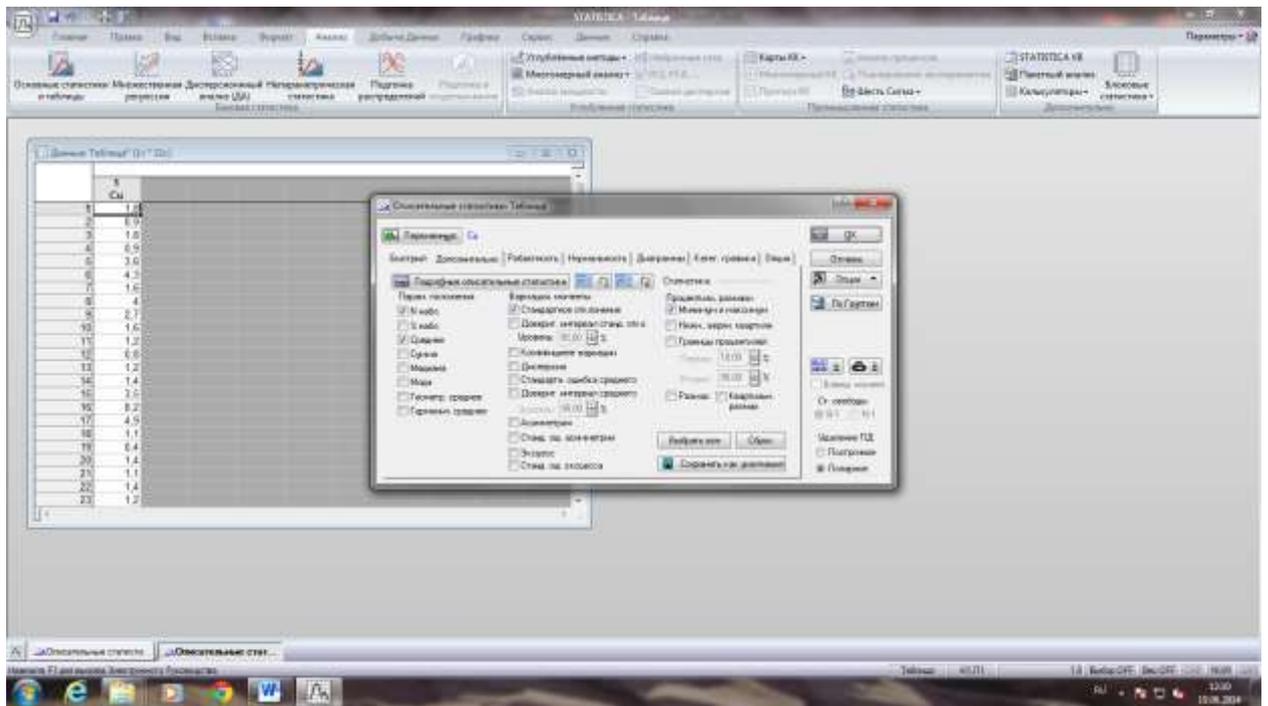




Далее выбрать переменную (вкладка «переменные» в верхнем левом углу) → ОК



В появившемся диалогом окне выбрать: Дополнительно → отметить необходимые характеристики → ОК (пример табл.2).



Описательные статистики								Таблица 2	
	N набл.	Среднее	Минимум	Максим.	Дисперсия	Ст.откл.	Коэф. вар.	Асимметрия	Экссесс
<b>Cu</b>	31	2,47	0,40	13,70	7,25	2,69	108,74	2,86	9,90

- 3) Построить графики (для нормального распределения) – полигон, гистограмму, кумуляту. При построении полигона по оси абсцисс отмечаются середины интервалов признака, по оси ординат – соответствующие этим интервалам частоты (или частоты) (рис. 1)

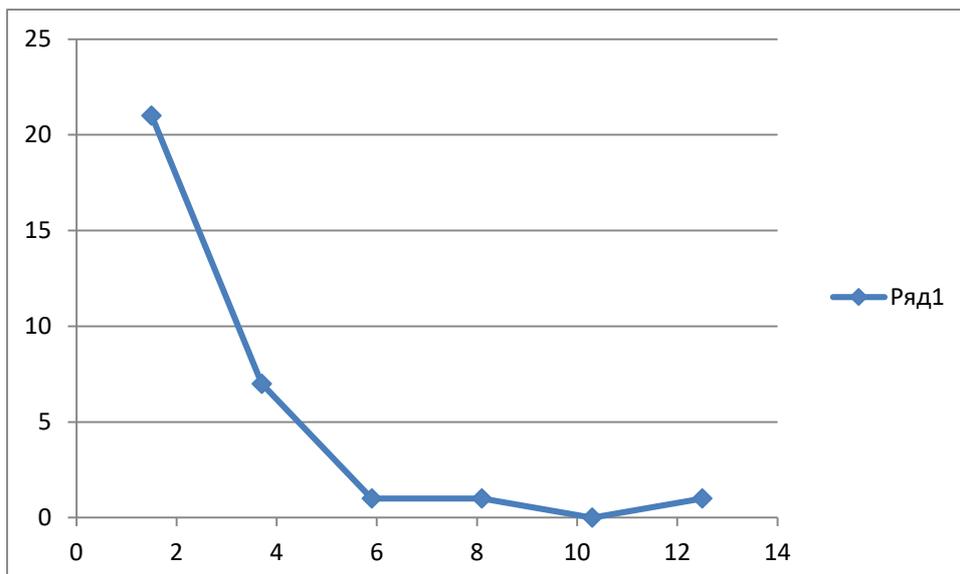


Рис 1. Полигон распределения проб по содержанию в них Cu

При построении гистограммы по оси абсцисс отмечаются границы интервалов признака, по оси ординат – соответствующие этим интервалам частоты (или частоты) (рис. 2)

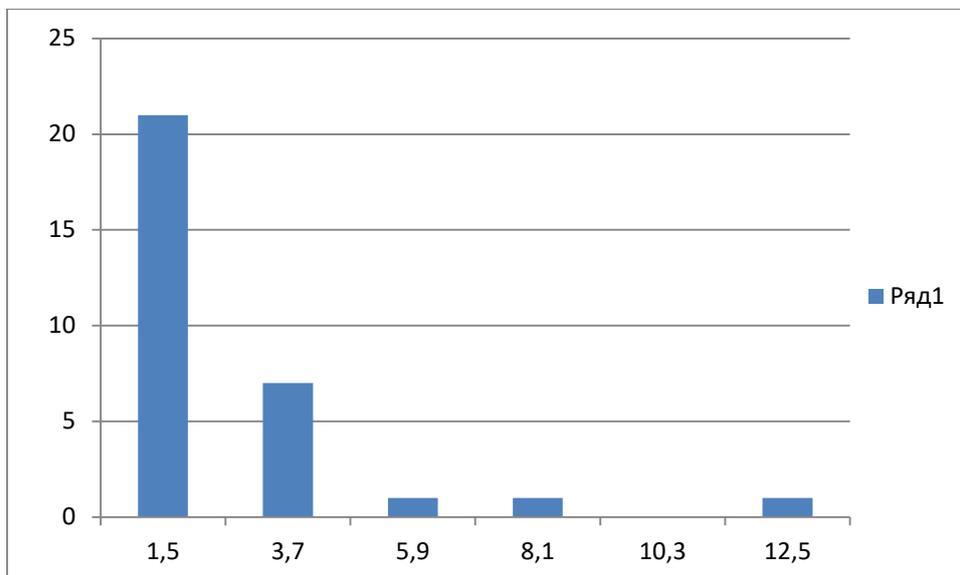


Рис.2 Гистограмма распределения проб по содержанию в них  $S_u$

При построении кумуляты по оси абсцисс отмечаются верхние границы интервалов, по оси ординат – соответствующие накопленные частоты.

- 4) Рассчитать значение моды  $M_o$  по формуле

$$M_o = U_{m_o} + h \left( \frac{n_{m_o} - n_{m_o-1}}{(n_{m_o} - n_{m_o+1}) + (n_{m_o} - n_{m_o-1})} \right), \text{ где}$$

$U_{m_o}$  – начало модального интервала,

$h$  - ширина интервала

$n_{m_o}$  – частота модального интервала,

$n_{m_o-1}$  - частота домодального интервала,

$n_{m_o+1}$  - частота послемодального интервала.

Рассчитать значение медианы (Med) по формуле.

$$Med = U_{med} + h \left( \frac{\frac{N}{2} - n_{sm}}{n_{med}} \right), \text{ где}$$

$U_{med}$  - начало медианного интервала (определяется по кумуляте),

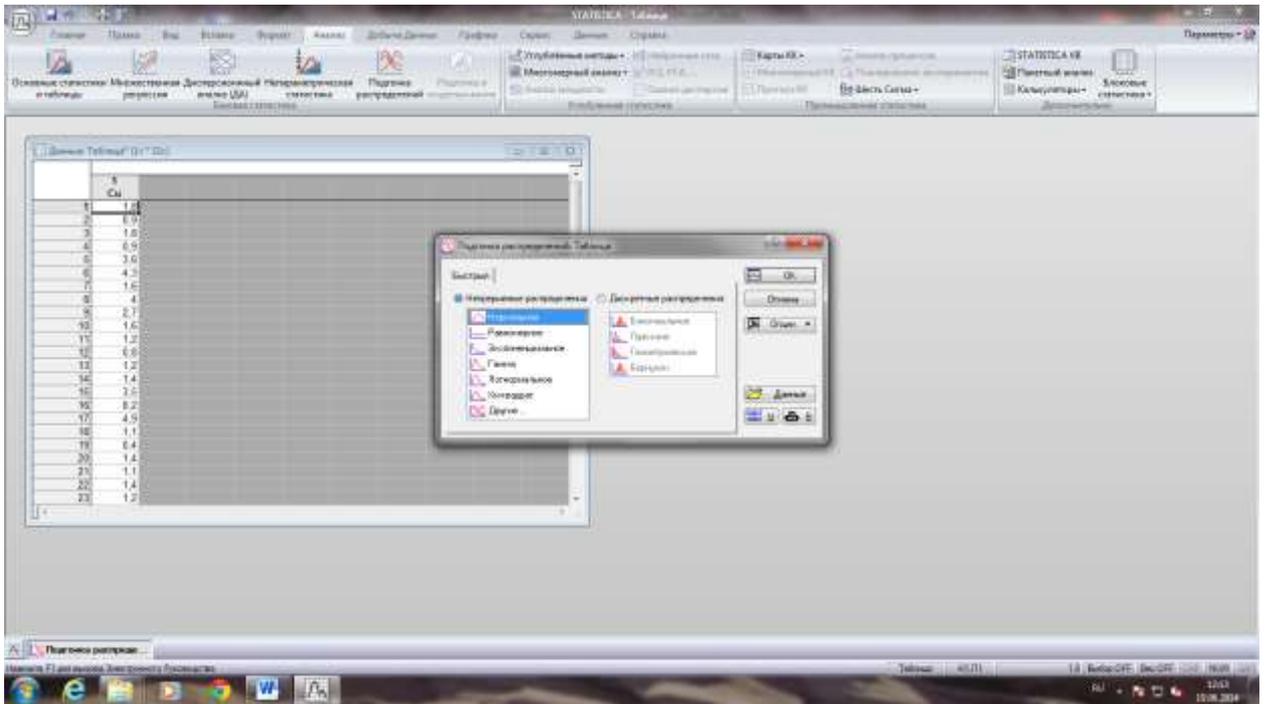
$n_{med}$  – частота медианного интервала,

$n_{sm}$  – накопленная частота интервала, предшествующего медианному

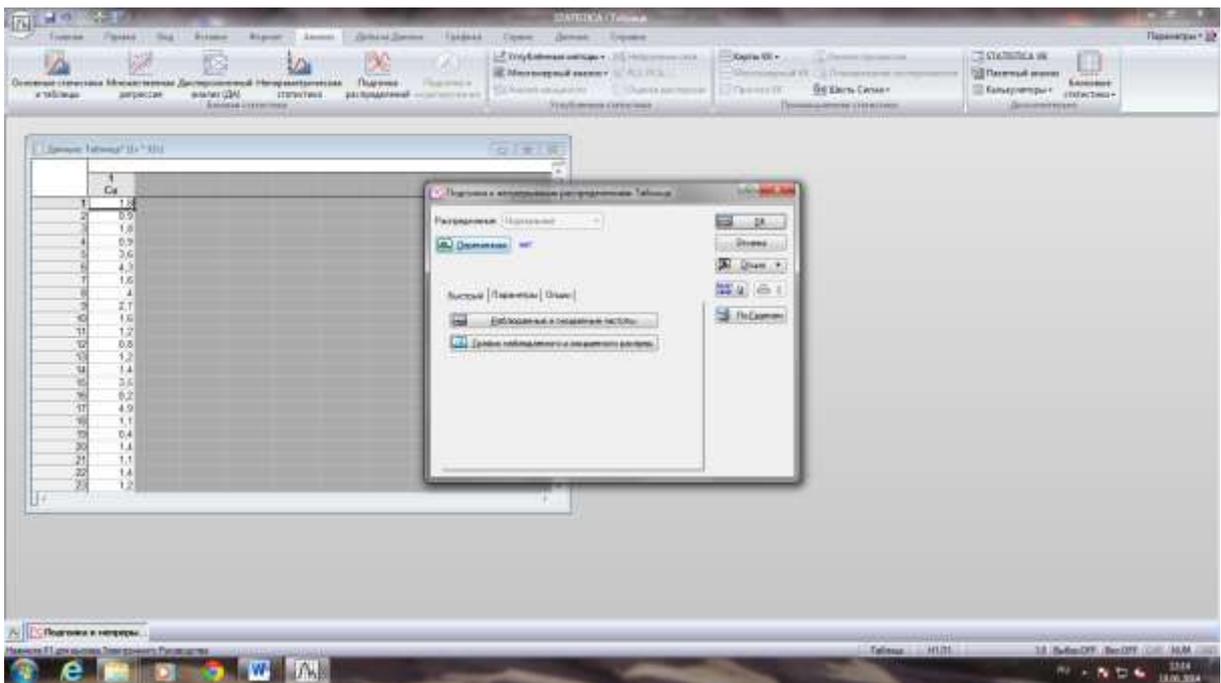
По кумуляте определить медианное значение и сравнить его с вычисленным по формуле.

- 5) Выбрать наиболее подходящую вероятностную модель распределения по критерию Пирсона  $\chi^2$ , который рассчитывается в программе Statistica.

В меню выбрать: Анализ → Подгонка распределений → выбрать нормальное распределение → ОК



Не забыть выбрать переменную!



В появившемся окне в таблице отобразится ряд распределения признака, а в шапке таблице указан критерий Пирсона – хи-квадрат.

Группы	Число	Процент	Кумулят. Частота	Процент Ожидания	Кумулят. Процент Ожидания	Кумулят. Процент Реального	Отклонение
0-0,0000	0	0,00000	0,0000	3,152700	3,152700	0,00000	-3,152700
0,0000-0,0000	3	9,37500	9,3750	1,952147	5,104847	13,47715	-8,372303
0,0000-0,0000	4	12,50000	21,8750	2,606890	7,711737	16,00000	-8,288263
0,0000-0,0000	9	28,12500	30,8750	3,207325	10,91906	24,12500	-6,997940
0,0000-0,0000	5	15,62500	36,4000	3,608760	14,52782	29,75000	-15,22218
0,0000-0,0000	8	24,37500	40,2750	3,732430	18,26025	33,50000	-15,23975
0,0000-0,0000	3	9,37500	43,6500	3,543965	21,80421	36,87500	-4,93079
0,0000-0,0000	1	3,12500	46,7750	3,006709	24,81092	38,00000	-13,18908
0,0000-0,0000	2	6,25000	49,0250	2,411341	27,22226	39,25000	-17,63224
0,0000-0,0000	3	9,37500	50,4000	1,815211	29,10705	40,50000	-11,39295
0,0000-0,0000	1	3,12500	53,5250	1,223843	30,33089	41,75000	-11,41911
0,0000-0,0000	8	24,37500	57,9000	0,757889	31,08878	42,97500	-11,88622
0,0000-0,0000	8	24,37500	62,2750	0,436471	31,52525	44,20000	-12,67475
0,0000-0,0000	8	24,37500	66,7000	0,224330	31,74958	45,42500	-13,67542
0,0000-0,0000	8	24,37500	71,1250	0,107516	31,85709	46,65000	-14,79291
0,0000-0,0000	8	24,37500	75,5500	0,047209	31,90430	47,87500	-15,97070
0,0000-0,0000	1	3,12500	78,6750	0,007863	31,91216	49,00000	-17,08784
0,0000-0,0000	8	24,37500	81,8000	0,003440	31,91560	50,12500	-18,23440
0,0000-0,0000	8	24,37500	86,2250	0,001521	31,91612	51,25000	-19,40388
0,0000-0,0000	8	24,37500	90,6500	0,000675	31,91537	52,37500	-20,59963
0,0000-0,0000	8	24,37500	95,0750	0,000299	31,91338	53,50000	-21,82662
0,0000-0,0000	8	24,37500	99,5000	0,000129	31,91013	54,62500	-23,08487
0,0000-0,0000	8	24,37500	100,0000	0,000000	31,90570	55,75000	-24,37230
Итого	8	24,37500	100,0000	0,000000	31,90000	56,87500	-25,67500

Вычисленный критерий Пирсона для нормального закона сравнить с табличным значением. Табличное значение находится по статистическим таблицам (учебник Шестакова Ю.Г. Математические методы в геологии) и зависит от уровня значимости  $\alpha$  ( $\alpha=0,05$ ) и числа степеней свободы  $f$  ( $f= k-2$ , где  $k$ -количество интервалов). Если вычисленное значение критерия Пирсона ( $\chi^2_{\text{вычисл.}}$ ) меньше табличного ( $\chi^2_{\text{табл.}}$ ), то распределение признака не противоречит нормальному закону. Если вычисленное значение критерия Пирсона ( $\chi^2_{\text{вычисл.}}$ ) больше табличного ( $\chi^2_{\text{табл.}}$ ), то проверяемый закон (в данном случае нормальный) не подходит. И далее таким же образом выполняем проверку на соответствие логнормальному распределению.

## Практическая работа № 2 (4 часа).

### РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ НА СТАТИСТИЧЕСКУЮ ОЦЕНКУ ПАРАМЕТРОВ ГЕНЕРАЛЬНОЙ СОВОКУПНОСТИ

#### 1. Примеры решения задач на статистическую оценку параметров генеральной совокупности.

**Задача.** Качество хромитовых руд Кемпирсайских месторождений определяется содержанием оксида хрома ( $V = Cr_2O_3$ ) и оксида кремния ( $U = SiO_2$ ), по соотношению которых могут выделяться естественные природные типы руд (по интенсивности вкрапленности) и технологические промышленные сорта (марки руд) по данным опробования кернов скважин на стадии предварительной и детальной разведки месторождений. Для изучения распределения содержаний указанных выше компонентов на одном из рудных тел месторождения было отобрано 120 керновых проб, по которым были рассчитаны средние значения содержаний  $V = 43,50\%$   $Cr_2O_3$ ,  $\bar{U} = 10,50\%$   $SiO_2$  выборочные дисперсии  $S_v^2 = 11,00$  и  $S_u^2 = 6,00$  и коэффициент корреляции  $r_{uv} = 0,92$ . При доверительной вероятности  $\gamma = 0,95$  соответственно с уровнем значимости  $\alpha = 1$ ,  $\gamma = 0,05$  оценить генеральную среднюю  $V$ , генеральную дисперсию  $\sigma_v^2$  и генеральный коэффициент корреляции  $\rho_{uv}$  для всего рудного тела.

**Решение:**

**Оценка генерального среднего.** Поскольку объем выборки большой  $n > 120$ , то для оценки генерального среднего используем классическую оценку и соответствующую

статистическую таблицу (Методическая разработка к лабораторным занятиям по разделу «Статистические оценки параметров генеральной совокупности при решении геологоразведочных задач», выпуск 5, приложение 1).

$$P(V - t_{\gamma} \frac{S_v}{\sqrt{n}} \leq \hat{U} \leq V + t_{\gamma} \frac{S_v}{\sqrt{n}}) = \Phi(t)$$

Для  $\gamma = 0,95$ ,  $t_{\gamma} = 1,96$  (статистическая таблица из Методической разработки к лабораторным занятиям по разделу «Статистические оценки параметров генеральной совокупности при решении геологоразведочных задач», выпуск 5, приложение 1).

Подставляя цифровые данные примера в формулу, получаем

$$P(43,5 - 1,96 \frac{3,32}{\sqrt{120}} \leq V \leq 43,5 + 1,96 \frac{3,32}{\sqrt{120}}) = 0,95$$

Следовательно, с доверительной вероятностью  $\gamma = 0,95$  можно утверждать, что генеральное среднее  $V$  будет находиться в интервале от 42,91 до 44,09 % оксида хрома.

Оценка генеральной дисперсии  $\sigma_v^2$ . Для нахождения интервальной оценки используем формулу и таблицу (Методическая разработка к лабораторным занятиям по разделу «Статистические оценки параметров генеральной совокупности при решении геологоразведочных задач», выпуск 5, приложение 3).

$$P\left(\frac{S_u^2 \cdot n}{\chi_{1-\alpha, f}^2} \leq \sigma_v^2 \leq \frac{S_v^2 \cdot n}{\chi_{\alpha, f}^2}\right) = \gamma = 1 - \alpha$$

Подставляя цифры нашего примера, имеем

$$P\left(\frac{11,0 \cdot 120}{146,57} \leq \sigma_v^2 \leq \frac{11,0 \cdot 120}{95,70}\right) = 0,95$$

С доверительной вероятностью  $\gamma = 0,95$  можно утверждать, что генеральная дисперсия  $\sigma_v^2$  находится в доверительном интервале 9,00 – 13,79.

Оценка генерального коэффициента корреляции. По таблице (Методическая разработка к лабораторным занятиям по разделу «Статистические оценки параметров генеральной совокупности при решении геологоразведочных задач», выпуск 5, приложение 4) находим значение  $Z = 1,589$  для  $r = -0,92$ . Затем вычисляем погрешность  $\delta_Z = 1 : \sqrt{n - 3} = 1 : \sqrt{117} = 0,092$ . Для  $\gamma = 0,95$  находим значение  $t_{\gamma} = 1,96$  по таблице (Приложение 1). По формулам вычисляем  $Z_1$  и  $Z_2$ , т.е. нижнюю и верхнюю границу доверительного интервала для величины  $Z$ .

$$Z_1 = Z - t_{\gamma} \delta_Z = 1,589 - 1,96 \cdot 0,092 = 1,409$$

$$Z_2 = Z + t_{\gamma} \delta_Z = 1,589 + 1,96 \cdot 0,092 = 1,769$$

$$P(Z_1 \leq Z \leq Z_2) = \gamma$$

$$P(1,409 \leq Z \leq 1,769) = 0,95$$

По таблице (Приложение 4 из методической разработки ...) по значениям  $Z_1$  и  $Z_2$  находим соответствующие значения  $r_1 = -0,89$  и  $r_2 = -0,94$  и с учетом знака коэффициента корреляции определяем доверительный интервал для генерального коэффициента корреляции

$$P(-0,94 \leq r \leq -0,89) = \gamma = 0,95$$

Выводы: в 95 случаях из 100 можно утверждать, что генеральное среднее содержание оксида хрома будет находиться в интервале от 42,91 до 44,09 %; генеральная дисперсия в интервале от 9,00 до 13,79 и генеральный коэффициент корреляции в интервале от -0,94 до -0,89 и только в 5 случаях из 100 генеральное среднее содержание оксида хрома, генеральная дисперсия и генеральный коэффициент корреляции могут выйти за пределы указанных доверительных интервалов.

## 2. Задания для решения задач на статистическую оценку параметров генеральной совокупности

### Задача 1. (Приложение 2, вариант 1 – 6).

В рудном теле Кемпирсайского хромитового месторождения изучалось распределение содержаний оксидов хрома ( $V = Cr_2O_3$ ) и оксида кремния ( $U = SiO_2$ ). По

выборкам различного объема ( $n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6$ ), состоящих из керновых проб, рассчитаны средние значения компонентов  $V$  и  $\bar{U}$ , выборочные дисперсии  $S_v^2$  и  $S_u^2$  и коэффициенты корреляции  $r_{vU}$ . При доверительной вероятности  $\gamma$  или соответственно с уровнем значимости  $\alpha = 1-\gamma$  оценить генеральную среднюю  $V$ , генеральную дисперсию  $\sigma_v^2$  и генеральный коэффициент корреляции  $\rho_{vU}$  для всего рудного тела.

**Задача 2. (Приложение 2, вариант 7 – 12).**

В рудном теле Магнитогорского железорудного месторождения, представленным магнетитовой рудой с хлоритом, изучалось распределение оксидов кальция ( $V = \text{CaO} \%$ ) и оксида магния ( $U = \text{MgO} \%$ ). По выборкам различного объема ( $n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6$ ), состоящих из штучных проб, рассчитаны средние значения компонентов  $V$  и  $\bar{U}$ , выборочные дисперсии  $S_v^2$  и  $S_u^2$  и коэффициенты корреляции  $r_{UV}$ . При доверительной вероятности  $\gamma$  или соответственно с уровнем значимости  $\alpha = 1-\gamma$  оценить генеральную среднюю  $\bar{U}$ , генеральную дисперсию  $\sigma_v^2$  и генеральный коэффициент корреляции  $\rho_{UV}$  для всего рудного тела для данного варианта.

**Задача 3. (Приложение 2, вариант 13 – 18).**

В рудном теле Магнитогорского железорудного месторождения, представленным магнетитовой рудой с гранатом, изучалось распределение оксидов кремния ( $V = \text{SiO}_2 \%$ ) и оксида алюминия ( $U = \text{Al}_2\text{O}_3 \%$ ). По выборкам различного объема ( $n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6$ ), рассчитаны средние значения компонентов  $V$  и  $\bar{U}$ , выборочные дисперсии  $S_v^2$  и  $S_u^2$  и коэффициенты корреляции  $r_{UV}$ . При доверительной вероятности  $\gamma$  или соответственно с уровнем значимости  $\alpha = 1-\gamma$  оценить генеральную среднюю  $\bar{U}$  дисперсию  $\hat{U}$ ,  $\sigma_v^2$  и генеральный коэффициент корреляции  $\rho_{UV}$  для всего рудного тела для выданного варианта.

**Задача 4. (Приложение 2, вариант 19 – 24).**

В рудном теле Петлинского железорудного месторождения, сложенного охристо-глинистыми бурыми железняками, изучалось распределение содержаний железа ( $V = \text{Fe} \%$ ) и оксида кремния ( $U = \text{SiO}_2 \%$ ). По выборкам различного объема ( $n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6$ ), состоящих из бороздовых проб, рассчитаны средние значения компонентов  $V$  и  $\bar{U}$ , выборочные дисперсии  $S_v^2$  и  $S_u^2$  и коэффициенты корреляции  $r_{vU}$ . При доверительной вероятности  $\gamma$  соответственно с уровнем значимости  $\alpha = 1-\gamma$  оценить генеральную среднюю  $\bar{U}$ , генеральную дисперсию  $\sigma_v^2$  и генеральный коэффициент корреляции  $\rho_{vU}$  для всего рудного тела для выданного варианта.

**Задача 5. (Приложение 2, вариант 25 – 30).**

В главной залежи Качканарского железорудного месторождения изучалось распределение содержаний железа ( $V = \text{Fe} \%$ ) и оксида ванадия ( $U = \text{V}_2\text{O}_5 \%$ ). По выборкам различного объема ( $n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6$ ), состоящих из штучных проб, рассчитаны средние значения компонентов  $\bar{U}$  и  $V$ , выборочные дисперсии  $S_v^2$  и  $S_u^2$  и коэффициенты корреляции  $r_{vU}$ . При доверительной вероятности  $\gamma$  или соответственно с уровнем значимости  $\alpha = 1-\gamma$  оценить генеральную среднюю  $V$ , генеральную дисперсию  $\sigma_v^2$  и генеральный коэффициент корреляции  $\rho_{vU}$  для всего рудного тела для выданного варианта.

## Практическая работа № 3 (2 часа).

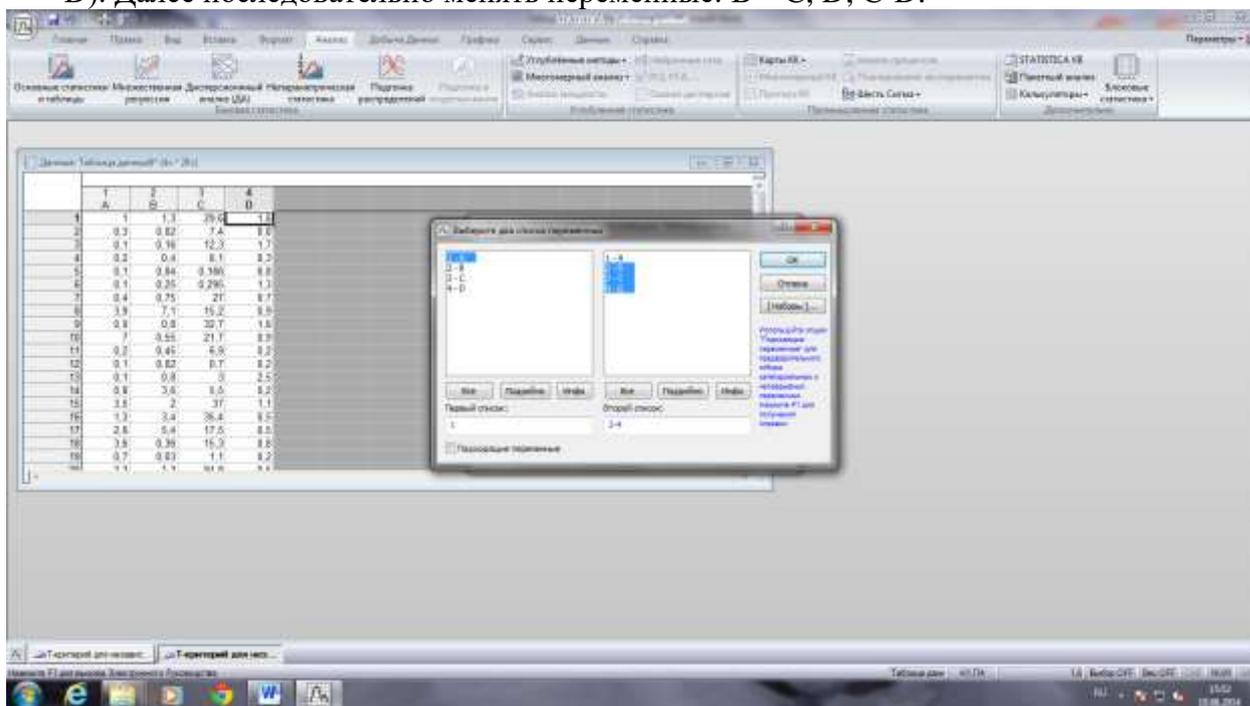
### Параметрические методы сравнения групп переменных

**Исходные:** даны результаты химического анализа (породообразующие окислы) щелочнополевошпатовых сиенитов, которые были отобраны с различных массивов центрального Алдана (Якутия) – Якокутского, Ыллымахвского, Джекондинского и Юхтинского. См. Приложение 3.

**Задание:** Проверить параметрическими методами (по t-критерию Стьюдента (сравнение средних значений) и по F-критерию Фишера (сравнение дисперсий)) различие или сходство щелочных пород их массивов по содержанию определенного компонента (приложение 3).

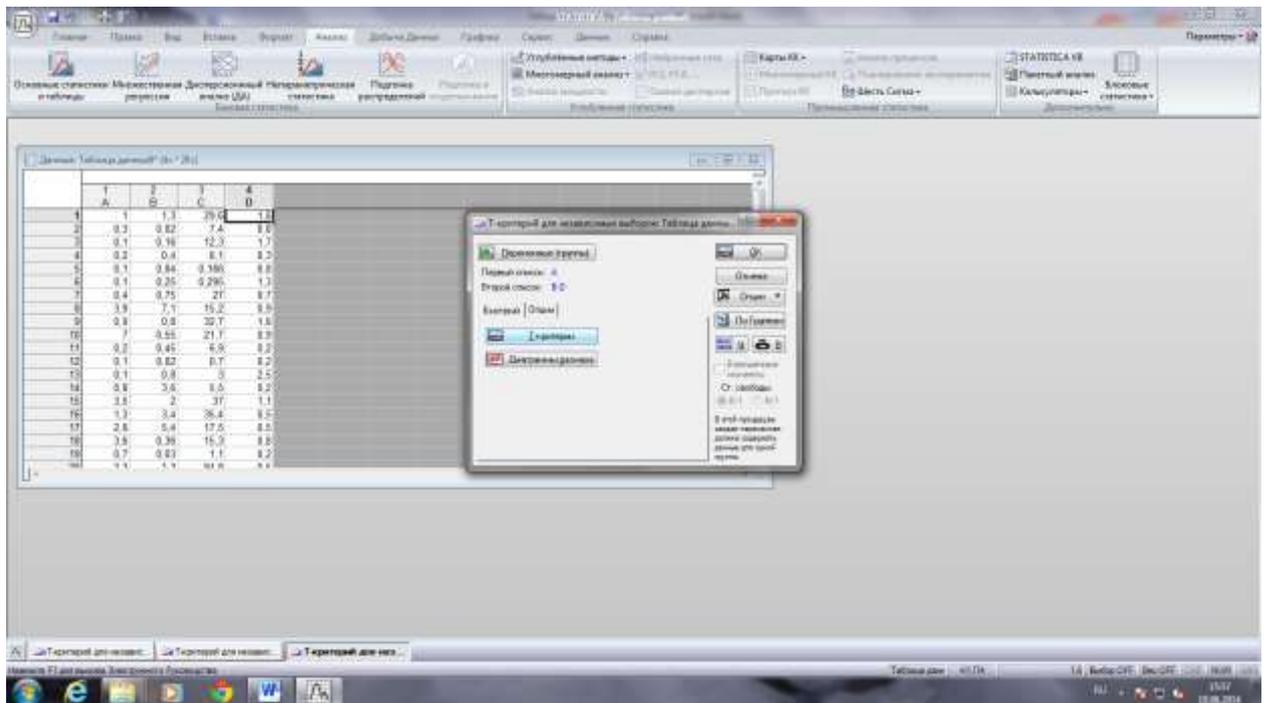
#### Ход выполнения работы:

1. Создать исходную таблицу значений (вариант из приложения 3) в программе «Statistica».
2. Рассчитать t-критерий Стьюдента в программе:  
Анализ → Основные статистики и таблицы → t-критерий для независимых переменных → ОК.  
Далее произвести выбор переменных для попарного сравнения: в левом «окне» выбрать первую переменную (А), а в правом – последующие три переменные (В, С, D). Далее последовательно менять переменные: В – С, D; С-D.



ОК

Выбрать: T-критерий → ОК



Эта процедура предназначена для установления достоверной статистической разницы (или сходства) между средними значениями выборок на основе t-критерия Стьюдента. Результаты занести в таблицу (табл. 3)

Таблица 3

Результаты вычисления t-критерия Стьюдента и F-критерия Фишера

Сравниваемые переменные	Среднее значение	S	$t_{эмп.}$	$t_{табл.}$	$F_{эмп.}$	$F_{табл.}$
A	61,52	3,97	2,35	2,00	1,46	1,85
B	59,26	3,29				
A	61,52	3,97	1,27			
C	60,59	2,48	-2,66		1,38	
A	61,52	3,97				
B	59,26	3,29	-1,68		1,75	
C	60,59	2,48				
B	59,26	3,29	-5,05		2,02	
D	64,45	4,68				
C	60,59	2,48	-3,70	3,56		
D	64,45	4,68				

$t_{эмп.}$  – эмпирическое значение критерия Стьюдента (вычисленное в программе)

$t_{табл.}$  – табличное значение критерия Стьюдента. Находится по статистическим таблицам ( $\alpha=0.05$ ,  $f = N_1+N_2-2$ )

$F_{эмп.}$  – эмпирический критерий Фишера.

$F_{табл.}$  – табличное значение критерия Фишера. ( $\alpha=0.95$ ,  $f_1 = N_1-1$ ,  $f_2 = N_2-1$ )

Далее по таблице сделать выводы, учитывая следующее:

Нулевая гипотеза состоит в том, что средние значения выборочных (сравниваемых) совокупностей существенно не различаются. Нулевая гипотеза отвергается, если полученное значение критерия Стьюдента ( $t_{\text{эмп}}$ ) больше табличного значения  $t$ -критерия ( $t_{\text{табл}}$ ) при принятом уровне значимости ( $\alpha$ ) и имеющемся числе степеней свободы ( $f$ ).

Нередко совокупности не различаются по средним значениям признака, но могут существенно различаться по дисперсиям. Для сравнения генеральных дисперсий по выборочным используется критерий Фишера. Он вычисляется по формуле:  $S_1^2/S_2^2$ , где  $S_1^2$  – дисперсия большей по объему выборки,  $S_2^2$  – дисперсия меньшей выборки; сравнивается с табличным значением.

Нулевая гипотеза состоит в том, что дисперсии сравниваемых совокупностей существенно не различаются. Нулевая гипотеза отвергается, если полученное значение критерия Фишера ( $F_{\text{эмп}}$ ) больше табличного значения ( $F_{\text{табл}}$ )  $F$ -критерия.

### **Практическая работа № 4 (4 часа).** **Корреляционный, кластерный и факторный анализы**

#### Задание:

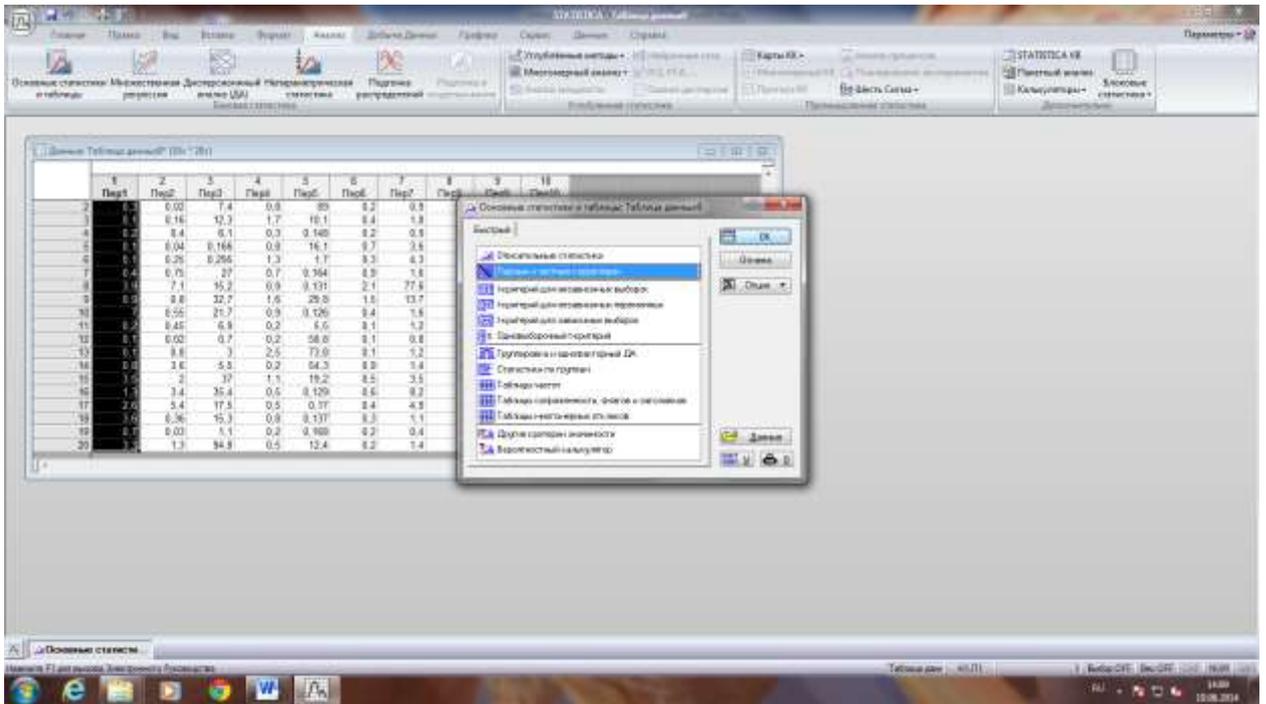
1. Определить направленность и силу корреляционной связи между геохимическими элементами (выбрать пару элементов из приложения 1), построив корреляционную матрицу. Выделить значимые корреляционные связи по другим элементам.
2. Построить корреляционное поле между данными элементами, провести геометрическую проверку правильности построения линии регрессии.
3. Рассчитать коэффициент корреляции по формуле Матерона (метод дробового выстрела) и сравнить его с вычисленным в программе Statistica.
4. Сделать заключение о виде связи между переменными и о возможности практического использования уравнения регрессии в целях прогноза.
5. Рассчитать коэффициент детерминации и сделать вывод по нему.
6. Выполнить кластерный и факторный анализы, сделать выводы по ним.

#### Ход работы:

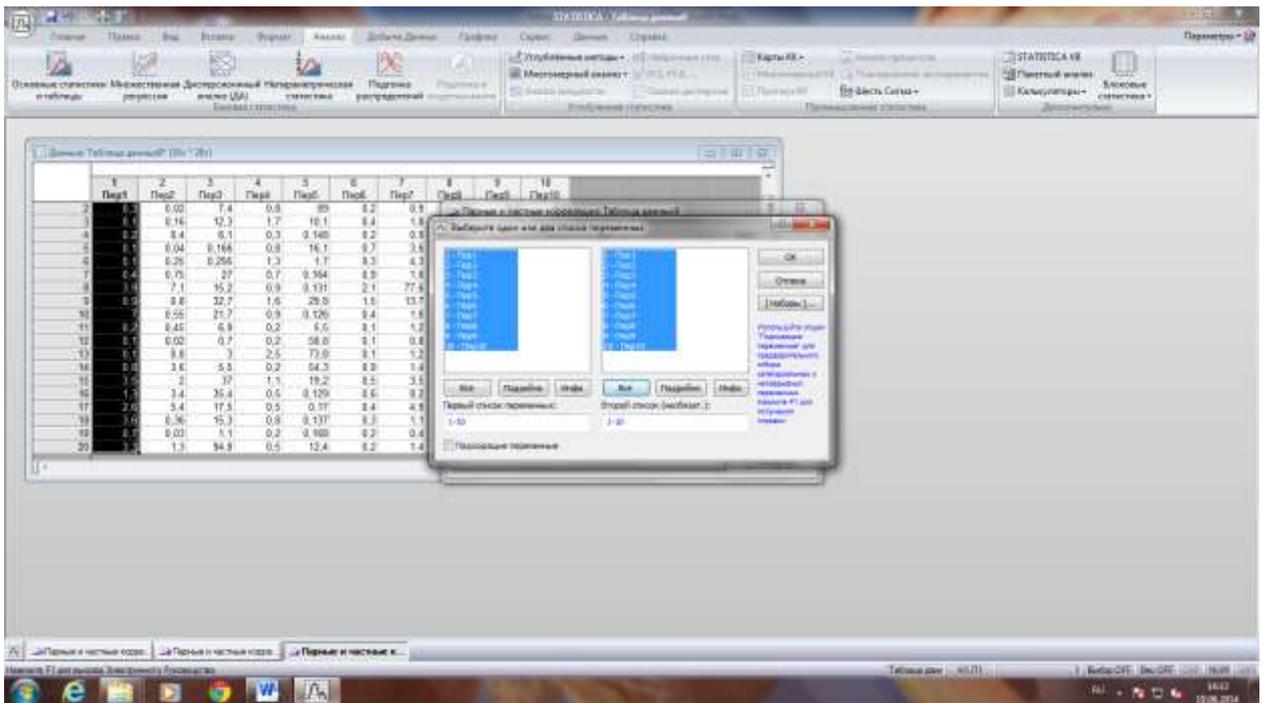
1. В программе «Statistica» произвести набор исходных значений (из приложения 1) и выполнить корреляционный анализ.

В меню программы выбрать:

Анализ → Основные статистики и таблицы → Парные и частные корреляции → ОК



В новом окне выбрать: матрица парных корреляций → отметить все переменные (или лишь те, которые необходимо проанализировать) → ОК



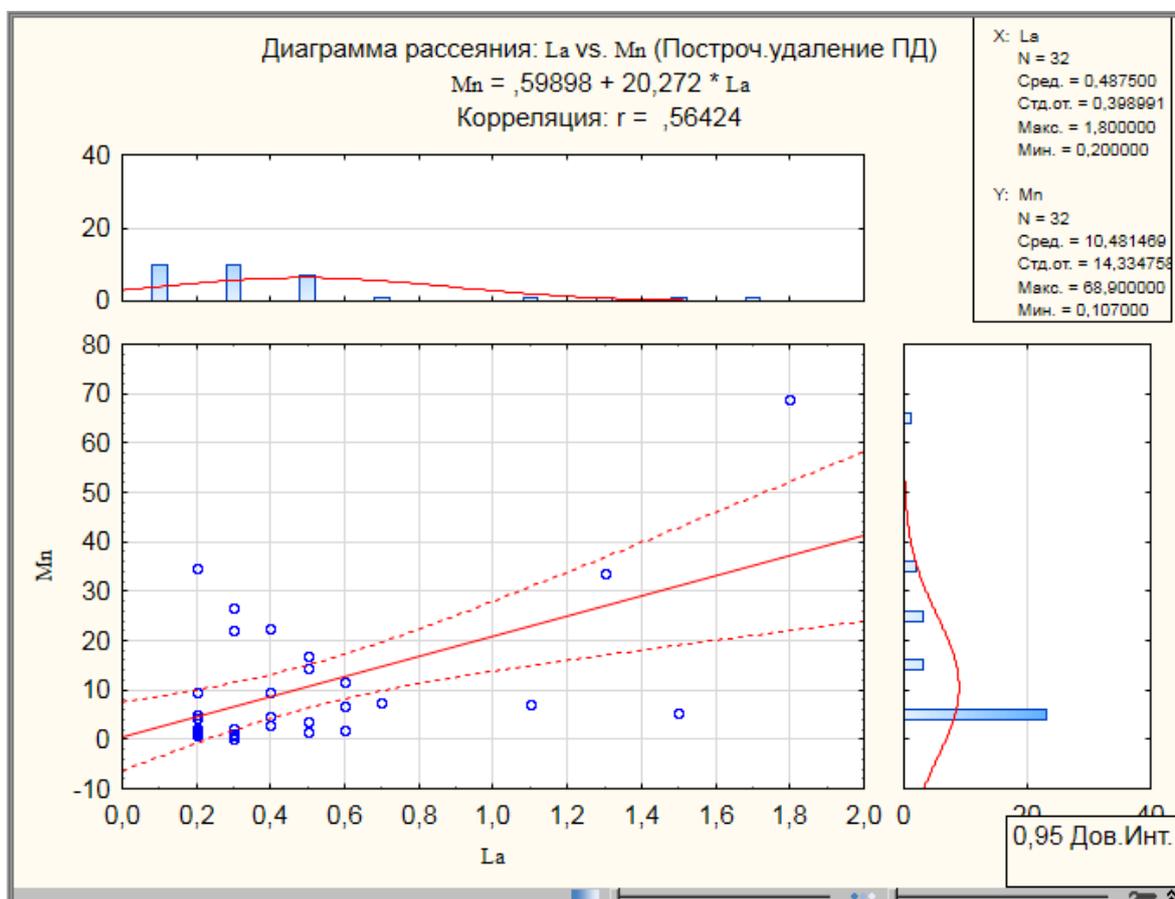
Результатом анализа является корреляционная матрица (рис. 3) – таблица, в которой по диагонали расположены единицы, а недиагональные значения представляют парные коэффициенты корреляции между соответствующими элементами. Красным цветом в таблице выделены значимые коэффициенты корреляции

Корреляционная матрица.

	Ag	Au	As	B	Ba	Co	Cu	La	Mn	Mo	Ni	Pb
Ag	1,00	0,32	0,39	-0,24	0,21	-0,15	0,16	-0,21	-0,21	-0,06	-0,20	-0,04
Au	0,32	1,00	0,04	-0,06	0,01	-0,04	0,02	0,15	0,24	0,09	-0,14	0,36
As	0,39	0,04	1,00	-0,18	0,25	-0,17	0,40	-0,34	-0,22	-0,06	-0,12	0,29
B	-0,24	-0,06	-0,18	1,00	-0,06	0,26	-0,03	0,35	0,30	0,00	0,29	-0,10
Ba	0,21	0,01	0,25	-0,06	1,00	-0,20	-0,04	-0,29	-0,10	-0,17	-0,23	0,28
Co	-0,15	-0,04	-0,17	0,26	-0,20	1,00	-0,01	-0,11	-0,00	0,03	0,92	0,02
Cu	0,16	0,02	0,40	-0,03	-0,04	-0,01	1,00	-0,10	-0,06	-0,09	-0,04	-0,07
La	-0,21	0,15	-0,34	0,35	-0,29	-0,11	-0,10	1,00	0,56	0,49	-0,10	-0,08
Mn	-0,21	0,24	-0,22	0,30	-0,10	-0,00	-0,06	0,56	1,00	0,12	0,09	-0,17
Mo	-0,06	0,09	-0,06	0,00	-0,17	0,03	-0,09	0,49	0,12	1,00	0,02	-0,01
Ni	-0,20	-0,14	-0,12	0,29	-0,23	0,92	-0,04	-0,10	0,09	0,02	1,00	-0,05
Pb	-0,04	0,36	0,29	-0,10	0,28	0,02	-0,07	-0,08	-0,17	-0,01	-0,05	1,00

Рис. 3. Корреляционная матрица

2. Построить корреляционное поле (рис. 4).



3. Рассчитать коэффициент корреляции по формуле Матерона (метод дробового выстрела):

$$r = \sin\left[90 \cdot \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}\right] \text{ где } n_1 - \text{число точек в квадрантах 1 и 3, } n_2 - \text{число точек в квадрантах 2 и 4.}$$

При правильном расчете коэффициент корреляции, вычисленный методом дробового выстрела должен быть близок к коэффициенту, вычисленному в программе «Статистика»

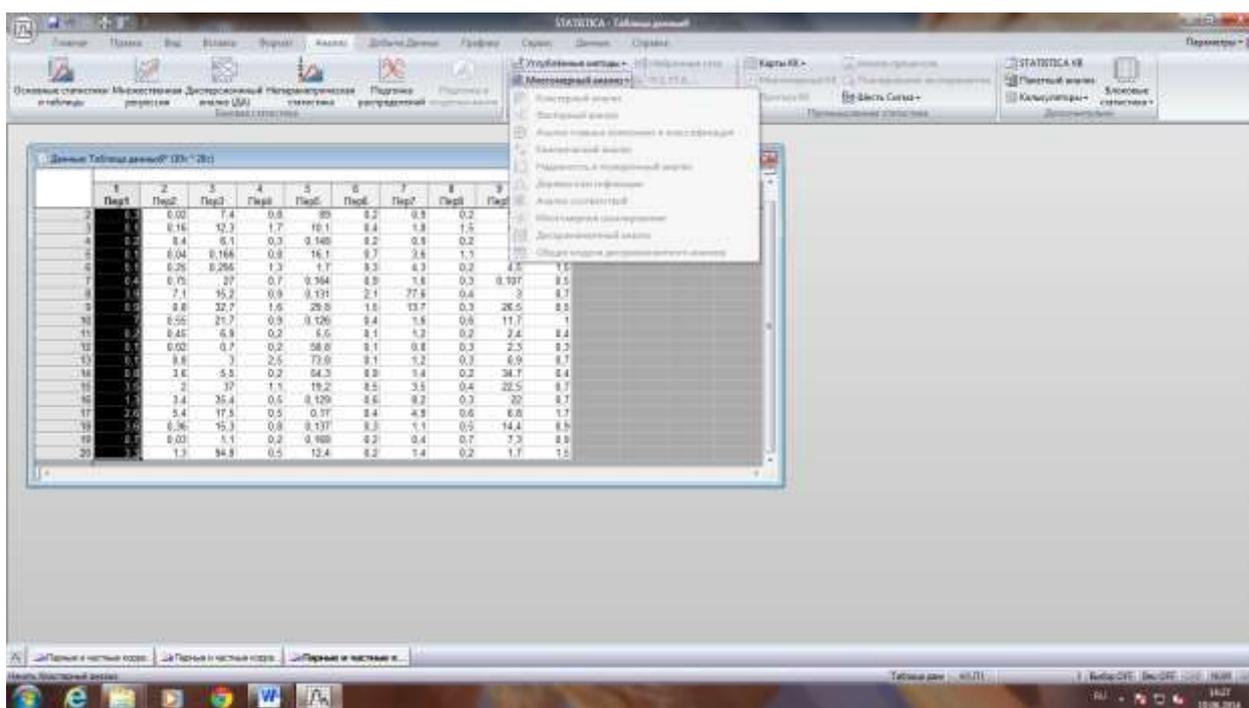
4. Рассчитать коэффициент детерминации  $R^2$  по формуле:

$$R^2 = r^2 \cdot 100; R^2 = 25\% \text{ , при } r_{Mo-Ni} = 0.5$$

Коэффициент детерминации показывает, насколько изменчивость одного признака обусловлена изменчивостью другого.

4. Выполнить кластерный анализ.

В меню выбрать: Анализ → Многомерный анализ → Кластерный анализ



Результатом анализа является дендрограмма(рис.5), на которой элементы объединены в группы по силе корреляционной связи

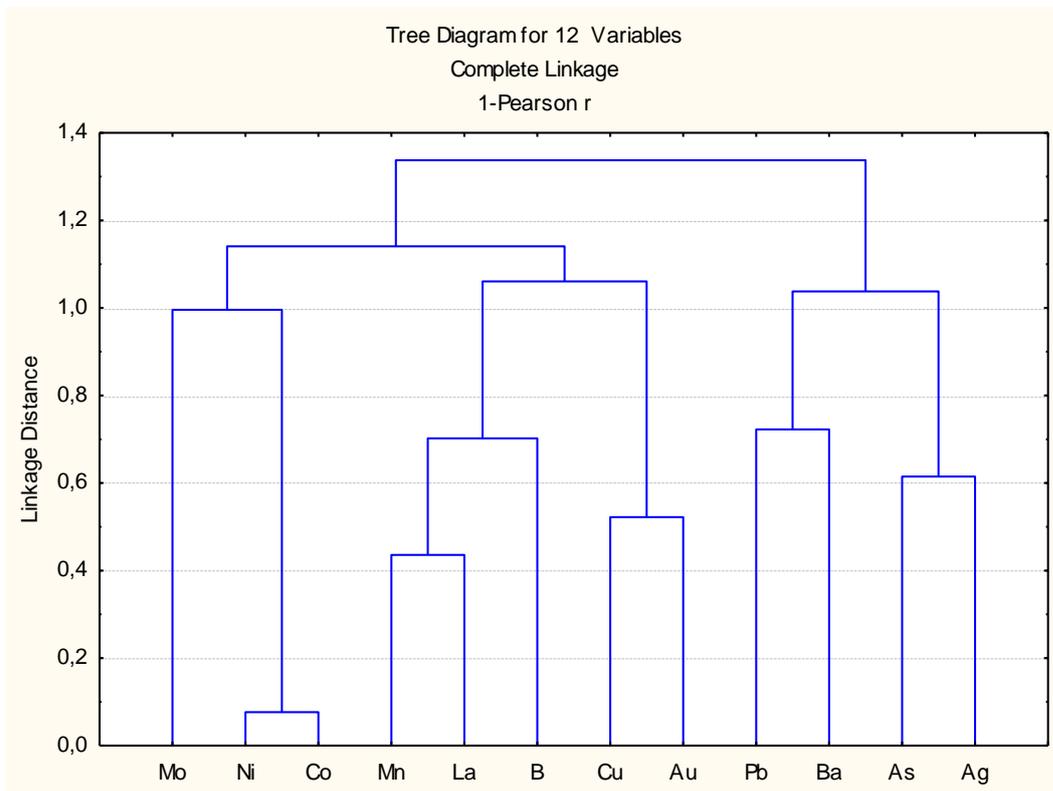


Рис. 5. Дендрограмма

5. Выполнить факторный анализ.

В меню программы выбрать: Анализ → Многомерный анализ → Факторный анализ

Результатом анализа является факторная таблица, в которой по горизонтали перечислены факторы, влияющие на изменчивость объекта (располагаются по мере уменьшения их влияния). По вертикали расположены признаки (элементы) и их вклад в данный фактор. Красным цветом выделены значимые факторы (значение больше 0,7)

Factor Loadings (Varimax normalized) (полная таблица) Extraction: Principal components (Marked loadings are >,700000)

	Factor	Factor	Factor	Factor	Factor
<b>Ag</b>	-0,544677	-0,222147	0,292940	0,151587	0,006173
<b>Au</b>	0,031876	-0,127341	0,851671	0,232546	0,188428
<b>As</b>	-0,452401	-0,065245	-0,015270	0,570009	0,012023
<b>B</b>	<b>0,715945</b>	0,267331	0,022059	0,024204	-0,119592
<b>Ba</b>	0,004869	-0,240497	-0,191223	0,719354	-0,298353
<b>Co</b>	0,064896	<b>0,961585</b>	0,094613	-0,057629	-0,009537
<b>Cu</b>	0,018482	0,144409	0,835138	-0,123668	-0,181491
<b>La</b>	0,628861	-0,195490	0,100675	-0,174568	0,613719
<b>Mn</b>	<b>0,728010</b>	-0,115447	0,146296	-0,068046	0,214196
<b>Mo</b>	0,012532	0,047769	-0,049093	-0,027290	0,914888
<b>Ni</b>	0,124181	<b>0,946175</b>	-0,077177	-0,054121	0,003878
<b>Pb</b>	-0,042506	<b>0,097271</b>	0,285034	0,759587	0,085653
<b>Expl.Var</b>	1,962361	2,103160	1,676000	1,554387	1,438936

<b>Prp.Totl</b>	0,163530	0,175263	0,139667	0,129532	0,119911
-----------------	----------	----------	----------	----------	----------

**ПРИЛОЖЕНИЯ к лабораторным работам**

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

**К ЗАДАНИЮ: "Вариационный и корреляционный анализы"**

**Геохимический состав рудных джаспероидов  
(Au, Ag --- в г/т; остальные элементы --- в п x 10<sup>-3</sup> %)**

	Var.1	Var.2	Var.3	Var.4	Var.5	Var.6	Var.7	Var.8	Var.9	Var.10	Var.11	Var.12
№ п/п	Ag	Au	As	B	Ba	Co	Cu	La	Mn	Mo	Ni	Pb
1.	1.0	1.3	29.6	1.6	0.156	0.8	1.8	0.4	9.6	0.8	3.4	3.5
2.	0.3	0.02	7.4	0.8	89.0	0.2	0.9	0.2	9.7	0.8	0.8	0.3
3.	0.1	0.16	12.3	1.7	10.1	0.4	1.8	1.5	5.3	1.1	1.5	4.4
4.	0.2	0.4	6.1	0.3	0.148	0.2	0.9	0.2	1.8	0.3	0.5	1.9
5.	0.1	0.04	0.166	0.8	16.1	0.7	3.6	1.1	7.2	3.8	2.6	2.2
6.	0.1	0.25	0.295	1.3	1.7	9.3	4.3	0.2	4.5	1.5	33.6	3.1
7.	0.4	0.75	27.0	0.7	0.164	0.9	1.6	0.3	0.107	0.5	8.6	0.8
8.	3.9	7.1	15.2	0.9	0.131	2.1	77.6	0.4	3.0	0.7	0.9	8.8
9.	0.9	0.8	32.7	1.6	29.8	1.5	13.7	0.3	26.5	0.5	7.2	1.2
10.	7.0	0.55	21.7	0.9	0.126	0.4	1.6	0.6	11.7	1.0	1.8	0.145
11.	0.2	0.45	6.9	0.2	5.5	0.1	1.2	0.2	2.4	0.4	0.3	1.3
12.	0.1	0.02	0.7	0.2	58.8	0.1	0.8	0.3	2.3	0.3	0.8	0.5
13.	0.1	0.8	3.0	2.5	73.8	0.1	1.2	0.3	0.9	0.7	0.7	0.6
14.	0.8	3.6	5.5	0.2	54.3	0.9	1.4	0.2	34.7	0.4	2.1	0.8
15.	3.5	2.0	37.0	1.1	19.2	0.5	3.5	0.4	22.5	0.7	10.7	1.1
16.	1.3	3.4	35.4	0.5	0.129	0.6	8.2	0.3	22.0	0.7	5.0	1.5

17.	2.6	5.4	17.5	0.5	0.17	0.4	4.9	0.6	6.8	1.7	1.0	4.8
18.	3.6	0.36	15.3	0.8	0.137	0.3	1.1	0.5	14.4	0.9	1.3	0.127
19.	0.7	0.03	1.1	0.2	0.168	0.2	0.4	0.7	7.3	0.9	0.8	1.6
20.	3.3	1.3	94.8	0.5	12.4	0.2	1.4	0.2	1.7	1.5	1.9	0.4
21.	3.6	0.35	0.153	0.2	3.0	0.1	1.1	0.5	1.4	3.3	0.6	0.4
22.	13.0	7.0	0.206	0.4	24.6	0.2	1.4	0.5	3.5	1.5	0.9	0.3
23.	0.8	2.2	46.8	0.2	27.1	0.2	1.2	0.6	1.9	4.7	1.0	1.0
24.	0.1	5.0	0.174	0.7	14.5	0.2	2.6	1.3	33.6	1.2	1.6	0.2
25.	0.1	3.6	0.145	1.7	10.6	0.6	4.5	1.8	68.9	3.0	3.7	0.2
26.	0.3	0.01	23.2	0.2	26.2	0.4	4.3	0.5	16.8	0.9	5.0	3.6
27.	2.8	0.7	31.9	0.4	24.7	0.2	1.4	0.4	4.7	0.2	0.6	0.6
28.	3.0	5.4	75.6	0.3	88.7	0.2	2.7	0.3	1.2	1.2	0.5	39.8
29.	0.8	0.3	10.3	0.2	13.0	0.1	0.5	0.2	1.2	0.7	0.3	7.4
30.	5.4	1.5	24.6	0.2	82.2	0.2	1.8	0.2	1.0	0.4	0.4	0.148
31.	5.8	0.9	85.4	0.5	28.0	0.1	0.5	0.2	1.6	0.6	0.1	0.161
32.	13.2	1.3	79.0	0.3	81.9	0.2	0.5	0.2	5.2	0.8	0.3	0.171

**Продолжение приложения 1**  
**К ЗАДАНИЮ: "Вариационный и корреляционный анализы"**

**Геохимический состав рудных джаспероидов**  
**(Au, Ag --- в г/т; остальные элементы --- в п x 10<sup>-3</sup> %)**

	<b>Вар.13</b>	<b>Вар.14</b>	<b>Вар.15</b>	<b>Вар.16</b>	<b>Вар.17</b>	<b>Вар.18</b>
<b>№</b> <b>п/п</b>	<b>Sb</b>	<b>Sr</b>	<b>Th</b>	<b>V</b>	<b>W</b>	<b>Zn</b>
1.	7.8	11.3	0.2	1.8	0.2	10.1
2.	4.8	4.1	0.1	0.5	0.2	2.0
3.	3.6	8.8	0.3	3.2	0.2	6.4
4.	17.7	1.7	0.1	0.3	0.2	0.7
5.	13.0	2.3	0.2	8.1	0.6	11.7
6.	77.6	2.7	0.3	13.7	23.7	86.0
7.	46.6	2.5	0.2	8.6	8.7	35.7
8.	18.3	4.9	0.2	6.8	1.1	2.8
9.	12.4	2.9	0.5	14.3	4.9	25.3
10.	71.7	2.0	0.2	65.2	9.8	10.2
11.	2.3	0.6	0.1	0.8	0.1	1.1
12.	1.0	2.1	0.1	0.6	0.2	0.3
13.	52.3	3.5	0.1	1.3	0.1	1.0
14.	4.1	0.7	0.1	4.2	1.3	7.5
15.	53.2	1.3	0.1	14.7	4.3	45.2
16.	31.8	1.8	0.2	7.9	4.5	31.9
17.	21.1	3.2	0.3	8.1	1.9	4.9
18.	55.6	2.4	0.2	51.5	10.6	7.8
19.	0.9	1.8	0.1	1.4	0.3	1.2
20.	19.7	1.7	0.1	0.5	0.1	11.4
21.	35.4	2.1	0.1	1.9	0.1	0.7

22.	34.7	3.9	0.1	2.8	0.1	0.9
23.	33.2	2.5	0.1	1.1	0.1	2.8
24.	5.2	2.4	0.1	9.3	10.3	6.8
25.	7.3	2.0	0.2	21.8	11.6	11.4
26.	2.8	7.6	0.1	15.6	4.8	19.9
27.	0.8	1.6	0.2	1.3	0.3	1.3
28.	46.1	2.8	0.1	0.3	0.1	1.9
29.	5.7	1.4	0.1	0.1	0.1	0.7
30.	53.9	1.6	0.2	0.2	0.1	1.5
31.	22.4	3.8	0.2	0.3	0.1	1.0
32.	43.4	0.7	0.1	0.1	0.1	0.9

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Варианты к решению задач по оценке параметров генеральной совокупности

Варианты	Объем выборки, n	Выборочные дисперсии		Выборочные средние значения		Выборочный коэффициент корреляции, r	Надежность, $\gamma$
		$Sv^2$	$Su^2$	$\bar{V}$	$\bar{U}$		
1	50	12,53	7,29	39,90	13,00	-0,90	0,95
2	60	14,50	6,25	40,50	12,10	-0,92	0,99
3	90	11,80	6,40	40,10	11,80	-0,95	0,99
4	100	10,50	5,20	43,20	10,20	-0,94	0,95
5	95	9,40	4,25	45,00	8,00	-0,89	0,99
6	150	13,90	4,90	42,10	9,90	-0,96	0,95
7	30	2,60	0,50	2,32	0,83	0,89	0,95
8	36	2,80	0,60	2,50	0,90	0,85	0,99
9	25	2,46	0,48	2,10	0,70	0,92	0,95
10	40	2,25	0,60	2,80	1,00	0,82	0,95
11	50	2,10	0,49	2,60	0,85	0,90	0,99
12	45	2,05	0,56	2,90	1,10	0,86	0,95
13	25	26,25	1,49	13,60	3,31	0,79	0,95
14	30	20,10	1,80	15,00	4,05	0,83	0,99
15	28	30,15	2,00	14,50	3,60	0,85	0,95
16	36	25,70	1,90	14,20	3,80	0,78	0,99
17	32	28,25	1,60	13,90	3,50	0,79	0,95
18	29	25,00	1,85	14,80	3,70	0,82	0,99
19	160	31,40	34,50	44,63	14,82	-0,86	0,95
20	120	30,60	36,10	46,20	13,90	-0,92	0,95
21	150	34,20	34,50	44,50	14,50	-0,90	0,99
22	160	36,60	36,20	45,00	15,00	-0,85	0,99
23	180	35,80	34,70	43,50	15,50	-0,95	0,95
24	190	32,50	36,80	44,00	15,30	-0,80	0,99
25	180	7,10	0,001	17,76	0,14	0,14	0,95

26	164	7,00	0,002	18,00	0,15	0,60	0,95
27	170	6,25	0,001	17,40	0,14	0,58	0,95
28	160	6,50	0,002	17,20	0,14	0,54	0,99
29	156	6,80	0,001	18,10	0,15	0,62	0,99
30	149	7,20	0,002	17,80	0,14	0,55	0,95

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

#### Параметрические методы сравнения групп переменных

№ пробы	Вариант 1				Вариант 2			
	Содержание K <sub>2</sub> O (%)				Содержание Na <sub>2</sub> O (%)			
	A	B	C	D	A	B	C	D
1	6,86	3,82	4,21	4,95	4,75	5,41	4,61	6,71
2	11,50	4,47	5,00	4,88	2,80	6,66	5,13	5,23
3	10,25	4,17	3,02	6,11	0,98	5,96	5,00	4,61
4	10,03	4,96	7,14	6,25	0,82	5,00	3,97	5,15
5	11,04	4,72	3,68	7,08	1,02	4,17	4,93	4,72
6	11,37	5,52	3,19	8,32	1,18	4,95	4,62	3,80
7	10,70	4,44	11,1	4,25	1,08	5,64	3,72	5,00
8	4,09	8,55	6,60	6,16	5,81	5,45	4,89	4,42
9	4,95	5,11	4,55	5,88	5,68	6,35	5,87	5,52
10	2,65	10,7	6,98	5,88	6,88	3,39	4,43	4,42
11	4,72	4,42	6,13	4,36	5,74	4,98	5,07	5,13
12	5,65	4,54	3,67	1,88	3,86	5,21	5,11	5,90
13	3,46	3,30	5,32	6,16	5,34	8,20	4,42	5,63
14	4,28	11,40	3,78	5,21	5,74	2,36	6,66	5,69
15	4,88	4,49	4,02	5,27	5,98	6,67	5,20	6,00
16	3,73	3,84	3,29	5,58	4,75	5,32	5,60	6,20
17	2,79	4,46	4,37	5,02	5,38	6,60	5,66	6,00
18	5,73	5,40	5,13	4,77	5,62	4,20	5,00	5,95
19	4,26	4,54	4,48	5,88	5,87	5,22	4,14	6,22
20	5,46	3,27	4,09	5,14	5,08	8,18	4,70	5,63
21	5,06	4,48	4,32	4,90	0,62	6,60	6,26	5,82
22	6,11	4,15	7,46	11,40	3,88	5,80	5,02	2,36
23	6,08	3,26	5,42	4,60	3,24	8,05	5,11	4,57
24	5,80	4,14	12,20	5,74	3,04	5,90	2,36	5,65
25	10,08	5,08	9,40	4,89	3,50	6,02	4,97	4,74
26	14,54	4,05	4,89	8,97	3,08	5,20	5,38	3,98

27	10,20	4,50	6,58	3,34	2,40	4,95	4,80	4,95
28	2,85	4,42	6,95	5,83	4,80	5,02	4,40	6,07
29	5,80	4,00	5,06	6,91	3,04	5,12	4,42	5,80
30	5,45	8,95	5,02	4,60	4,30	4,48	5,12	5,58

Щелочные массивы: А – Якокутский; В – Ыллымахский; С – Джекондинский;  
D- Юхтинский.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.08 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ  
МОДЕЛИРОВАНИЯ В ГЕОЛОГИИ**

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация:

**Геология месторождений нефти и газа**

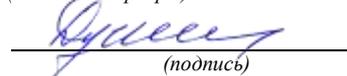
Автор: Хасанова Г.Г., доцент, к.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры

Геологии, поисков и разведки МПИ

(название кафедры)

Зав. кафедрой



Душин В.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 18.09.2024

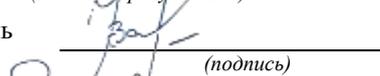
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией  
факультета

Геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель



Вандышева К.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 11.10.2024

(Дата)

Екатеринбург

**Методические указания по дисциплине согласованы с выпускающей кафедрой геологии и геофизики нефти и газа**

Заведующий кафедрой ГГНГ



к.г.-м.н., С.А. РЫЛЬКОВ

*подпись*

*И.О. Фамилия*

**Цель дисциплины:** изучение принципов математического моделирования геологических объектов, явлений и процессов; приобретение студентами знаний о типах математических моделей в различных областях геологии.

### **Содержание учебной дисциплины**

#### **Основные принципы и методы геолого-математического моделирования**

Особенности геологических образований и процессов как объектов математического моделирования. Виды геолого-математических моделей. Основные принципы математического моделирования. Выборочная и генеральная совокупности. Требования, предъявляемые к выборочным совокупностям. Предмет математической статистики, его цели и задачи. Понятие о статистической совокупности.

#### **Одномерные статистические совокупности. Вариационный анализ. Законы распределения.**

Упорядочение количественных признаков в виде вариационных рядов и кумулянт. Статистические характеристики. Меры положения и рассеяния вариационного ряда; их определение, логический смысл и области применения в геологии. Закон больших чисел. Понятие о теоретическом распределении. Следствие из теоремы Ляпунова. Нормальный закон и его математические свойства. Логнормальный закон распределения: основные понятия и критерии его выбора.

#### **Статистическая оценка параметров генеральной совокупности. Применение статистических гипотез в геологии.**

Понятие о статистической оценке параметров генеральной совокупности. Точечная и интервальная оценки. Несмещенность и эффективность оценки. Оценка генерального среднего значения, генеральной дисперсии по выборочным данным. Понятие статистической гипотезы. Процедура принятия или отказа от нулевой гипотезы.

#### **Двумерные статистические совокупности и методы их анализа.**

Функциональные и корреляционные связи. Упорядочение двумерной статистической совокупности в виде полей корреляции и их качественный анализ. Количественные показатели тесноты корреляционной связи. Эмпирическая и теоретическая линии регрессии для парной корреляционной зависимости. Регрессионный анализ.

#### **Математические методы анализа многомерных статистических совокупностей.**

Многомерные статистические совокупности и методы их анализа: корреляционный анализ, кластерный и факторный анализы, задачи распознавания образов, дискриминантный анализ.

#### **Геолого-математическое моделирование пространственных переменных.**

#### **Математические методы изучения изменчивости геологических объектов.**

Понятие пространственной переменной. Виды пространственных моделей. Детерминированные и вероятностные модели. Модель на основе случайной функции и ее свойства. Коррелограмма и её практическое использование.

Основной постулат геостатистики. Определение вариограммы и метод её расчета. Типы вариограмм. Геостатистический метод интерполяции – кригинг.

Виды изменчивости в геологии. Регулярная и случайная составляющие геологического поля.

Математический аппарат исследования закономерной и случайной изменчивости

## Особенности геологических образований и процессов как объектов математического моделирования. Типы моделей и принципы геолого-математического моделирования

Геологические процессы и образования обладают специфическими особенностями, в значительной мере определяющими методы их изучения:

- представляют собой совокупность физических, химических и биологических природных явлений, между которыми существуют сложные причинно-следственные связи, поэтому свойства геологических образований зависят от множества факторов, характеризуются сильной изменчивостью, а сами объекты имеют весьма сложное строение;
- геологические процессы длительны, а геологические образования имеют значительные размеры и скрыты в недрах, что исключает возможность их полного всестороннего изучения путем непосредственного наблюдения.

Последнее обусловило распространение в практике геологических исследований **выборочных методов изучения** с помощью естественных и искусственных обнажений, в пределах которых отбираются образцы и пробы для различных исследований

Основным методом изучения плохо организованных систем, к которым относятся геологические процессы и явления является **моделирование**, когда непосредственный объект наблюдения заменяется его упрощенным аналогом – **моделью**.

**Модели** – это искусственно созданные объекты, фигуры и математические выражения, воспроизводящие свойства и характеристики изучаемых объектов, явлений и процессов.

**Физические** модели отражают подобие форм геометрических соотношений и происходящих в них физических процессов. Примерами являются: изучение закономерностей выпадения в осадок из взмученного состояния частиц различной крупности или различных химических соединений из раствора; изучение процессов складкообразования наклоном плоскости, на которую нанесены слои песка, глин, или боковым давлением на слои пластилина различных цветов; разделение пород основного состава на сульфидную и силикатную составляющие в результате экспериментальной плавки и т.д.

**Геометрические** модели представляют собой объекты, геометрически подобные прототипу, дающие внешнее представление, часто служат для демонстрационных целей. Примеры: слепки самородков геологические, геохимические карты и планы, фотографии и т.д.

**Понятийные** модели являются мысленным образом природных явлений. Основаны на наблюдениях, служат для выражения изучаемого явления в идеализированной форме, отвечают существующему уровню знаний. Основная часть процессов и явлений в геологии описана понятийными моделями. Например: «**Альбитизация** – это метасоматическое, главным образом, гидротермальное образование альбита, характерна для процессов **сосюритизации, пропилитизации, зеленокаменного перерождения, формирования зеленых сланцев**».

**Математические** модели – абстрактный аналог физических, геометрических, понятийных моделей, в которых силы, события, соотношения участков, площадей, понятия и т.п. элементы заменены математическими символами, связанными между собой определенными отношениями. Предполагается лишь тождественность математического описания процесса (явления) в оригинале и математическом выражении.

По характеру связи между параметрами и свойствами изучаемых объектов математические модели разделяются на **детерминированные** и **статистические**. **Детерминированные** модели выражают функциональные связи между аргументом и зависимыми переменными. Они записываются в виде уравнений, в которых определенному значению аргумента соответствует только одно значение переменной. Вид ее  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$ , где  $y$  – зависимая переменная (функция), а  $x_1$ – $x_k$  – независимые (аргументы).

**Статистические** модели – это математические выражения содержащие случайную компоненту ( $\varepsilon$ ), имеет вид  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_k) + \varepsilon$ , т.е. одному значению аргумента соответствуют близкие, но различающиеся между собой значения переменной. Различие их обуславлива-

ется влиянием случайных, неуправляемых воздействий неучтенных факторов. При характеристике результатов, получающихся на основе этих моделей, говорят не о законе, а о закономерности.

По типу решаемых задач, набору используемых для этого математических методов и главным допущениям относительно свойств объектов все геолого-математические модели делят на две группы:

1. Модели, использующие главным образом математический аппарат теории вероятности и математической статистики. В них геологические объекты предполагаются внутренне однородными, а изменения их свойств в пространстве случайными, не зависящими от места замера. Их условно называют **статистическими**. В зависимости от одновременно рассматриваемых свойств они разделяются на одномерные, двумерные и многомерные.

Обычно используют для:

- получения по выборочным данным надежных оценок свойств геологических объектов;
  - проверки геологических гипотез;
  - выявления и описания зависимостей между свойствами геологических объектов;
  - классификации геологических объектов;
  - определения объема выборочных данных, необходимого для оценки свойств геологических объектов с заданной точностью.
2. Модели, рассматривающие свойства геологических объектов как *пространственные переменные*. В них предполагается, что свойства геологических объектов зависят от координат точек замера, а в изменении этих свойств в пространстве существуют закономерности. При этом кроме вероятностных методов (случайные функции, временные ряды, дисперсионный анализ) применяются приемы комбинаторики (полиномы), гармонического анализа, векторной алгебры, дифференциальной геометрии и др. разделов математики.

Используются приемы как статистического, так и динамического моделирования. Такие модели используют для решения задач связанных с:

- проверкой гипотез о закономерностях размещения геологических объектов относительно друг друга;
- проверкой гипотез о характере процессов формирования геологических образований;
- выделением аномалий в геологических и геофизических полях;
- классификацией геологических объектов по особенностям их внутреннего строения;
- разработкой приемов интерполяции и экстраполяции при оконтуривании геологических объектов;
- выбором оптимальной густоты и формы сети наблюдений при изучении геологических объектов.

### **Математическая статистика.**

Математическая статистика - это прикладная математическая дисциплина, которая занимается изучением закономерностей в массовых, случайных, однородных, повторяющихся объектах и явлениях природы, техники и общественной жизни.

Предметом исследования математической статистики является *статистическая совокупность*. **Статистическая совокупность** – это такое множество, которое состоит из массы однородных, случайных, повторяющихся объектов или явлений, обладающих качественной общностью.

Основным методом математической статистики, ее теоретической базой является теория вероятностей, изучающая случайные события и величины.

Объектами геологических исследований являются металлогенические провинции, рудные районы, поля, месторождения, рудные тела, минералы и их агрегаты, окаменелости, процессы осадконакопления, магматизма и многое другое. Математические методы изучения имеют дело не с перечисленными материальными объектами и явлениями, а с совокупностями значений оцениваемых признаков, которыми эти объекты и явления обладают.

*Статистические данные* и являются объектом изучения математической статистики. К ним относятся результаты экспериментов, наблюдений и измерений свойств горных пород, руд, процессов, геометрические параметры и показатели качества залежей полезных ископаемых. Определение объекта изучения в каждом конкретном случае зависит от решаемой задачи и формулировки условий, при которых осуществляется оценка признаков.

Расположение наблюдений зачастую неравномерно, что обусловлено обнаженностью территории, трудностями вскрытия изучаемых тел. Поэтому необходимо четко представлять насколько выборочная (опробуемая) совокупность представительна по отношению к изучаемой.

Результаты химического анализа пород по профилю, замеры физических свойств образцов керна и т.п. представляют собой выборки из генеральных совокупностей, которые характеризуют явление в целом, т.е. химический состав отложений, физические свойства руд и пород и т.п. Задача геолога заключается в том, чтобы по свойствам исследуемого признака в выборке сделать с определенной вероятностью заключение о его свойствах в генеральной совокупности.

### **Некоторые положения теории вероятности**

Первичные понятия в теории вероятности – события, вероятность, случайная величина, статистическая устойчивость эксперимента.

Событие – результат опыта или естественного явления может быть получен или не получен при имеющихся условиях.

Например: появление конкретного содержания щелочей при анализе  $\gamma$ .

События обычно обозначают буквами  $A, B, C$  и т.д. Известно, что возможность появления событий различна.

Например: при возвращении из маршрута у геолога в рюкзаке 30 образцов интрузивных пород и 3 образца осадочных. Очевидно, при отборе наугад одного мешочка с образцами пород больше шансов извлечь интрузив, т.к. их в 10 раз больше, чем осадочных.

Количественной мерой объективной возможности события при данных условиях является вероятность его. Для установления границ изменения этой величины рассмотрим предельные случаи. Если наступление события при данных условиях исключено, то такое событие называют невозможным и приписывают вероятность равную нулю.

Например: обнаружение промышленных содержаний железа в известняках. Если событие в данных условиях обязательно возникает, то такое событие называют достоверным и его вероятность равна единице.

Пример. Обнаружение кальция в химическом составе известняков. Вероятность появления какого-то события прямо пропорциональна  $m$  числу случаев, благоприятствующих появлению этого события и обратно пропорционально числу  $n$  всех равновозможных случаев, могущих произойти при данном испытании.

$$P = \frac{m}{n}$$

На практике изучить все возможные случаи часто невозможно, поэтому предполагается, что  $n$  – это имеющиеся, а не все возможные случаи.

Вероятность характеризует объективную возможность появления события.

Пример: интересующий минимум может появляться в 20 шлифах из 100, изготовленных по изучаемой породе.

Частость – практическая оценка этой возможности, характеризует совершившийся факт.

## Случайные величины и их числовые характеристики

Случайная величина – это случайный эксперимент с числовыми исходами.

Например: соединение элемента  $A$  в пробе количества ильменита в шлихах. Соединение может принимать любые значения в определенных пределах. Число появлений зерен ильменита может быть только целым. Величины, которые могут принимать лишь отдельные значения, являются дискретными, а любые значения заданного интервала – непрерывными.

*Дискретная случайная величина* может задаваться таблично, графически, аналитически при табличном способе задаются значения случайной величины и соответствующие им вероятности.

$$\text{Пример: } a_1, a_2, a_3, \dots, a_n \quad \sum_{i=1}^n p_i = 1$$
$$p_1, p_2, p_3, \dots, p_n \quad 0 \leq p_i < 1$$

При аналитическом способе соответствие между значениями, принимаемыми случайной величиной и вероятностями этих значений задаются некоторой функцией  $p=f(x)$ , называемой законом распределения случайной величины. Для непрерывности случайной величины вводятся понятия интегральной функции распределения  $F(x)$ . Функция  $F(x)$  определяет для каждого значения  $x$  вероятность того, что случайная величина примет значение меньше  $x$ , то есть  $F(x) = P(X < x)$ . Вероятность того, что случайная величина примет значение в интервале от  $a$  до  $b$ , равна разности значений интегральной функции на концах этого интеграла, т.е.

$$P\{a \leq x < b\} = \int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a),$$

Где  $f(x) \geq 0$  плотность распределения вероятностей непрерывной случайной величины значение  $\int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \cdot dx = 1$ .

Математическим ожиданием случайной дискретной величины  $X$  называется сумма произведений значений, принимаемых этой величиной, на соответствующие им вероятности, т.е.

$$M(X) = x_1 p_1 + x_2 p_2 + \dots + x_n p_n = \sum_{i=1}^n x_i p_i$$

Если  $x$  – непрерывная случайная величина, изменяющаяся в пределах от  $-\infty$  до  $+\infty$  с плотностью вероятности  $f(x)$ , т.е. ее математическое ожидание определяют из выражения

$$M(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx$$

Для краткости обозначают математическое ожидание  $a$ .

Некоторые свойства этого параметра:

1.  $M(C) = C$ , т.е. математическое ожидание постоянной величины равно самой постоянной величине.

2.  $M(CX) = CM(X)$ , т.е. постоянный множитель можно выносить за знак математического ожидания.

3.  $M(X+Y+\dots+Z) = M(X) + M(Y) + \dots + M(Z)$ , т.е. математическое ожидание суммы нескольких случайных величин равно сумме их математических ожиданий.

Дисперсией  $D(X)$  случайной величины называется математическое ожидание квадрата отклонения случайной величины  $X$ .

$$D(X) = M(X - M(X))^2$$

В развернутом виде дисперсия случайной величины:

$$D(X) = \sum_{i=1}^n (x_i - a)^2 \cdot p_i,$$

а непрерывной

$$D(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} (x-a)^2 f(x) dx$$

Дисперсию принято обозначать  $\sigma^2$ , некоторые свойства этого параметра:

1.  $D(C)=0$ , т.е. дисперсия постоянной величины равна 0.
2.  $D(CX)=C^2D(X)$ , т.е. постоянный множитель можно выносить за знак дисперсии возводя его в квадрат.
3.  $D(X+Y+\dots+Z)=D(X)+D(Y)+\dots+D(Z)$ , т.е. дисперсия суммы нескольких взаимно независимых случайных величин равна сумме дисперсий этих величин.
4.  $D(X)=M(X^2)-(M(X))^2$  дисперсия случайной величины  $X$  равна разности математического ожидания квадрата этой величины и квадрата ее математического ожидания.

## Упорядочение статистических совокупностей в интервальные вариационные ряды

**Одномерной статистической совокупностью** называется такая совокупность, каждый член которой характеризуется одним признаком.

Раздел математической статистики, который занимается изучением закономерностей в одномерных статистических совокупностях называется **вариационный анализ**.

Статистической обработке в практике ГРР обычно подвергается геохимический фактический материал. Для этого производятся простейшие преобразования количественной геологической информации. Они заключаются в следующем:

результаты геохимических наблюдений сводятся в таблицы. Наиболее простую форму статистической обработки представляют **ряды распределения**. Они строятся по методу **ранжирования**, т.е. путем расположения вариантов в возрастающем или убывающем порядке. Варианты необходимо располагать в виде двойного ряда, учитывая их повторяемость.

Например: содержание ртути ( $C_{Hg}$ ) в  $\text{px}10^{-7} \%$  (первая строка) и повторяемость классов содержаний  $n$  (вторая строка):

$C_{Hg}$ :	2	3	4	6	8	...
$n$	2	1	4	5	2	...

Числа, с которыми отдельные варианты встречаются в совокупности, называются их весами или **частотами** ( $n_i$ ).

Общее число вариантов, входящих в состав данной совокупности называется ее **объемом** ( $N$ ).

Общая сумма частот равна объему совокупности:  $\sum n_i = N$ .

Частоты, выражающиеся в относительных значениях варьирующего признака, т.е. в долях единицы или в процентах от общей численности вариантов в данной совокупности называются относительными частотами или **частотями** ( $W_i$ ).

$$W_i = n_i / N \text{ или } W_i = (n_i / N) \times 100 \%$$

Сумма частостей выраженных в долях единицы равна 1:  $\sum W_i = 1$ ;

сумма частостей выраженная в %, равна 100 %:  $\sum W_i = 100 \%$ .

В **вариационные ряды** распределяются только **количественные** признаки. Существуют **интервальные** и **безинтервальные** вариационные ряды. Если признак варьирует слабо, дискретно, совокупность его значений можно разделить в **безинтервальный** вариационный ряд (что мы и сделали с содержанием ртути). Если распределение плохо выражает закономерность варьирования, то нужно переходить в **интервальный** вариационный ряд.

**Упорядочение совокупностей** с непрерывными признаками ведется **методом группировок** – посредством построения вариационных рядов и соответствующих им графиков. Вариации признака (от минимальной до максимальной) разбиваются на равные интервалы (классы). Для выбора **ширины интервала** ( $h$ ) пользуются формулой Стерджеса Г.А. (Sturges, 1926):

$h = (U_{\max} - U_{\min}) / (1 + 3,2 \lg N)$ , где  $h$  – ширина интервала,  $U_{\max}$  – максимальное значение признака совокупности,  $U_{\min}$  – минимальное значение признака совокупности,  $N$  – объем совокупности.

Вычисленное значение  $h$  округяют до удобной величины. Кроме того, вычисляют значения **середины интервалов**:

$U_i = (a_i + b_i) / 2$ , где  $a_i$  и  $b_i$  – соответственно начало и конец интервала.;

**плотность частот** ( $P_{n_i}$ ):  $P_{n_i} = n_i / h$ , где  $n_i$  – частота интервала,  $h$  – ширина интервала (шаг);

**плотность частостей** ( $P_{w_i}$ ):  $P_{w_i} = W_i / h$ , где  $W_i$  – частость интервала,  $h$  – ширина интервала (шаг).

Таким образом, **вариационным рядом совокупности** с непрерывным признаком называется таблица, в которой в возрастающем порядке перечислены интервалы, середины интервалов и соответствующие им частоты, частости, плотности частот или частостей (табл. 1).

Таблица 1

**Интервальный вариационный ряд совокупности**

№№ интервалов	Границы интервалов, $a_i - b_i$	Середина интервалов, $U_i$	Частоты, $n_i$	Частости, $W_i$	Плотности частот, $P_{n_i}$	Плотности частостей, $P_{w_i}$
1.	48,0-50,0	49,0	6	0,12	3,0	0,05
2.	50,0-52,0	51,0	10	0,20	5,0	0,10
3.	52,0-54,0	53,0	15	0,30	7,5	0,15
...	...	...	...	...	...	...
$\Sigma$			50	1,00	25,0	0,50

Проверка правильности построения вариационного ряда осуществляется по формулам:  
 $\Sigma n_i = N$ ;  $\Sigma W_i = 1$ ;  $\Sigma P_{n_i} = N / h$ ;  $\Sigma P_{w_i} = 1 / h$ .

Для большей наглядности закономерностей варьирования признаков, вариационные ряды могут быть представлены **графически** в виде *полигона*, *гистограммы*, *кумуляты*.

**Полигоном** распределения непрерывного признака называется ломаный график, при построении которого на оси абсцисс откладываются в возрастающем порядке середины интервалов, а по оси ординат – соответствующие им частоты или частости.

**Гистограммой** вариационного ряда непрерывного признака называется ступенчатый график, состоящий из примыкающих друг к другу прямоугольников с основанием по оси абсцисс, равными ширине интервала, с высотами по оси ординат, соответствующими значениями частот или частостей.

**Кумулята** – это кривая накопленных частостей (интегральный полигон). Это график, при построении которого по оси абсцисс откладываются в возрастающем порядке границы интервалов, а по оси ординат – соответствующие концам интервалов накопленные частости ( $W_{s_i}$ ).

### Статистические характеристики вариационного ряда

Для получения характеристики признака наряду с построением вариационных рядов и графиков вычисляют различного рода суммарные числовые показатели – **статистические характеристики**.

По своему назначению **статистические характеристики** делятся на:

- меры положения (средняя величина, медиана, мода);
- меры рассеяния (дисперсия, среднее квадратическое отклонение, стандарт, коэффициент вариации, показатели асимметрии и эксцесса).

**Мерами положения** вариационного ряда называют характерные точки на оси абсцисс графика распределения, около которых группируется подавляющее количество наблюдений.

а) Например: характеризуя геохимическую аномалию, приводят параметры: *среднее* содержание элемента, *средняя* ширина ореола, *средняя* линейная продуктивность и т.д. Значение средних заключается в их свойстве нивелировать частные различия.

Существует несколько видов средних: они делятся на *параметрические* (степенные) и *непараметрические* (порядковые). **Непараметрические средние** характеризуют лишь струк-

турные особенности вариации и не имеют функциональной связи с распределением признаков. **Параметрические средние** функционально связаны с распределением варьирующих признаков.

**Меры рассеяния** – это статистические характеристики, которые указывают на степень и характер концентрации или рассеяния отдельных вариантов относительно мер положения.

Графически меры рассеяния указывают на сжатость или растянутость вариационной кривой по оси абсцисс.

Основными показателями вариации являются:

- дисперсия ( $S^2$ );
- среднеквадратическое отклонение (стандарт –  $S$ );
- коэффициент вариации ( $V$ );
- показатель асимметрии ( $A$ );
- показатель эксцесса ( $E$ );

## Законы распределения Нормальное распределение

**Нормальное распределение** возникает, когда на изменение случайной величины влияет множество различных, независимых факторов, каждый из которых в отдельности не имеет преобладающего значения.

Подчинение закону нормального распределения проявляется тем точнее, чем больше случайных причин действует вместе. Основное условие формирования нормального распределения заключается в том, чтобы все случайные величины, действующие вместе, играли в общей сумме примерно одинаковую роль.

Плотность вероятности нормального распределения имеет вид

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma_x^2}}$$

$e$  – основание натурального логарифма (2,718);

$x$  – значение случайной величины, лежит в интервале  $(-\infty, +\infty)$ ;

$\sigma^2$  – дисперсия случайной величины  $x$ ;

$\mu$  – математическое ожидание случайной величины  $x$ .

**Математическим ожиданием** случайной величины ( $\mu$ ) называется сумма произведений всех возможных значений случайной величины на вероятность появления этих значений:

$$\mu(x) = M[X] = \sum_{i=1}^n x_i \cdot P_i$$

По своему логическому смыслу **математическое ожидание** является мерой положения и эквивалентно среднему значению вариационного ряда. Около математического ожидания группируется подавляющее количество значений случайной величины.

**Дисперсия случайной величины**  $\sigma^2$  характеризует степень рассеяния отдельных возможных значений или интервалов значений случайной величины относительно ее математического ожидания. Для дискретной и непрерывной случайной величины вычисляется соответственно по следующим формулам:

$$\sigma_x^2 = D[X] = \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2 \cdot P_i$$

$$\sigma_x^2 = D[X] = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - \mu)^2 \cdot f(x) dx$$

Функция плотности вероятности нормального распределения обладает следующими математическими свойствами (рис. 2):

1. При всех значениях  $X$  функция  $f(x)$  принимает только положительные значения, т.е. кривая располагается над осью абсцисс.

2. Предел функции  $f(x)$  при неограниченном возрастании  $X$  равен 0:

$$\lim_{|x| \rightarrow \infty} f(x) = 0$$

Ветви кривой асимптотически приближаются к оси абсцисс нигде с ней не пересекаясь.

1. Функция  $f(x)$  имеет максимум, равный

$$f(x)_{\max} = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} \quad \text{при } X = \mu$$

2. Ветви кривой симметричны относительно прямой  $X = \mu$ , т.к.  $(x-\mu)$  содержится в формуле в квадрате.

3. Точки перегиба ветвей кривой  $f(x)$  имеют координаты:

$$(\mu - \sigma_x^2; \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} e) \text{ и } (\mu + \sigma_x^2; \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} e)$$

Согласно математическим свойствам кривая функции  $f(x)$  имеет колоколообразную форму.

### Логнормальное распределение

Нормальное распределение вероятностей реализуется в том случае, если распределение случайной величины определяется достаточно большим количеством взаимонезависимых примерно равнодействующих факторов. Однако в природе подобные условия выполняются далеко не всегда. В результате эмпирические кривые, характеризующие распределение в конкретных выборках, в большинстве случаев (при геохимических исследованиях и т.д.) имеют асимметричный вид, отличный от кривой нормального распределения. Естественно, что для описания этих распределений нельзя использовать формулы, основанные на нормальном законе, а также соответствующие ему расчетные статистические таблицы.

Среди асимметричных статистических кривых в геологии наиболее распространены кривые отличающиеся левосторонней (положительной) асимметрией. Характерным свойством подобных распределений является изменение формы кривой на симметричную при замене значений, составляющих распределение, их логарифмами.

В результате возможно и в этом случае использовать все закономерности, основанные на функции нормального распределения, однако статистические операции следует производить не с вариантами, а с их логарифмами. Таким образом, возникло представление о законе логарифмически нормального (логнормального) распределения.

**Логарифмически нормальным** называется закон, при котором нормально распределены логарифмы значений случайной величины.

Такое распределение является положительно асимметричным и имеет положительный эксцесс. Математическое ожидание, мода и медиана логнормально распределенной случайной величины не совпадают, причем  $Mo < Med < \mu_x$ .

**Логарифмически нормальный** закон распределения имеет место в том случае, когда изучаемая случайная величина формируется под влиянием некоторого фактора, результат воздействия которого в данный момент времени пропорционален значению случайной величины, созданной под воздействием, предшествовавшим данному моменту времени, т.е. когда случайная величина подвержена *эффекту пропорциональности*.

## Дисперсионный анализ

Свойства геологических объектов, обычно зависят от ряда факторов, обуславливающих их изменчивость. Выявление этих факторов и оценка степени их влияния на изменчивость свойств изучаемых объектов осуществляется с помощью дисперсионного анализа.

Задача его – выделить те факторы и их сочетание, которое оказывают существенное влияние на изменение изучаемой величины.

Метод основан на следующем принципе: если на случайную величину действуют взаимонезависимые факторы  $A, B, \dots, D$ , то общую дисперсию следующих величин  $\sigma^2$  можно рассматривать, как сумму дисперсий  $\sigma^2 = \sigma_A^2 + \sigma_B^2 + \dots + \sigma_D^2$

По количеству оцениваемых факторов дисперсионный анализ распределяется на одно-, двух-, и многофакторный.

Каждый фактор представляет собой переменную величину, изменяющуюся дискретно или непрерывно. Точечные значения дискретной величины и интервальные непрерывных называются уровнями факторов и обозначаются цифрами 1,2,3 и т.д.

Если количество замеров изучаемой случайной величины на всех уровнях по всем факторам одинаково, дисперсионный анализ принято называть равномерным, а если разное – неравномерным.

Суждение о влиянии определенного фактора на изменчивость случайной величины основано на группировке ее замеров по факторам и их уровням и проверке гипотезы о равенстве  $\sigma^2$ ; обусловленных данными факторами с остаточной (случайной)  $\sigma^2$ , вызванной неучтенными факторами. Если гипотеза отвергается, то делается вывод о том, что данный фактор оказывает существенное влияние на изменение изучаемого свойства геологического объекта.

С помощью дисперсионного анализа решается широкий круг геологических задач – проверяются гипотезы о влиянии литологических, геолого-химических, петрофизических, структурных и других факторов на локализацию оруденения – определяют влияние способа отбора проб на их достоверность и представительность; решается вопрос о влиянии гипергенных процессов и т.д.

Пример: решение геологической задачи.

Установить влияние выветривания на изменение содержания элемента А в изучаемых породах.

1. Дискретный фактор – выветривание может варьировать на уровне: 1 – свежие породы, 2 – слабовыветрелые породы, 3 – сильновыветрелые породы и т.п.

Значения случайной величины принято обозначать через  $x_{ik}, x_{ijk}$ , последний индекс  $k$  обозначает номер пробы ( $N$ ), остальные указывают на каком уровне каждого из факторов наблюдается соответствующее значение случайной величины.

Чтобы выводы при дисперсионном анализе были достоверными необходимо соблюдать следующие условия:

1. Изучаемые факторы должны быть независимыми;
2. Распределение выборочных данных не должно противоречить нормальному закону распределения или должно быть  $\approx$  нормальному.
3. Дисперсии, обусловленные ошибками воспроизводимости на разных уровнях одного и того же фактора должны быть однородными, т.е. не должны существенно различаться.

### Однофакторный анализ

Пусть случайная величина  $x$  изменяется под действием одного фактора  $A$ , варьирующего на  $k$  уровнях при количестве замеров на каждом уровне равном  $n$ , результаты наблюдения обозначаются, как  $x_{ij}$ ,  $i$  – номер наблюдения ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), а  $j$  – номер уровня фактора ( $j = 1, 2, \dots, k$ ).

№ измерения	Уровень фактора			
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	...	A <sub>k</sub>
1	$x_{11}$	$x_{12}$	...	$x_{1k}$

2	$x_{21}$	$x_{22}$	...	$x_{2k}$
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
$n$	$x_{n1}$	$x_{n2}$	...	$x_{nk}$
Групповые средние	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	...	$\bar{x}_k$

По этим данным рассчитываются следующие статистики:

1. Общая сумма квадратов отклонений наблюдаемых значений признака от общей средней  $\bar{x}$ :

$$C_{\text{общ}} = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x})^2$$

2. Факторная сумма квадратов отклонений групповых средних от общей средней, характеризующая рассеяние между группами:

$$C_{\text{фак}} = n \cdot \sum_{j=1}^k (\bar{x}_j - \bar{x})^2$$

3. Остаточная сумма квадратов отклонений наблюдаемых значений от своей групповой средней, характеризующая рассеяние внутри групп:

$$C_{\text{ост}} = \sum_{i=1}^n (x_{i1} - \bar{x}_1)^2 + \sum_{i=1}^n (x_{i2} - \bar{x}_2)^2 + \dots + \sum_{i=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_k)^2$$

4. Общая, факторная и остаточная дисперсии

$$S_{\text{общ}}^2 = \frac{C_{\text{общ}}}{k \cdot (n-1)}; \quad S_{\text{факт}}^2 = \frac{C_{\text{факт}}}{k-1}; \quad S_{\text{ост}}^2 = \frac{C_{\text{ост}}}{k \cdot (n-1)}$$

5. Значения критерия Фишера

$$F = \frac{S_{\text{факт}}^2}{S_{\text{ост}}^2}$$

Значение критерия Фишера сравнивается с критическим для заданного уровня значимости  $\alpha$  и числа степеней свободы  $k-1$  и  $k \cdot (n-1)$  после чего делают вывод о вкладе фактора  $A$  в изменение случайной величины  $x$ .

В случае неравномерного однофакторного дисперсионного анализа вычисления проводятся небольшими изменениями всей выборки.

$$N = \sum n_i,$$

$n_i$  – число значений  $x_{ik}$  в строке сумму квадратов эффектов фактора  $A$  вычисляют по формуле:

$$Q_A = \sum_{i=1}^n (c'_i \div n_i) - C^2 \div N$$

### Двухфакторный анализ

При двухфакторном дисперсионном анализе квадратов отклонений от общего среднего разделяется на компоненты, отвечающие двум предполагаемым факторам изменчивости  $A$  и  $B$ .

Если по фактору  $A$  выделяется  $p$  уровней, а по фактору  $B$  –  $q$  уровней, то общее количество групп будет равно  $m = pq$ , а производные данные можно записать в виде таблицы:

A	Уровни фактора B						Среднее
	$B_1$	$B_2$	...	$B_j$	...	$B_q$	
$A_1$	$x_{11}$	$x_{12}$	...	$x_{1j}$	...	$x_{1q}$	$\bar{x}_1$
$A_2$	$x_{21}$	$x_{22}$	...	$x_{2j}$	...	$x_{2q}$	$\bar{x}_2$
...	...	...	...	...	...	...	...

$A_i$	$x_{i1}$	$x_{i2}$	...	$x_{ij}$	...	$x_{iq}$	$\bar{x}_i$
...	...	...	...	...	...	...	...
$A_p$	$x_{p1}$	$x_{p2}$	...	$x_{pj}$	...	$x_{pq}$	$\bar{x}_p$
Среднее	$\bar{x}_{.1}$	$\bar{x}_{.2}$	...	$\bar{x}_{.j}$	...	$\bar{x}_{.q}$	$\bar{x}$

Если для каждого значения факторов  $A_i B_j$  произведено  $n$  наблюдений, то в каждую клетку таблицы помещается  $n$  значений, а единичное наблюдение обозначается как  $x_{ijk}$ , где  $k=1,2,\dots, n$ . Оценки средних значений по группам  $\bar{x}_{ij}$ ; по факторам ( $x_{i\dots n}$   $x_{.j}$ ) и общее среднее  $\bar{x}$  в этом случае рассчитывается по формулам:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_{ijk}; \quad \bar{x}_{i..} = \frac{1}{qn} \sum_{j=1}^q \sum_{k=1}^n x_{ijk} = \frac{1}{q} \sum_{j=1}^q \bar{x}_{ij}; \quad \bar{x}_{.j.} = \frac{1}{pn} \sum_{i=1}^p \sum_{k=1}^n x_{ijk} = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p \bar{x}_{ij}$$

Общая схема вычислений дисперсий при двухфакторном анализе в таблице.

Вид дисперсий	Сумма квадратов отклонений	Число степеней свободы	Дисперсия
Факторная по фактору А	$C_1 = nq \sum_{i=1}^p (\bar{x}_i - \bar{x})^2$	$p-1$	$S_1^2 = \frac{C_1}{p-1}$
Факторная по фактору В	$C_2 = nq \sum_{j=1}^q (\bar{x}_{.j.} - \bar{x})^2$	$q-1$	$S_2^2 = \frac{C_2}{q-1}$
Смешанная по факторам АВ	$C_3 = n \cdot \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q (\bar{x}_{ij} - \bar{x}_i - \bar{x}_{.j.} + \bar{x})^2$	$(p-1) \cdot (q-1)$	$S_3^2 = \frac{C_3}{(p-1)(q-1)}$
Остаточная	$C_4 = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q \sum_{k=1}^n (x_{ijk} - \bar{x}_{ij})^2$	$p \cdot q \cdot (n-1)$	$S_4^2 = \frac{C_4}{pq \cdot (n-1)}$
Общая	$C = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q \sum_{k=1}^n (x_{ijk} - \bar{x})^2$	$n \cdot p \cdot q - 1$	$S^2 = \frac{C}{npq-1}$

Проверка гипотезы о влиянии на изменчивость изучаемого свойства каждого фактора в отдельности и их совместного влияния производятся по критерию Фишера.

$$F_A = \frac{S_1^2}{S_4^2}; \quad F_B = \frac{S_2^2}{S_4^2}; \quad F_{AB} = \frac{S_3^2}{S_4^2}$$

Полученные значения  $F$  – критерии сравниваются с критическими для заданного уровня значимости и числа степеней свободы.

### Корреляционный анализ

Математический анализ связей, существующих между случайными величинами составляет содержание корреляционного анализа. С помощью корреляционного анализа решаются две основные задачи:

1. установление формы корреляционной связи, т.е. линии регрессии (линейная, квадратичная, показательная и т.д.);

Корреляция называется **линейной**, когда направление связи между признаками  $x$  и  $y$  графически или аналитически выражается прямой линией.

Когда корреляционная зависимость имеет другое направление, она называется **нелинейной**.

2. оценить тесноту (силу) корреляционной связи или степень сопряженности между варьирующими признаками.

Исследования двумерных случайных величин, также как и одномерных, целесообразно начинать с предварительного анализа их свойств с помощью простейших графических преобразований. Двумерную случайную величину  $|x, y|$  наглядно изображают в виде корреляционного поля точек. При этом каждая пара значений изображается в виде точки с координатами  $x_i, y_i$ . По горизонтальной оси откладывается аргумент  $x$ , а по вертикальной - функция  $y$ . Масштаб и начало отсчета по каждой оси выбираются по размаху варьирования каждого признака таким образом, чтобы поле графика было квадратным или соотношением сторон  $x:y$  не более чем 2:1.

### Статистические характеристики тесноты корреляционной связи

В качестве количественной меры используется **коэффициент корреляции  $r$** .

**Коэффициент корреляции** вычисляется по формуле

$$r = \text{cov}_{xy} / \sigma_x \sigma_y$$

$\text{cov}_{xy} = \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) / n$  – ковариация  $x$  и  $y$  (совместная изменчивость).

$\sigma_x$  и  $\sigma_y$  – стандарты признаков  $x$  и  $y$ .

и представляет собой правильную дробь, изменяющуюся от  $-1$  до  $+1$ .

При  $r > 0$  зависимость прямая,

при  $r < 0$  – обратная,

$r = 0$  свидетельствует об отсутствии линейной связи, но не является показателем независимости  $X$  и  $Y$ .

При  $|r| = 1$  между  $X$  и  $Y$  устанавливается функциональная зависимость вида  $y = a + bx$ .

По модулю  $r$  выделяют группы по силе связи:

$0 < |r| \leq 0,25$  отсутствие связи;

$0,25 < |r| \leq 0,5$  слабая связь;

$0,5 < |r| \leq 0,75$  средняя связь;

$0,75 < |r| \leq 0,9$  сильная связь;

$0,9 < |r| \leq 1,0$  очень сильная связь, близкая к функциональной.

**Корреляционным отношением** называется отношение меры рассеяния условных средних зависимой переменной к мере рассеяния всех значений зависимой переменной, т.е.

$$\eta = \frac{\sigma(\bar{y}_i)}{\sigma(y)}, \text{ где}$$

$\bar{y}_i$  – значения, принимаемые зависимой переменной;

$y_i$  – условные средние, соответствующие значениям  $x_i$ .

По выборочным данным вычисляют выборочное корреляционное отношение

$$\eta = \frac{S(\bar{y}_i)}{S(y)}.$$

значение  $\eta$  изменяется от 0 до 1. равенство  $\eta = 0$  – необходимое и достаточное условие отсутствия корреляционной зависимости. При  $\eta = 1$  корреляционная связь переходит в функциональную  $S(\bar{y}_i) = S(y)$ .

Доказано, что всегда  $\eta \geq |r|$ .

Равенство  $\eta = |r|$  имеет место в тех случаях, когда зависимость между  $X$  и  $Y$  линейная, т.е. это равенство может служить критерием линейности зависимости  $X$  и  $Y$ .

**Коэффициент детерминации** – коэффициент причинности ( $\eta_{uv}^2, \eta_{vu}^2$ ). Он рассчитывается по формулам

$$\eta_{uv}^2 = \frac{S_{\phi(v)}^2}{S_{(u)}^2}; \quad \eta_{vu}^2 = \frac{S_{\phi(u)}^2}{S_{(v)}^2};$$

$S_u^2$  – дисперсия признака  $u$ ,

$S_v^2$  – дисперсия признака  $v$ ,

$S_{\phi}$  – факторная дисперсия. Она характеризует изменчивость признака условной функции под действием фактора условного аргумента.

$$S_u^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (u_i - \bar{u})^2}{n} \quad S_v^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (v_i - \bar{v})^2}{n}$$

$$S_{\phi(v)}^2 = \frac{\sum_{i=1}^k n_i \cdot (\bar{u}_i - \bar{u})^2}{n} \quad S_{\phi(u)}^2 = \frac{\sum_{i=1}^k n_i \cdot (\bar{v}_i - \bar{v})^2}{n}$$

$k$  – число интервалов соответственно по признаку  $v$  и  $u$ ;

$\bar{u}_i$  – условное среднее для  $i$ -ого интервала;

$S_{\phi}^2$  оценивая изменчивость признака  $u$  от изменчивости признака  $v$ , она оценивает разброс условных средних признака  $u$  относительно среднего значения этого признака.

Коэффициент детерминации оценивает долю изменчивости условной функции под действием условного аргумента от общей дисперсии условной функции.

Если  $\eta^2_{Au-Ag} = 81\%$ , то

Это значит, что на 81 % изменчивость содержаний Au в руде обусловлена изменчивостью содержаний Ag и на 19 % какими-то неучтенными нами другими факторами.

При нелинейной связи используются корреляционные отношения. Они представляют собой  $\sqrt{\eta^2_{uv}}$

$$\eta_{uv} = \sqrt{\eta^2_{uv}} \quad \eta_{vu} = \sqrt{\eta^2_{vu}}$$

$$0 \leq \eta_{uv} \text{ и } \eta_{vu} \leq 1,0$$

Корреляционное отношение является аналогом коэффициента корреляции. В случае линейной связи в качестве коэффициента детерминации используется квадрат коэффициента корреляции. По соотношению  $r$  и  $\eta^2$  можно сделать вывод о линейности связи. Если  $r^2 = \eta^2_{uv}$ , то связь строго линейная. Если не строго линейная, то  $r^2 < \eta^2_{uv}$ . Чем больше различия, тем менее линейная связь.

При линейной зависимости двух признаков вводится **коэффициент регрессии**:

$$\beta_{u/v} = r \cdot \frac{S_u}{S_v} \quad \beta_{v/u} = r \cdot \frac{S_v}{S_u}$$

**Коэффициент регрессии** истолковывается с двух позиций:

1. с точки зрения физики коэффициент регрессии – это скорость изменения одного признака относительно другого. Коэффициент регрессии  $\beta_{u/v}$  показывает на сколько единиц изменяется признак  $u$  при изменении признака  $v$  на 1 единицу.

2. с точки зрения геометрии коэффициент регрессии  $\beta_{u/v}$  – это  $\tan \alpha$ , где  $\alpha$  – угол наклона линии регрессии  $u = a + bv$  к оси абсцисс. Чем больше угол  $\alpha$ , тем больше скорость изменения признака  $u$  от признака  $v$ .

В случае линейности корреляционных связей существенно отличается расчет ТЛР. при этом ТЛР можно рассчитать без нормирования уравнений Гаусса и не проводить группировку по интервалам, а использовать таблицу перечисления двух признаков.

## Многомерные статистические модели

Любое геологическое явление может быть охарактеризовано множеством признаков, поддающихся наблюдению и измерению. Геологические объекты должны рассматриваться как системы, зависящие от большого числа факторов и требующие для своего описания многомерного признакового пространства.

В качестве математической модели значений комплекса признаков рассматривается **многомерная случайная величина**, которая часто называется **случайным вектором**. Многомерные модели подразумевают вероятность нормального статистического распределения рассматриваемых случайных величин или хотя бы возможность их нормализации.

Вследствие сложных взаимосвязей между изучаемыми признаками эффективно всестороннее исследование системы с выделением наиболее важных факторов. Записи исходных данных и математические действия над ними производятся в матричной форме (работы Дж. Дэвиса).

**Многомерный корреляционный анализ** применяется для выявления зависимостей между наблюдаемыми значениями различных геологических характеристик и разделения множества признаков по характеру их внутренних связей.

Статистические свойства случайных величин с многомерным нормальным распределением задаются ковариационными или корреляционными матрицами, которые могут быть вычислены по исходным матрицам.

**Корреляционная матрица** – матрица в которой по диагонали расположены единицы, а недиагональные элементы представляют собой парные коэффициенты корреляции между соответствующими признаками.

$$[R] = \begin{pmatrix} 1 & r_{x_1x_2} & \dots & \dots & r_{x_1x_m} \\ \dots & 1 & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & 1 & \dots \\ r_{x_mx_1} & \dots & \dots & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Методы многомерного корреляционного анализа используются в геологии для изучения зависимостей между случайными величинами, зависящими от совокупного влияния факторов неясной физической природы.

Для распределения исходных совокупностей на несколько классов по степени сходства, составляющих их объектов используется в частности кластерный анализ (анализ групп). Широко применяется в геолого-минералогической науке в частности при классификации парагенетических ассоциаций элементов.

### **Множественная регрессия и ее использование для предсказания свойств геологических объектов.**

В отличие от двумерной регрессии в методах множественной регрессии зависимая переменная (Y) рассматривается как функция не одной, а нескольких переменных ( $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ ). Уравнение множественной регрессии записывается как ..... функция.

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \dots + \beta_nx_n = \beta_0 + \sum \beta_i x_i;$$

$\beta_0, \beta_1, \dots$  - коэффициенты регрессионной модели.

Этому уравнению соответствует так называемая гиперплоскость, т.е. плоскость n-мерного пространства. **Множественная регрессия** строится на основе учета всех возможных взаимодействий между переменными и их сочетаниями. В ее задачи входит оценка общего вклада всех переменных в изменчивость Y, а т.ж. определение относительного влияния каждого из них с помощью коэффициентов  $\beta_i$ . Таким образом, множественный регрессионный анализ сводится к вычислению значений коэффициентов регрессионной модели ( $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$ ) по совокупности n наблюдений над переменными ( $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ ) и Y, оценке влияния каждой переменной и их общего вклада в оценку зависимой переменной (Y). Все математические расчеты производятся в матричной форме.

Модели множественной регрессии используются для предсказания значений зависимой переменной (содержания ценного компонента, объемной массы руды, глубины формирования минерала и т.д.) по набору независимых переменных (содержаний петрогенных элементов, объемной массы тяжелых минералов в рудах, содержаний элементов-индикаторов и т.д.).

### **Задачи распознавания образов в геологии**

Многие прогнозные и интерпретационные задачи решаются в практической геологии путем сопоставления комплексов признаков изучаемого объекта с комплексом тех же признаков эталонного объекта. Совокупность подобных методов основанных на принципе аналогии получила название *методов распознавания образов*.

С позиций многомерного математического анализа реальному геологическому объекту ставят в соответствие набор действительных чисел  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , которые выражают значения измеренных геологических, геохимических или геофизических его признаков. Каждая совокупность таких признаков как вектор или точка в многомерном пространстве, а множество объектов одного класса в пространстве признаков соответствуют некоторые множества точек.

### **Кластерный анализ многомерных совокупностей**

Кластерный анализ - метод иерархической группировки переменных, метод анализа групп переменных. Задача кластерного анализа - разбивка множества элементов корреляционной матрицы признаков [R] на группы так, чтобы в них объединились объекты с наивысшими значениями характеристик сходства, а разобщенные группы оставались бы при этом максимально изолированными по данному признаку. В качестве меры сходства могут использоваться непосредственно парные коэффициенты корреляции ( $r$ ) или другие дистанционные показатели ( $dt$ ).

Первый шаг анализа групп методом объединения элементов состоит в выявлении наивысших коэффициентов корреляции между отдельными парами элементов, которые объединяются и принимаются за центры групп. Число таких центров изменяется от 1 до 3 (редко более).

Далее матрица вычисляется снова. Причем сгруппированные элементы считаются за один элемент, а коэффициенты корреляции с другими группами вычисляют заново. По результатам вычислений составляется новая матрица, которая вновь подвергается сокращению путем выявления и объединения пар с максимальными значениями признаков сходства. Операция последовательного сокращения и пересчета матрицы повторяется до тех пор, пока значения групповых коэффициентов сходства не достигнут порогового значения.

Результаты кластерного анализа изображаются в виде древовидного графика – *дендрограммы*, в которой по оси абсцисс располагаются символьные значения переменных, а по оси ординат – значения коэффициентов корреляции. Дендровидный граф, который учитывает не только внутригрупповые расстояния, но и средние расстояния между группами называется *дендрографом* (применяется для сравнения месторождений и др. геологических объектов).

### **Факторный анализ**

**Факторный анализ** представляет собой совокупность приемов математической статистики, предназначенных для обработки массивов экспериментальных, многомерных данных, где каждый объект описан фиксированным набором признаков. При этом каждый признак рассматривается не изолировано от остальных, а анализируется в заданной совокупности признаков.

В качестве объектов могут быть рассмотрены точки наблюдения, пробы, обнажения, замеры по скважинам и т.п. В качестве признаков - содержания химических элементов, параметры физических полей и физических свойств и т.д. Среди многочисленных приемов факторного анализа одним из наиболее эффективных при решении геологических задач является *метод главных компонент* (МГК).

В основе моделей факторного анализа лежит следующая гипотеза: измеряемые признаки представляют собой результат воздействия некоторых процессов и косвенное отражение внутренних свойств, обуславливающих закономерную изменчивость объекта в пространстве и времени. Тем самым допускается, что объекты и явления могут быть эффективно описаны небольшим числом функциональных единиц, фиксирующих объективно существующие законо-

мерности и характеризующих весь класс в целом. Эти функциональные единицы «внутренние» свойства объектов, процессы – принято называть **факторами**.

В рамках принятой гипотезы предполагается, что число факторов значительно меньше (не больше) числа исходных признаков. Когда при неизвестном, предположительно большом числе факторов требуется оценить их природу и степень влияния на совокупность признаков, то используют методы собственно факторного анализа.

Вклад вносимый каждым из факторов при воздействии на предмет, неодинаков, как правило, наиболее существенными являются независимые признаки (т.е. некоррелированные). В математическом смысле основной задачей факторного анализа является представление наблюдаемых признаков в виде линейных комбинаций относительно независимых факторов при минимальной потере информации.

В общем случае факторная модель для произвольного признака может быть представлена в виде:

$$x_j = a_{j1}F_1 + a_{j2}F_2 + a_{j3}F_3 + \dots + a_{jk}F_k + \dots + a_{jt}F_t + b_jS_j + e_jp_j$$

Математическая модель **метода главных компонент**

$$x_j = a_{j1}F_1 + a_{j2}F_2 + a_{j3}F_3 + \dots + a_{jk}F_k + \dots + a_{jl}F_l$$

где наблюдаемый компонент  $x_j$  линейно зависит от некоррелированных между собой компонент (факторов  $F$ ). С помощью модели делается попытка объяснить величину дисперсии только влиянием факторов  $F$ , не занимаясь анализом других факторов.

Вычислительные процедуры факторного анализа позволяют определять значения  $a_{jk}$  и  $F_k$  и на основе этого вычислить все составляющие для  $x_j$  в формулах. Иными словами с помощью факторного анализа возможно решение как прямой – нахождение числа факторов, оценка их влияния и значимости, идентификация и определение непосредственно самих значений факторов, так и обратной задачи – восстановление для каждого признака составляющих, обусловленных действием как отдельно взятого фактора, так и любого их сочетания.

Исходным материалом для **МГК** обычно является корреляционная матрица, характеризующая силу линейных связей между признаками. Задачей МГК является попытка приемлемого объяснения полной дисперсии признаков под воздействием общих факторов. Недостатком МГК является отсутствие влияния фактора погрешности наблюдения. МГК не требует никаких предположений о виде распределения исходных признаков.

**МГФ** эффективен только в условиях многомерного нормального распределения, представительности выборочных данных, линейности связи признаков с факторами и отсутствии автокорреляции в исходных наблюдениях.

Совокупность задач решаемых с использованием МГК и МГФ можно классифицировать по следующим типам:

#### ***Оптимальное описание объектов.***

Факторный анализ позволяет большие массивы данных представлять в сокращенной форме без потери информации за счет преобразования признаков. МГК позволяет получить наивысший коэффициент сжатия. Однако, если данные измерены с существенными ошибками и коррелированы между собой рекомендуется МГФ.

#### ***Классификация***

В связи с тем, что факторы характеризуют объекты со стороны принадлежности к определенным классам, использование факторов вместо признаков при решении задач классификации более оправдано.

#### ***Причинный анализ взаимосвязей между признаками.***

Выявление, идентификация и изучение факторов позволяют проверить и обосновать различные гипотезы относительно механизма генерирования признаков и объяснения связей между ними.

#### ***Прогнозирование***

Регрессионный анализ является одним из эффективных методов предсказания наиболее вероятных значений исследуемой величины по совокупности известных значений сопряженных с ней переменных. На практике, часто сопряженные переменные оказываются коррелиро-

ваны между собой и измеряются с существенными ошибками, что приводит к некорректному определению коэффициентов регрессии. Построение регрессии на факторах позволяет получить некоррелированные переменные и снизить размерность задачи (уменьшить число  $x_j$ ), что дает более надежные оценки коэффициентов регрессии.

В приложении к геологии решение перечисленных задач позволяет осуществлять расчленение неоднородного геологического пространства, выделение комплексных геолого-геофизических аномалий, классификацию и типизацию геологических объектов, выявление периодичности геологических процессов, прогнозирование месторождений полезных ископаемых

## Рекомендуемая литература

1. Поротов Г.С. Математические методы моделирования в геологии: Учебник. СПб. 2006. 223 с.
2. Каждан А.Б., Гуськов О.И. Математические методы в геологии: Учебник для вузов. М.: Недра. 1990. 251 с.
3. Давид М. Геостатистические методы при оценке запасов руд. Л.: Недра. 1980. 360 с.
4. Дж. С. Дэвис. Статистический анализ данных в геологии. М.: Недра. 1990. Кн.1-319 с., Кн.2-427с.
5. Мягков В.Ф. Геохимический метод парагенетического анализа руд. М.: Недра. 1984. 126 с.
6. Панов Ю.К., Петруха Л.М. Методическая разработка к лабораторным занятиям по разделу «Статистические оценки параметров генеральной совокупности при решении геологоразведочных задач» курса «Математические методы в геологии» для студентов специальности «Геологическая съёмка, поиски и разведка». Выпуск 5,6. Издание СГИ. 1991. 29 с., 21 с.
7. Справочник по математическим методам в геологии/Родионов Д.А., Коган Р.И., Голубева В.А. и др. М.: Недра. 1987. 335 с.
8. Шестаков Ю.Г. Математические методы в геологии: Учеб. пособие. Красноярск. Изд-во Красноярск. ун-та. 1988. 208 с.

## Вопросы для самопроверки

1. Какова роль математических методов в решении геологических задач?
2. Что такое выборка?
3. Какие требования предъявляются к выборочным данным?
4. Что такое вероятность случайного события?
5. Что такое закон распределения случайной величины?
6. Какие законы распределения обычно используются при моделировании геологических объектов и явлений?
7. Свойства нормального закона распределения.
8. Как определить вероятность попадания случайной величины в заданный интервал значений?
9. Что называется оценкой параметра распределения?
10. Что такое точечная оценка параметров распределения?
11. Как вычисляются оценки математического ожидания и дисперсии при логнормальном законе распределения?
12. Как вычисляется оценка асимметрии при биномиальном распределении?
13. Как вычисляются интервальные оценки среднего и дисперсии при нормальном законе распределения?

14. В чем заключается необходимость использования статистических гипотез при моделировании свойств геологических объектов?
15. Что такое ошибки 1-го и 2-го рода при принятии гипотез?
16. Что такое доверительная и критическая области критерия?
17. Как выбирается уровень значимости критерия?
18. Как можно проверить гипотезу о соответствии эмпирического распределения одному из теоретических законов?
19. Как проверить гипотезу о равенстве двух неизвестных средних, если распределение не соответствует нормальному закону?
20. Как проверить гипотезу о равенстве двух неизвестных дисперсий, если распределение не соответствует нормальному закону?
21. Как можно графически оценить однородность выборки?
22. В чем сущность дисперсионного анализа?
23. В чем отличие корреляционной связи от функциональной?
24. Какие показатели характеризуют форму и тесноту корреляционной связи?
25. Как определить тесноту связи, если закон распределения неизвестен?
26. Как проверить гипотезу о линейности корреляционной связи?
27. В чем отличие корреляционной и ковариационной матриц?
28. Методы исследования структуры корреляционных матриц.
29. Как разделить закономерную и случайную составляющие пространственной изменчивости?
30. Что такое тренд-анализ?
31. Как можно выявить наличие тренда в серии наблюдений?

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.09 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ НЕФТИ И ГАЗА**

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация:

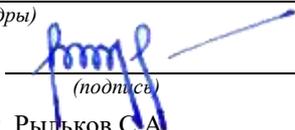
**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Рыльков С.А., к.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

(название кафедры)

Зав. кафедрой

  
(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 11.09.2024

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

  
(подпись)

к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 11.10.2024

(Дата)

Екатеринбург

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	4
2. СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ, ТРЕБОВАНИЯ К ЕЕ ОФОРМЛЕНИЮ .....	6
3. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ. ....	7
3.1. Введение .....	7
3.2. Общие сведения об объекте (участке, месторождении) .....	7
3.3. Геологическое описание района и месторождения .....	7
3.4. Методика и объемы проектируемых работ .....	7
3.5. Подсчет запасов .....	10
3.6. Заключение с краткой геолого-экономической оценкой .....	10
4. <b>ГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	11
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ. ....	12
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Пример оформления титульного листа .....	13
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Пример выполнения штампа. ....	14

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Целью курсовой работы является приобретение студентами необходимых навыков в составлении проекта на геологоразведочные работы. В ходе выполнения курсовой работы студент должен самостоятельно решить следующие инженерные задачи:

- осветить степень геологической изученности, разведанности оцениваемого объекта (месторождения, участка); дать оценку достоверности ранее выполненных работ;
- обосновать целевое геологическое задание для следующей стадии геологоразведочных работ;
- выбрать и обосновать комплекс методов для эффективного выполнения целевого задания с учетом геологических особенностей объекта;
- дать оценку проектных запасов (прогнозных ресурсов) по объекту работ, произвести геолого-экономическую оценку ожидаемых результатов.

Курсовая работа выполняется студентом по материалам, собранным им в геологоразведочной партии, на месторождении, в процессе прохождения производственной практики. При выполнении работы должны быть обязательно использованы личные наблюдения.

Основным содержанием курсовой работы должно явиться обоснование методики геологоразведочных работ на определенном этапе поисков или разведки. Во всех случаях тема работы должна отвечать документу - Приказ МПР России № 126 от 07.02.2001 г. «Об утверждении временных положений и классификаций», где утверждены «Временные положения об этапах и стадиях геологоразведочных работ на нефть и газ».

При наличии у студентов достаточно представительных материалов по тем или иным вопросам методики оценки изучаемого объекта, в курсовой работе может быть помещен соответствующий раздел.

Темой курсовой работы может быть:

- оценка зон нефтегазоаккумуляции;
- поиски в пределах конкретной площади или структуры;
- поисково-оценочные работы на участке конкретного нефте- или газопроявления или в пределах геохимической (геофизической) аномалии;
- разведка нефтяной или газовой залежи, а также флангов или глубоких горизонтов месторождения.

В курсовой работе, независимо от выбранной темы, производится самостоятельная углубленная разработка специального методического вопроса. В соответствии с его содержанием, спецвопрос излагается в определенном разделе работы (геологическом или методическом).

Рекомендуются следующие темы специальных вопросов:

- поисковые критерии и признаки локализации углеводородов на

изучаемой площади;

- разработка прогнозно-поискового комплекса на углеводороды на конкретной площади работ;
- анализ контролирующих факторов и поисковых признаков для обоснования рационального комплекса поисковых методов;
- комплексный анализ геологических, геохимических и геофизических полей, аномалий с целью выбора объектов для постановки дальнейших работ;
- исследование состава и строения пород коллекторов и флюидоупоров с целью обоснования перспектив изучаемой территории;
- изучение состава и зональности первичных геохимических ореолов с целью оценки перспектив глубоких горизонтов;
- установление мест заложения поисковых скважин;
- анализ изменчивости мощности нефтенасыщенной части методами геометризации и математической статистики с целью определения основных параметров подсчета;
- исследование корреляционных зависимостей между различными характеристиками ФЕС;
- исследование пространственного положения ГНК, ВНК;
- системы размещения скважин при поисково-оценочных и разведочных работах;
- получение и обработка данных промыслово-геофизических наблюдений;
- выбор рационального комплекса ГИС при поисковом и разведочном бурении;
- геолого-технологические особенности строительства поисковой (разведочной) скважины;
- исследование в открытом стволе и в колонне продуктивных объектов;
- методы усиления нефтеотдачи (МУН) при эксплуатации месторождений на завершающей стадии разработки;
- сопоставление данных разведки и опытно-промышленной эксплуатации для совершенствования техсхемы разработки месторождения.

Основанием для начала работы над курсовой работой является задание, выдаваемое преподавателем после собеседования со студентом. В задании формулируется название работы, пространственные границы оцениваемой площади, срок представления работы. По специальному вопросу руководитель помогает студенту составить план работы, рекомендует необходимую литературу.

В процессе проектирования преподаватель проводит групповые и индивидуальные консультации. На выполненную работу подготавливается рецензия. Окончательная оценка выставляется после защиты работы.

## 2. СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ, ТРЕБОВАНИЯ К ЕЕ ОФОРМЛЕНИЮ

Курсовая работа состоит из текстовой части и графических приложений. Текст работы включает в себя:

- титульный лист;
- содержание;
- введение (1 - 2 с.);
- геологическая часть (8 - 10 с.);
- методическая часть (15 - 20 с.)
- заключение с краткой геолого-экономической оценкой (3 - 5 с.);
- список использованной литературы;
- список графических приложений.

Титульный лист курсовой работы изготавливается из ватмана и является обложкой (прил. 1). Допускается компоновка курсовой работы в скоросшиватель – в этом случае титульный лист печатается на бумаге формата А4. Объем текстовой части работы составляет примерно 25 - 35 страниц текста на одной стороне бумаги формата А4 (210х297 мм) с полями: слева – 30 мм, справа - 10 мм, сверху - 15 мм, снизу - 20 мм (ГОСТ 7.32-81). Текст иллюстрируется зарисовками, схемами, фотографиями. Желательно выполнение работы в пакете прикладной программы Microsoft Word (величина шрифта – 14, расположение строк через интервал 1,5). Текстовые иллюстрации выполняются на отдельных листах, по возможности того же формата, белой бумаги, миллиметровки или кальки. Фотографии наклеиваются на отдельные листы. Все текстовые иллюстрации должны иметь номер рисунка, его наименование, масштаб, условные обозначения. Допускается выполнение текстовых иллюстраций на ПК.

Кроме того, работа сопровождается графическими приложениями на одном, реже на двух листах ватмана формата А1, на которых должна быть представлена геологическая карта с планом подсчетов запасов, два или три типичных разреза (в том числе, один проектный). На указанной графике показываются пройденные и проектные геологоразведочные выработки. Графические приложения выполняются тушью, или на компьютере. Они складываются по формату текста.

### 3. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

#### 3.1. Введение

Указывается место работы, выполнявшиеся студентом производственные задания. Связь планируемых работ с задачами в области развития минерально-сырьевой базы региона в свете утвержденной Правительством России программы "Энергетическая стратегия России на период до 2020 года», или с задачами конкретного недропользователя на ближайший период. Геологические материалы, на основе которых составлена курсовая работа.

#### 3.2. Общие сведения об объекте (участке, месторождении)

Местоположение объекта (месторождения): расстояние от ближайшего районного центра, от ближайшей железнодорожной станции. Инфраструктура района (дороги, линии электропередач, магистральные нефте-газопроводы), население, рынок труда. Краткие сведения об орогидрографии, климате, экономике (положение месторождения показывается на прилагаемой в тексте обзорной карте). Краткий обзор геологических и геофизических работ, проведенных ранее; их основные результаты. Обзор дается в хронологическом порядке.

2.3.

#### 3.3. Геологическое описание района и месторождения

2.1.1

3.3.1. *Геологическое строение района.* В сжатой форме излагаются данные по стратиграфии, магматизму, тектонике, геологической истории развития, гидрогеологии, газо-нефтяным комплексам района и другим полезным ископаемым, особенно общераспространенным.

2.1.2

3.3.2. *Геология месторождения (участка или залежи при поисках).* Позиция месторождения (участка, залежи) в геологической структуре района. Стратиграфия, литология, фациальный анализ. Структура месторождения: породы-коллекторы, породы-флюидоупоры. Пликративная и дизъюнктивная тектоника и ее влияние на формирование ловушки локализации залежи УВ. Гидрогеологическая характеристика, инженерно-геологические свойства пород.

2.2.

#### 3.4. Методика и объемы проектируемых работ

2.2.1

3.4.1. *Анализ разведанности и выбор направления для дальнейших работ.* Приводится анализ результатов предыдущих геологоразведочных работ, на основе которых выбираются участки для дальнейших поисков или разведки, производится обоснование необходимости постановки работ следующей стадии. При этом необходимо, в первую очередь,

обращать внимание на те вопросы, которые не были решены в предшествующий период.

Перспективы объекта на основе анализа контролирующих факторов и поисковых признаков, возможные параметры залежей по простиранию и на глубину. Степень разведанности объекта, изученность вещественного состава с точки зрения комплексного использования полезных ископаемых, (попутный газ нефтяных месторождений, металлы, сопутствующие залежам нефти, – ванадий и т. п.), горнотехнические и гидрогеологические условия. Возможные перспективы продолжения залежи по латерали, возможность встречи новых залежей. На основе проведенного анализа формулируются конкретные задачи дальнейших работ.

#### 2.2.2

**3.4.2. Методика разведки (поисков) и объемы работ.** На основании анализа особенностей структуры участка, формы, размеров и условий залегания залежей УВ, изменчивости параметров (мощности коллектора, его ФЕС, нефтегазонасыщенности) выбирается комплекс геологоразведочных работ и исследований, необходимый для выполнения геологического задания [2, 3, 4].

В порядке значимости для решения целевого задания описываются виды геологоразведочных работ с обоснованием назначения, способа выполнения, плотности сети наблюдений, объемов проектируемого вида работ.

Так, при проектировании разведочных работ, рекомендуется следующая примерная структура изложения материала:

- обоснование группы сложности месторождения в соответствии с классификацией ГКЗ;
- требования ГКЗ к степени разведанности;
- перечень основных видов работ, необходимых для решения задач данной стадии;
- обоснование системы геологоразведочных работ и технических средств для ее реализации;
- расположение геофизических профилей (разведочных скважин), порядок их проходки (строительства).

Обоснование плотности разведочной сети производится, в зависимости от величины месторождения, по запасам, занимаемой площади, толщины продуктивного пласта, методами аналогии, математических, экономических и других расчетов. Каждый вид работ завершается расчётом проектируемых объемов.

При проектировании поисков по каждому виду работ необходимо осветить целевое назначение, методику проведения, плотность сети наблюдений, объем работ. Например, при обосновании геохимических поисков по газовым эманациям необходимо указать площадь работ, глубину отбора проб, вес пробы, ее полевую обработку, проектируемую сеть отбора, общее количество проб.

При проектировании поисков и разведки особое внимание следует уделить проектированию строительства буровой скважины. Следует отметить, что для геолога специальности ГН вопрос проектирования строительства глубокой скважины является основным при подготовке к дипломному проектированию. При проектировании строительства буровой скважины, в подразделе, посвященном буровым работам, должны быть рассмотрены следующие вопросы:

- выбор точек заложения проектных скважин, их глубина;
- сводный геологический разрез, распределение вскрываемых скважиной горных пород по категории буримости;
- ожидаемые осложнения при проходке скважин;
- интервалы опробования в открытом стволе;
- рациональный комплекс ГИС;
- интервалы отбора керна.

#### 2.2.3

**3.4.3. Геофизические работы.** Анализ предпосылок для применения геофизических методов. Выбор наиболее эффективных методов, их краткая характеристика.

#### 2.2.4

**3.4.4. Опробование и аналитические работы.** Сведения о применяемых на месторождении (участке) видах опробования; возможности использования геофизических методов при опробовании. Обоснование способов отбора проб, необходимых для решения поставленных задач. Специфика отбора проб из керна продуктивных пластов и флюидоупоров. Количество проб по каждому пласту с учетом характера их исследования. Опробование пластов с помощью боковых стреляющих грунтоносов. Их представительность. Подготовка проб для испытания. Геохимическое опробование скважин. Методика и плотность сети отбора проб, их подготовка для анализа. Схемы обработки проб. Возможности механизации, автоматизации обработки проб.

Изучение качества нефтей (фракционный, элементарный и другие анализы).

Литолого-петрографические и петрофизические исследования (определение объемной массы, влажности, пористости, проницаемости, остаточной водонасыщенности, нефтенасыщенности, и т. д.). Моделирование пластовых условий при проведении специфических видов исследования керна.

Обоснование объемов исследований с учетом контрольных определений (внутреннего и внешнего контроля). Возможности сокращения числа определений за счет использования корреляционных связей по уравнениям регрессии.

#### 2.2.5

**3.4.5. Прочие виды работ.** Топо-геодезические, инженерно-геологические и гидрогеологические исследования, выполнение которых необходимо: для технического обеспечения основных видов работ, с одной

стороны, и для комплексной геолого-экономической оценки объекта, с другой. Указывается их назначение, методика проведения и объемы. В заключении дается сводная таблица объемов разведочных и аналитических работ.

2.3

### 3.5. Подсчет запасов

В данном разделе необходимо осветить следующие вопросы:

Дать характеристику как ранее разведанных запасов, так и прогнозных ресурсов. Указать кондиции, принятые для оконтуривания залежей и подсчета блоков. Привести данные о цифрах запасов различных категорий и их соотношениях. Отметить, какие способности подсчета запасов были приняты, их обоснованность. Методы определения параметров при подсчете запасов. Указать степень обеспеченности действующего предприятия разведанными запасами, перспективы их дальнейшего увеличения [5, 6].

Изложить методику подсчета прогнозных ресурсов на основании проектируемых работ. Изложить принципы выделения категории запасов по степени разведанности (плотности разведочной сети) и изученности (выхода керна, изученности вещественного состава, технологических, горнотехнических и гидрогеологических условий) для месторождений различных групп по инструкции ГКЗ. Раскрыть принципы выделения подсчетных блоков, их границ на флангах. Обосновать параметры подсчета запасов, методику их расчета (площади подсчетных блоков, мощности, среднее содержание, объемная масса). Произвести подсчет запасов по одному из блоков. Привести сводный формуляр подсчета общих проектных запасов по категориям.

Контуры категорий запасов, выделенных на основании проектируемых работ, подлежат закраске следующими цветами:

- нефть: категория А – густой коричневый, кат. В – коричневый средней интенсивности, кат. С<sub>1</sub> – слабокоричневый, кат. С<sub>2</sub> – бледнокоричневый;
- газ: та же интенсивность цветов, только желтого цвета;
- прогнозные ресурсы – серый;
- вода – голубой.

2.4

### 3.6. Заключение с краткой геолого-экономической оценкой

Геолого-экономическая оценка разведанных месторождений должна проводиться по общепринятой методике, с привлечением конкретного цифрового материала и с использованием разработок, имеющих на кафедре. В этом случае конечным итогом оценки должно явиться определение рентабельности месторождения при вовлечении его в промышленное освоение. В данном разделе рассчитывается также эффективность запроектированных геологоразведочных работ: стоимость разведки 1 т запасов нефти, конденсата (1000 куб. м свободного газа), а также

попутных металлов по категориям запасов [1].

В заключении делается вывод о хозяйственной значимости месторождения. Даются рекомендации о постановке дальнейших геологоразведочных работ или ставится вопрос о прекращении разведки и консервации месторождения до более благоприятного времени.

Завершенная работа подписывается исполнителем и представляется на кафедру. За текстом работы помещается список использованной литературы (в алфавитном порядке). В тексте ссылки даются указанием порядкового номера.

#### 4. ГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Графическими иллюстрациями в тексте являются: обзорная географическая карта (с указанием объекта работ), тектоническая (или геолого-структурная) карта, схема обработки проб.

На отдельном листе ватмана формата А1 представляется геологическая карта, 2 - 3 типичных разреза (один обязательно проектный), план подсчета запасов или продольная вертикальная проекция залежи.

При оформлении работы по разведке месторождения (залежи) план подсчета запасов по одному из пластов может быть выполнен на кальке. На всех указанных видах графики обязательно показываются пройденные (черной тушью) и проектные (красной) сейсмические профили и скважины. В правом нижнем углу листа располагается штамп установленного образца (прил.2). Графические приложения складываются по формату текста.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Дворник Г. П., Угрюмов А. Н.* Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых и техногенного сырья: Учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2004. 220 с.
2. *Мясникова Г. П., Шпильман В. И.* Методы выявления перспективных зон и месторождений нефти и газа: Учебное пособие. Тюмень: ТюмГНГУ, 1995. 125 с.
3. *Нестеров И. И., Васильев В. Б.* Теория и практика нефтегазоразведочных работ: Учебное пособие. – М.: Недра, 1993. 330 с.
4. *Основы методики геологоразведочных работ на нефть и газ:* Учеб. пособие. / Под ред. Э. А. Бакирова. М.: Недра, 1991. 159 с.
5. *Подсчет запасов нефти, газа, конденсата и содержащихся в них компонентов:* Справочник / И. Д. Амелин, В. А. Бадьянов, Б. Ю. Вендельштейн и др.: Под ред. В. В. Стасенкова. М.: Недра, 1989. 270 с.
6. *Сырьевая база и добыча газа в России в XXI веке* / А. И. Гриценко, В. А. Пономарев, Н. А. Крылов и др. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000. 148 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
Б1.В.09 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ НЕФТИ И ГАЗА**

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация:

**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Рыльков С.А., к.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

(название кафедры)  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.  
(Фамилия И.О.)  
Протокол № 1 от 11.09.2024  
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики  
(название факультета)  
Председатель \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.  
(Фамилия И.О.)  
Протокол № 2 от 11.10.2024  
(Дата)

Екатеринбург

## Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Теоретические основы поисков и разведки нефти и газа» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях:

- ✓ выполнение домашних заданий;
- ✓ освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую программу дисциплины [4];
- ✓ подготовка к экзамену;

Самостоятельная работа студентов направлена на развитие интеллектуальных умений, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по вопросам методики геологоразведочных работ;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

Данные методические указания предназначены для организации самостоятельной работы студентов при освоении отдельных тем дисциплины.

### Методические указания к самостоятельной работе студента

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Теоретические основы поисков и разведки нефти и газа». Здесь указаны наименование и содержание лекционных тем в соответствии с рабочей программой дисциплины [4]. Каждая тема является основой вопросов в экзаменационном билете. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Основной объем информации по каждой теме содержится в учебнике по курсу [1]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература [2, 3, 4]. Для самоконтроля и приобретения навыков решения задач по отдельным разделам дисциплины в последнем разделе приведены контрольные вопросы и упражнения, которые являются основой подготовки к экзамену.

При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.
2. По учебнику [1] освоите каждый структурный элемент темы. Во всех темах указаны разделы и страницы учебника, содержащие данный материал.
3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.
4. Ответьте на контрольные вопросы и выполните рекомендованные упражнения. 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.

Данное учебно-методическое пособие может быть использовано при подготовке ответов на вопросы во время экзамена.

## Содержание курса

**Тема № 1 Общие сведения о нефти.** История ее изучения. Добыча нефти. Добыча газа. Место России в мировой нефтедобыче. Зависимость энергетики от добычи углеводородов [3].

*Дополнительная литература:* [2, 4].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Мировые тенденции добычи нефти и газа в мире.
2. Место России в мировой нефтедобыче.

**Тема № 2: Современное состояние геологоразведочных работ на нефть и газ.** Основные территории – Западно-Сибирская и Волго-Уральская нефтегазоносные провинции. Развитие геологоразведочных работ на этих территориях [3], с.

*Дополнительная литература:* [2, 4].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Современное направление геологоразведочных работ в Западной Сибири.
2. Современное направление геологоразведочных работ в Волго-Уральской НГП.

**Тема №3: Методика системного решения задач нефтяной геологии.** Системный подход – методология специального научного познания. Концепция возникновения материального мира. Гипотезы нефтидогенеза [3], с. 36-54.

*Дополнительная литература:* [2, 3, 4].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Поясните сущность разработки многопластового месторождения.
2. Что дает гидропрослушивание?

**Тема №4: Основные объекты нефтегазовой геологии.** Основные понятия и принципы в выделении залежей углеводородов. Объекты геологоразведочных работ. Понятие о запасах и ресурсах их классификация, Временная Классификация (2001 г.) Действующая Классификация запасов и ресурсов (2016 г.) [3].

*Дополнительная литература:* [2, 4].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Определение системы локальных поднятий.
2. Какие классификационные признаки положены в основу классификации систем разработки месторождений?

**Тема № 5: Буровые скважины для геологоразведочных работ на нефть и газ.** История развития буровых работ. Основные типы скважин на нефть и газ: опорные, параметрические, структурные, поисково-оценочные, разведочные, эксплуатационные, специальные [3], с.

*Дополнительная литература:* [2, 4].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Какие буровые установки применяются для поиска и разведки залежей нефти и газа?

2. Как можно выделить слои на многопластовом месторождении? Нарисуйте принципиальные схемы выделения слоев?
3. Как определяется вес на крюке?
4. Как определяется давление бурового раствора на стояке манифольда?
5. Основные технологические задачи, решаемые отрядом ГТИ.
6. Как можно выделить слои на многопластовом месторождении? Нарисуйте принципиальные схемы выделения слоев?
7. Поясните сущность разработки многопластового месторождения.
8. Что дает гидропрослушивание?
9. Установка дебита флюида.
10. Значение изучения удельного электрического сопротивления раствора.
11. Вторичное вскрытие пласта.
12. Отбор образцов стреляющими и сверлящими грунтоносами.
13. Отбор проб флюидов.
14. Для чего проводится геофизическое изучение всего разреза скважины?
15. Опробование пласта.
16. Метод заложения скважин «Шаг поискового бурения».
17. Метод заложения поисковых скважин на литологически экранированных ловушках.

**Тема № 6: Общие положения о стадийности работ.** Региональный этап. Стадия прогноза нефти и газа. Стадия оценки зон нефтегазонакоплений. Качественная и количественная оценка нефтегазонаосности. Поисково-оценочный этап. Разведочный этап. Лабораторные работы. Подсчет запасов нефти, газа, конденсата [], с.

*Дополнительная литература:* [2, 3, 4].

**Контрольные вопросы и упражнения:**

1. Стадийность геологоразведочных работ на нефть и газ.
2. Формула подсчета геологических запасов газа.
3. Формула подсчета геологических запасов нефти.

**Тема № 7: Государственная экологическая политика при поисках и разведке нефти и газа.** Экологические проблемы геологоразведочных работ на нефть и газ. Охрана недр и окружающей природной среды Природоохранные мероприятия. Рациональное использование недр [2], с.

*Дополнительная литература:* [3, 4].

**Контрольные вопросы и упражнения:**

1. Кто сегодня занимается экологическими вопросами?
2. Основной документ, определяющий требования в области охраны недр
3. Позиции определяющие воздействие на окружающую среду при геофизических работах.
4. Позиции, определяющие воздействие на окружающую среду при бурении поисковых и разведочных скважин.
5. Выбросы вредных веществ в атмосферный воздух.
6. Воздействие на окружающую среду при проведении региональных работ.
7. Воздействие на окружающую среду при проведении поисково-оценочных работ.
8. Воздействие на окружающую среду при проведении разведочных работ.
9. Аварийные ситуации. Последствия.
10. Воздействие на окружающую среду при проведении строительно-монтажных работ.
11. Воздействие на окружающую среду при бурении и креплении скважин.
12. Воздействие на окружающую среду при порыве трубопроводов
13. Охрана поверхностных и подземных вод.

14. Охрана растительного и животного мира.
15. Охрана атмосферного воздуха
16. Основные природоохранные мероприятия.
17. Воздействие на природно-ландшафтные комплексы окружающей среды.
18. Гидрологическое воздействие.
19. Экологическая безопасность - важнейшая составная часть национальной безопасности
20. Принятые в конце нулевых годов нормативные кодексы

### **Вопросы**

#### **к экзамену по курсу «Теоретические основы поисков и разведки нефти и газа»**

1. Системный подход в естественных науках.
  2. Основные отличия Классификации запасов и ресурсов нефти и газа России 2001 г. от Классификации запасов и ресурсов нефти и газа России 2013г.
  3. Стадийность геологоразведочных работ на нефть и газ (приказ МПР РФ от 07.02.2001 г. № 126)
  3. Методика поиска нефти в начале XX столетия и во второй половине XX столетия.
  4. Ресурсы категории С<sub>3</sub> (по Классификации 2001 г.), D<sub>0</sub> (по Классификации 2013 г). Где и на какой стадии геологоразведочных работ выделяются.
  5. Скважины опорного бурения.
  6. Вакуумная концепция строения природных систем.
  7. Стадия оценки зон нефтегазонакоплений.
  8. Скважины параметрические.
  9. Существующие гипотезы образования нефти и связь их с геологоразведочными работами.
  10. Стадия выявления объектов поискового бурения.
  11. Сверхглубокие скважины.
  12. Роль моделирования природных систем в геологоразведочном процессе.
  13. Стадия подготовки объектов к поисковому бурению.
  14. Скважины поисковые.
- Характеристика природной системы.
15. Стадия поиска и оценки месторождений (залежей) .
  16. Скважины разведочные.
  17. Уровни добычи нефти в России на рубеже XIX и XX века и на рубеже XX и XXI века. Добыча нефти в Уральском федеральном округе.
  18. Разведочный этап.
  19. Скважины эксплуатационные, специальные.
  20. Основные методы геологоразведочных работ на нефть и газ в настоящее время и динамика их развития.
  21. Региональный этап геологоразведочных работ.
  22. Опробование скважины.
  23. Финансирование геологоразведочных работ на нефть и газ в России в XXI веке.
  24. Основные принципы производства геологоразведочных работ.
  25. Определение ГВК методом В.П. Савченко.
  26. Роль Классификации запасов и ресурсов. Отечественная и зарубежные Классификации.
  27. Лабораторные работы на образцах керна скважин.
  28. Количественная оценка ресурсов.
  29. Ожидаемое воздействие на окружающую среду при производстве ГРП на нефть и газ.

30. Понятие о государственной экспертизе запасов. Государственный баланс.
31. Развитие буровых работ (XIX –XXI век).
32. Методы размещения поисковых скважин (шаг поискового бурения, по радиальным профилям, метод клина, заложение на антиклинальных ловушках).
33. Проект геологоразведочных работ (основные разделы) .

### **Рекомендуемая литература**

1. Гайворонский И.Н. Коллекторы нефти и газа Западной Сибири. Их вскрытие и опробование [Электронный ресурс] / И.Н. Гайворонский, Г.Н. Леоненко, В.С. Замахаев. — Электрон. текстовые данные. — М. : Геоинформцентр, Геоинформ, 2003. — 364 с. — 5-900357-91-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17093.html>
2. Геология нефти и газа. Электрон. текстовые данные. — М. : Геоинформмарк, 2010-2014. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17107.html>
3. Рыльков, С. А. Теоретические основы поисков и разведки нефти и газа : учебник / С. А. Рыльков. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 263 с. — ISBN 978-5-4497-2144-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/129433.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/129433>
4. Теоретические основы поисков и разведки нефти и газа: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация Геология месторождений нефти и газа.



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный горный  
университет»**

**Н. В. Блинкова, Н. С. Земцов**

**ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ  
ИССЛЕДОВАНИЯ  
ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН**

*Методические указания*  
**к лабораторным и практическим работам  
по дисциплине «Геофизические методы  
исследования горизонтальных скважин»  
для студентов специальности  
21.05.02 ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ**

**Екатеринбург  
2020**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный горный университет»

**ОДОБРЕНО:**

Методической комиссией

Факультета геологии и геофизики УГГУ

20 МАРТА 2020 г.

Председатель комиссии

 проф. Бондарев В. И.

Н. В. Блинкова, Н. С. Земцов

**ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ  
ИССЛЕДОВАНИЯ  
ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН**

*Методические указания*

к лабораторным и практическим работам  
по дисциплине «Геофизические методы  
исследования горизонтальных скважин»

Рецензенты: *Иголкина Г. В.*, д-р геол.-мин. наук, зав. лабораторией промышленной геофизики (Институт геофизики УрО РАН);  
*Скобелев А. Н.*, канд. техн. наук, главный геолог, (группа компаний «НЕДРА»).

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры геофизики 5 МАРТА 2020 г. (протокол № 12) и рекомендованы для издания в УГГУ.

**Блинкова Н. В., Земцов Н. С.**

Б 69 ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН: методические указания / Н. В. Блинкова, Н. С. Земцов; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2020. – 71 с.

Методические указания содержат семь практических работ. В каждой работе имеется описание геофизической аппаратуры для исследования горизонтальных скважин в процессе бурения и на этапе их исследования после бурения. В работах приводятся планы заданий для анализа полевых материалов (каротажных диаграмм), полученных с этой аппаратурой (АМК «ГОРИЗОНТ», АК «АЛМАЗ-2И», АМАК «Обь», СБК «АМАК», АМК «Горизонталь»). Две работы включают в себя интерпретацию данных метода инклинометрии в горизонтальных скважинах с использованием программного обеспечения станции геолого-технологических исследований «Мега АМТ» и построения этих скважин в трехмерном пространстве, а также построение корреляционного разреза по одному из месторождений Западной Сибири с использованием геофизических данных горизонтальных скважин.

Выполнение этих работ позволит подготовиться студентам к производственной и преддипломной практикам, которые они проходят, в основном, на месторождениях Западно-Сибирской нефтегазовой провинции.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
Работа 1. АППАРАТУРНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ГОРИЗОНТ-90» .....	6
1. Состав и краткое описание .....	6
2. Основные технические характеристики .....	6
3. Автономный скважинный прибор .....	8
4. Прочие конструктивные особенности комплекса .....	14
Задание.....	15
Контрольные вопросы.....	15
Работа 2. АВТОНОМНЫЙ КОМПЛЕКС «АЛМАЗ-2И» .....	16
1. Состав и краткое описание .....	16
2. Основные технические характеристики .....	18
3. Устройство и работа комплекса .....	21
Задание.....	25
Контрольные вопросы.....	25
Работа 3. АППАРАТУРНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ АВТОНОМНЫЙ КОМПЛЕКС «ОБЬ» .....	26
1. Состав и краткое описание .....	26
2. Основные технические характеристики .....	26
3. Устройство и работа комплекса .....	27
4. Прочие особенности комплекса.....	33
Задание.....	34
Контрольные вопросы.....	35
Работа 4. СТАНЦИЯ БЕЗКАБЕЛЬНОГО КАРОТАЖА СБК «АМАК».....	36
1. Состав и краткое описание .....	36
2. Геохимическая подсистема, предназначенная для проведения газового каротажа .....	37
3. Прочие компоненты комплекса .....	40
Задание.....	42
Контрольные вопросы.....	43
Работа 5. АВТОНОМНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ СИСТЕМА «ГОРИЗОНТАЛЬ».....	44
1. Состав и краткое описание .....	44
2. Основные технические характеристики .....	46
3. Устройство и работа комплекса .....	49
4. Проведение геофизических исследований скважин (ГИС) .....	56
Задание.....	57
Контрольные вопросы.....	57

Работа 6. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ ИНКЛИНОМЕТРИИ В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ .....	58
1. Краткое описание .....	58
Задание.....	63
Контрольные вопросы.....	63
Работа 7. ПОСТРОЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННОГО РАЗРЕЗА ПО ДИАГРАММАМ АМК «ГОРИЗОНТ».....	64
1. Краткое описание .....	64
Задание.....	68
Контрольные вопросы.....	68
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	69

## **ВВЕДЕНИЕ**

Наиболее эффективными и прогрессивными технологиями в нефтедобывающей отрасли в настоящее время является переход от бурения одиночных скважин к бурению и широкомасштабному промышленному освоению горизонтальных, разветвленно-горизонтальных, многозабойных горизонтальных скважин, а также боковых стволов из старого фонда скважин. За последние годы в горизонтальных скважинах опробован целый ряд технологий бурения забойными телеметрическими системами с гидравлическим, электромагнитным и комбинированным каналами связи, а также исследования скважин на этапе «после бурения» применение аппаратурно-методических комплексов с различными способами доставки аппаратуры на забой. Такими способами является доставка с помощью бурильных труб, гибких пластиковых труб «COILED TUBING» (в переводе с англ. – гибкая труба), жёсткого геофизического кабеля и др. [2, 11, 12, 15, 16, 17]. В методических указаниях описываются примеры такой аппаратуры, как аппаратурно-методический комплекс (АМК) «ГОРИЗОНТ-90», автономный комплекс (АК) «АЛМАЗ-2И», аппаратурно-методический автономный комплекс (АМАК) «Обь», станция бескабельного каротажа (СБК) «АМАК», аппаратурно-методический комплекс (АГС) «Горизонталь».

В методических указаниях содержатся семь работ, пять из которых по аппаратуре, шестая по интерпретации данных инклинометрии в горизонтальных скважинах, седьмая – по построению корреляционного разреза по диаграммам АМК «ГОРИЗОНТ».

# Работа 1. АППАРАТУРНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ГОРИЗОНТ-90»

## *1. Состав и краткое описание*

АМК «ГОРИЗОНТ-90» содержит в своем составе скважинный прибор ПСК-3, устройство сопряжения, персональный компьютер 386, 486 или Pentium, термоплоттер KST-216-8MP01-KISS, программное и методическое обеспечение, глубиномер, индикатор нагрузки талевого каната буровой лебедки, вспомогательное оборудование [3, 4, 5, 7, 8, 9, 10].

## *2. Основные технические характеристики*

АМК «ГОРИЗОНТ-90» обеспечивает измерение и обработку следующих параметров: кажущееся электрическое сопротивление (КС) – 0–2000 Ом·м; потенциал собственной поляризации (ПС) –  $\pm 0,5$  В; уровень естественного гамма-излучения (ГК) – 0–50 мкР/ч; поток нейтронов (НК1, НК2) – до 250000 имп/мин; уровень радиационного гамма-излучения (НГК) – 0–200 мкР/ч; зенитный угол наклона скважины, град. –  $(0-180)\pm 0,2$ ; азимут наклона скважины, град. –  $(0-360)\pm 1$ .

Конструктивные данные скважинного прибора: длина –  $7720\pm 100$  мм; диаметр – 90 мм; присоединительная резьба для бурового инструмента – 3-76; диаметр проточки под элеватор – 73 мм; промывка скважины через переводник в верхней части скважинного прибора.

Условия эксплуатации скважинных приборов: диаметр исследуемых скважин – не менее 110 мм; давление на забое – не более 60 МПа; температура окружающей среды – не более 80 °С; конструкция скважинного прибора выдерживает осевую сжимающую и растягивающую нагрузку 5-8 тонн; радиус искривления скважины – не менее 40 м; для получения качественных материалов измерения в скважине рекомендуется проводить на аварийном приводе буровой лебедки при скорости 90, 180 или 360 м/ч.

При использовании АМК «ГОРИЗОНТ-90» геофизические измерения в скважине могут проводиться в широком диапазоне изменения удельного сопротивления промывочной жидкости (0,05–5 Ом·м).

В целях безопасности работы с источником нейтронов предусмотрена возможность его извлечения из скважины в случае аварии. Для этого источник устанавливается в специальном контейнере в верхней части скважинного прибора.

Непрерывное время работы скважинного прибора в режиме измерений – не менее 7 часов. Дискретность измерения и регистрации в блоке памяти всех параметров в цифровой форме – 2 сек. В связи с ограниченной емкостью источников питания и блока хранения информации в скважинном приборе предусмотрено включение измерительной схемы с задержкой до 19 часов на время спуска до интервала исследований. Дискретность установки времени задержки – 4,5 мин.

Глубиномер и датчик нагрузки рассчитаны для работы с талевым канатом буровой лебедки диаметром 25–28 мм. Погрешность измерения глубины в интервале каротажа не более 0,1 %. Дискретность измерения перемещения бурового инструмента – не более 4 мм.

### 3. Автономный скважинный прибор

Общий вид скважинного прибора показан на рис. 1.1. Корпус скважинного прибора выполнен из немагнитного сплава. На его наружную поверхность до диаметра 90 мм



нанесено изоляционное покрытие, на котором установлены токовые и измерительные кольцевые электроды. Эти электроды с помощью проводов, проложенных в теле изоляционного покрытия, электропроводов и разъема в нижней части прибора соединяются с измерительной схемой электрического каротажа. В верхней части корпуса прибора имеется стальной переводник, предназначенный для соединения с колонной бурильных труб с помощью замковой резьбы 3-76. Переводник имеет отверстия для прохождения промывочной жидкости. Внутри переводника устанавливается герметичный контейнер с радиоактивным источником, который в аварийной ситуации может быть извлечен из скважины.

Внутри охранного корпуса установлены шасси с электронной измерительной схемой, выполненной в виде конструктивно законченных модулей. Модули между собой соединены с помощью разъемов и накидных гаек. С целью предотвращения повреждений измерительных схем каждый модуль закрыт цилиндрическим защитным кожухом.

Рис. 1.1. Общий вид скважинного прибора

Прибор содержит шесть модулей: модуль НК, батарея питания, модуль центрального процессора, модуль ГК, модуль инклинометра и модуль электрического каротажа.

Структурная схема, приведенная на рис. 1.2, дает общее представление о принципе работы скважинного прибора. В модуле центрального процессора (МЦП) напряжение батареи питания, состоящей из химических источников тока, преобразуется в ряд напряжений, необходимых для работы электронных схем. Нормальное функционирование скважинного прибора осуществляется под управлением процессора, выполненного на базе однокристалльной микро-ЭВМ К1816ВЕ39. МЦП по шине управления формирует сигналы, обеспечивающие синхронную работу остальных модулей прибора. Обмен данными МЦП со всеми модулями производится по 8-разрядной шине данных. По командам, вырабатываемым в МЦП, периодически через две секунды производится опрос датчиков и измерение всех параметров. В модуле электрического каротажа (МЭК) за счет коммутации токовых и измерительных электродов обеспечивается измерение кажущегося сопротивления (КС) тремя симметричными градиент-зондами, тока зондирования и потенциала собственной поляризации (ПС). Значения измеренных параметров передаются по шине данных в МЦП. В модулях ГК (МГК) и НК (МНК), сформированные из гамма-квантов радиоактивного излучения, электрические импульсы накапливаются в счетчиках в течение двух секунд и считываются в МЦП. В модуле инклинометра (ИНКЛ) через каждые две секунды регистрируются три составляющие магнитного поля Земли и поля силы тяжести, по которым затем вычисляются зенитный угол и азимут наклона скважины. В МЦП измеренная информация дополнительно обрабатывается, а затем записывается в память блока регистрации информации (МРИ), емкость которого составляет 512 Кбайт.

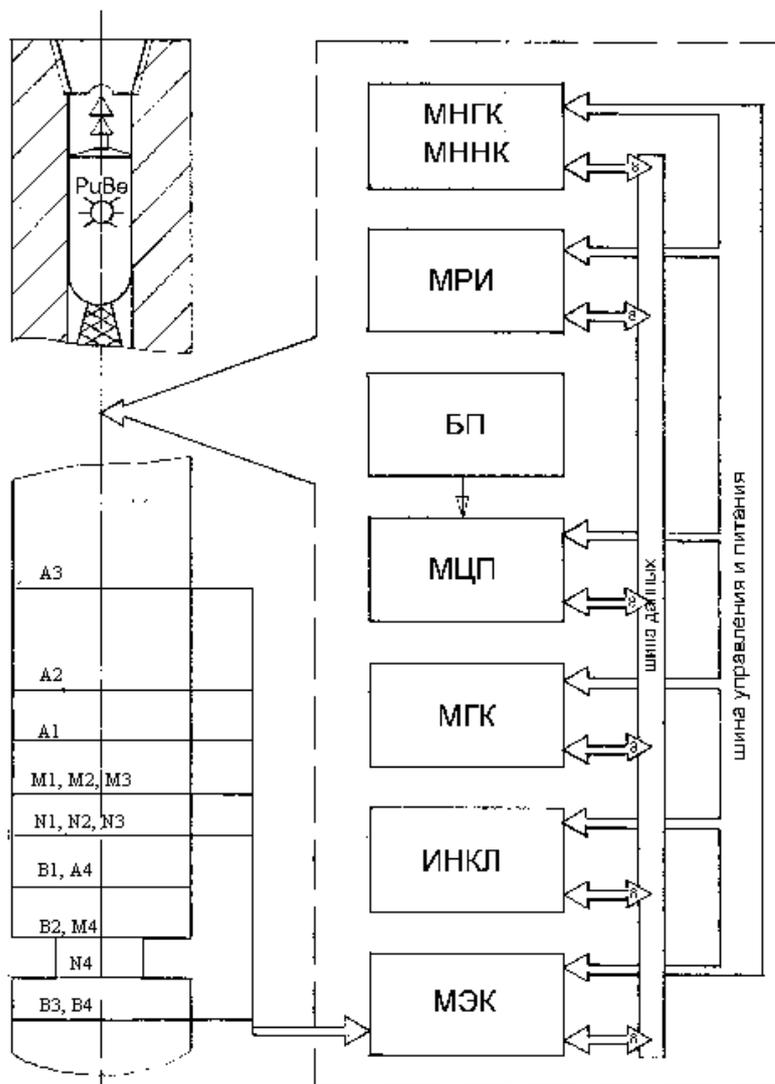


Рис. 1.2. Структурная схема скважинного прибора

Этой емкости достаточно для регистрации информации скважинным прибором в течение семи часов. МРИ в отличие от предыдущих модификаций АМК «ГОРИЗОНТ» размещен в МЦП. После заполнения МРИ происходит автоматическое выключение скважинного прибора.

Вышеуказанные модули можно охарактеризовать следующими параметрами:

- *Модуль центрального процессора (МЦП)*

МЦП выполнен на базе ОЭВМ серии К1816ВЕ39. Предназначен для управления работой остальных модулей скважинного прибора, регистрации информации в блоке памяти (512 кбайт) и обмена информацией с наземной частью АМК «ГОРИЗОНТ-90».

- *Модуль ГК и НК*

Радиоактивный каротаж в скважинном приборе осуществляется двумя идентичными модулями: модуль гамма-каротажа (МГК), модуль нейтронного каротажа (МНК).

Модуль ГК предназначен для измерения естественного гамма-излучения горных пород. Он выполнен на базе фотоумножителя ФЭУ-74 и сцинтилляционного детектора NaJ(Tl), размером 30×70 мм. Электрические импульсы с выхода фотоумножителя после усиления и ограничения поступают на вход счетчика, где преобразуются в двоичный код. Через каждые две секунды центральный процессор обращается к модулю и считывает 16-разрядное слово с двоичного счетчика, после чего счетчик обнуляется и начинается накопление импульсов в течение следующих двух секунд, далее цикл повторяется.

Для нормальной работы фотоэлектронного умножителя необходимо стабильное напряжение около 1800 В, которое формируется с помощью высоковольтного преобразователя напряжения и стабилизатора напряжения.

Модуль нейтронного каротажа предназначен для измерения потока нейтронов двумя зондовыми установками ННК (20 и 40 см) и радиационного гамма-излучения НГК (60 см), возникающего при облучении породы потоком нейтронов.

Для регистрации потока нейтронов используются нейтронные трубки СНМ-56, а для регистрации гамма-излучения – ФЭУ-74 и сцинтилляционный детектор NaJ(Tl), размером 30×40 мм. Для защиты сцинтилляционного детектора от потока тепловых нейтронов используется экран из кадмия и бора. В остальном работа модуля НК аналогична работе модуля ГК.

- *Модуль электрического каротажа*

Для электрического каротажа в скважинном приборе используются четыре четырехэлектродных симметричных градиент-зонда:

- А1 0,5 М1 0,25 N1 0,5 В1, диаметром 90 мм;
- А2 0,5 М2 0,25 N2 0,5 В2, диаметром 75 мм;
- А3 1,0 М1 0,25 N1 1,0 В3, диаметром 90 мм;
- А4 1,75 М1 0,25 N1 1,74 В3, диаметром 90 мм.

При измерении одноименные токовые электроды А и В через коммутатор тока подключаются к генератору зондирующего тока, а соответствующие измерительные электроды М и N через коммутатор напряжения к измерительному усилителю с программно изменяющимся коэффициентом усиления.

При измерении параметра кажущегося удельного сопротивления (КС) ток зондирования, протекая по породе между токовыми электродами А и В, создает между измерительными электродами М и N переменное напряжение прямоугольной формы, амплитуда которого пропорциональна измеряемому кажущемуся удельному сопротивлению породы. Это напряжение после усиления преобразуется синхронным детектором в напряжение постоянного тока, которое через аналоговый коммутатор поступает на вход

интегрирующего аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Преобразованное в двоичный код измеряемое напряжение считывается центральным процессором с двоичного реверсивного счетчика и записывается в блок ОЗУ.

- *Модуль инклинометра*

Модуль инклинометра предназначен для одновременного измерения трех взаимно ортогональных составляющих величины магнитного поля Земли, и трех взаимно ортогональных составляющих вектора поля силы тяжести, по которым определяются зенитный угол и азимут наклона скважины. В модуле используются феррозондовые датчики магнитометра и акселерометра.

С выходов датчика акселерометра электрические сигналы, пропорциональные составляющим вектора силы тяжести, поступают через аналоговый коммутатор (АК) на вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП), на выходе которого формируются цифровые коды, пропорциональные выходным напряжениям акселерометра.

С выходов датчика магнитометра электрические сигналы, пропорциональные составляющим величины магнитного поля Земли, поступают на вход времяимпульсного преобразователя (ВрИП), на выходе которого формируются цифровые коды, пропорциональные измеряемому магнитному полю. Полученные коды через магистральные приёмопередатчики (МПП) пересылаются в ЦП. После обработки считанной информации ЦП пересылает результат в модуль регистрации информации.

#### ***4. Прочие конструктивные особенности комплекса***

##### ***Глубиномер***

Глубиномер предназначен для измерения приращений глубины в процессе каротажа скважин. Состоит из головки, в которой размещен индукционный датчик, демпфирующего устройства, зажимного хомута, стойки, узла крепления и 4-контактного разъема.

Конструктивно головка датчика выполнена в виде двух «ш»-образных магнитопроводов, разнесенных между собой на расстояние несколько меньше шага навивки талевого каната. На магнитопроводах размещены питающая и измерительная обмотки. Вся система залита эпоксидной смолой в дюралюминиевом корпусе.

##### ***Датчик нагрузки талевого каната буровой лебедки***

Датчик нагрузки предназначен для отключения счетчика глубиномера во время каротажа при отсутствии нагрузки на крюке буровой лебедки. Состоит из жесткого основания в виде балки, на концах которой закреплены два неподвижных упора для талевого

каната и один подвижный в центре, узла регулировки жесткости упорной пружины, концевого переключателя, индикатора нагрузки, 4-контактного разъема и защитного кожуха.

### **Задание**

1. Изучить технические характеристики аппаратно-методического комплекса «ГОРИЗОНТ-90».
2. Изучить устройство скважинного прибора АМК «ГОРИЗОНТ-90» на уровне блок-схемы.
3. Проанализировать комплекс каротажных диаграмм, полученных с помощью АМК «ГОРИЗОНТ-90», и описать возможности литологического расчленения разреза этим комплексом.
4. Составить пояснительную записку.

### **Контрольные вопросы**

1. Из каких основных блоков состоит АМК «ГОРИЗОНТ-90»?
2. Какие основные параметры измеряет и обрабатывает АМК «ГОРИЗОНТ-90»?
3. Каковы условия эксплуатации скважинных приборов?
4. Из каких устройств состоит функциональная схема модуля центрального процессора?
5. Изобразите функциональную схему модулей ГК и НК.
6. Расскажите принцип работы модуля инклинометра.
7. Изобразите функциональную схему модуля электрического каротажа.
8. Изобразите функциональную схему модуля инклинометра
9. Каков принцип работы датчика нагрузки талевого каната буровой лебедки?
10. Каково назначение устройства сопряжения?

## **Работа 2. АВТОНОМНЫЙ КОМПЛЕКС «АЛМАЗ-2И»**

### ***1. Состав и краткое описание***

Автономный комплекс «АЛМАЗ-2И» (далее комплекс) предназначен для геофизических исследований открытых стволов наклонных скважин и скважин с горизонтальным завершением, в том числе боковых стволов, диаметром 124–144 мм, бурящихся на нефть и газ [18]. Комплекс позволяет за одну спускоподъёмную операцию произвести измерение и регистрацию следующих геофизических параметров: кажущегося удельного электрического сопротивления девятью индукционными зондами разной глубинности, потенциала естественной поляризации скважины (ПС), азимут скважины, зенитный угол скважины, угол отклонителя (угол вращения прибора), естественной гамма-активности пород (ГК), удельного электрического сопротивления (УЭС) бурового раствора, температуры бурового раствора.

Автономная скважинная система комплекса «АЛМАЗ-2И» предназначена для доставки на забой буровым инструментом. Этот способ доставки обеспечивает возможность проведения каротажа протяжённых горизонтальных участков обследуемых скважин.

Комплекс состоит из следующих систем: скважинной автономной системы, средства доставки в скважину, наземной системы определения глубины, системы программных модулей RealDepth v4.x.x.

Автономная скважинная система предназначена для измерения и записи геофизических и технологических параметров различного назначения. Автономная скважинная система состоит из трёх модулей: модуль памяти и питания (МПП), измерительный модуль ВЭМКЗ, измерительный модуль интегрального ГК и резистивиметра (МГКР).

Средство доставки состоит из рассекателя и муфты переходной с конической замковой резьбой 3-86.

Наземная система определения глубины автономного измерительного комплекса предназначена для измерения перемещений талевого блока (крюка) во время проведения каротажа с учётом нагрузки и разгрузки крюка и вычисления перемещения буровой колонны.

Наземная система определения глубины включает: преобразователь линейных перемещений (ПЛП) талевого блока, преобразователь натяжения троса (ПНТ), блок интерфейса (БИ), компьютер, источник бесперебойного питания (Back-UPS), комплект соединительных кабелей.

Система программных модулей RealDepth v4.x.x предназначена для сбора информации об измерениях со скважинной и наземной измерительных систем, и взаимной увязки данных на основе записи точного времени событий.

Система также осуществляет автоматическую пакетную интерпретацию данных измерений, все необходимые операции по документированию и преобразованию данных в распространённые форматы представления геофизических данных (\*.las, \*.rtx).

Использование программы МФС ВИКИЗ для дальнейшей интерпретации данных каротажа скважин позволяет представить их в виде удельного электрического сопротивления пород с нормированными погрешностями измерения.

## 2. Основные технические характеристики

Перечень параметров с нормированной погрешностью (геофизических и технологических), измеряемых комплексом, приведён в табл. 2.1. В таблице также приведены число каналов измерения комплекса, единицы измерения, диапазон, основная погрешность и дополнительная температурная погрешность.

Таблица 2.1

### Перечень метрологических характеристик комплекса «АЛМАЗ-2И»

Измеряемый параметр	Число каналов в	Единица измерения	Диапазон	Дискретность	Основная погрешность
УЭС породы		Ом·м	1÷200	–	(5+20·к/в) %
ПС		мВ	+/-1250	1	+/-0,6мВ
Уровень интегральной гамма активности породы		мкР/час	0÷250	0,1	15 %
УЭС бурового раствора		Ом·м	0,02÷10	0,00015	(3+20·к/в) %
Температура бурового раствора		град	5÷85	0,01	+/-0,5
Магнитный азимут		угл. град.	0÷360°	0,1°	±1,5°÷3°
Зенитный угол		угл. град.	0÷180°	0,05°	±0,25°
Угол отклонителя		угл. град.	0÷360°	0,1°	±3°

*Примечание:* к – измеряемое значение; в – верхний предел измерения.

В зондовой скважинной системе точки записи смещены относительно нижнего окончания модуля ВЭМКЗ. Значения смещений приведены в табл. 2.2.

Перечень доступных для контроля технологических измеряемых величин приведён в табл. 2.3.

Таблица 2.2

**Расположение точек записи ВЭМКЗ**

Наименование параметра	Обозначение	Частота	Длина зонда	Смещение точки записи	
Гамма 2	MGKR_GK2			<b>8,268</b>	
Гамма 1	MGKR_GK1			<b>7,808</b>	
Температура бурового раствора	MGKR_T			<b>7,305</b>	
УЭС бурового раствора	MGKR_R			<b>7,303</b>	
<b>Модуль ВЭМКЗ 7,067</b>					
Разность фаз зонда <b>0,5</b>	DF5	14,00 МГц	0,500	<b>5,1</b>	
Разность фаз зонда <b>0,6</b>	DF6	7,0 МГц	0,566	<b>5,1</b>	
Разность фаз зонда <b>0,7</b>	DF7	7,00 МГц	0,707	<b>4,959</b>	
Разность фаз зонда <b>0,8</b>	DF8	3,50 МГц	0,800	<b>4,959</b>	
Разность фаз зонда <b>1,0</b>	DF10	3,50 МГц	1,000	<b>4,759</b>	
Разность фаз зонда <b>1,1</b>	DF11	1,75 МГц	1,131	<b>4,759</b>	
Разность фаз зонда <b>1,4</b>	DF14	1,75 МГц	1,414	<b>4,471</b>	
Разность фаз зонда <b>1,6</b>	DF16	0,875 МГц	1,600	<b>4,471</b>	
Разность фаз зонда <b>2,0</b>	DF20	0,875 МГц	2,000	<b>4,071</b>	
Потенциал скважины	PS			<b>3,52</b>	
<b>Инклинометр 3,42</b>					
Зенит	Zenith_Angle			<b>0,5</b>	
Вращение	Standoff_Angle			<b>0,5</b>	
Азимут	Azimuth_Angle			<b>0,5</b>	

Точка отсчёта смещений	
------------------------	--

Таблица 2.3

### Технологические измеряемые величины

Наименование параметра	Число каналов	Единица измерения	Диапазон	Дискретность
Вес на крюке	1	у.е.	0...4095	1 у.е.
Ход талевого блока	1	м	0...25	±5 мм
Скорость каротажа	1	м/ч	0...700	
Глубина	1	м	5000	±5 мм
Текущее время	1	час, мин, сек	00:00:01 23:59:59	0,01 сек
Температура в МПП	1	град.	-10÷85	±0,5 град.
Напряжение батареи МПП	1 (или 8)	Вольт	14...17,5	±0,2 В
Ускорение при ударах МПП	3 по x, y, z	g	0...50	0,5 g

#### *Рабочие условия наземной аппаратуры:*

диапазон температур окружающего воздуха, °С +10...+45;  
относительная влажность окружающего воздуха при 30 °С, % 5-90;  
конденсация влаги на элементах не допустима.

#### *Рабочие условия скважинной аппаратуры*

При каротаже автономная скважинная система может выдерживать следующие рабочие условия:

максимальное гидростатическое давление, МПа не более 60;  
диапазон рабочих температур, °С от +10 до +85;  
виброударные нагрузки по ГОСТ 26116-84, группа МС2-3 не более 15g;  
радиус кривизны скважины, м не менее 60;  
осевая нагрузка сжатие, т не более 10;  
осевая нагрузка на разрыв, т не более 30;  
скорость спуско-подъёма, м/ч не более 2000;  
скорость спуско-подъёма в интервале зарезки, м/ч не более 200;

скорость каротажа, м/ч

не более 800.

### 3. Устройство и работа комплекса

Комплекс регистрирует и интерпретирует геофизическую и технологическую информацию от наземных и скважинных модулей, благодаря взаимодействию нескольких систем:

- автономной скважинной системы;
- системы определения глубины;
- системы сбора информации и интерпретации RealDepth.

Автономная скважинная система производит сбор геофизической и технологической информации в скважине и записывает эту информацию в энергонезависимую память. В зондовой части располагаются часы реального времени (ЧРВ) модуля памяти и питания, текущие показания которых записываются в память. Автономная скважинная аппаратура производит запись геофизической и технологической информации (рис. 2.1).

Синхронизация часов МПП производится во время подготовки зондовой системы к спуску в скважину с часами компьютера. Вторые ЧРВ располагаются в интерфейсном блоке. Синхронизация двух часов происходит в момент перевода зондирующей системы в автономный режим. Данная операция производится непосредственно на скважине после сборки зондирующей системы и подключения её к компьютеру через интерфейсный блок. Значение текущего времени компьютера одновременно заносится в часы реального времени БИ и часы реального времени МПП, после чего автономная скважинная система готова к самостоятельной работе.

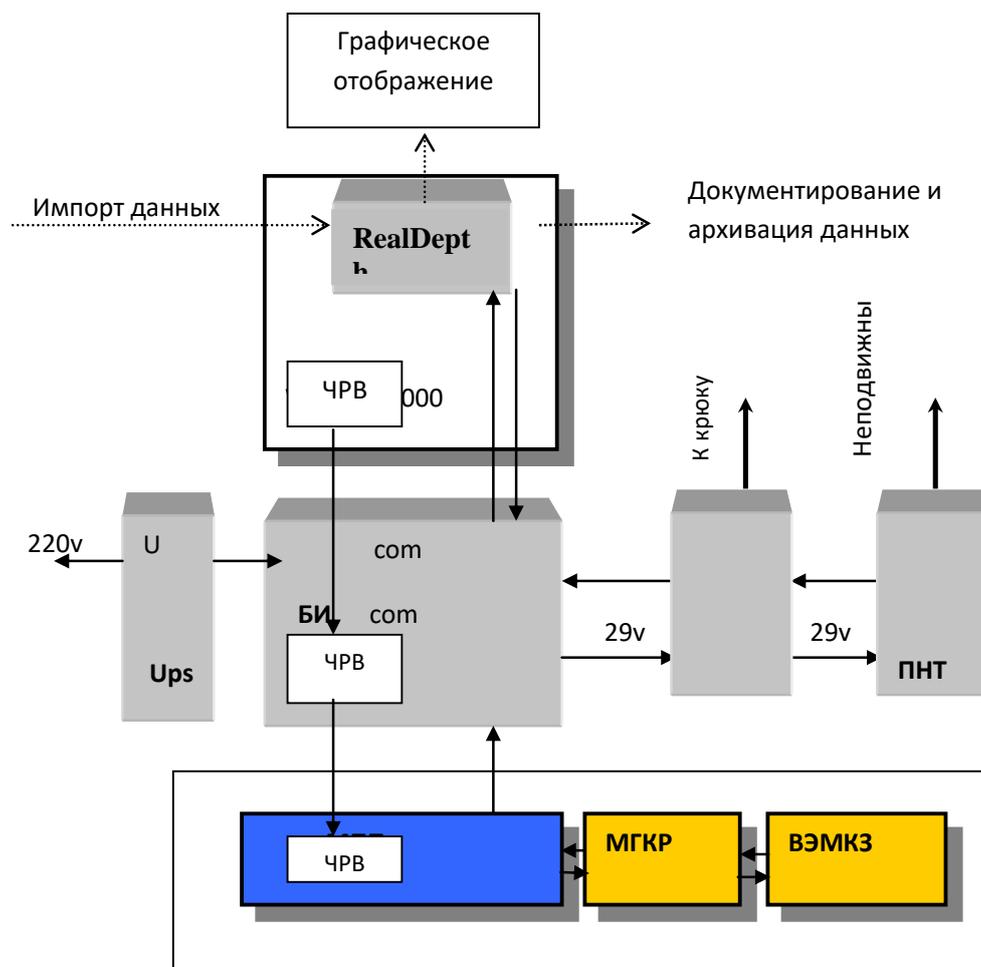


Рис. 2.1. Взаимодействие систем комплекса «АЛМАЗ-2И»

Значение времени в обоих ЧРВ после операции синхронизации будет одинаковым, допустимый уход не более чем 1 сек за 12 часов при условии, если обе части не обесточивались.

Если данное условие не выполняется и происходит отключение часов реального времени, расположенных в блоке интерфейса на длительное время, произойдёт утеря исходных установок времени, что затруднит восстановление информации о глубине. Чтобы восстановить установки времени в часах интерфейсного блока необходимо снова провести операцию синхронизации часов от компьютера. При этом возможна ошибка синхронизации между скважинной и наземной частями системы на несколько секунд из-за ухода часов компьютера. Не следует забывать, что компьютер может самостоятельно переводить поясное время на час вперёд или назад, учитывая зимнее и летнее время, вследствие чего возможно скачкообразное смещение данных глубины на час. Для увеличения надёжности системы синхронизации применяются источники бесперебойного питания для блока интерфейса (в

экстремальных ситуациях для увеличения времени работы часов в отсутствии сетевого питания рекомендуется отключать ППП от интерфейсного блока и подключать при возобновлении сетевого питания). Наземная система определения глубины работает непосредственно с компьютером через интерфейсный блок под управлением оболочки RealDepth и использует часы БИ, преобразователи перемещения талевого блока (ППП) и натяжения троса (ПНТ). Информация с преобразователя натяжения троса под управлением оболочки RealDepth записывается в файл глубины и в дальнейшем используется для вырезания моментов разгрузки талевого блока, так как в эти моменты движения зондовой системы не производится. Измеренные перемещения талевого блока во время каротажа аналогично записываются и используются в дальнейшем для вычисления глубины зондирующей системы (с учётом смещения её точек записи). Для привязки глубин регистрируемой информации, необходимо указать глубину, на которую произведён спуск зондирующей системы, а затем относительно этой величины будут определены все остальные отсчёты глубины с учётом направления перемещения зондовой системы.

После проведения каротажа производится чтение геофизической и технологической информации из памяти МПП зондовой системы и сохраняется в файл \*.mrr.

RealDepth осуществляет увязку глубин, используя данные системы определения глубины и системы синхронизации времени. Вся зарегистрированная информация приводится к стандартному шагу по глубине – 0,1 м, отсутствующие отсчёты восстанавливаются путём интерполяции по соседним точкам, а лишние отсчёты усредняются. Далее данные преобразовываются в удобный для отображения вид в единицах физических величин.

RealDepth также используется для документирования результатов каротажа различными способами и форматами (\*.las, \*.rtx); анализа данных каротажей, произведённых ранее, или другими аналогичными комплексами; контроля функционирования скважинных модулей и преобразователей в интерактивном режиме; калибровки измерительных модулей и преобразователей.

Для проведения каротажа требуется: заблаговременно запрограммировать зондовую систему на расчётное время достижения забоя и самостоятельное включение; спустить зондовую систему на буровых трубах в точку начала каротажа к расчётному времени; включить систему определения глубины на запись файла глубины; после достижения времени включения осуществить подъём (спуск) зондовой системы с допустимой скоростью каротажа; поднять зондовую систему на поверхность и извлечь из скважины; отсоединить МПП и произвести чтение информации из памяти; произвести увязку глубин.

## Задание

1. Изучить технические характеристики автономного комплекса «Алмаз-2И».
2. Изучить устройство скважинного прибора АК «Алмаз-2И».
3. Проанализировать комплекс каротажных диаграмм, полученных с помощью АК «Алмаз-2И», и описать возможности литологического расчленения разреза этим комплексом.
4. Составить пояснительную записку.

## Контрольные вопросы

1. Для чего предназначен автономный комплекс «АЛМАЗ-2И»?
2. Какие параметры измеряются с помощью комплекса «АЛМАЗ-2И»?
3. Назовите максимальный диаметр скважинного комплекса «АЛМАЗ-2И».
4. При каком максимальном гидростатическом давлении возможна работа с данным комплексом?
5. Расшифруйте аббревиатуру модуля – МПП.
6. Какие параметры измеряются с помощью модуля МГКР?
7. Каков диапазон регистрации естественной интегральной гамма-активности пород в модуле МГКР?
8. Для чего предназначен программный комплекс RealDepth?
9. В каком формате документируются результаты каротажа?
10. Назовите массу системы привязки по глубине.

# Работа 3. АППАРАТУРНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ АВТОНОМНЫЙ КОМПЛЕКС «ОБЬ»

## 1. Состав и краткое описание

АМАК «Обь» предназначен для проведения комплекса ГИС на буровом инструменте в открытом стволе скважин, бурящихся диаметром 190, 215,9 и 243 мм, и имеющих горизонтальное или пологое (более 450 м) окончание [6].

Отдельные модули АМАК «Обь» (модуль РК, акустический модуль) могут быть спущены и в обсаженную часть ГС и ПС на буровом инструменте малого диаметра или НКТ для проведения радиоактивного каротажа и акустической цементометрии в обсадной колонне (и хвостовиках) диаметром 4, 5 и 6 дюйма.

## 2. Основные технические характеристики

Диаметр защитных кожухов модулей АМАК «Обь» – 73 мм, длина нерасчлененной части одного модуля не превышает 4 м.

Условия эксплуатации АМАК «Обь»:

температура в скважине	не выше 90 °С;
давление в скважине	не выше 600 МПа;
скорость подъема при каротаже	не более 800 м/ч (на первой скорости лебедки);
скорость спуска и подъема без записи	не более 3000 м/ч;
продолжительность записи	не более 10 ч;
количество модулей в сборке не ограничивается, однако на первом этапе внедрения общая длина сборки рекомендуется до 25 м;	
расход промывочной жидкости при выталкивании сборки из инструмента и промывке скважины	28–42 л/сек;
наружная температура воздуха, при которой возможна работа с АМАК «Обь»	
(сборка, разборка, считывание информации и т. п.)	от –50 °С до +50 °С.

### 3. Устройство и работа комплекса

Аппаратурно-методический автономный комплекс содержит автономные модули различных методов исследований, соединенные между собой в сборку, к верхней части которой присоединяется устройство для удержания сборки внутри бурильной колонны на замковом соединении в процессе спуска бурильной колонны на забой горизонтальной скважины и выталкивания сборки из бурильной колонны в открытый ствол циркуляцией бурового раствора. Удерживающее и выталкивающее устройство соединены со штоком обратного хода, длина которого превышает величину обратного хода бурового инструмента при посадке его на клинья для отворота очередной свечи.

Выталкивание сборки из бурильной колонны и приведение модулей в рабочее положение происходит только при сбросе в буровую колонну специального запорного приспособления и продавливания его циркуляцией бурового раствора до посадки на гнездо выталкивающего устройства. Нижняя часть бурильной колонны заканчивается специальным обтекателем, имеющим посадочное седло, на которое садится нижняя часть выталкивающего устройства и циркуляционные отверстия, обеспечивающие циркуляцию бурового раствора. Автономные модули соединены со штоком обратного хода и между собой шарнирными соединениями с регулируемым углом перекоса. Включение каждого автономного модуля происходит при его выходе из обтекателя за счет изменения сигнала на феррозондовом датчике, помещенном в диаманитном корпусе автономного модуля, а выключение при подъеме бурильной колонны – при обратном изменении сигнала на феррозондовом датчике при вхождении автономного модуля в башмак ранее спущенной обсадной колонны. Все автономные модули дополнительно содержат автономные блоки питания, блоки преобразования сигналов и памяти.

На рис. 3.1 представлена схема компоновки модулей в бурильной трубе во время спуска в скважину.

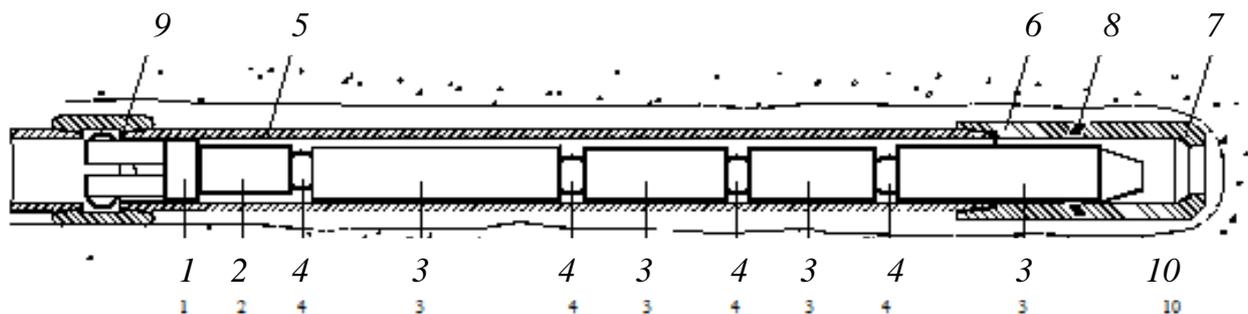


Рис. 3.1. Аппаратурно-методический комплекс

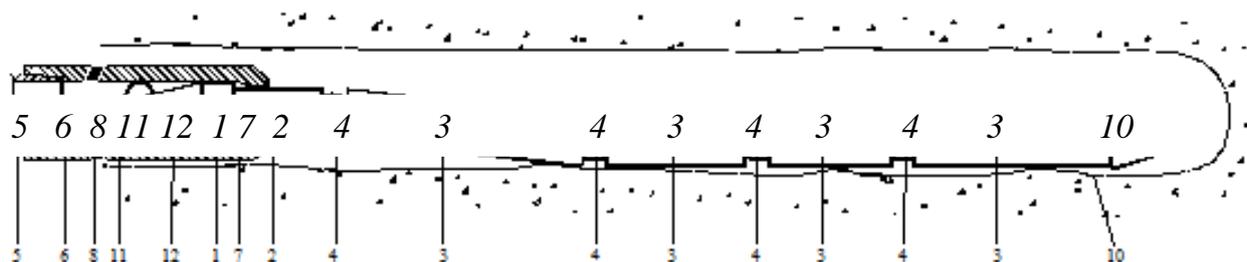
## для каротажа горизонтальных скважин на бурильных трубах

Верхняя часть сборки содержит удерживающее и выталкивающее устройство 1, шток обратного хода 2, набор функциональных модулей 3, соединенных между собой шарнирными соединениями 4.

Бурильная труба 5, в которой размещена сборка автономных модулей, заканчивается обтекателем 6 с посадочным седлом 7 и промывочными (циркуляционными) отверстиями 8. Удерживающее и выталкивающее устройство 1 садится на замковое соединение 9 и опускается в скважину 10.

На рис. 3.2 представлена схема расположения сборки модулей в открытом стволе горизонтальной скважины 10 после ее выталкивания из бурового инструмента 5 (рабочее положение) за счет повышения перепада давления при посадке специального запорного приспособления 11 на посадочное гнездо 12 выталкивающего устройства 1.

Рис. 3.2. Аппаратурно-методический комплекс для каротажа в открытом стволе горизонтальных скважин



Аппаратурно-методический автономный комплекс работает следующим образом.

На мостках буровой производится сборка автономных скважинных приборов, реализующая необходимый комплекс ГИС. К верхней части сборки подсоединяется удерживающее и выталкивающее устройства 1 и шток обратного хода 2. В скважину опускается свеча (25 м) бурового инструмента, на конце которой имеется обтекатель 6. После этого сборка поднимается вспомогательной лебедкой над устьем скважины и медленно опускается в бурильные трубы 5 до посадки на замковое соединение 9. Далее производится наращивание очередной свечи бурового инструмента и осуществляется обычный спуск бурового инструмента на забой горизонтальной скважины. В случае необходимости может осуществляться промывка скважины, а также вращение бурового инструмента ротором, при этом сборка скважинных приборов остается на месте, надежно зафиксированная удерживающим устройством. Процесс спуска аппаратурно-методического комплекса на

забой горизонтальной скважины, его выталкивание из бурового инструмента и каротаж сопровождаются записью в компьютер (с отображением на экране монитора) информации от наземных датчиков: глубины, веса инструмента, давления, положения клиньев ротора. При достижении забоя горизонтальной скважины, что фиксируется по глубиномеру и разгрузке инструмента через датчик веса, инструмент поднимается из скважины на длину сборки и устанавливается на клинья ротора, после чего внутрь бурового инструмента сбрасывается специальное запорное приспособление 11, на верхнюю часть инструмента наворачивается квадрат и дается циркуляция. При посадке специального запорного приспособления 11 на гнездо 12 происходит частичное перекрытие проходного сечения в удерживающем и выталкивающем устройстве 1, что приводит к повышению перепада давления на нем и к срыву удерживающего устройства 1 с замкового соединения 9 буровой трубы 5. Сборка под перепадом давления начинает двигаться вдоль буровой трубы 5 и выходит из обтекателя 6. После прохождения выталкивающего устройства 1 мимо циркуляционных отверстий 8 и посадки его на седло 7 происходит падение давления, что является сигналом о выходе сборки из буровой трубы 5 в открытый ствол скважины 10 и готовности ее модулей 3 к работе. Включение питания модулей 3 происходит поочередно при выходе из обтекателя 6 по сигналу феррозондовых датчиков, устанавливаемых в диамагнитных корпусах модулей 3. Питание самих феррозондовых датчиков подключается заранее при программировании работы модулей 3 через специальный персональный компьютер (дежурный режим с минимальным потреблением энергии).

Далее начинается подъем бурового инструмента и каротаж спущенным комплексом. В горизонтальной части ствола скважины 10 и в интервале выхода на горизонталь до углов 40–45° сборка будет лежать на нижней стенке ствола скважины, так как модули соединены между собой шарнирными соединениями с регулируемым углом перекоса, позволяющим автономным модулям 3 свободно вращаться относительно друг друга.

При подъеме и отвинчивании очередной свечи буровой инструмент сажают на клинья ротора. При этом происходит движение инструмента вниз в диапазоне 0,5–1,0 м. В заявляемом комплексе движение инструмента вниз при посадке на клинья ротора не приводит к обратному движению сборки модулей, так как при этом происходит перемещение обтекателя 6 относительно штока обратного хода 2, а сборка остается на месте. Этим достигается исключение повторной записи измеряемых параметров, которые являются излишними и требуют корректного устранения при обработке полученного материала. Таким образом, при наличии штока обратного хода запись геофизической информации будет осуществляться только при движении сборки снизу вверх. Отключение питания модулей 3 (перевод их в дежурный режим) осуществляется при вхождении

модулей 3 в башмак ранее спущенной колонны (технической или кондуктора) по сигналу феррозондовых датчиков, экранируемых стальной колонной. В качестве дополнительного варианта предусматривается включение и выключение модулей по заранее установленному времени.

После выхода из интервала исследований скорость подъема инструмента может быть увеличена до 1500–2000 м/ч. После извлечения сборки из скважины ее опускают на мостки для разборки. Зарегистрированная информация из автономных приборов через считывающее устройство переписывается в компьютер, в который ранее записывалась информация в функции времени: давление на насосах, вес на крюке, положение клиньев, глубина нахождения обтекателя, положение талевого блока. Совмещение информации от наземных датчиков, зарегистрированной на компьютере во время подъема инструмента с забойной информацией от сборки, переписанной в компьютер после ее подъема на дневную поверхность, осуществляется путем совмещения шкалы времени в хронометрах компьютера и автономных приборов. Таким образом, вся геофизическая информация оказывается зарегистрированной в функции глубин, как и при обычном каротаже. После перенесения зарегистрированной информации из сборки в компьютер осуществляется просмотр и редактирование полученной информации, а затем отредактированная информация в виде каротажных диаграмм выводится через принтер/плоттер для передачи Заказчику непосредственно на скважине. В случае необходимости на скважине может быть выдано и предварительное заключение. Информация по радиомодемной связи может быть также передана на базу для глубокой интерпретации.

Так как все наземное оборудование, необходимое для реализации технологии проведение ГИС в горизонтальных скважинах с помощью аппаратно-методического автономного комплекса, входит в комплект компьютеризированных станций геолого-технологических исследований, устанавливаемых на всех бурящихся горизонтальных скважинах, на скважину требуется транспортировать только забойную часть комплекса в разобранном виде (скважинные приборы + оснастка).

В настоящее время максимальная длина сборки АМАК «Обь» может содержать следующие модули:

- модуль ВИКИЗ;
- модуль инклинометра 1;
- модуль инклинометра 2;
- модуль 4-зондовой аппаратуры индукционного каротажа;
- модуль РК (ГК + 2ННК).

Сборка (разборка) модулей может осуществляться как на мостках буровой, так и поэлементным спуском (подъемом) отдельных модулей на устье скважины с использованием подкладной вилки и специального приспособления для подъема (спуска) модулей.

#### **4. Прочие особенности комплекса**

Прикладное программное обеспечение (ПО) предназначено для поддержки полного технологического цикла проведения геофизических исследований скважин (ГИС) автономным прибором АМАК «Обь» и обеспечивает: тестирование отдельных модулей АМАК «Обь»; проведение базовых калибровок приборов с записью калибровочных данных на жесткий диск; настройку модулей перед регистрацией данных ГИС; считывание и контроль записанной информации; формирование базового файла ВРЕМЯ и ГЛУБИНА в формате LAS по данным станции ГТИ; первичное редактирование данных каротажа с привязкой к глубине по данным станции ГТИ и совмещением точек записи по глубине; выдачу первичных материалов каротажа на твердую копию; просмотр и редактирование материалов каротажа; первичную обработку каротажных данных с вводом поправок за геолого-технические условия проведения измерений; выдачу результатов обработки на твердую копию.

Прикладное ПО обеспечивает выполнение этих функций в полном объеме при проведении каротажных работ с аппаратурой радиоактивного каротажа (СРК-73Г), электромагнитного (ВИКИЗ), индукционного (ИК-4Г) и инклинометром.

#### **Задание**

1. Изучить технические характеристики автономного комплекса АМАК «Обь».
2. Изучить устройство скважинного прибора АМАК «Обь».
3. Проанализировать комплекс каротажных диаграмм, полученных с помощью АМАК «Обь», и описать возможности литологического расчленения разреза этим комплексом.
4. Составить пояснительную записку.

#### **Контрольные вопросы**

1. Какие датчики работают в дежурном режиме?
2. Какая компания осваивала технологию АМАК «Обь»?

3. Какую предшествующую технологию должен заменить комплекс АМАК «Обь»?

4. Каким образом осуществляется привязка данных по глубине в технологии АМАК «Обь»?

5. Какой комплекс методов применяется в технологии АМАК «Обь» на сегодняшний день?

6. Назовите способ осуществления записи геофизической информации (при спуске, подъеме, не имеет значения).

7. На каком этапе исследования ГС применяется аппаратура АМАК «Обь»?

8. Какое наземное оборудование необходимо иметь в комплексе АМАК «Обь»?

9. Из каких основных блоков состоит аппаратура АМАК «Обь»?

10. Каким образом осуществляется доставка скважинных приборов, входящих в состав комплекса АМАК «Обь», на забой скважины?

## **Работа 4. СТАНЦИЯ БЕЗКАБЕЛЬНОГО КАРОТАЖА СБК «АМАК»**

### ***1. Состав и краткое описание***

Станция бескабельного каротажа (СБК «АМАК») предназначена для проведения геофизических, геолого-технологических и геохимических исследований наклонных и горизонтальных скважин, бурящихся из старого фонда, и включает в себя следующие подсистемы: лаборатория, размещенная на базе полноприводного трехосного шасси КамАЗ; аппаратура скважинная автономная геофизическая; контейнеры бурового инструмента для размещения скважинной аппаратуры; газоаналитическая аппаратура; комплект датчиков технологических; система сбора информации; компьютерное оборудование; комплект инструментов и приборов технического обслуживания и калибровки аппаратуры [14].

Аппаратурный методический автономный комплекс «АМАК-45» предназначен для геофизических исследований скважин следующими методами: радиоактивного каротажа (ГК, ННК), инклинометрии и ПС, индукционного каротажа (3 ИК-45, имеется возможность работы с ВЭМКЗ-9А), двойного микробокового сканирующего каротажа.

Геолого-технологическая подсистема предназначена для проведения детально-механического каротажа, измерения глубины забоя для привязки геофизической и геохимической информации, раннего обнаружения газонефтеводопроявлений и поглощений при бурении, оптимизации процесса углубления скважины с контролем отработки долот, диагностики предаварийных ситуаций в реальном масштабе времени.

## ***2. Геохимическая подсистема, предназначенная для проведения газового каротажа***

### ***Основные технические характеристики СБК «АМАК»***

Аппаратурный методический автономный комплекс «АМАК-45» предназначен для проведения ГИС на буровом инструменте в открытом стволе крутонаклонных и горизонтальных скважин, диаметром 127-160 мм, с записью информации в память без применения бронированного геофизического кабеля.

Модульное построение комплекса позволяет в любой момент дополнять комплекс новыми приборами по мере окончания их разработки.

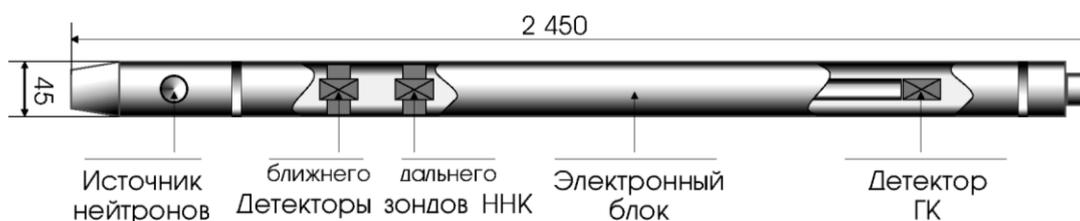
Доставка комплекса в горизонтальный ствол осуществляется путем навинчивания приборных контейнеров на конец колонны бурильных труб.

*Область применения комплекса:* эксплуатационные нефтяные и газовые скважины с горизонтальными и крутонаклонными положениями, радиусом искривления более 40 м.

Рабочие условия применения для скважинных модулей комплекса:

температура рабочей среды	от 0 до +125 °С;
гидростатическое давление	до 60 МПа;
диаметр защитных кожухов модулей АМАК-45	45 мм;
допустимая растягивающая и сжимающая нагрузка на стеклопластиковый контейнер	до 30000 кг;
допустимый крутящий момент	1000 кг·м;
внутренний диаметр контейнера	60 мм.

Общий вид комплекса представлен на рис. 4.1. Комплекс состоит из модулей: ДМБК, 3 ИК, инклинометра, СРК-45, МПП. Модули устанавливаются в контейнеры,



соответствующие каждому виду аппаратуры: 3 ИК в стеклопластиковый контейнер длиной 4550 мм; СРК-45 в контейнер из сплава В95 длиной 4600 мм; инклинометр вкручивается в контактное устройство стеклопластикового контейнера.

#### Рис. 4.1. Общий вид комплекса

ДМБК выполнен в силовом несущем корпусе и устанавливается окончательным модулем длиной 4100 мм.

Контейнеры предназначены для доставки в интервал исследований и предохранения от механических повреждений скважинных приборов, установленных в них. Оканчиваются контейнеры замковыми соединениями с резьбой 3-88 из сплава Д16Т.

#### *Основные модули прибора*

Модуль питания и памяти (МПП) предназначен для совместной работы со скважинной аппаратурой, имеющей напряжение 12 В и ТТ1, совместимые интерфейсные сигналы. МПП обеспечивает питание, прием регистрируемых данных и хранение их в энергонезависимой памяти. Питание приборов осуществляется от встроенных аккумуляторных батарей номинальным напряжением 12 В и емкостью 4500 мА·час. Объем памяти 2 МБ или 4 МБ с использованием процедуры упаковки и привязки по времени.

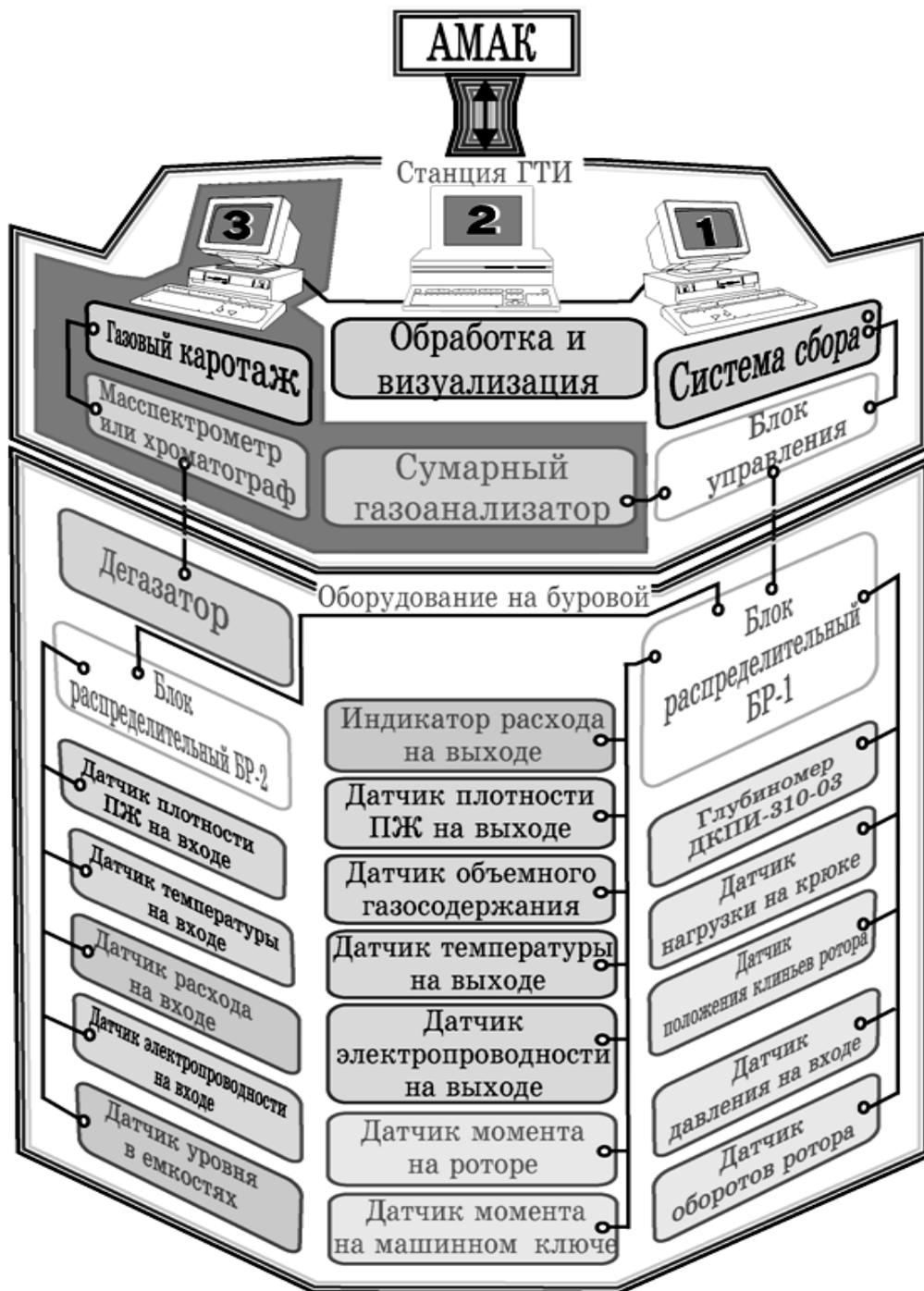


Рис. 4.2. Схема обмена данных СБК «АМАК»

Модуль радиоактивного каротажа предназначен для измерения мощности экспозиционной дозы (МЭД) естественного гамма-излучения (гамма-каротаж – ГК) и водонасыщенной пористости пород (компенсированный нейтрон-нейтронный каротаж по тепловым нейтронам – 2 ННКт), применяется для исследования открытых и обсаженных нефтяных и газовых скважин, заполненных любой промывочной жидкостью с доставкой к

забою через инструмент. Детекторы нейтронов расположены на двух различных расстояниях от источника – ближнем и дальнем. Параметры и конструкция зондов выбраны так, чтобы максимально ослабить влияние скважинных условий на вычисляемую водонасыщенную пористость горных пород.

Общая схема обмена данных комплекса представлена на рис. 4.2.

### 3. Прочие компоненты комплекса

**Глубиномер.** Датчик ДКПИ-310-03 предназначен для измерения параметров перемещения талевого блока и рабочего инструмента вдоль ствола скважины (табл. 4.1).

**Датчик усилия натяжения каната.** Датчик предназначен для измерения усилия натяжения неподвижной ветви талевого каната, что позволяет рассчитать вес бурового инструмента и контроля нагрузки на долото в процессе бурения, а также для измерения веса на крюке буровой установки в процессе различных технологических операций при строительстве скважин.

Таблица 4.1

#### Основные параметры датчиков

Датчик	Контролируемые параметры	Пределы измерения
Датчик контроля перемещения инструмента (глубиномер)	Положение талевого блока, м	0-50
	Глубина забоя, м	0-10000
	Положение долота над забоем, м	0-10000
	Мгновенная скорость перемещения талевого блока, м/с	0-10
Датчик усилия натяжения каната измерительный	Натяжение неподвижной ветви каната талевой системы, тс	0-40
Датчик давления	Давление на входе в скважину, МПа	25, 40, 60, 100
Датчик давления в привода клиньев ротора	Давление в пневмосистеме, МПа	0-0,6
Датчик оборотов ротора	Число оборотов ротора в минуту	30-650
	Суммарное число оборотов ротора	
Датчик крутящего момента на роторе	Сила переменного тока электропривода ротора, А	0-500

	Механический момент на роторе (реактивный момент стола ротора относительно станины), кН·м	0-30
	Механический момент на роторе (для карданного привода), кН·м	0-30
Ультразвуковой датчик уровня	Диапазоны измерения уровня	0-3
Расходомер ультразвуковой доплеровский	Скорость потока жидкости, м/с	0,5-10
Датчик температуры	Температура раствора на выходе из скважины, °С	0-85
	Температура раствора на входе в скважину, °С	0-85
Датчик плотности бурового раствора	Плотность промывочной жидкости в емкости, т/м <sup>3</sup>	0,8-2,5
Датчик электропроводности бурового раствора	Электропроводность промывочной жидкости в емкости, См/м	0,05-100

**Датчик давления.** Датчик может использоваться в условиях, где необходимо непрерывное измерение давления жидкости от 25 до 100 МПа. Датчик применяется для измерения давления бурового раствора в нагнетательной линии, давления скважины в линии под превентором, давления на цементировочном агрегате, момента на роторе в буровых установках с гидравлическим приводом ротора, момента на машинном ключе для конструкций с гидроприводом.

**Датчик приближения магнита.** Датчик предназначен для измерения частоты и общего количества циклических перемещений различных механизмов, например, частоты вращения вала и т. п. На буровых установках датчик применяется для измерения частоты вращения бурильной колонны при роторном бурении и измерения частоты ходов поршня буровых насосов. Датчик срабатывает при приближении к нему постоянного магнита, измеряет частоту срабатываний и считает общее их количество. Передаёт результаты измерений по однопроводной цифровой линии связи. Кроме цифрового выхода имеется логический: магнит есть/магнита нет.

**Датчик плотности бурового раствора.** Датчик предназначен для непрерывного измерения плотности промывочной жидкости (ПЖ) в рабочих емкостях буровой установки, а также плотности в любых технологических емкостях.

### Задание

1. Изучить технические характеристики автономного комплекса СБК «АМАК».
2. Изучить устройство скважинного прибора СБК «АМАК».
3. Проанализировать комплекс каротажных диаграмм, полученных с помощью СБК «АМАК», и описать возможности литологического расчленения разреза этим комплексом.
4. Составить пояснительную записку.

### **Контрольные вопросы**

1. Для каких исследований предназначена система СБК «АМАК»?
2. В каких скважинах применяется комплекс СБК «АМАК»?
3. Какие блоки входят в станцию СБК «АМАК»?
4. Какой комплекс методов содержит станция СБК «АМАК»?
5. Из чего состоит геолого-технологический комплекс?
6. В скважинах какого диаметра возможно проведение ГИС с помощью СБК «АМАК»?
7. Назовите способ доставки системы СБК «АМАК» на забой.
8. Какие рабочие условия для СБК «АМАК»?
9. Каково назначение модуля НК в сборке СБК «АМАК»?
10. При каких скважинных условиях возможна работа модуля инклинометра в сборке СБК «АМАК»?

# Работа 5. АВТОНОМНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ СИСТЕМА «ГОРИЗОНТАЛЬ»

## 1. Состав и краткое описание

Автономная геофизическая система «Горизонталь» предназначена для проведения ГИС на буровом инструменте с записью информации в память без применения геофизического кабеля. Комплекс может эксплуатироваться совместно со станцией ГТИ или специальной передвижной лабораторией и состоит из приборов: гамма-каротажа (ГК), радиоактивного каротажа (РК-42), электрического и индукционного каротажа (ЭКМ-45А), инклинометрии (ИМА-42) [1]. Время работы в автономном режиме до 8 часов. Допустимые осевые растягивающая и сжимающая нагрузки на стеклопластиковый контейнер до 20000 кг.

Самая главная особенность проведения исследований с применением автономной аппаратуры – отсутствие возможности регистрации данных измерений в режиме реального времени. Поэтому информация записывается на физические носители, не имеющие связи между собой, в автономном режиме. В скважинном приборе информация с геофизических датчиков измеряется и записывается в автономном блоке памяти, в компьютере наземной станции регистрируются данные о перемещении прибора в скважине.

Для реализации технологии исследования горизонтальных скважин в составе АГС «Горизонталь» имеются автономный скважинный прибор, датчик глубины, датчик нагрузки на крюке и наземный обрабатывающий комплекс.

С помощью датчика глубины (датчик оборотов вала буровой лебедки), установленного на станине буровой лебедки, измеряют и регистрируют в компьютере все перемещения бурового инструмента в процессе измерений в скважине.

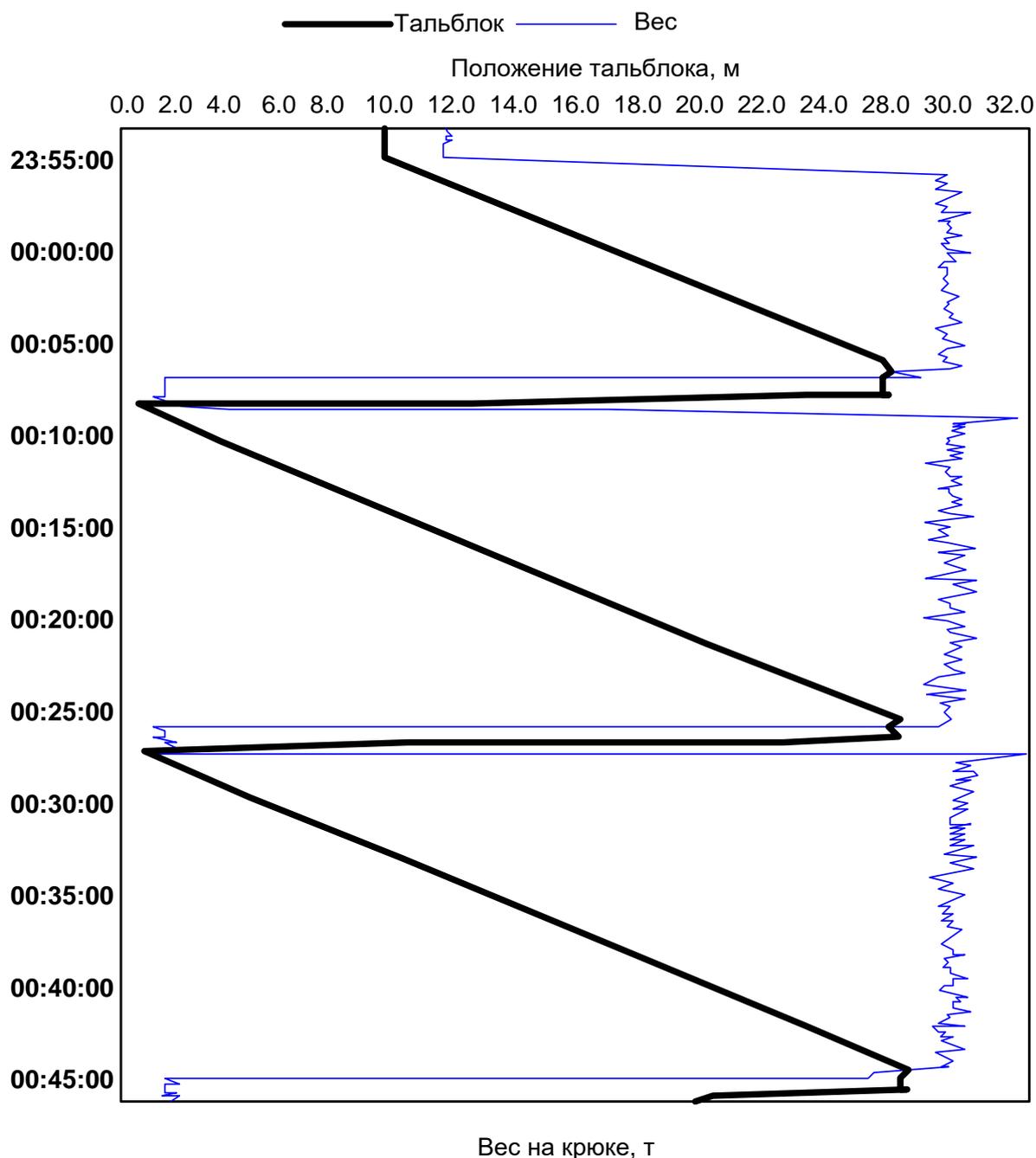


Рис. 5.1. Изображение положения талевого блока и веса на крюке на диаграмме

Датчик нагрузки на крюке талевого каната буровой лебедки предназначен для устранения холостых пробегов талевого блока буровой лебедки при наращивании бурового инструмента, устанавливается на неподвижном конце талевого каната буровой лебедки. Наземный обрабатывающий комплекс содержит персональный компьютер с программным обеспечением, устройство сопряжения (УСО), принтер (термоплоттер). Комплекс предназначен для ввода в компьютер информации со скважинных приборов, с датчика глубины и датчика нагрузки, обработки и вывода информации в виде диаграмм (рис. 5.1).

Типовые условия применения:

- необсаженные горизонтальные и крутонаклонные скважины с радиусом искривления более 40 м, диаметром более 127 мм, заполненные любым флюидом;
- температура рабочей среды до 120 °С, гидростатическое давление – до 60 МПа.

## 2. Основные технические характеристики

### **Модуль ЭКМ-45А:**

- содержит два фокусированных зонда индукционного каротажа ЗИ 1,0 и ЗИ 0,5 (табл. 5.1):

- индукционный резистивиметр с рабочим диапазоном 0,02-10 Ом·м;
- канал ПС с диапазоном изменения потенциалов самопроизвольной поляризации  $\pm 250$  мВ;
- симметричный потенциал-зонд (*AM 0,5 NB*);
- симметричный градиент-зонд (*A 0,45 M 0,5 N 0,45 B*);
- диапазон изменения:
  - градиент-зонд 5-1000 См/м;
  - потенциал-зонд 5-1000 См/м.

Таблица 5.1

### **Характеристики индукционных зондов**

Шифр зонда	Глубина исследования, м	Диапазон измерения УЭС, Ом·м	Рабочая частота генераторов, кГц
ЗИ 1,0	1,4	0,5-200	50
ЗИ 0,5	0,7	0,5-200	100

*Примечание.* Диапазон измерений УЭС с учетом поправки за скин-эффект.

### **Модуль РК-42:**

- регистрация гамма-каротажа и компенсированного нейтрон-нейтронного каротажа по тепловым нейтронам;
- диапазон измерения:
  - гамма-излучение 0-250 мкР/ч;
  - водонасыщенная пористость 0-40 %.

### **Модуль ГК:**

- эксплуатируется в связке с инклинометром ИМА-42;

- диапазон измерения:

– гамма-излучение 1-250 мкР/ч.

**Модуль ИМА-42:**

- эксплуатируется в связке с ГК;

- диапазон измерения:

– азимут 0-360°;

– зенитный угол 0-180° ± 0,2°;

- допускаемая основная погрешность измерения азимута:

– в диапазоне зенитных углов 3-6° и 174-177° ±2°;

– в диапазоне зенитных углов 6-174° ±1°.

Применяется для решения следующих задач:

- литологическое расчленение продуктивного пласта на горизонтальном участке;

- определение характера насыщения коллекторов;

• определение удельного электрического сопротивления пласта, параметров зоны проникновения;

- определение траектории горизонтального участка;

- представление данных ГИС в абсолютных глубинах.

Таблица 5.2

**Сборка АГС «Горизонталь»**

Название модуля	Длина	Диаметр внутренний	Диаметр наружный	Масса, кг
Контейнер из сплава Д16 для прибора ГК+2ННК-Т	4 924	60	90	55
Стеклопластиковый контейнер для прибора ИК+РЕЗ+ПС	5 145	60	90	55
Контейнер из сплава Д16 для прибора ГК + инклинометр	4970	60	90	50
Прибор РК (ГК+2ННК-Т)	2225		45	15
Прибор ИК+РЕЗ+ПС	3 150		45	13
Прибор ГК + инклинометр	2580		45	10
Блок батарей и регистрации ББР для РК	1675		45	8
ББР для ИК	1675		45	8
ББР для ГК + инклинометр	1675		45	8

Диаметр защитных кожухов приборов АГС «Горизонталь» – 45 мм; осевые растягивающая и сжимающая нагрузки на стеклопластиковый контейнер – до 20000 кГ; габаритные размеры и массы составных частей комплекса с применением специальных контейнеров приведены в табл. 5.2.

### **3. Устройство и работа комплекса**

Контейнеры предназначены для доставки в интервал исследований и предохранения от механических повреждений скважинных приборов, установленных в них. На концах контейнеры имеют замковые соединения с резьбой МК76.

Скважинные приборы устанавливаются в контейнеры, соответствующие каждому виду аппаратуры:

- РК в контейнер из сплава Д16 на посадочное седло, диаметром 70 мм, расположенное на муфте контейнера;
- ИК в стеклопластиковый контейнер на посадочное седло, диаметром 70 мм, расположенное на муфте контейнера;
- ГК + инклинометр в контейнер из сплава Д16 на посадочное седло, диаметром 70 мм, расположенное на муфте контейнера.

Общие виды приборов представлены на рис. 5.2 – 5.4.

Настоящий регламент разработан на технологию проведения промыслово-геофизических исследований (далее по тексту ГИС) бескабельной линии связи, проводимых в крутонаклонных (свыше 55°) и горизонтальных частях скважин, бурящихся из старых стволов, с доставкой геофизических приборов на бурильных трубах с применением специальных контейнеров.

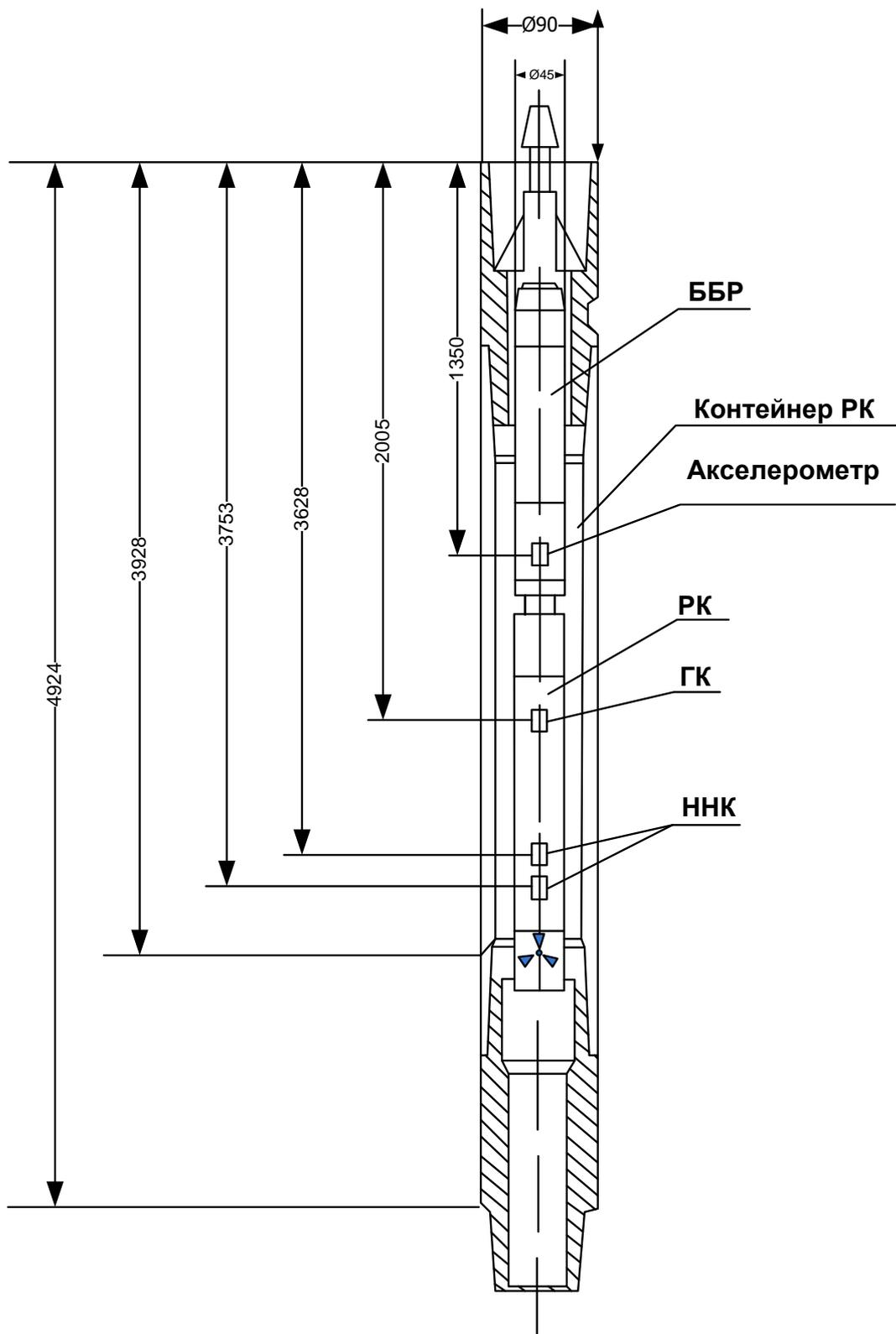


Рис. 5.2. Прибор РК

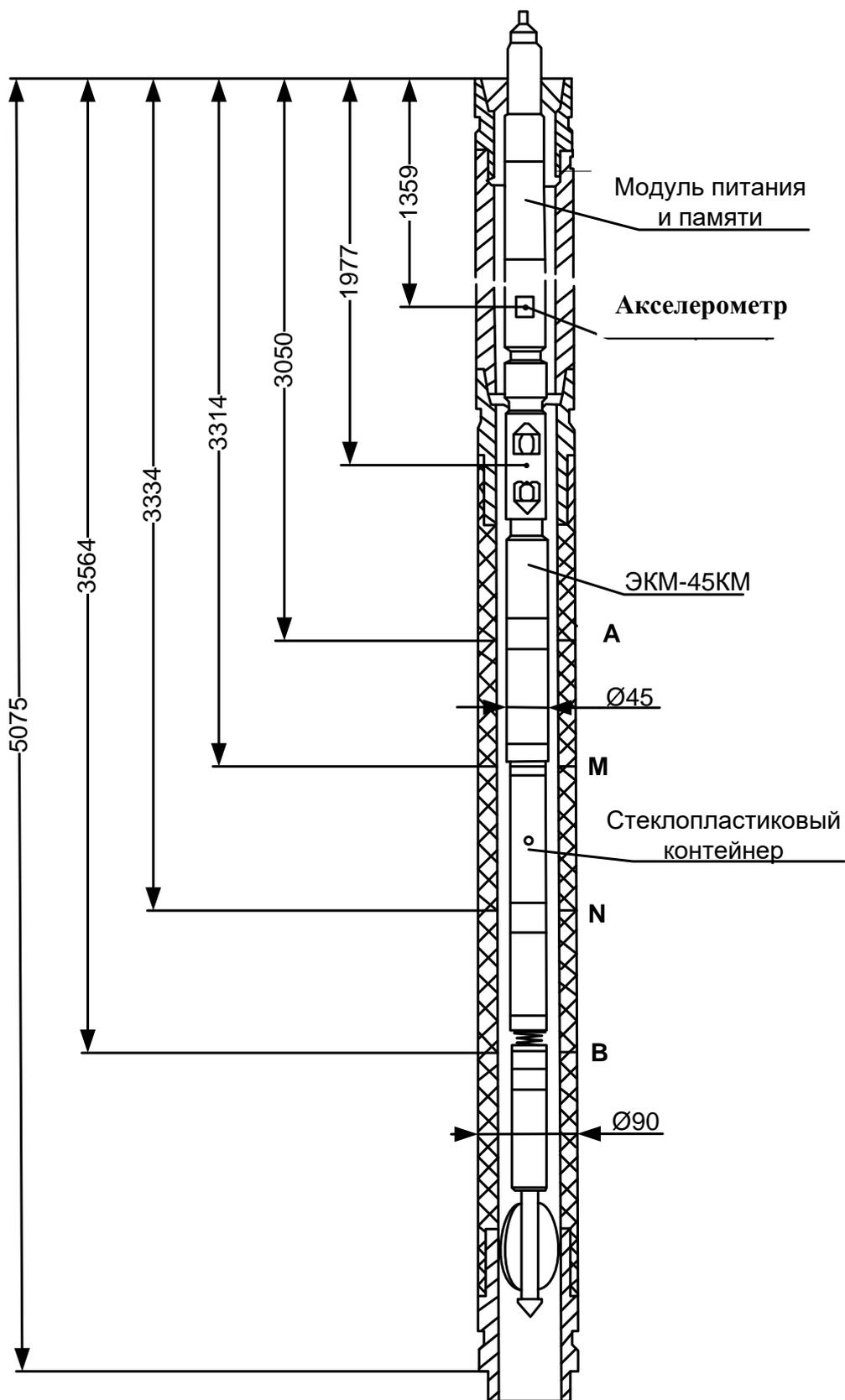


Рис. 5.3. Прибор ЭКМ-45А

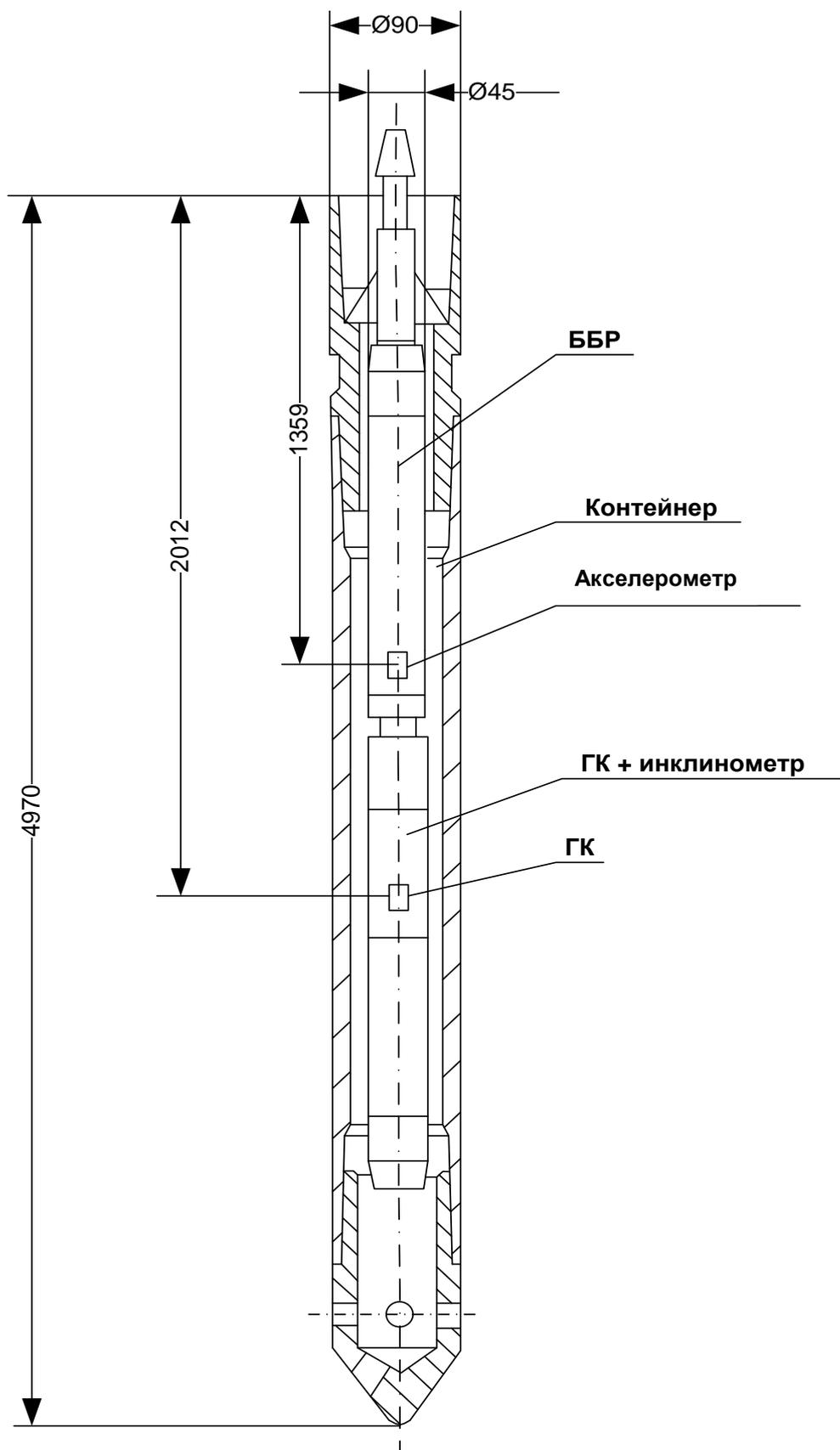


Рис. 5.4. Прибор ГК + инклинометр

Регламент разработан на основании опыта проведения ГИС с применением комплексов АГС «Горизонталь» и АМАК «Обь» в горизонтальных скважинах различной конструкции, пробуренных структурными подразделениями ОАО «Сургутнефтегаз».

Регламент является основным документом на бескабельную технологию в процессе производства ГИС и направлен на организацию и координацию действий исполнителей работ буровых бригад и геофизических партий.

Соблюдение требований, изложенных в настоящем регламенте, обязательно для всех подразделений, выполняющих ГИС с технологическим бескабельным комплексом АГС «Горизонталь».

Настоящий регламент действует на время испытания и внедрения комплекса АГС «Горизонталь». По мере освоения АГС «Горизонталь» и расширения комплекса исследований регламент будет соответствующим образом дополняться и уточняться.

### ***Подготовительные работы буровой бригады***

Перед проведением ГИС составляется акт на готовность скважины для проведения геофизических исследований в скважине согласно НРБ.

Перед началом ГИС провести инструктаж, с отметкой в журнале, членам буровой бригады (с каждой вахтой) по технологии проведения СПО при производстве ГИС в горизонтальных скважинах с комплексом АГС «Горизонталь». Ответственный – технолог бригады.

Подготовительные работы геофизической партии:

1. При получении заявки с указанием комплекса и интервала геофизических исследований начальник партии обязан проверить работоспособность скважинных приборов и наземного оборудования. На основании заказанного комплекса работ определяется перечень необходимой геофизической аппаратуры. Ответственный – начальник геофизической партии.

2. Прибыв на скважину, и установив спецтехнику, начальник геофизической партии проверяет готовность скважины к проведению ГИС согласно акту готовности скважины. При этом кроме акта на готовность скважины заполняется технико-технологический паспорт на подготовку и проведение ГИС в горизонтальной скважине.

3. Организовать оперативную связь: начальник партии – бурильщик. Ответственный – начальник геофизической партии.

4. Производится установка датчика веса на крюке согласно руководству по эксплуатации на модуль измерения глубины. Ответственный – буровой мастер, начальник партии.

5. Производится установка и проверка на работоспособность датчика оборотов лебедки (ДОЛ) согласно руководству по эксплуатации на модуль измерения глубины. Ответственный – буровой мастер, начальник партии.

6. Производится монтаж соединительных кабелей и проверка работоспособности модуля измерения глубины согласно руководству по эксплуатации на модуль измерения глубины. Ответственный – буровой мастер, начальник партии.

7. Производится проверка работоспособности модулей, синхронизация системного времени компьютера и часов модуля памяти, программирование ББР на время включения согласно руководствам по эксплуатации на модули. Ответственный – начальник геофизической партии. Сборка комплекса АГС «Горизонталь».

8. Подготовленные к работе контейнеры с приборами переносятся на мостки буровой.

9. На контейнере с прибором ГК+инклинометр в пазы муфты вставляется вилка-подвеска. Затем переводник закрывается планкой и фиксируется болтом. Собранный контейнер с установленной в нем аппаратурой спускается в скважину и удерживается на клиньях. При этом необходимо снять дужку с вилки-подвески.

Так же готовится следующий контейнер с прибором ИК, который скручивается с первым с помощью двух вилок-подвесок. Общая связка приподнимается и снимается нижняя вилка-подвеска. Оба контейнера опускаются в скважину и удерживаются на клиньях. При этом необходимо снять дужку с вилки-подвески. Вилка-подвеска, установленная на накручиваемом контейнере, не снимается! Ответственный – буровой мастер.

Установка контейнера для прибора РК производится аналогично установке второго контейнера, но без прибора РК. РК с радиоактивным источником устанавливается на седло муфты контейнера после его накручивания на предыдущие контейнеры. Для установки РК используется специальная подвеска грузозахватная. Ответственные – буровой мастер и начальник геофизической партии.

#### **4. Проведение геофизических исследований скважин (ГИС)**

Бурова бригада, наращивая свечи бурового инструмента, производит спуск инструмента на забой скважины. Спуск инструмента производится со скоростью не более 1500 м/ч. При подходе к окну врезки и забою скважины скорость спуска должна быть

снижена до 500 м/ч. При необходимости осуществляется промер свечей, спускаемых в скважину. Ответственный – буровой мастер.

В случае посадки при спуске инструмента произвести подъем АГС «Горизонталь», ствол скважины проработать компоновкой согласно регламенту данного вида скважин.

При достижении забоя инструмент расхаживают в ожидании времени каротажа. Допустима циркуляция с расходом до 15 л/с (буровой инструмент разгружают не более чем на 15000 кг).

Буровая бригада, в согласованное с начальником геофизической партии время, начинает подъем инструмента от забоя со скоростью не более 400 м/ч в интервале исследования скважины. При этом аппаратура в автономном режиме производит запись информации. После прохождения интервала каротажа производится вновь спуск трех свечей для повторной записи ГИС в интервале исследования со скоростью не более 400 м/ч. Скорость подъема инструмента после выхода из интервала исследований может быть увеличена до 1500 м/ч. После подъема инструмента и отворота последней свечи от транспортного контейнера прибор РК вынимается из контейнера лебедкой и укладывается на мостки буровой.

Разборка осуществляется в обратной последовательности, описанной выше сборки АГС «Горизонталь». С резьбовых соединений контейнеров и с аппаратуры должна быть удалена грязь. Приборы переносятся на станцию, где с них считывается информация.

### **Задание**

1. Изучить технические характеристики АГС «Горизонталь».
2. Изучить принцип действия каждого датчика АГС «Горизонталь».
3. Проанализировать комплекс каротажных кривых, полученных с помощью АГС «Горизонталь», и описать возможности литологического расчленения разреза этим комплексом.
4. Написать пояснительную записку.

### **Контрольные вопросы**

1. Для чего предназначена система «Горизонталь»?
2. Назовите рабочие условия системы без использования аккумуляторов.
3. Каково время работы системы в автономном режиме?

4. Чему равна допустимая растягивающая и сжимающая нагрузки?
5. Из каких измерительных приборов состоит автономная система «Горизонталь»?
6. Какие компоненты входят в состав АГС «Горизонталь»?
7. Назовите максимальную скорость спуска инструмента.
8. Назовите минимальный диаметр скважины.
9. Каково максимальное допустимое гидростатическое давление?
10. Каков максимальный радиус искривления?

## **Работа 6. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ ИНКЛИНОМЕТРИИ В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ**

### **1. Краткое описание**

При исследовании горизонтальных скважин в процессе бурения, после бурения и в процессе эксплуатации меняется приоритет методов в комплексе ГИС. Метод инклинометрии становится самым важным, так как при бурении горизонтальных скважин увеличиваются требования к попаданию в горизонтальный круг.

В данной работе необходимо проинтерпретировать результаты инклинометрии по реальной горизонтальной скважине, используя программное обеспечение станции «АМТ МЕГА» [13, 19]:

- менеджер программ «АМТ МЕГА»;
- утилита администратора;
- настройка на объект;
- контроль бурения;
- настройка на цементирование;
- контроль цементирования;
- АРМ;
- редактор кривых;
- справочники;
- работа с архивом;
- выпуск документов.

Необходимо сначала войти в меню «Настройка на объект» менеджера программ «АМТ МЕГА», и создать скважину через меню «Скважина»/«Создать скважину», т. е. вводим площадь, номер куста и номер скважины – «Февральская», куст № 1, скважина № 214.

Далее выбираем созданную скважину «Февральская», куст № 1, скважина № 214 через меню «Скважина»/«Выбрать скважину».

Входим через меню «Настройки»/«Паспортные данные» и заполняем паспортные данные по скважине. Обязательное заполнение:

1. Местонахождение/координаты устья – альтитуда устья 8 м, альтитуда ротора – 46 м.

2. Общие сведения/категория и профиль – эксплуатационная, наклонная, радиус круга допуска – 50 м, магнитное склонение – 18 гр, допустимое сближение на кусте – 11 м.

3. Общие сведения/глубина и горизонт – проектная глубина 2400 м, фактическая глубина – 2388 м, проектная глубина по вертикали – 1670 м, фактическая глубина по вертикали – 1667 м, стратиграфический горизонт Q.

Остальные пункты можно заполнить потом.

Входим через меню «Настройки»/«Зоны осложнений» и заполняем таблицу по зонам осложнений по скважине (табл. 6.1).

Таблица 6.1

### Зоны осложнений

Интервал, м		Технологический процесс	Название зоны осложнений
от	до		
1000	1050	Бурение	Поглощение

Для ввода данных по инклинометрии необходимо войти в меню «АРМ» менеджера программ «АМТ МЕГА». После запуска приложения выбираем скважину «Февральская», куст № 1, скважина № 214. В главном меню выбираем «Данные»/«фактические»/«профиль». Заполняем данные по скважине, т. е. вводим значения глубины, угла и азимута по скважине в табл. 6.2.

Таблица 6.2

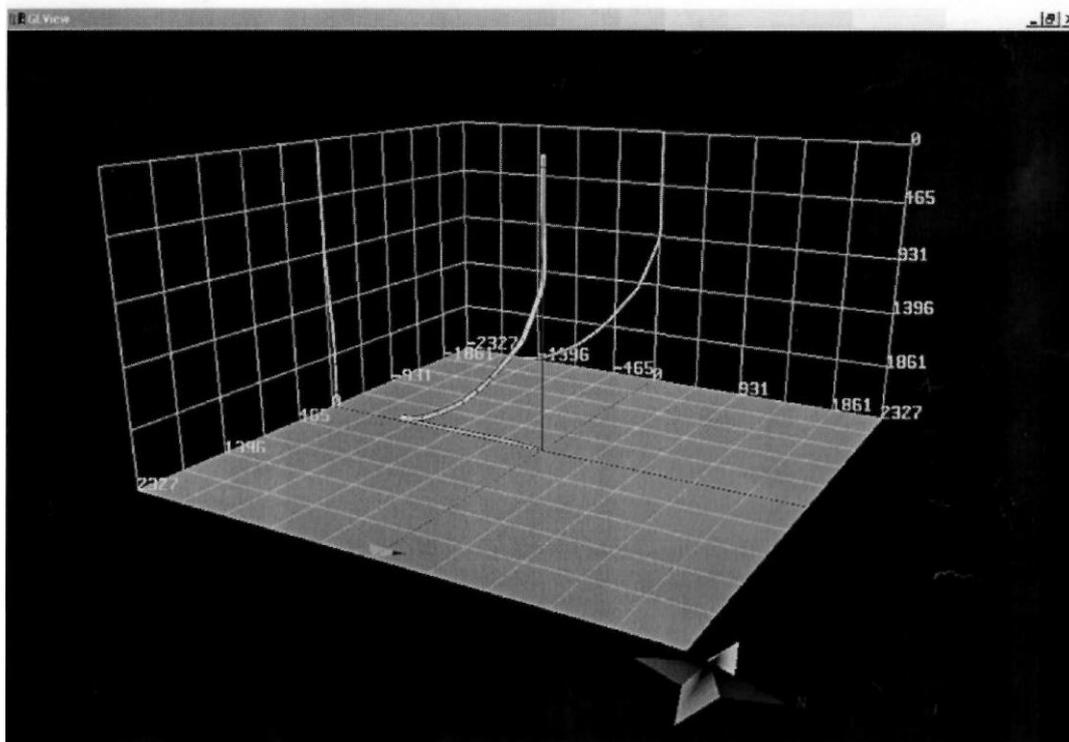
Таблица ввода данных

Глубина, м	Зенитный угол, град.	Азимут, град.	Северные координат ы, м	Восточные координат ы, м	Вертикальн ые координат ы, м	Удлинение ствола, м	Смещение забоя, м	Дирекцион ный угол, град.	Интенсивн ость, град./10 м	Абсолютные отметки, м
10,00	0,00	281,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	16,70
100,00	0,18	281,00	0,15	-0,24	90,00	10,00	0,28	56,94	0,02	-73,30
300,00	0,30	281,00	0,50	-0,76	290,00	10,00	0,91	56,94	0,02	-273,30
400,00	0,30	281,00	0,78	-1,20	390,00	10,00	1,43	56,94	0,00	-373,30
500,00	2,06	281,00	2,74	-4,22	489,93	10,07	5,03	56,94	0,18	-473,23
600,00	2,06	298,00	5,50	-6,52	589,87	10,13	8,53	49,86	0,06	-573,17
800,00	1,48	285,00	9,88	-10,63	789,77	10,23	14,52	47,10	0,07	-773,07
900,00	3,30	94,06	7,35	-5,46	889,61	10,39	9,16	36,64	0,19	-872,91
1000,00	10,30	186,12	-8,41	-13,91	988,00	12,00	16,25	58,83	0,98	-971,30
1100,00	23,48	170,00	-47,38	-22,23	1079,72	20,28	52,33	25,14	1,40	-1063,02
1200,00	24,24	168,54	-87,73	-29,78	1170,90	29,10	92,65	18,75	0,10	-1154,20
1400,00	25,00	166,48	-170,26	-41,15	1352,71	47,29	175,17	13,59	0,10	-1336,01
1500,00	27,48	168,36	-215,65	-49,49	1441,43	58,57	221,25	12,93	0,26	-1424,73
1600,00	39,06	165,00	-278,18	-57,24	1519,08	80,92	284,01	11,63	1,17	-1502,38
1700,00	43,18	162,24	-346,42	-62,37	1592,00	108,00	351,99	10,21	0,45	-1575,30
1900,00	42,00	160,06	-480,33	-68,57	1740,42	159,58	485,20	8,12	0,07	-1723,72
2000,00	43,36	157,36	-548,98	-67,88	1813,12	186,88	553,16	7,05	0,23	-1796,42
2100,00	47,54	156,42	-622,73	-65,92	1880,63	219,37	626,21	6,04	0,42	-1863,93

## Окончание таблицы 6.2

Глубина, м	Зенитный угол, град.	Азимут, град.	Северные координат ы, м	Восточные координат ы, м	Вертикальн ые координат ы, м	Удлинение ствола, м	Смещение забоя, м	Дирекцион ный угол, град.	Интенсивн ость, град./10 м	Абсолютные отметки, м
2200,00	49,54	157,36	-698,82	-65,15	1945,52	254,48	701,85	5,33	0,21	-1928,82
2400,00	54,24	158,24	-859,08	-66,24	2065,11	334,89	861,63	4,41	0,19	-2048,41
2500,00	59,36	156,06	-945,07	-63,41	2116,08	383,92	947,20	3,84	0,54	-2099,38
2600,00	62,48	156,48	-1033,73	-61,15	2162,28	437,72	1035,54	3,39	0,31	-2145,58
2700,00	65,18	154,24	-1124,30	-55,30	2204,26	495,74	1125,66	2,82	0,34	-2187,56
2900,00	67,24	160,42	-1308,47	-57,78	2282,02	617,98	1309,74	2,53	0,32	-2265,32
3000,00	76,12	166,24	-1404,53	-71,79	2306,01	693,99	1406,37	2,93	1,05	-2289,31
3100,00	81,42	165,54	-1502,54	-84,87	2320,93	779,07	1504,94	3,23	0,53	-2304,23
3190,00	86,24	165,00	-1591,67	-95,91	2326,83	863,17	1594,56	3,45	0,54	-2310,13

*a*



*б*

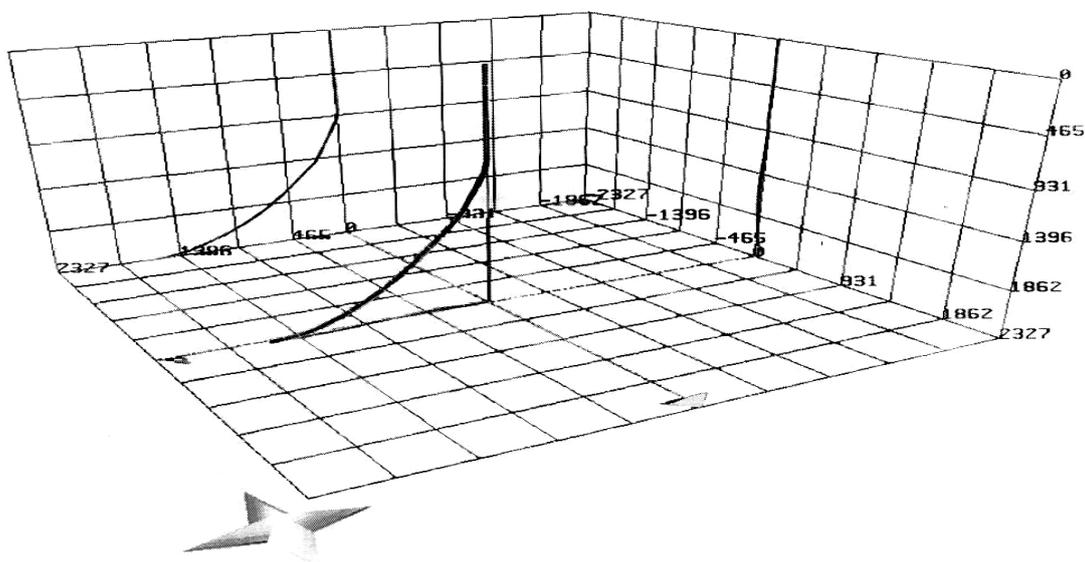


Рис. 6.1. Пространственное изображение горизонтальной скважины

После заполнения данных выбираем «Метод расчета профиля»/ «Метод осреднения углов». Можно выбрать и другой метод расчета, так как метод выбирается по согласованию с

Заказчиком. Программа рассчитывает по введенным значениям параметры согласно нижеприведенной табл. 6.2 и рис. 6.1.

### **Задание**

1. Ввести данные инклинометрии в программу «АМТ МЕГА».
2. Провести интерпретацию по предложенной схеме.
3. Вывести изображение скважины на экран.
4. Проанализировать полученный результат.
5. Написать пояснительную записку.

### **Контрольные вопросы**

1. Каков назначение метода инклинометрии?
2. Объясните принцип работы инклинометра-акселерометра.
3. Какие знаете принципы работы инклинометров?
4. Какие бывают зоны осложнений в процессе бурения?
5. Дайте определение зенитному и азимутальному углу скважин.
6. Каково допустимое сближение скважин на кусте?
7. Каково требование при бурении горизонтальных скважин к попаданию в горизонтальный круг?

## **Работа 7. ПОСТРОЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННОГО РАЗРЕЗА ПО ДИАГРАММАМ АМК «ГОРИЗОНТ»**

### **1. Краткое описание**

Для наиболее точного представления о строении продуктивных пластов и месторождения в целом на месторождении Комсомольском предусматривается построение корреляционных разрезов с использованием данных геофизических исследований наклонных и горизонтальных скважин.

Исходя из ранее проведенных исследований, наиболее перспективными для доразведки и применения современных технологий горизонтального бурения считаются нефтеносные коллекторы, находящиеся в нижнемеловых отложениях Покурской свиты. К таким коллекторам относятся продуктивные пласты ПК18, ПК19 и ПК22. Наибольший интерес для нефтяников представляет продуктивный пласт ПК 18(1).

Для полного использования данных ГИС и правильной интерпретации необходимо проводить их тесную увязку со стратиграфическим расчленением, литологической характеристикой и структурной особенностью данного месторождения. Обработка многочисленных геофизических материалов ранее проводимых исследований позволила построить структурную карту по кровле продуктивного горизонта на Комсомольском месторождении нефти по пласту ПК18(1) (рис. 7.1). Данное месторождение достаточно хорошо изучено, особенно в центральной его части.

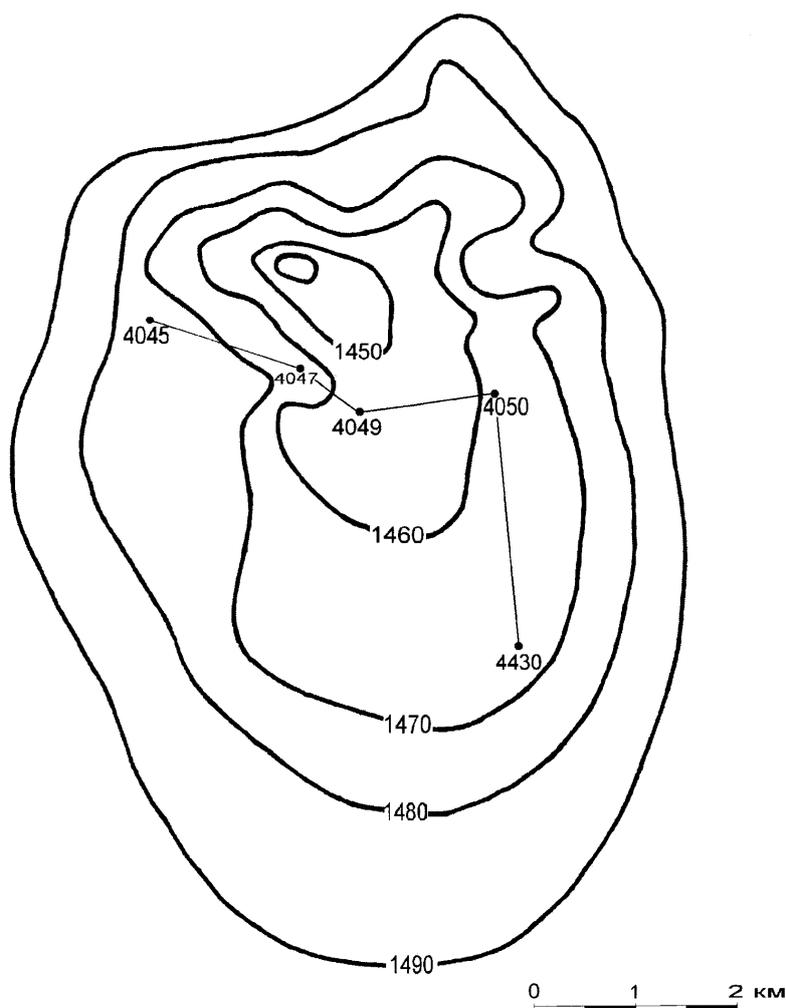


Рис. 7.1. Структурная карта по кровле пласта ПК18(1)  
(по материалам ООО «Сургутнефтегаз»)

Для того чтобы проследить характер залегания продуктивного пласта ПК18(1) и его мощность, были проведены измерения в горизонтальных стволах аппаратурой АМК «ГОРИЗОНТ».

В скважинах № 4045, № 4049, № 4050 был проведен полный комплекс исследований, включающий методы КС, ПС, ГК, НГК и инклинометрии. Современные компьютерные технологии позволяют диаграммы по горизонтальной части ствола скважины привести к вертикали для удобства привязки к геологическому разрезу и между собой.

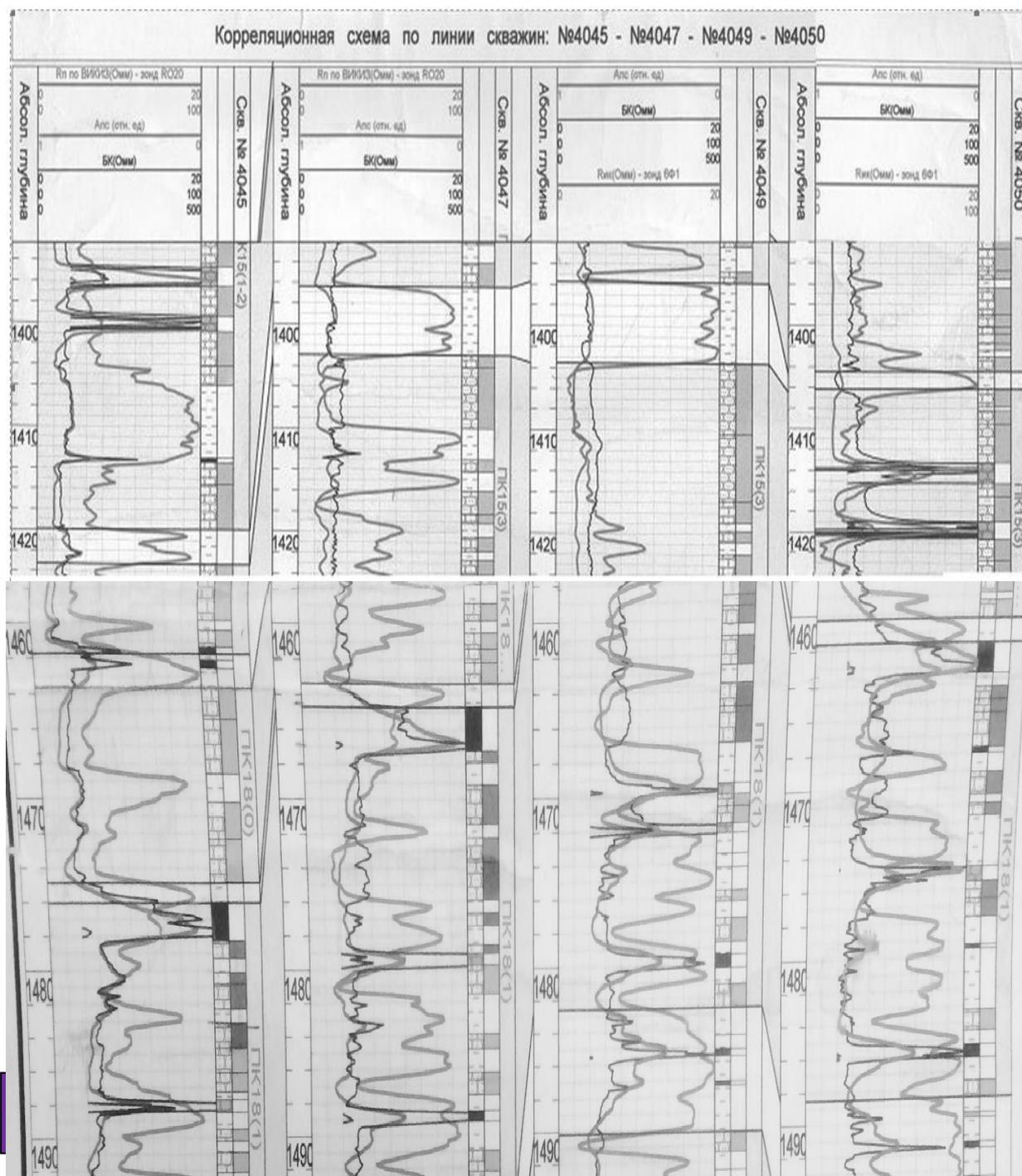


Рис. 7.2. Выбор геологического репера.

Условные обозначения:

$R_{ик}$  – кажущееся удельное электрическое сопротивление пласта по ИК, в Ом·м;

$R_{п}$  – удельное электрическое сопротивление пласта, Ом·м;

$A_{пс}$  – коэффициент снижения самопроизвольной поляризации ПС, отн. ед.;

БК – кажущееся удельное сопротивление по БК, Ом·м

сква. 4045

сква. 4047

сква. 4049

сква. 4050

сква. 4430



Рис. 7.3. Корреляционный разрез

Для наиболее полного представления о строении продуктивного пласта необходимы кривые каротажа по скважине № 4430.

Данные исследования обеспечивают выделение стратиграфических реперов и разделение разреза на литолого-стратиграфические комплексы и типы (терригенный, карбонатный, кристаллический и т. д.); идентификацию литолого-стратиграфических комплексов, к которым приурочены продуктивные и/или перспективные на нефть и газ отложения; расчленение разреза на пласты, их привязку по относительным и абсолютным отметкам глубины, внутри- и межплощадную корреляцию разрезов. В производственных условиях обработка материалов каротажа производится при помощи пакета геодезических программ «ГеоПоиск». Пример выбора геологического репера приводится на рис. 7.2. В результате проведенной интерпретации может быть получен корреляционный разрез (рис. 7.3).

### Задание

1. Выбрать опорные пласты. Для этого использовать пласты глин, прослеживающиеся по всему разрезу (достаточно два опорных пласта глин).
2. Выделить угольный пласт, представляющий собой в данном разрезе покрывку нефтяного месторождения, использовать его так же, как опорный.
3. Выделить все нефтеносные пласты в разрезе, применяя каротажные диаграммы пяти скважин: 4045, 4049, 4047, 4050, 4430.
4. Построить корреляционный разрез. Рекомендуемый вертикальный масштаб 1:500, горизонтальный масштаб 1:4000. Проанализировать тип структуры, максимальное

возвышение относительно своих границ, строение месторождения по высоте, мощности нефтеносных пластов.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое стратиграфический репер?
2. Что такое покрышка нефтяного месторождения?
3. Как определить размеры месторождения, используя структурную карту по одному из продуктивных пластов?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Автономная геофизическая система АГС «Горизонталь»* / Рекламный проспект. ОАО НПФ «Геофизика». – Режим доступа: <http://www.npf-geofizika.ru>
2. *Акбулатов Т. О., Левинсон Л. М., Самигуллин В. Х.* Телеметрические системы для бурения направленных скважин. – 2-е изд. перераб. и доп. – Уфа: БашНИПИнефть, 2004. – 59 с.
3. *АМК «Горизонт»* / Рекламный проспект. – Октябрьский: ВНИИГИС.
4. *Геофизическая лаборатория АМК «Горизонт»* / Рекламный проспект. – Октябрьский: ВНИИГИС.
5. *Технология геофизических исследований ГС автономной аппаратурой на бурильных трубах на примере использования АМК «Горизонт»* / Л. Г. Леготин, С. В. Вячин, А. М. Султанов и др. // НТЖ АИС «Каротажник». – № 113. – 2003.
6. *Лукьянов Э. Е., Хаматдинов Р. Т.* Аппаратурно-методический комплекс для проведения ГИС в горизонтальных скважинах АМАК «Обь» // НТЖ АИС «Каротажник». – № 30. – 1997.
7. *Леготин Л. Г., Султанов А. М., Вячин С. В.* Применение АМК Горизонт для геофизических исследований ГС // НТЖ АИС «Каротажник». – № 36. – 1997. – С. 85-92.
8. *Леготин Л. Г., Султанов А. М., Вячин С. В.* АМК «Горизонт-100» для геофизических исследований скважин малого диаметра и боковых стволов // НТЖ АИС «Каротажник». – № 51. – 1998.
9. *Леготин Л. Г., Султанов А. М., Вячин С. В.* Аппаратурно-методический комплекс АМК «Горизонт-90» для исследования гори-

зонтальных скважин и боковых стволов // НТЖ АИС «Каротажник». – № 86. – 2001.

10. АМК «Горизонт-ВАК-90» для исследования горизонтальных стволов методов волнового акустического каротажа / Л. Г. Леготин, А. М. Султанов, В. Н. Еникеев, В. Г. Рафиков, И. В. Кузьмин // НТЖ АИС «Каротажник». – № 96. – 2002.

11. Молчанов А. А., Лукьянов Э. Е., Рапин В. А. Геофизические исследования горизонтальных нефтегазовых скважин: учебное пособие. – СПб.: МАНЭБ, 2001. – 298 с.

12. Молчанов А.А., Абрамов Г. С. Бескабельные измерительные системы для исследований нефтегазовых скважин: теория и практика / под общ. ред. А. А. Молчанова. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2004. – 515 с.

13. *Рекламный проспект станции* геолого-технологического контроля бурения и исследования скважин «МЕГА АМТ». – Мегион: Изд-во «Тюменьпромгеофизика», 2002. – 18 с. – Руководство оператора по программе регистрации данных. – Уфа: Изд-во «Эликом», 2007. – 37 с. – Режим доступа: <http://amt-s.spb.ru/amt121.html>

14. *Станция бескабельного каротажа* СБК «АМАК» / Научно-производственное предприятие по геофизическим работам, строительству и заканчиванию скважин (ОАО НПП «ГЕРС»). – Тверь, 2003. – 33 с. – Режим доступа: <http://www.gers.ru>  
<http://www.geo.oilru.ru/catalog/group/product/?2162>

15. Стрельченко В. В. Геофизические исследования скважин: учебник. – М.: Недра-Бизнесцентр, 2008. – 551 с.

16. *Термогазохимическое воздействие* на малодебитные и осложнённые скважины / Г. А. Чазов, В. И. Азаматов, С. В. Якимов, А. И. Савич. – М.: Недра, 1986. – 153 с. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/964637/>

17. Ярулин Р. К. Валиуллин Р. А. Методические рекомендации по геофизическим исследованиям действующих горизонтальных скважин / Разработаны специалистами ООО НПР «ГЕОТЭК» (г. Уфа) в рамках выполнения ОМР по договору № БНФ/9/3 – 1/8/328/04/ПРУ.

18. ЗАО Научно-производственное предприятие геофизической аппаратуры «Луч». Продукция. – Новосибирск, 2013. – Режим доступа: <http://looch.ru/products/index.html>

19. *Рекламный проспект* станции геолого-технологического контроля бурения и исследования скважин «МЕГА АМТ». – Мегион: Изд-во «Тюменьпромгеофизика», 2002. – 18 с. Учебное издание

Надежда Владимировна БЛИНКОВА  
Николай Сергеевич ЗЕМЦОВ

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ  
ИССЛЕДОВАНИЯ  
ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН

*Методические указания*  
к лабораторным и практическим работам  
по дисциплине «Геофизические методы  
исследования горизонтальных скважин»  
для студентов специальности  
21.05.03 Технология геологической разведки,  
специализации «Геофизические методы  
исследования скважин (ГИС)»  
*всех форм обучения*

Редактор *Н. Л. Сайгина*  
Компьютерная вёрстка *Н. Л. Сайгиной*

Подписано в печать 04.05.2018 г.  
Бумага писчая. Формат бумаги 60 × 84 1/16. Печать на ризографе.  
Печ. л. 4,5. Уч.-изд. л. 2,4. Тираж 50 экз. Заказ №

Издательство УГГУ  
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.  
Отпечатано с оригинал-макета  
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.11 НЕФТЕГАЗОВАЯ ЛИТОЛОГИЯ**

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация:

**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Кривихин С.В., к.г.-м.н., доцент

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 11.09.2024

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

(подпись)

к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 11.10.2024

(Дата)

Екатеринбург

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Структура и примерный объем курсовой работы .....	3
2. Требования к оформлению курсовой работы (общие требования) .....	4
2.1 Правила оформления наименований и нумерации структурных элементов, глав и параграфов.....	4
2.2 Правила оформления сокращений и аббревиатур .....	5
2.3 Правила оформления перечислений .....	5
2.4 Правила оформления рисунков .....	5
2.5 Правила оформления таблиц .....	7
2.6 Правила оформления примечаний и ссылок .....	9
2.7 Правила оформления списка использованных источников.....	9
2.8 Правила оформления приложений .....	11
Приложение. Образец оформления титульного листа курсовой работы.....	13

Курсовая работа по дисциплине «Нефтегазовая литология» выполняется в рамках учебного плана специальности 21.05.02 Прикладная геология. Исходным материалом для курсовой работы служит керновый материал (2 образца), привезенный студентом с места прохождения производственной практики, либо выданный преподавателем из коллекции кафедры. Допускается выполнение курсовой работы двумя исполнителями, что влечет увеличение количества образцов (с 2-х до 4-х). В отдельных случаях изучению может быть подвержен один образец (например, уникальный контакт двух стратиграфических комплексов).

Защита курсовой работы проходит в виде публичного выступления с презентацией. Презентация структурируется по раскрываемым вопросам и обязательно должна содержать иллюстративный материал.

## 1. Структура и примерный объем курсовой работы

Текст курсовой работы включает в себя:

- титульный лист;
- реферат (аннотацию);
- содержание;
- введение;
- собственно содержательную часть;
- заключение;
- список литературы.

При необходимости работа сопровождается графическими и табличными рисунками и(или)приложениями.

**Реферат** в кратком виде отражает основное содержание работы, и примерно выглядит следующим образом.

КП 30 с., 4 рис., 2 табл., 10 источников

ТАЛЬНИКОВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ, ТЮМЕНСКАЯ СВИТА, КОЛЛЕКТОР Ю<sub>2</sub>,  
... (8-12 ключевых слов)

Объект исследования – ...

Цель работы – ...

На основании рассмотрения ... установлено ...

Сделано заключение о ...

Текст реферата приводится на русском и английском языках.

Реферат содержит ключевые слова, краткое изложение существа проекта, характер и цель работы, методику проведения работ, конкретные результаты работы и выводы. Ключевые слова (5-15), представляющие собой имена существительные или словосочетания в именительном падеже и отражающие основное содержание реферируемой работы (проекта), печатаются строчными буквами, в строку, через запятые. Оптимальный объем реферата – 1200 знаков.

Собственно **содержательная часть**, как правило, имеет трехчленную структуру.

1. **Геологическая** характеристика объекта, выполненная в предельно сжатой форме в общепринятой последовательности: стратиграфия – тектоника – нефтегазоносность.

2. Собственно **рассматриваемый вопрос**, не регламентируемый в принцип. Можно лишь порекомендовать следующий порядок изложения сведений:

- состояние изученности вопроса (проблемы) – общее; для изучаемого объекта;
- результаты, полученные лично автором;
- обсуждение результатов.

3. **Резюме** (итоги) обычно оценивающее практическое значение полученных результатов.

В конце текста помещается список источников, которыми пользовался автор при составлении данного проекта. Источники располагаются в алфавитном порядке. Ссылки в тексте на источники указывают порядковым номером по списку источников, выделенным двумя квадратными скобками – например, [2]. Фондовые источники даются в конце списка и отмечаются буквой «ф», например [14 ф].

## **2. Требования к оформлению курсовой работы (общие требования)**

Оформление курсовой работы осуществляется в соответствии с требованиями государственных стандартов и университета.

Курсовая работа выполняется печатным способом с использованием компьютера.

Каждая страница текста, включая иллюстрации и приложения, нумеруется арабскими цифрами, кроме титульного листа и содержания, по порядку без пропусков и повторений. Номера страниц проставляются, начиная с введения (третья страница), в центре нижней части листа без точки.

Текст работы следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, левое – 30 мм.

Рекомендуемым типом шрифта является TimesNewRoman, размер которого 14 pt (пунктов) (на рисунках и в таблицах допускается применение более мелкого размера шрифта, но не менее 10 pt).

Текст печатается через 1,5-ый интервал, красная строка – 1,25 см.

Цвет шрифта должен быть черным, необходимо соблюдать равномерную плотность, контрастность и четкость изображения по всей работе. Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах и формулах, применяя курсив, полужирный шрифт не применяется.

### **2.1 Правила оформления наименований и нумерации структурных элементов, глав и параграфов**

Текст курсовой работы должен включать следующие структурные элементы: титульный лист, содержание, введение, основной текст, заключение, приложения (является дополнительным элементом). Основной текст может быть разделен на разделы и параграфы.

Каждый структурный элемент работы (титульный лист, содержание, введение, заключение, приложение) и разделы необходимо начинать с новой страницы. Следующий параграф внутри одного раздела начинается через 2 межстрочных интервала на том же листе, где закончился предыдущий.

Расстояние между заголовком структурного элемента и текстом, заголовками главы и параграфа, заголовком параграфа и текстом составляет 2 межстрочных интервала.

Наименования структурных элементов письменной работы («СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «ПРИЛОЖЕНИЕ») служат заголовками структурных элементов. Данные наименования пишутся по центру страницы без точки в конце прописными (заглавными) буквами, не подчеркивая.

Разделы, параграфы должны иметь заголовки. Их следует нумеровать арабскими цифрами и записывать по центру страницы прописными (заглавными) буквами без точки в конце, не подчеркивая. Номер раздела указывается цифрой (например, 1, 2, 3), номер параграфа включает номер раздела и порядковый номер параграфа, разделенные точкой (например, 1.1, 2.1, 3.3). После номера раздела и параграфа в тексте точку не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Переносы слов в заголовках не допускаются. Не допускается писать заголовок параграфа на одном листе, а его текст – на другом.

В содержании работы наименования структурных элементов указываются с левого края страницы, при этом первая буква наименования является прописной (заглавной), остальные буквы являются строчными, например:

Введение

1 Краткая характеристика организации – места прохождения практики

2 Практический раздел – выполненные работы

Заключение

Приложения

## **2.2 Правила оформления сокращений и аббревиатур**

Сокращение русских слов и словосочетаний допускается при условии соблюдения требований ГОСТ 7.12–93 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила».

В тексте письменной работы допускаются общепринятые сокращения и аббревиатуры, установленные правилами орфографии и соответствующими нормативными документами, например: год – г., годы – гг., и так далее – и т. д., метр – м, тысяч – тыс., миллион – млн, миллиард – млрд, триллион – трлн, страница – с., Российская Федерация – РФ, общество с ограниченной ответственностью – ООО.

При использовании авторской аббревиатуры необходимо при первом ее упоминании дать полную расшифровку, например: «... Уральский государственный горный университет (далее – УГГУ)...».

Не допускается использование сокращений и аббревиатур в заголовках письменной работы, глав и параграфов.

## **2.3 Правила оформления перечислений**

При необходимости в тексте работы могут быть приведены перечисления. Перед каждым элементом перечисления следует ставить дефис (иные маркеры не допустимы). Например:

«...заключение содержит:

- краткие выводы;
- оценку решений;
- разработку рекомендаций.»

При необходимости ссылки в тексте работы на один из элементов перечисления вместо дефиса ставятся строчные буквы в порядке русского алфавита, начиная с буквы а (за исключением букв ё, з, й, о, ч, ь, ы, ь). Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа. Например:

- а) ...;
- б) ...;
- 1) ...;
- 2) ...;
- в) ...

## **2.4 Правила оформления рисунков**

В письменной работе для наглядности, уменьшения физического объема сплошного текста следует использовать иллюстрации – графики, схемы, диаграммы, чертежи, рисунки и фотографии. Все иллюстрации именуется рисунками. Их количество зависит от содержания работы и должно быть достаточно для того, чтобы придать ей ясность и конкретность.

На все рисунки должны быть даны ссылки в тексте работы, например: «... в соответствии с рисунком 2 ...» или «... тенденцию к снижению (рисунок 2)».

Рисунки следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые (при наличии достаточного пространства для помещения рисунка со всеми поясняющими данными), или на следующей странице. Если рисунок достаточно велик, его можно размещать на отдельном листе. Допускается поворот рисунка по часовой стрелке (если он выполнен на отдельном листе). Рисунки, размеры которых больше формата А4, учитывают как одну страницу и помещают в приложении.

Рисунки, за исключением рисунков в приложениях, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией по всей работе. Каждый рисунок (схема, график, диаграмма) обозначается словом «Рисунок», должен иметь заголовок и подписываться следующим образом – посередине строки без абзацного отступа, например:



Рисунок 1 – Структура администрации организации

Если на рисунке отражены показатели, то после заголовка рисунка через запятую указывается единица измерения, например:

Рисунок 1 – Структура добычи, %

Рисунки каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения (например, рисунок А.3).

Если рисунок взят из первичного источника без авторской переработки, следует сделать ссылку, например:

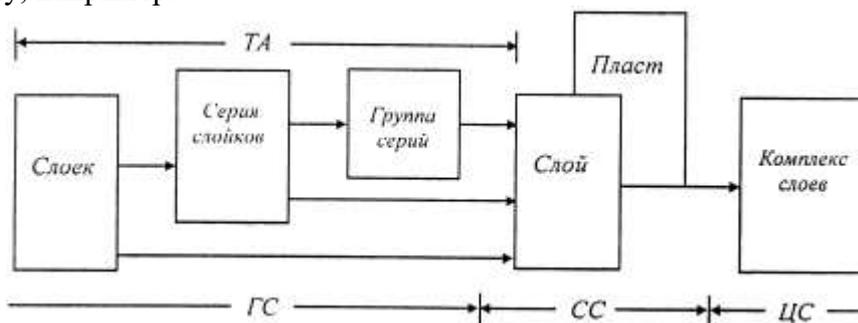


Рисунок 1 - Схема соотношения и соподчиненности слоевых элементов низших рангов в осадочных толщах[8, с. 46]

Если рисунок является авторской разработкой, необходимо после заголовка рисунка поставить знак сноски и указать в форме подстрочной сноски внизу страницы, на основании каких источников он составлен, например:

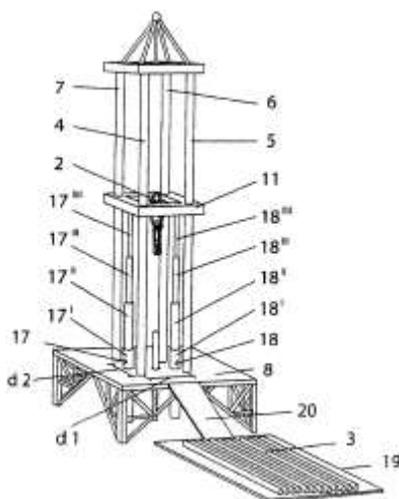


Рисунок 2 – Буровая установка,.....<sup>1</sup>

При необходимости между рисунком и его заголовком помещаются поясняющие данные (подрисовочный текст), например, легенда.

## 2.5 Правила оформления таблиц

В письменной работе фактический материал в обобщенном и систематизированном виде может быть представлен в виде таблицы для наглядности и удобства сравнения показателей.

На все таблицы должны быть ссылки в работе. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера, например: «...в таблице 2 представлены ...» или «... характеризуется показателями (таблица 2)».

Таблицу следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

Таблицы, за исключением таблиц в приложениях, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией по всей работе. Каждая таблица должна иметь заголовок, который должен отражать ее содержание, быть точным, кратким. Заголовок таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире, например:

Таблица 3 – Количество тонн бокситов, добытого шахтами Свердловской области

Наименование организации	2017	2018
ПАО «Бокситы Севера»	58	59
Березниковская шахта	29	51

Если таблица взята из первичного источника без авторской переработки, следует сделать ссылку, например:

Таблица 2 – Динамика основных показателей развития шахтного строительства в России за 2015–2018 гг. [15, с. 35]

<sup>1</sup> Составлено автором по: [15, 23, 42].

	2015	2016	2017	2018
Объем строительства, млрд. руб.				
.....				

Если таблица является авторской разработкой, необходимо после заголовка таблицы поставить знак сноски и указать в форме подстрочной сноски внизу страницы, на основании каких источников она составлена, например:

Таблица 3 – Количество оборудования<sup>1</sup>

Вид оборудования	2016	2017
Буровая машина	3	5
.....	3	7

Располагают таблицы на странице обычно вертикально. Помещенные на отдельной странице таблицы могут быть расположены горизонтально, причем графа с наименованиями показателей должна размещаться в левой части страницы. Слева, справа и снизу таблицы ограничивают линиями.

Таблицу с большим числом строк допускается переносить на другую страницу. При переносе части таблицы на другую страницу слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы. На странице, на которую перенесена часть таблицы, слева пишут «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы» с указанием номера таблицы и повторением шапки таблицы.

Если таблица переносится, то на странице, где помещена первая часть таблицы, нижняя ограничительная линия таблицы не проводится. Это же относится к странице (страницам), где помещено продолжение (продолжения) таблицы. Нижняя ограничительная линия таблицы проводится только на странице, где помещено окончание таблицы.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Примечания к таблице (подтабличные примечания) размещают непосредственно под таблицей в виде: а) общего примечания; б) сноски; в) отдельной графы или табличной строки с заголовком. Выделять примечание в отдельную графу или строку целесообразно лишь тогда, когда примечание относится к большинству строк или граф. Примечания к отдельным заголовкам граф или строк следует связывать с ними знаком сноски. Общее примечание ко всей таблице не связывают с ней знаком сноски, а помещают после заголовка «Примечание» или «Примечания», оформляют как внутритекстовое примечание.

Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте работы, но не менее 10 pt.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице измерения, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа. Если показатели таблицы выражены в разных единицах измерения, то обозначение единицы

<sup>1</sup> Составлено автором по: [2, 7, 10]

измерения указывается после наименования показателя через запятую. Допускается при необходимости выносить в отдельную графу обозначения единиц измерения.

Текст, повторяющийся в строках одной и той же графы и состоящий из одиночных слов, чередующихся с цифрами, заменяют кавычками. Если повторяющийся текст состоит из двух или более слов, то при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее – кавычками. Если предыдущая фраза является частью последующей, то допускается заменить ее словами «То же» и добавить дополнительные сведения. При наличии горизонтальных линий текст необходимо повторять. Если в ячейке таблицы приведен текст из нескольких предложений, то в последнем предложении точка не ставится.

Заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначения нормативных материалов, марок материалов не допускается.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире). Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим, если они относятся к одному показателю. В одной графе должно быть соблюдено, как правило, одинаковое количество десятичных знаков для всех значений величин.

Если таблицы размещены в приложении, их нумерация имеет определенные особенности. Таблицы каждого приложения нумеруют отдельной нумерацией арабскими цифрами. При этом перед цифрой, обозначающей номер таблицы в приложении, ставится буква соответствующего приложения, например:

Таблица В.1.– Динамика показателей за 2016–2017 гг.

Если в документе одна таблица, то она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица В.1», если она приведена в приложении (допустим, В).

## **2.6 Правила оформления примечаний и ссылок**

При необходимости пояснить содержание текста, таблицы или иллюстрации в работе следует помещать примечания. Их размещают непосредственно в конце страницы, таблицы, иллюстрации, к которым они относятся, и печатают с прописной буквы с абзацного отступа после слова «Примечание» или «Примечания». Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и примечание печатается с прописной буквы. Одно примечание не нумеруют. Если их несколько, то после слова «Примечания» ставят двоеточие и каждое примечание печатают с прописной буквы с новой строки с абзацного отступа, нумеруя их по порядку арабскими цифрами.

Цитаты, а также все заимствования из печати данные (нормативы, цифры и др.) должны иметь библиографическую ссылку на первичный источник. Ссылка ставится непосредственно после того слова, числа, предложения, по которому дается пояснение, в квадратных скобках. В квадратных скобках указывается порядковый номер источника в соответствии со списком использованных источников и номер страницы, с которой взята информация, например: [4, с. 32]. Это значит, использован четвертый источник из списка литературы со страницы 32. Если дается свободный пересказ принципиальных положений тех или иных авторов, то достаточно указать в скобках после изложения заимствованных положений номер источника по списку использованной литературы без указания номера страницы.

## **2.7 Правила оформления списка использованных источников**

Оформлению списка использованных источников, прилагаемого к отчету, следует уделять самое серьезное внимание.

Сведения об источниках приводятся в следующем порядке:

1) **нормативные правовые акты:** Нормативные правовые акты включаются в список в порядке убывания юридической силы в следующей очередности: международные нормативные правовые акты, Конституция Российской Федерации, федеральные конституционные законы, федеральные законы, акты Конституционного Суда Российской Федерации, решения других высших судебных органов, указы Президента Российской Федерации, постановления Правительства Российской Федерации, нормативные правовые акты федеральных органов исполнительной власти, законы субъектов Российской Федерации, подзаконные акты субъектов Российской Федерации, муниципальные правовые акты, акты организаций.

Нормативные правовые акты одного уровня располагаются в хронологическом порядке, от принятых в более ранние периоды к принятым в более поздние периоды.

Примеры оформления нормативных правовых актов и судебной практики:

1. Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов власти субъектов Российской Федерации [Текст]: Федеральный закон от 06.10.1999 г. № 184-ФЗ // Собрание законодательства РФ. - 1999. - № 43.

2. О порядке разработки и утверждения административных регламентов исполнения государственных функций (предоставления государственных услуг) [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 11.11.2005 г. № 679. - Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

3. О практике применения судами Закона Российской Федерации «О средствах массовой информации» [Электронный ресурс]: Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 15.06.2010 № 16. - Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

4. Определение судебной коллегии по гражданским делам Верховного Суда Российской Федерации по иску Цирихова // Бюллетень Верховного Суда Российской Федерации. -1994. -№9. - С. 1-3.

2) **книги, статьи, материалы конференций и семинаров.** Располагаются по алфавиту фамилии автора или названию, если книга печатается под редакцией. Например:

5. Абрамова, А.А. Трудовое законодательство и права женщин [Текст] / А.А.Абрамова // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 11, Право. - 2001. - № 5. - С. 23–25.

6. Витрянский, В.В. Договор банковского счета [Текст] / В.В. Витрянский // Хозяйство и право.- 2006.- № 4.- С. 19 – 25.

7. Двинянинова, Г.С. Комплимент: Коммуникативный статус или стратегия в дискурсе [Текст] / Г.С. Двинянинова // Социальная власть языка: сб. науч. тр. / Воронеж.межрегион. ин-т обществ. наук, Воронеж. гос. ун-т, Фак. романо-герман. истории. - Воронеж, 2001. - С. 101–106.

8. История России [Текст]: учеб.пособие для студентов всех специальностей / В.Н. Быков [и др.]; отв. ред. В.Н. Сухов; М-во образования Рос. Федерации, С.-Петерб. гос. лесотехн. акад. - 2-е изд., перераб. и доп. / при участии Т.А. Суховой. - СПб.: СПбЛТА, 2001. - 231 с.

9. Трудовое право России [Текст]: учебник / Под ред. Л.А.Сыроватской. - М.: Юристъ, 2006. - 280 с.

10. Семенов, В.В. Философия: итог тысячелетий. Философская психология [Текст] / В.В. Семенов; Рос.акад. наук, Пушчин. науч. центр, Ин-т биофизики клетки, Акад. проблем сохранения жизни. - Пушкино: ПНЦ РАН, 2000. - 64 с.

11. Черткова, Е.Л. Утопия как способ постижения социальной действительности [Электронный ресурс] / Е.Л. Черткова // Социемы: журнал Уральского гос. ун-та. - 2002. - № 8. – Режим доступа: <http://www2/usu.ru/philosoph/chertkova>.

12. Юридический советник [Электронный ресурс]. - 1 электрон.опт. диск (CD-ROM) : зв., цв. ; 12 см. - Прил.: Справочник пользователя [Текст] / сост. В.А. Быков. - 32 с.;

3) **статистические сборники, инструктивные материалы, методические рекомендации, реферативная информация, нормативно-справочные материалы.** Располагаются по алфавиту. Например:

13. Временные методические рекомендации по вопросам реструктуризации бюджетной сферы и повышения эффективности расходов региональных и местных бюджетов (Краткая концепция реструктуризации государственного и муниципального сектора и повышения эффективности бюджетных расходов на региональном и местном уровнях) [Текст]. - М.: ИЭПП, 2006. - 67 с.

14. Свердловская область в 1992-1996 годах [Текст]: Стат. сб. / Свердлов. обл. комитет гос. статистики Госкомстата РФ. - Екатеринбург, 1997. - 115 с.

15. Социальное положение и уровень жизни населения России в 2010 г. [Текст]: Стат. сб. / Росстат. - М., 2002. - 320 с.

16. Социально-экономическое положение федеральных округов в 2010 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>

4) **книги и статьи на иностранных языках** в алфавитном порядке. Например:

17. An Interview with Douglass C. North [Text] // The Newsletter of The Cliometric Society. - 1993. - Vol. 8. - N 3. - P. 23–28.

18. Burkhead, J. The Budget and Democratic Government [Text] / Lyden F.J., Miller E.G. (Eds.) / Planning, Programming, Budgeting. Markham : Chicago, 1972. 218 p.

19. Miller, D. Strategy Making and Structure: Analysis and Implications for Performance [Text] // Academy of Management Journal. - 1987. - Vol. 30. - N 1. - P. 45–51;

20. Marry S.E. Legal Pluralism. – Law and Society Review. Vol 22.- 1998.- №5.- p. 22-27

5) **интернет-сайты.** Например:

21. Министерство финансов Российской Федерации: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.minfin.ru>

22. Российская книжная палата: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.bookchamber.ru>

В списке использованных источников применяется сквозная нумерация с применением арабского алфавита. Все объекты печатаются единым списком, группы объектов не выделяются, источники печатаются с абзацного отступа.

Объекты описания списка должны быть обозначены терминами в квадратных скобках<sup>2</sup>:

- [Видеозапись];
- [Мультимедиа];
- [Текст];
- [Электронный ресурс].

При занесении источников в список литературы следует придерживаться установленных правил их библиографического описания.

## **2.8 Правила оформления приложений**

В приложения рекомендовано включать материалы, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в основную часть: материалы, дополняющие работу; таблицы вспомогательных цифровых данных; инструкции, методики, описания алгоритмов и программ задач, иллюстрации вспомогательного характера; нормативные

---

<sup>2</sup> Полный перечень см. в: Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления [Текст]: ГОСТ 7.1-2003.

правовые акты, например, должностные инструкции. В приложения также включают иллюстрации, таблицы и распечатки, выполненные на листах формата А3.

Приложения оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах после списка использованных источников.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь (ПРИЛОЖЕНИЕ А, ПРИЛОЖЕНИЕ Б, ПРИЛОЖЕНИЕ В и т.д.). Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O. В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Само слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» пишется прописными (заглавными) буквами.

Если в работе одно приложение, оно обозначается «ПРИЛОЖЕНИЕ А».

Каждое приложение следует начинать с новой страницы. При этом слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» и его буквенное обозначение пишутся с абзацного отступа.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают на следующей строке после слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» с абзацного отступа. Заголовок пишется с прописной буквы.

В тексте работы на все приложения должны быть даны ссылки, например: «... в приложении Б...». Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте работы.

Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Образец оформления титульного листа курсовой работы



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный горный университет»  
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)  
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

**КУРСОВАЯ РАБОТА**  
**по дисциплине Б1.В.11 – «Нефтегазовая литология» на тему:**  
**Петрографический состав и гранулометрический анализ образцов**  
**керна викуловской свиты (апт, нижний мел)**  
**Каменного месторождения (ХМАО)**

Направление: 21.05.02  
*ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ*

Специализация:  
*ГЕОЛОГИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ*  
*НЕФТИ И ГАЗА*

Студент: Христофоров В.Б.  
Группа: ГН-22

Руководитель курсовой работы:  
Алексеев В.П.

Оценка \_\_\_\_\_

Подпись \_\_\_\_\_



## Введение

Учебным планом специальности 21.05.02 Прикладная геология по дисциплине «Микропалеонтология» предусматривается написание контрольной работы на тему «Определение микрофоссилий в шлифах». Это самостоятельный труд студента, который способствует углублённому изучению пройденного материала.

Задания контрольной работы, направлены на оценку уровня умений и навыков, формирующих компетенции:

*профессиональные*

- способен использовать теоретические знания при выполнении производственных, технологических и инженерных исследований в соответствии со специализацией (ПК-1.1).

**Результат изучения дисциплины:**

*Знать:*

- морфологию ископаемых микроорганизмов;  
- основы систематики, образ жизни и геологическое значение различных групп микроорганизмов;  
- основные методы использования микроскопических остатков для целей детальной стратиграфии.

*Уметь:*

- выделять, диагностировать и анализировать микрофоссилии;  
- использовать данные микропалеонтологии при корреляции разрезов и определения стратиграфического положения стратонов;  
- использовать данные микропалеонтологии для определения палеогеографических условий накопления осадков.

*Владеть:*

- навыками работы с препаратами микрофоссилий;  
- представлениями об основных зональных стратиграфических шкалах фанерозоя, основанных на последовательностях микроорганизмов;  
- профессиональной терминологией.

**Цель выполняемой работы:** получить специальные знания по заданной теме.

**Основные задачи выполняемой работы:**

- 1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;
- 2) выработка навыков самостоятельной работы;
- 3) оценка уровня подготовленности студента к будущей практической работе.

### Задания к контрольной работе

Пользуясь литературой, определить систематическую принадлежность микрофоссилий, в полученном шлифе. Опишите основные морфологические признаки. Проанализируйте условия обитания и установите геологическое значение исследуемых микрофоссилий.

1. Амон Э.О.. Палеонтология микрофоссилий (микропалеонтология) : учебное пособие / Э. О Амон ; Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург : УГГУ, 2011. - 520 с. - Библиогр.: с. 506-508.

2. Погромская, Ольга Эдуардовна. Микропалеонтологические аспекты литологии : учебно-методическое пособие / Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург : УГГУ, 2004. - 116 с.

Каждый вариант контрольной работы состоит из прозрачного шлифа осадочных пород с остатками микрофоссилий.

## Порядок выполнения контрольной работы

Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций прочитанных ранее. Приступать к выполнению работы без изучения основных положений и понятий науки, не следует, так как в этом случае студент, как правило, плохо ориентируется в материале, не может отграничить смежные вопросы и сосредоточить внимание на основных, первостепенных проблемах рассматриваемой темы.

После выбора темы необходимо внимательно изучить методические рекомендации по подготовке контрольной работы, составить план работы, который должен включать основные вопросы, охватывающие в целом всю прорабатываемую тему.

### *Порядок описания микрофоссилий*

1. Определение степени сохранности ископаемых остатков.
2. Общие закономерности строения микрофоссилий
3. Сделать фото, указав линейный масштаб. Выделить стрелками и подписать названия всех выявленных элементов микрофоссилий.
4. Определить и доказать систематическую принадлежность микрофоссилий.
5. Определить условия обитания и образ жизни представителей определенного таксона.
6. Охарактеризовать геологическое значение таксона.

## Оценивание результатов контрольной работы

Оценивание результатов контрольной работы должно быть проведено до начала промежуточной аттестации и проводится по традиционной шкале: «зачтено», «не зачтено». Решение об оценке контрольной работы принимается по результатам проверки предъявленной работы и ответов студента на вопросы в случае неполного описания микрофоссилий.

<i>Критерии оценивания контрольной работы</i>	<i>Количество баллов</i>
Правильность определения систематической принадлежности микрофоссилий	0-6
Полнота описания морфологического строения микрофоссилий	0-6
Логичность и аргументированность выводов по работе	0-4
Использование профессиональной терминологии	0-4
Итого	0-20

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И. о. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### Б1.В.12 МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация:

**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Устьянцева Н.В.

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

(название кафедры)  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.  
(Фамилия И.О.)  
Протокол № 1 от 11.09.2024  
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики  
(название факультета)  
Председатель \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.  
(Фамилия И.О.)  
Протокол № 2 от 11.10.2024  
(Дата)

Екатеринбург

## Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Микропалеонтология» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях:

- ✓ выполнение домашних заданий;
- ✓ освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую программу дисциплины [8];
- ✓ подготовка к зачету;

Самостоятельная работа студентов направлена на развитие интеллектуальных умений, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по вопросам исследования микрофоссилий;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

Данные методические указания предназначены для организации самостоятельной работы студентов при освоении отдельных тем дисциплины.

### Методические указания к самостоятельной работе студента

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Микропалеонтология». Здесь указаны наименование и содержание лекционных тем в соответствии с Учебной программой курса [8]. Каждая тема является основой вопросов в экзаменационном билете. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Основной объем информации по каждой теме содержится в учебниках по курсу [1, 2, 3]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература [4-8]. Для самоконтроля и приобретения навыков решения задач по отдельным разделам дисциплины в последнем разделе приведены контрольные вопросы и упражнения, которые являются основой подготовки к экзамену.

При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.
2. По учебникам [1, 2, 3] освоите каждый структурный элемент темы. Во всех темах указаны разделы и страницы учебника, содержащие данный материал.
3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.
4. Ответьте на контрольные вопросы и выполните рекомендованные упражнения. 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.

Данное учебно-методическое пособие может быть использовано при подготовке ответов на вопросы во время экзамена.

## Содержание курса

### **Тема 1: Введение в курс, методы изучения микробиоты. [1-3]**

Задачи микропалеонтологии и объекты исследования. Современные направления микропалеонтологии. Значение микропалеонтологии при разработке зональных стратиграфических схем и изучении палеоэкологии.

*Дополнительная литература:* [4-8].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Дайте краткую характеристику микропалеонтологии как науки.
2. Охарактеризуйте правила микропалеонтологической терминологии.
3. Опишите абиотические условия распределения организмов.
4. Перечислите основные объекты микропалеонтологии

### **Тема 2: Надцарство Eucariota. Тип саркодовые, Класс Фораминиферы. [1-3]**

Методика изучения. Класс Фораминиферы. Морфология и состав скелета, важнейшие морфологические признаки и их диагностика в шлифах. Характеристика основных надсемейств. Биоэкологические зоны обитания. Экология и условия захоронения. Ориктоценозы в разрезах, вскрытых глубокими скважинами. Этапы развития фораминифер в фанерозое. Стратиграфическое значение.

*Дополнительная литература:* [4-8].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Дайте краткую характеристику фораминифер.
2. Охарактеризуйте типы раковин фораминифер.
3. Каково геологическое и стратиграфическое значение фораминифер

### **Тема 3: Тип саркодовые, Класс Радиолярии. [1-3]**

Методика изучения. Морфология и состав скелета. Характеристика подклассов. Отряды Полицистин. Экология и условия захоронения радиолярий. Этапы развития радиолярий в фанерозое. Стратиграфическое значение.

*Дополнительная литература:* [4-8].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Охарактеризуйте строение мягкого тела радиолярий.
2. Перечислите основные структурные элементы строения минерального скелета.
3. Назовите этапы в историческом развитии радиолярий.

### **Тема 4: Тип инфузории, Класс Силиаты, отряд Тинтиниды. [1-3]**

Методика изучения Тинтинид. Морфология и состав скелета. Основы систематики и экология тинтинид. Стратиграфическое значение.

*Дополнительная литература:* [4-8].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Назовите особенности морфологии отряда Тинтинид.

### **Тема 5: Низшие ракообразные, Класс Остракоды. [1-3]**

Методы изучения. Общая характеристика, строение и морфология раковины; половой диморфизм. Основы систематики остракод, палеокопоморфы, подокопоморфы и миокопоморфы. Эколого-фациальные типы остракод. Тафономия остракод. Этапы развития остракод в фанерозое. Стратиграфическое значение.

*Дополнительная литература:* [4-8].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Составьте сравнительную таблицу признаков подклассов класса Ostracodoides.
2. Составьте сравнительную таблицу признаков отрядов подкласса Cypridionales.
3. Составьте сравнительную таблицу признаков подотрядов отряда Beyrichiida.
4. Сгруппируйте подотряды по образу жизни входящих в них представителей.
5. На основании приведенных сведений предложите свой вариант филогенетических взаимоотношений основных групп остракод.
6. Опишите экологию остракод.
7. В чем состоит стратиграфическое значение остракод?
8. Расскажите о методике изучения остракод.

### **Тема 6: Тип хордовые, Класс Конодонты. [1-3]**

Общая характеристика класса. Строение конодонтовых элементов и аппаратов. Простые, стержневые, листовидные и платформенные конодонты. Систематика конодонтов. Подклассы Параконодонта и Конодонтата. Методика изучения. Экология. Стратиграфическое значение.

*Дополнительная литература:* [4-8].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Составьте сравнительную таблицу признаков морфологических групп изолированных элементов конодонтов.
2. На основе полученных сведений о морфологии изолированных элементов конодонтов постройте схему развития от простых конических элементов через сложные рамиформные элементы к пектиниформным.
3. Составьте сравнительную таблицу биологических особенностей строения конодонтов и других сходных организмов.
4. Приведите диагноз класса Conodonta.
5. Перечислите отряды класса Conodonta.
6. Охарактеризуйте основные этапы эволюции конодонтов во времени.
7. Расскажите о стратиграфическом значении конодонтов.
8. Опишите особенности методики изучения конодонтов.

### **Тема 7: Одноклеточные водоросли: кокколитофориды, дино- и силикофлагелляты. [1-3]**

Общая характеристика. Основы систематики. Типы и состав скелета. Методика изучения. Экология и географическое распространение. Стратиграфическое значение.

*Дополнительная литература:* [4-8].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Что представляют собой динофлагелляты?
2. Какова морфология цист динофлагеллят?
3. В чем состоит значение динофлагеллят в морских бассейнах?

### **Тема 8: Диатомовые водоросли. [1-3]**

Общая характеристика, строение панциря. Пеннатный и центрический типы панциря. Зависимость от окружающей среды. Методика изучения. Стратиграфическое значение.

*Дополнительная литература:* [4-8].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Дайте общую характеристику морфологии диатомовых водорослей.

2. Укажите распространение диатомей в отложениях различного геологического возраста.
3. Охарактеризуйте тафономию, экологию и породобразующее значение диатомей.

**Тема 9: Надцарство Procariota. Царство Бактерии, Цианобионты, Строматолиты. [1-3]**

Особенности строения и принципы классификации ископаемых бактерий и цианобионтов. Циано-бактериальные сообщества (маты, пленки). Роль бактерий в истории осадконакопления. Циано-бактериальные сообщества. Строматолиты и онколиты. Основы классификации. Методика изучения в шлифах и пришлифовках, стратиграфическое значение.

*Дополнительная литература:* [4-8].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Опишите морфологию строматолитов.
2. Геологическое значение строматолитов.

**Тема 10: Споры и пыльца растений, спорово-пыльцевой анализ. [1-3]**

Основы классификации спор и пыльцы. Морфологические особенности спор. Морфологические типы пыльцы семенных растений. Методика извлечения спор и пыльцы. Стратиграфическое применение палинологии.

*Дополнительная литература:* [4-8].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Что представляет собой палеопалинология?
2. Расскажите о жизненном цикле папоротника.
3. Что представляют собой споры?
4. Что представляет собой пыльца?
5. В чем состоит различие между надотделами Sporophyta (споровые) и Spermatophyta (семенные) в подцарстве высших растений?
6. Назовите и кратко охарактеризуйте все пять отделов споровых растений.
7. Назовите и кратко охарактеризуйте отделы семенных растений.
8. Кратко охарактеризуйте класс однодольных растений.
9. Кратко охарактеризуйте класс двудольных растений.
10. Опишите морфологию спор.

**Вопросы к зачету по курсу  
«Микрорпалеонтология»**

1. Способы изучения микрофауны.
2. Характеристика grain-supported class классификации Данхема
3. Характеристика зон бассейнов.
4. Характеристика mud-supported class классификации Данхема.
5. Основные способы сбора методы обработки ископаемых остатков организмов.
6. Радиолярии: морфология скелета, характеристика высших таксонов, геологическое значение.
7. Фораминиферы: морфология скелета, характеристика высших таксонов, геологическое значение.
8. Конодонты: морфология скелета, характеристика высших таксонов, геологическое значение.
9. Кокколитофориды: морфология скелета, характеристика высших таксонов, геологическое значение.
10. Палеопалинология в практической стратиграфии.

## Рекомендуемая литература

1. Амон Э.О.. Палеонтология микрофоссилий (микрорпалеонтология) : учебное пособие / Э. О Амон ; Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург : УГГУ, 2011. - 520 с. - Библиогр.: с. 506-508.
2. Погромская, Ольга Эдуардовна. Микрорпалеонтологические аспекты литологии : учебно-методическое пособие / Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург : УГГУ, 2004. - 116 с. - Библиогр.: с. 113-116. 10
3. Михайлова И.А. Палеонтология [Электронный ресурс] : учебник / И.А. Михайлова, О.Б. Бондаренко. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2006. — 592 с. — 5-211-04887-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13102.html>
4. Палеонтология : учебник : в 2-х т. / О. Б. Бондаренко, И. А. Михайлова. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Академия. - ISBN 978-5-7695-7433-7. Т. 1. - 2011. - 208 с. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат). - Библиогр.: с.187-191. - ISBN 978-5-7695-77432-0 : 629.20 р. 2
5. Подобина В.М. Фораминиферы и зональная стратиграфия верхнего мела Западной Сибири [Текст] : научное издание / В. М. Подобина ; Томский государственный университет. - Томск : Издательство Томского университета, 1989. - 232 с. : вкл. л., рис., табл. - ISBN 5-7511-0237-1
6. Споры и пыльца в нефтях и породах нефтегазоносных областей СССР [Текст] : научное издание / Академия наук СССР, Министерство нефтяной промышленности СССР, Институт геологии и разработки горючих ископаемых . Международная палинологическая конференция (3 ; 1971 ; Новосибирск) ; ред.: М. М. Алиев, К. Р. Чепиков. - Москва : Наука, 1971. - 116 с. : ил.
7. Методические рекомендации к технике обработки осадочных пород при спорово-пыльцевом анализе : методические рекомендации / Министерство геологии СССР, Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт ; сост.: И. В. Петрова, О. П. Кондратене, Г. С. Дедович. - Ленинград : ВСЕГЕИ, 1986. - 77 с. - Библиогр.: с. 71-75.
8. Микрорпалеонтология: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация Геология месторождений нефти и газа.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.13 СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ СТРАТИГРАФИИ**

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация:

**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Устьянцева Н.В.

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

(название кафедры)  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.  
(Фамилия И.О.)  
Протокол № 1 от 11.09.2024  
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики  
(название факультета)  
Председатель \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.  
(Фамилия И.О.)  
Протокол № 2 от 11.10.202  
(Дата)

Екатеринбург

## Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Специальные методы стратиграфии» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях:

- ✓ выполнение домашних заданий;
- ✓ освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую программу дисциплины [5];
- ✓ подготовка к зачету;

Самостоятельная работа студентов направлена на развитие интеллектуальных умений, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по вопросам применения специальных стратиграфических методов в нефтегазовой геологии;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

Данные методические указания предназначены для организации самостоятельной работы студентов при освоении отдельных тем дисциплины.

### Методические указания к самостоятельной работе студента

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Специальные методы стратиграфии». Здесь указаны наименование и содержание лекционных тем в соответствии с рабочей программой дисциплины [5]. Каждая тема является основой вопросов в зачетном билете. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Основным объемом информации по каждой теме содержится в учебнике по курсу [1, 4]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература [2, 3, 5]. Для самоконтроля и приобретения навыков решения задач по отдельным разделам дисциплины в последнем разделе приведены контрольные вопросы и упражнения, которые являются основой подготовки к зачету.

При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.
2. По учебным пособиям [1, 4] освоите каждый структурный элемент темы. Во всех темах указаны разделы и страницы учебника, содержащие данный материал.
3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.
4. Ответьте на контрольные вопросы и выполните рекомендованные упражнения. 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.

Данное учебно-методическое пособие может быть использовано при подготовке ответов на вопросы во время экзамена.

## Содержание курса

### **Тема 1: Обзор методов стратиграфических исследований. [1, 4]**

Задачи стратиграфических исследований в XXI веке. Палеонтологические и непалеонтологические методы стратиграфии.

*Дополнительная литература:* [2, 3, 5].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Какой метод стратиграфических исследований считается основным в стратиграфии?
2. В чем состоит сущность биостратиграфического метода?
3. В чем заключается диахронность литологических и стратиграфических границ?
4. Назовите примеры использования геофизических методов в стратиграфии.
5. Стратиграфические методы определения абсолютного и относительного возраста горных пород.

### **Тема 2: Событийная стратиграфия. [1, 4].**

Методы реконструкции геологических событий. Глобальные события (биотические и абиотические) и методы их реконструкции. Основные событийные уровни фанерозоя.

*Дополнительная литература:* [3, 4, 5].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Сущность, цели, история событийно-стратиграфической методики.
2. Событие (определение и виды), событийная стратиграфия (определение, сущность метода).
3. Какие глобальные события используют в качестве реперов межконтинентальных корреляций?
4. Что представляют собой глобальные абиотические события (определение, виды, примеры)?
5. Что представляют собой глобальные биотические и биологические события (определение, виды, примеры)?
6. Что представляют собой региональные события?
7. Назовите примеры использования региональных событий в стратиграфии.
8. Назовите основные событийные уровни фанерозоя.

### **Тема 3: Секвенс-стратиграфический анализ. [1, 4].**

Секвенция и парасеквенция. Основные типы несогласий в СС. Поверхности морского затопления. Пакет парасеквенций (parasequence set) и типы напластований внутри пакета парасеквенций: проградационный, агградационный или ретроградационный. Границы и строение осадочных секвенций 1-го и 2-го типа. Тракт низкого стояния (ТНС) (lowstand systems tract). Крайинно-шельфовый тракт (shelf-margin systems tract) ТСС. Тракт высокого стояния (ТВС) (highstand systems tract). Идеализированное строение осадочных секвенций.

*Дополнительная литература:* [3, 4, 5].

### **Контрольные вопросы и упражнения:**

1. Классификация стратиграфических перерывов.
2. Что такое парасеквенс?
3. Что представляет собой проградационный пакет парасеквенсов?
4. Что представляет собой агградационный пакет парасеквенсов?
5. Что представляет собой ретроградационный пакет парасеквенсов?
6. Эвстатические и тектонические причины колебания уровня моря.
7. Какие факторы влияют на степень выраженности осадочной секвенции?
8. В чем состоит отличие секвенций первого и второго рода?
9. Какие системные тракты выделяются в осадочной секвенции?
10. При каком режиме формируется тракт низкого стояния?
11. Что представляют собой трансгрессивная и регрессивная серии осадков?
12. Каковы углы седиментационных наклонов слоев клиноформ крупных платформенных бассейнов?
13. Какую форму имеют секвенции?
14. Какова продолжительность стратиграфической единицы – суперсеквенса?
15. Что представляют собой эпейрогенические движения земной коры, оказывают они влияние на строение секвенций?

### **Вопросы к зачету по курсу «Специальные методы стратиграфии»**

1. Событийная стратиграфия: определение, сущность метода, области применения.
2. Глобальные абиотические события: определение, виды, примеры.
3. Глобальные биотические и биологические события: определение, виды, примеры.
4. Региональные события: определение, виды, примеры.
5. Секвенс-стратиграфия карбонатных комплексов.
6. Секвенс-стратиграфия терригенных комплексов.
7. Терминология и основные понятия секвенсстратиграфии.
8. Секвенс-стратиграфический метод: суть метода, области применения.
9. Два типа секвенсов: две седиментационные модели.
10. Значение секвенсстратиграфического метода для бассейнового анализа.
11. Парасеквенс: определение, типы пакетов.
12. Тектоно-эвстатический анализ: методика, область применения.

### **Рекомендуемая литература**

1 Зорина С.О. Секвенс-стратиграфия нижнемеловых отложений востока Русской плиты [Электронный ресурс] // Геология и геофизика – Электрон. дан. –2009 – №5(т.50).– С. 566-575 – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/journal/issue/291571>.

2 Леонтьева Т.В. Основы палеонтологии и общая стратиграфия [Электронный ресурс] : методические указания / Т.В. Леонтьева, И.В. Куделина, М.В. Фатюнина. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 108 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30068.html>

3 Словарь терминов по исторической геологии, основам стратиграфии и палеонтологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / . — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2012. — 140 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55209.html>

4 Черных В.В. Общая стратиграфия: конспект лекций по дисциплине "Основы палеонтологии и общая стратиграфия": для студентов специальности 21.05.02 / В.

В. Черных; Министерство образования и науки РФ, Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург : УГГУ, 2016. - 79 с. : ил. - Библиогр.: с. 72. 10

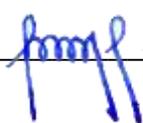
5. Специальные методы стратиграфии: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация Геология месторождений нефти и газа.



**кафедрой геологии и геофизики нефти и газа.**

Заведующий кафедрой ГГНГ

*подпись*



К.Г.-М.Н., С.А. РЫЛЬКОВ

*И.О. Фамилия*

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Введение	4
1.	Общие положения	5
2.	Самостоятельная работа студентов, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям	8
	2.1. Повторение материала лекций	8
	2.2. Самостоятельное изучение тем курса	9
	2.3. Подготовка к практическим и лабораторным работам	9
3.	Другие виды самостоятельной работы	9
	3.1. Подготовка к экзамену	9

## **Введение**

Самостоятельная работа в современном образовательном процессе рассматривается как форма организации обучения, которая способна обеспечивать самостоятельный поиск необходимой информации, творческое восприятие и осмысление учебного материала в ходе аудиторных занятий, разнообразные формы познавательной деятельности студентов на занятиях и во внеаудиторное время, развитие аналитических способностей, навыков контроля и планирования учебного времени, выработку умений и навыков рациональной организации учебного труда.

Таким образом, самостоятельная работа – форма организации образовательного процесса, стимулирующая активность, самостоятельность, познавательный интерес студентов.

В методических указаниях рассматриваются вопросы организации самостоятельной работы для студентов Уральского государственного горного университета.

Методическое указание включает три главы, которые логически связаны друг с другом. Первая глава знакомит читателя с теоретическими основами самостоятельной работы студентов и особенностями подготовки к ней в вузе. Во второй и третьей главах представлен материал, который содержит информацию о видах самостоятельной работы по данной дисциплине, а также об источниках информации для осуществления самостоятельной работы. Эмпирической основой разработки системы критериев и показателей оценки форм самостоятельной работы стал практический опыт работы преподавателей кафедры геодезии и кадастров.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего образования (ФГОС), созданных на основе Федерального закона от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

Конкретные требования к самостоятельной работе студентов определяются в Федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования по направлению.

Нормативные требования к самостоятельной работе студентов дополняются документами локального характера: Уставом Уральского государственного горного университета, рабочей программой дисциплины.

Согласно требованиям нормативных документов, самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, подготовки к практическим занятиям, сдаче зачета и экзамена.

Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение образовательной программы высшего образования в соответствии с требованиями ФГОС.

Навыки самостоятельной работы по освоению каких-либо знаний приобретаются человеком с раннего детства и развиваются в течение всей жизни. К началу обучения в вузе каждый студент имеет личный опыт и навыки организации собственных действий, полученные в процессе обучения в школе, учреждениях дополнительного образования, во время внешкольных занятий и в

быту. Однако при обучении в вузе требования к организации самостоятельной работы существенно возрастают, так как они связаны с освоением сложных общекультурных и профессиональных компетенций.

Практика показывает, что студенты различаются по уровню готовности к реализации требований к самостоятельной работе. Выделяются две основные группы студентов. Первая характеризуется тем, что ее представители ориентированы на выполнение заданий самостоятельной работы и обладают универсальными учебными компетенциями, позволяющими успешно справиться с требованиями к ее выполнению (умением понимать и запоминать приобретаемую информацию, логически мыслить, воспроизводить материал письменно и устно, проводить измерения, вычисления, проектировать и т. д.). Студенты второй группы не имеют устойчивой ориентации на постоянное выполнение самостоятельной работы при освоении учебного материала и отличаются низким уровнем развития универсальных учебных компетенций и навыков самоорганизации.

Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие *задачи*:

- закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;

- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;

- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;

- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;

- развитие навыков самоорганизации;

- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

Для реализации задач самостоятельной работы студентов и ее осуществления необходим *ряд условий*, которые обеспечивает университет:

- наличие материально-технической базы;
- наличие необходимого фонда информации для самостоятельной работы студентов и возможности работы с ним в аудиторное и внеаудиторное время;
- наличие помещений для выполнения конкретных заданий, входящих в самостоятельную работу студентов;
- обоснованность содержания заданий, входящих в самостоятельную работу студентов;
- связь самостоятельной работы с рабочими программами дисциплин, расчетом необходимого времени для самостоятельной работы;
- развитие преподавателями у студентов навыков самоорганизации, универсальных учебных компетенций;
- сопровождение преподавателями всех этапов выполнения самостоятельной работы студентов, текущий и конечный контроль ее результатов.

Специфическими *принципами организации* самостоятельной работы в рамках современного образовательного процесса являются:

- принцип интерактивности обучения (обеспечение интерактивного диалога и обратной связи, которая позволяет осуществлять контроль и коррекцию действий студента);
- принцип развития интеллектуального потенциала студента (формирование алгоритмического, наглядно-образного, теоретического стилей мышления, умений принимать оптимальные или вариативные решения в сложной ситуации, умений обрабатывать информацию);

- принцип обеспечения целостности и непрерывности дидактического цикла обучения (предоставление возможности выполнения всех звеньев дидактического цикла в пределах темы, раздела, модуля).

Самостоятельная работа студентов планируется преподавателем в рабочей программе дисциплины.

Объем времени, отведенный на внеаудиторную самостоятельную работу, находит отражение: в учебном плане в целом по теоретическому обучению, по каждому из циклов дисциплин, по каждой дисциплине; в рабочих программах учебных дисциплин с ориентировочным распределением по разделам или конкретным темам.

Самостоятельная работа студентов классифицируется: по месту организации (аудиторная и внеаудиторная); по целям организации (цели дисциплины, сформулированные и обоснованные в рабочей программе); по способу организации (индивидуальная, групповая).

Выбор формы организации самостоятельной работы студентов (индивидуальная или групповая) определяется содержанием учебной дисциплины и формой организации обучения (лекция, семинар, практическое занятие, контрольное занятие и др.).

В зависимости от формы промежуточной аттестации виды самостоятельной работы дополняются подготовкой к экзамену, зачету и процедурами текущей аттестации.

## **2. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ ПОДГОТОВКУ К АУДИТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ**

### ***Повторение материала лекций***

Источники информации по теме лекции:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед каждым лекционным занятием;

2) конспект лекции, который студент пишет во время проведения лекционного занятия;

3) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины.

### ***Самостоятельное изучение тем курса***

Самостоятельное изучение тем осуществляется при обучении на заочной форме обучения.

Источники информации для самостоятельного изучения тем:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед сессией;

2) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины.

### ***Подготовка к практическим и лабораторным занятиям***

Типовые задания (примеры) работ, выполняемые на практических занятиях представлены в комплекте оценочных материалов.

Принципы работы на практических занятиях озвучиваются преподавателем на соответствующих лекционных занятиях.

Источники информации для подготовки к практическим занятиям:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед каждым лекционным занятием либо в начале сессии;

2) конспект лекции, который студент пишет во время проведения практического или лабораторного занятия (при наличии);

3) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины;

4) методические указания по выполнению практических и лабораторных занятий.

## **3. ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### ***3.1 Подготовка к экзамену***

В комплекте оценочных средств представлен перечень теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий, которые входят в состав билетов.

Источники информации для подготовки к экзамену:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед каждым лекционным занятием либо в начале сессии;

2) конспект лекции, который студент пишет во время проведения лекционного занятия (при наличии);

3) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И. о. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.15 ВВЕДЕНИЕ В НЕФТЕГАЗОВУЮ РЕСУРСОЛОГИЮ**

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация:

**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Мухаметшин Р.З., д.г.-м.н., профессор

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

(название кафедры)  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.  
(Фамилия И.О.)  
\_\_\_\_\_  
Протокол № 1 от 11.09.2024  
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики  
(название факультета)  
Председатель \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.  
(Фамилия И.О.)  
\_\_\_\_\_  
Протокол № 2 от 11.10.2024  
(Дата)

Екатеринбург

## Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Введение в нефтегазовую ресурсологию» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях:

- ✓ выполнение домашних заданий;
- ✓ освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую программу дисциплины [5];
- ✓ подготовка к экзамену;

Самостоятельная работа студентов направлена на развитие интеллектуальных умений, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по теме дисциплины;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

Данные методические указания предназначены для организации самостоятельной работы студентов при освоении отдельных тем дисциплины.

### Методические указания к самостоятельной работе студента

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Введение в нефтегазовую ресурсологию». Здесь указаны наименование и содержание лекционных тем в соответствии с Учебной программой курса [5]. Каждая тема является основой вопросов в экзаменационном билете. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Основной объем информации по каждой теме содержится в учебниках по курсу [1-3]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература [4]. Для самоконтроля и приобретения навыков решения задач по отдельным разделам дисциплины в последнем разделе приведены контрольные вопросы и упражнения, которые являются основой подготовки к экзамену.

При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.
2. По учебникам [1-3] освоите каждый структурный элемент темы. Во всех темах указаны разделы и страницы учебника, содержащие данный материал.
3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.
4. Ответьте на контрольные вопросы и выполните рекомендованные упражнения. 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.

Данное учебно-методическое пособие может быть использовано при подготовке ответов на вопросы во время экзамена.

## Содержание курса

**Тема 1: Классификация запасов и ресурсов нефти и газа.** Российские классификации запасов и ресурсов нефти и газа. Зарубежные классификации запасов и ресурсов нефти и газа, их отличие от российских.

**Тема 2: Концентрация ресурсов. Распределение числа скоплений по классам крупности. Показатели качества запасов и ресурсов.** Распределение месторождений по классам крупности. Продуктивность залежей нефти и газа. Степень освоенности (выработанности) запасов. Степень освоенности НСР.

**Тема 3: Процесс освоения ресурсов – подготовка запасов.** Порядок открытия месторождений с разной величиной запасов. Динамика удельного прироста запасов в процессе освоения НСР. Динамика средних дебитов скважин новых месторождений в процессе перевода неразведанных ресурсов в запасы. Источники подготовки запасов.

**Тема 4: Освоение запасов – добыча.** Соотношение запасов и добычи. Максимальный уровень добычи. Период снижения уровня добычи. Темп отбора запасов.

**Тема 5: Достоверность оценок запасов и ресурсов.** Неполная подтверждаемость запасов. Подтверждение неразведанных ресурсов при проведении ГРП.

### Вопросы к экзамену по курсу «Введение в нефтегазовую ресурсологию»

1. Классификация запасов и ресурсов нефти и газа.
2. Концентрация ресурсов.
3. Распределение числа скоплений по классам крупности.
4. Показатели качества запасов и ресурсов.
5. Другие показатели качества запасов и ресурсов: продуктивность, степень освоенности, глубины залегания.
6. Степень освоенности и выработанности запасов.
7. Порядок открытия месторождений с разной величиной запасов.
8. Источники подготовки запасов.
9. Соотношение запасов и добычи.
10. Темп отбора запасов: период максимального уровня добычи и снижения темпов отбора.
11. Достоверность оценок запасов и ресурсов

### Рекомендуемая литература

1. Гутман, Игорь Соломонович. Методы подсчета запасов и оценки ресурсов нефти и газа : учебник для студентов образовательных организаций высшего образования, обучающихся по направлению подготовки бакалавриата и магистратуры в области "Нефтегазовое дело" и специальности "Прикладная геология" специализации "Геология нефти и газа" / И. С. Гутман. - Москва : Недра, 2017. - 366 с. : рис., схемы, табл. - Библиогр.: с. 362-364. - ISBN 978-5-8365-0475-5

**2. Ворожев, Евгений Сергеевич.** Геологоразведочные работы на нефть и газ : учебное пособие для студентов направления 130301 / Е. С. Ворожев ; Министерство образования и науки РФ, Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург : УГГУ, 2015. - 251 с. : ил. - Библиогр.: с. 248-250.

**3. Хафизов, Фаиз Закиевич.** Анализ запасов нефти : научное издание / Ф. З. Хафизов ; науч. ред. А. Э. Конторович ; Тюменский государственный нефтегазовый университет, Научно-аналитический центр им. В. И. Шпильмана. - 2-е изд., доп. - Тюмень : ТюмГНГУ, 2015. - 360 с. : ил. - Библиогр.: с. 343-356. - ISBN 978-5-9961-1022-3

4. Подсчет запасов и оценка ресурсов нефти и газа : лабораторный практикум / составители Н. М. Прилипко. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. — 43 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/111642.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5. Введение в нефтегазовую ресурсологию: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация «Геология месторождений нефти и газа».

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.16 ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ И ОЦЕНКА РЕСУРСОВ  
НЕФТИ И ГАЗА**

Специальность:

***21.05.02 Прикладная геология***

Специализация:

***Геология месторождений нефти и газа***

Автор: Рыльков С.А., к.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

(название кафедры)

Зав. кафедрой

  
(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 19.09.2024

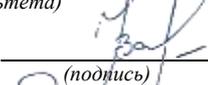
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

  
(подпись)

к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 11.10.2024

(Дата)

Екатеринбург

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Структура и примерный объем .....	3
2. Требования к оформлению (общие требования).....	4
2.1 Правила оформления наименований и нумерации структурных элементов, глав и параграфов.....	4
2.2 Правила оформления сокращений и аббревиатур .....	5
2.3 Правила оформления перечислений .....	5
2.4 Правила оформления рисунков .....	5
2.5 Правила оформления таблиц .....	7
2.6 Правила оформления примечаний и ссылок .....	9
2.7 Правила оформления списка использованных источников.....	9
2.8 Правила оформления приложений .....	11
Приложение. Образец оформления титульного листа .....	13

Курсовой проект по дисциплине «Подсчет запасов и оценка ресурсов нефти и газа» выполняется в рамках учебного плана специальности 21.05.02 Прикладная геология. Исходным материалом для него служат геологические материалы, привезенные студентом с места прохождения производственной практики.

Защита проходит в виде публичного выступления с презентацией. Презентация структурируется по раскрываемым вопросам и обязательно должна содержать иллюстративный материал.

## 1. Структура и примерный объем курсового проекта

Текст включает в себя:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- собственно содержательную часть;
- заключение;
- список литературы.

При необходимости работа сопровождается графическими и табличными рисунками и(или)приложениями.

**Реферат** в кратком виде отражает основное содержание проекта, и примерно выглядит следующим образом.

КП 30 с., 4 рис., 2 табл., 10 источников

ТАЛЬНИКОВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ, ТЮМЕНСКАЯ СВИТА, КОЛЛЕКТОР Ю<sub>2</sub>,  
... (8-12 ключевых слов)

Объект исследования – ...

Цель работы – ...

На основании рассмотрения ... установлено ...

Сделано заключение о ...

Собственно **содержательная часть**, как правило, имеет трехчленную структуру.

1. **Геологическая** характеристика объекта, выполненная в предельно сжатой форме в общепринятой последовательности: стратиграфия – тектоника – нефтегазоносность.

2. **Обоснование категоричности** запасов нефти и газа в скважинах

- состояние изученности вопроса (проблемы) – общее; для изучаемого объекта;

- результаты, полученные лично автором;

-обсуждение результатов.

3. Подсчет запасов нефти и растворенного газа.

4. **Резюме** (итоги) обычно оценивающее практическое значение полученных результатов.

В конце текста помещается список источников, которыми пользовался автор при составлении данного проекта. Источники располагаются в алфавитном порядке. Ссылки в тексте на источники указывают порядковым номером по списку источников, выделенным двумя квадратными скобками – например, [2]. Фондовые источники даются в конце списка и отмечаются буквой «ф», например [14 ф].

## 2. Требования к оформлению курсового проекта (общие требования)

Оформление курсового проекта осуществляется в соответствии с требованиями государственных стандартов и университета.

Курсовой проект выполняется печатным способом с использованием компьютера.

Каждая страница текста, включая иллюстрации и приложения, нумеруется арабскими цифрами, кроме титульного листа и содержания, по порядку без пропусков и повторений. Номера страниц проставляются, начиная с введения (третья страница), в центре нижней части листа без точки.

Текст работы следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, левое – 30 мм.

Рекомендуемым типом шрифта является TimesNewRoman, размер которого 14 pt (пунктов) (на рисунках и в таблицах допускается применение более мелкого размера шрифта, но не менее 10 pt).

Текст печатается через 1,5-ый интервал, красная строка – 1,25 см.

Цвет шрифта должен быть черным, необходимо соблюдать равномерную плотность, контрастность и четкость изображения по всей работе. Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах и формулах, применяя курсив, полужирный шрифт не применяется.

## **2.1 Правила оформления наименований и нумерации структурных элементов, глав и параграфов**

Текст курсового проекта должен включать следующие структурные элементы: титульный лист, содержание, введение, основной текст, заключение, приложения (является дополнительным элементом). Основной текст может быть разделен на разделы и параграфы.

Каждый структурный элемент работы (титульный лист, содержание, введение, заключение, приложение) и разделы необходимо начинать с новой страницы. Следующий параграф внутри одного раздела начинается через 2 межстрочных интервала на том же листе, где закончился предыдущий.

Расстояние между заголовком структурного элемента и текстом, заголовками главы и параграфа, заголовком параграфа и текстом составляет 2 межстрочных интервала.

Наименования структурных элементов письменной работы («СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «ПРИЛОЖЕНИЕ») служат заголовками структурных элементов. Данные наименования пишутся по центру страницы без точки в конце прописными (заглавными) буквами, не подчеркивая.

Разделы, параграфы должны иметь заголовки. Их следует нумеровать арабскими цифрами и записывать по центру страницы прописными (заглавными) буквами без точки в конце, не подчеркивая. Номер раздела указывается цифрой (например, 1, 2, 3), номер параграфа включает номер раздела и порядковый номер параграфа, разделенные точкой (например, 1.1, 2.1, 3.3). После номера раздела и параграфа в тексте точку не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Переносы слов в заголовках не допускаются. Не допускается писать заголовок параграфа на одном листе, а его текст – на другом.

В содержании работы наименования структурных элементов указываются с левого края страницы, при этом первая буква наименования является прописной (заглавной), остальные буквы являются строчными, например:

Введение

1 Краткая характеристика организации – места прохождения практики

2 Практический раздел – выполненные работы

Заключение

Приложения

## 2.2 Правила оформления сокращений и аббревиатур

Сокращение русских слов и словосочетаний допускается при условии соблюдения требований ГОСТ 7.12–93 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила».

В тексте письменной работы допускаются общепринятые сокращения и аббревиатуры, установленные правилами орфографии и соответствующими нормативными документами, например: год – г., годы – гг., и так далее – и т. д., метр – м, тысяч – тыс., миллион – млн, миллиард – млрд, триллион – трлн, страница – с., Российская Федерация – РФ, общество с ограниченной ответственностью – ООО.

При использовании авторской аббревиатуры необходимо при первом ее упоминании дать полную расшифровку, например: «... Уральский государственный горный университет (далее – УГГУ)...».

Не допускается использование сокращений и аббревиатур в заголовках письменной работы, глав и параграфов.

## 2.3 Правила оформления перечислений

При необходимости в тексте работы могут быть приведены перечисления. Перед каждым элементом перечисления следует ставить дефис (иные маркеры не допустимы). Например:

- «...заключение содержит:
- краткие выводы;
  - оценку решений;
  - разработку рекомендаций.»

При необходимости ссылки в тексте работы на один из элементов перечисления вместо дефиса ставятся строчные буквы в порядке русского алфавита, начиная с буквы а (за исключением букв ё, з, й, о, ч, ь, ы, ь). Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа. Например:

- а) ...;
- б) ...;
- 1) ...;
- 2) ...;
- в) ...

## 2.4 Правила оформления рисунков

В письменной работе для наглядности, уменьшения физического объема сплошного текста следует использовать иллюстрации – графики, схемы, диаграммы, чертежи, рисунки и фотографии. Все иллюстрации именуется рисунками. Их количество зависит от содержания работы и должно быть достаточно для того, чтобы придать ей ясность и конкретность.

На все рисунки должны быть даны ссылки в тексте работы, например: «... в соответствии с рисунком 2 ...» или «... тенденцию к снижению (рисунок 2)».

Рисунки следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые (при наличии достаточного пространства для помещения рисунка со всеми поясняющими данными), или на следующей странице. Если рисунок достаточно велик, его можно размещать на отдельном листе. Допускается поворот рисунка по часовой стрелке (если он выполнен на отдельном листе). Рисунки, размеры которых больше формата А4, учитывают как одну страницу и помещают в приложении.

Рисунки, за исключением рисунков в приложениях, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией по всей работе. Каждый рисунок (схема, график, диаграмма) обозначается словом «Рисунок», должен иметь заголовок и подписываться следующим образом – посередине строки без абзацного отступа, например:



Рисунок 1 – Структура администрации организации

Если на рисунке отражены показатели, то после заголовка рисунка через запятую указывается единица измерения, например:

Рисунок 1 – Структура добычи, %

Рисунки каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения (например, рисунок А.3).

Если рисунок взят из первичного источника без авторской переработки, следует сделать ссылку, например:

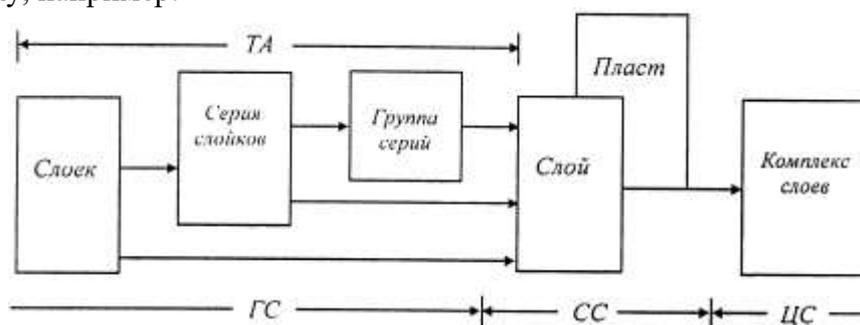


Рисунок 1 - Схема соотношения и соподчиненности слоевых элементов низших рангов в осадочных толщах[8, с. 46]

Если рисунок является авторской разработкой, необходимо после заголовка рисунка поставить знак сноски и указать в форме подстрочной сноски внизу страницы, на основании каких источников он составлен, например:

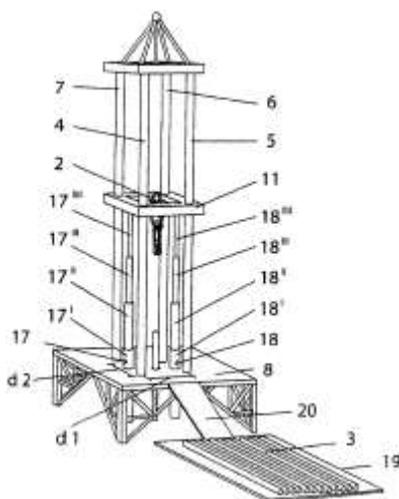


Рисунок 2 – Буровая установка,.....<sup>1</sup>

При необходимости между рисунком и его заголовком помещаются поясняющие данные (подрисуночный текст), например, легенда.

## 2.5 Правила оформления таблиц

В письменной работе фактический материал в обобщенном и систематизированном виде может быть представлен в виде таблицы для наглядности и удобства сравнения показателей.

На все таблицы должны быть ссылки в работе. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера, например: «...в таблице 2 представлены ...» или «... характеризуется показателями (таблица 2)».

Таблицу следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

Таблицы, за исключением таблиц в приложениях, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией по всей работе. Каждая таблица должна иметь заголовок, который должен отражать ее содержание, быть точным, кратким. Заголовок таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире, например:

Таблица 3 – Количество тонн бокситов, добытого шахтами Свердловской области

Наименование организации	2017	2018
ПАО «Бокситы Севера»	58	59
Березниковская шахта	29	51

Если таблица взята из первичного источника без авторской переработки, следует сделать ссылку, например:

Таблица 2 – Динамика основных показателей развития шахтного строительства в России за 2015–2018 гг. [15, с. 35]

<sup>1</sup> Составлено автором по: [15, 23, 42].

	2015	2016	2017	2018
Объем строительства, млрд. руб.				
.....				

Если таблица является авторской разработкой, необходимо после заголовка таблицы поставить знак сноски и указать в форме подстрочной сноски внизу страницы, на основании каких источников она составлена, например:

Таблица 3 – Количество оборудования<sup>1</sup>

Вид оборудования	2016	2017
Буровая машина	3	5
.....	3	7

Располагают таблицы на странице обычно вертикально. Помещенные на отдельной странице таблицы могут быть расположены горизонтально, причем графа с наименованиями показателей должна размещаться в левой части страницы. Слева, справа и снизу таблицы ограничивают линиями.

Таблицу с большим числом строк допускается переносить на другую страницу. При переносе части таблицы на другую страницу слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы. На странице, на которую перенесена часть таблицы, слева пишут «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы» с указанием номера таблицы и повторением шапки таблицы.

Если таблица переносится, то на странице, где помещена первая часть таблицы, нижняя ограничительная линия таблицы не проводится. Это же относится к странице (страницам), где помещено продолжение (продолжения) таблицы. Нижняя ограничительная линия таблицы проводится только на странице, где помещено окончание таблицы.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Примечания к таблице (подтабличные примечания) размещают непосредственно под таблицей в виде: а) общего примечания; б) сноски; в) отдельной графы или табличной строки с заголовком. Выделять примечание в отдельную графу или строку целесообразно лишь тогда, когда примечание относится к большинству строк или граф. Примечания к отдельным заголовкам граф или строк следует связывать с ними знаком сноски. Общее примечание ко всей таблице не связывают с ней знаком сноски, а помещают после заголовка «Примечание» или «Примечания», оформляют как внутритекстовое примечание.

Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте работы, но не менее 10 pt.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице измерения, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа. Если показатели таблицы выражены в разных единицах измерения, то обозначение единицы

<sup>1</sup> Составлено автором по: [2, 7, 10]

измерения указывается после наименования показателя через запятую. Допускается при необходимости выносить в отдельную графу обозначения единиц измерения.

Текст, повторяющийся в строках одной и той же графы и состоящий из одиночных слов, чередующихся с цифрами, заменяют кавычками. Если повторяющийся текст состоит из двух или более слов, то при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее – кавычками. Если предыдущая фраза является частью последующей, то допускается заменить ее словами «То же» и добавить дополнительные сведения. При наличии горизонтальных линий текст необходимо повторять. Если в ячейке таблицы приведен текст из нескольких предложений, то в последнем предложении точка не ставится.

Заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначения нормативных материалов, марок материалов не допускается.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире). Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим, если они относятся к одному показателю. В одной графе должно быть соблюдено, как правило, одинаковое количество десятичных знаков для всех значений величин.

Если таблицы размещены в приложении, их нумерация имеет определенные особенности. Таблицы каждого приложения нумеруют отдельной нумерацией арабскими цифрами. При этом перед цифрой, обозначающей номер таблицы в приложении, ставится буква соответствующего приложения, например:

Таблица В.1.– Динамика показателей за 2016–2017 гг.

Если в документе одна таблица, то она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица В.1», если она приведена в приложении (допустим, В).

## **2.6 Правила оформления примечаний и ссылок**

При необходимости пояснить содержание текста, таблицы или иллюстрации в работе следует помещать примечания. Их размещают непосредственно в конце страницы, таблицы, иллюстрации, к которым они относятся, и печатают с прописной буквы с абзацного отступа после слова «Примечание» или «Примечания». Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и примечание печатается с прописной буквы. Одно примечание не нумеруют. Если их несколько, то после слова «Примечания» ставят двоеточие и каждое примечание печатают с прописной буквы с новой строки с абзацного отступа, нумеруя их по порядку арабскими цифрами.

Цитаты, а также все заимствования из печати данные (нормативы, цифры и др.) должны иметь библиографическую ссылку на первичный источник. Ссылка ставится непосредственно после того слова, числа, предложения, по которому дается пояснение, в квадратных скобках. В квадратных скобках указывается порядковый номер источника в соответствии со списком использованных источников и номер страницы, с которой взята информация, например: [4, с. 32]. Это значит, использован четвертый источник из списка литературы со страницы 32. Если дается свободный пересказ принципиальных положений тех или иных авторов, то достаточно указать в скобках после изложения заимствованных положений номер источника по списку использованной литературы без указания номера страницы.

## **2.7 Правила оформления списка использованных источников**

Оформлению списка использованных источников, прилагаемого к отчету, следует уделять самое серьезное внимание.

Сведения об источниках приводятся в следующем порядке:

1) **нормативные правовые акты:** Нормативные правовые акты включаются в список в порядке убывания юридической силы в следующей очередности: международные нормативные правовые акты, Конституция Российской Федерации, федеральные конституционные законы, федеральные законы, акты Конституционного Суда Российской Федерации, решения других высших судебных органов, указы Президента Российской Федерации, постановления Правительства Российской Федерации, нормативные правовые акты федеральных органов исполнительной власти, законы субъектов Российской Федерации, подзаконные акты субъектов Российской Федерации, муниципальные правовые акты, акты организаций.

Нормативные правовые акты одного уровня располагаются в хронологическом порядке, от принятых в более ранние периоды к принятым в более поздние периоды.

Примеры оформления нормативных правовых актов и судебной практики:

1. Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов власти субъектов Российской Федерации [Текст]: Федеральный закон от 06.10.1999 г. № 184-ФЗ // Собрание законодательства РФ. - 1999. - № 43.

2. О порядке разработки и утверждения административных регламентов исполнения государственных функций (предоставления государственных услуг) [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 11.11.2005 г. № 679. - Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

3. О практике применения судами Закона Российской Федерации «О средствах массовой информации» [Электронный ресурс]: Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 15.06.2010 № 16. - Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

4. Определение судебной коллегии по гражданским делам Верховного Суда Российской Федерации по иску Цирихова // Бюллетень Верховного Суда Российской Федерации. -1994. -№9. - С. 1-3.

2) **книги, статьи, материалы конференций и семинаров.** Располагаются по алфавиту фамилии автора или названию, если книга печатается под редакцией. Например:

5. Абрамова, А.А. Трудовое законодательство и права женщин [Текст] / А.А.Абрамова // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 11, Право. - 2001. - № 5. - С. 23–25.

6. Витрянский, В.В. Договор банковского счета [Текст] / В.В. Витрянский // Хозяйство и право.- 2006.- № 4.- С. 19 – 25.

7. Двинянинова, Г.С. Комплимент: Коммуникативный статус или стратегия в дискурсе [Текст] / Г.С. Двинянинова // Социальная власть языка: сб. науч. тр. / Воронеж.межрегион. ин-т обществ. наук, Воронеж. гос. ун-т, Фак. романо-герман. истории. - Воронеж, 2001. - С. 101–106.

8. История России [Текст]: учеб.пособие для студентов всех специальностей / В.Н. Быков [и др.]; отв. ред. В.Н. Сухов; М-во образования Рос. Федерации, С.-Петерб. гос. лесотехн. акад. - 2-е изд., перераб. и доп. / при участии Т.А. Суховой. - СПб.: СПбЛТА, 2001. - 231 с.

9. Трудовое право России [Текст]: учебник / Под ред. Л.А.Сыроватской. - М.: Юристъ, 2006. - 280 с.

10. Семенов, В.В. Философия: итог тысячелетий. Философская психология [Текст] / В.В. Семенов; Рос.акад. наук, Пушчин. науч. центр, Ин-т биофизики клетки, Акад. проблем сохранения жизни. - Пушкино: ПНЦ РАН, 2000. - 64 с.

11. Черткова, Е.Л. Утопия как способ постижения социальной действительности [Электронный ресурс] / Е.Л. Черткова // Социемы: журнал Уральского гос. ун-та. - 2002. - № 8. – Режим доступа: <http://www2/usu.ru/philosoph/chertkova>.

12. Юридический советник [Электронный ресурс]. - 1 электрон.опт. диск (CD-ROM) : зв., цв. ; 12 см. - Прил.: Справочник пользователя [Текст] / сост. В.А. Быков. - 32 с.;

3) **статистические сборники, инструктивные материалы, методические рекомендации, реферативная информация, нормативно-справочные материалы.** Располагаются по алфавиту. Например:

13. Временные методические рекомендации по вопросам реструктуризации бюджетной сферы и повышения эффективности расходов региональных и местных бюджетов (Краткая концепция реструктуризации государственного и муниципального сектора и повышения эффективности бюджетных расходов на региональном и местном уровнях) [Текст]. - М.: ИЭПП, 2006. - 67 с.

14. Свердловская область в 1992-1996 годах [Текст]: Стат. сб. / Свердлов. обл. комитет гос. статистики Госкомстата РФ. - Екатеринбург, 1997. - 115 с.

15. Социальное положение и уровень жизни населения России в 2010 г. [Текст]: Стат. сб. / Росстат. - М., 2002. - 320 с.

16. Социально-экономическое положение федеральных округов в 2010 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>

4) **книги и статьи на иностранных языках** в алфавитном порядке. Например:

17. An Interview with Douglass C. North [Text] // The Newsletter of The Cliometric Society. - 1993. - Vol. 8. - N 3. - P. 23–28.

18. Burkhead, J. The Budget and Democratic Government [Text] / Lyden F.J., Miller E.G. (Eds.) / Planning, Programming, Budgeting. Markham : Chicago, 1972. 218 p.

19. Miller, D. Strategy Making and Structure: Analysis and Implications for Performance [Text] // Academy of Management Journal. - 1987. - Vol. 30. - N 1. - P. 45–51;

20. Marry S.E. Legal Pluralism. – Law and Society Review. Vol 22.- 1998.- №5.- p. 22-27

5) **интернет-сайты.** Например:

21. Министерство финансов Российской Федерации: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.minfin.ru>

22. Российская книжная палата: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.bookchamber.ru>

В списке использованных источников применяется сквозная нумерация с применением арабского алфавита. Все объекты печатаются единым списком, группы объектов не выделяются, источники печатаются с абзацного отступа.

Объекты описания списка должны быть обозначены терминами в квадратных скобках<sup>2</sup>:

- [Видеозапись];
- [Мультимедиа];
- [Текст];
- [Электронный ресурс].

При занесении источников в список литературы следует придерживаться установленных правил их библиографического описания.

## **2.8 Правила оформления приложений**

В приложения рекомендовано включать материалы, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в основную часть: материалы, дополняющие работу; таблицы вспомогательных цифровых данных; инструкции, методики, описания алгоритмов и программ задач, иллюстрации вспомогательного характера; нормативные

---

<sup>2</sup> Полный перечень см. в: Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления [Текст]: ГОСТ 7.1-2003.

правовые акты, например, должностные инструкции. В приложения также включают иллюстрации, таблицы и распечатки, выполненные на листах формата А3.

Приложения оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах после списка использованных источников.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь (ПРИЛОЖЕНИЕ А, ПРИЛОЖЕНИЕ Б, ПРИЛОЖЕНИЕ В и т.д.). Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O. В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Само слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» пишется прописными (заглавными) буквами.

Если в работе одно приложение, оно обозначается «ПРИЛОЖЕНИЕ А».

Каждое приложение следует начинать с новой страницы. При этом слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» и его буквенное обозначение пишутся с абзацного отступа.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают на следующей строке после слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» с абзацного отступа. Заголовок пишется с прописной буквы.

В тексте работы на все приложения должны быть даны ссылки, например: «... в приложении Б...». Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте работы.

Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Образец оформления титульного листа курсовой работы



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный горный университет»  
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)  
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**  
**по дисциплине Б1.В.16 – «Подсчет запасов и оценка ресурсов**  
**нефти и газа» на тему: Постановка разведочного бурения на северо-**  
**западном участке Восточно-Сургутского месторождения**  
**(Западная Сибирь), оценка и подсчет запасов пласта**

Направление: 21.05.02  
*ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ*

Специализация:  
*ГЕОЛОГИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ*  
*НЕФТИ И ГАЗА*

Студент: Христофоров В.Б.  
Группа: ГН-22

Руководитель курсового проекта:  
Рыльков С.А.

Оценка \_\_\_\_\_

Подпись \_\_\_\_\_

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.16 ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ И ОЦЕНКА РЕСУРСОВ  
НЕФТИ И ГАЗА**

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация:

**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Рыльков С.А., к.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

\_\_\_\_\_  
(название кафедры)

Зав. кафедрой

  
(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 11.09.2024

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

\_\_\_\_\_  
(название факультета)

Председатель

  
(подпись)

к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 11.10.2024

(Дата)

Екатеринбург

## Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Подсчет запасов и оценка ресурсов нефти и газа» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях:

- ✓ выполнение домашних заданий;
- ✓ освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую программу дисциплины [4];
- ✓ подготовка к экзамену;

Самостоятельная работа студентов направлена на развитие интеллектуальных умений, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по вопросам подсчета запасов нефти и газа;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

Данные методические указания предназначены для организации самостоятельной работы студентов при освоении отдельных тем дисциплины.

### Методические указания к самостоятельной работе студента

В данном пособии приведена развернутая программа дисциплины «Подсчет запасов и оценка ресурсов нефти и газа». Здесь указаны наименование и содержание лекционных тем в соответствии с Рабочей программой дисциплины [4]. Каждая тема является основой вопросов в экзаменационном билете. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Основной объем информации по каждой теме содержится в учебнике по курсу [1]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература [2, 3, 4]. Для самоконтроля и приобретения навыков решения задач по отдельным разделам дисциплины в последнем разделе приведены контрольные вопросы и упражнения, которые являются основой подготовки к экзамену.

При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.
2. По учебнику [1] освойте каждый структурный элемент темы. Во всех темах указаны разделы и страницы учебника, содержащие данный материал.
3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.
4. Ответьте на контрольные вопросы и выполните рекомендованные упражнения. 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.

Данное учебно-методическое пособие может быть использовано при подготовке ответов на вопросы во время экзамена.

## Содержание курса

### Тема 1. Запасы и ресурсы

Основные положения классификации запасов месторождений, перспективных прогнозных ресурсов нефти и горючих газов. Категории запасов, перспективных прогнозных ресурсов. Группы запасов нефти и газа. Определение подготовленности месторождений (залежей) для промышленного освоения [1], с. 5-42.

*Дополнительная литература:* [2, 3, 4].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Перечислите категории запасов, перспективных прогнозных ресурсов нефти и газа.
2. Назовите группы запасов нефти и газа.
3. Как определяется готовность месторождения к промышленному освоению?
4. Каким образом оцениваются перспективные и прогнозные ресурсы нефти и газа?

### Тема 2. Стадийность геологоразведочных работ

Региональный этап. Поисково-оценочный этап. Разведочный этап [1], 20.

*Дополнительная литература:* [2, 3, 4].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. С какой целью производится деление геологоразведочного процесса на этапы и стадии?
2. Назовите объекты проведения работ на стадии прогноза нефтегазоносности регионального этапа.
3. Перечислите объекты исследования на стадии выявления объектов поискового бурения поисково-оценочного этапа.
4. Назовите объекты проведения работ на стадии поиска и оценки месторождений (залежей) поисково-оценочного этапа.
5. Сформулируйте основные цели проведения поисково-оценочных работ на различных стадиях

### Тема 3. Подсчет запасов.

Подсчет запасов объемным методом. Подсчет запасов свободного газа по падению давления. Подсчет запасов растворенных в нефти газа, конденсата, этана, пропана, бутанов и других полезных компонентов. Метод материального баланса [1], 25-43.

*Дополнительная литература:* [2, 3, 4].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Какие категории относятся к запасам, а какие — к ресурсам?
2. В чем состоит отличие геологических запасов от извлекаемых?
3. На основе какой карты составляется подсчетный план?
4. Какие данные необходимо нанести на подсчетный план при пересчете запасов?
5. В чем заключается сущность объемного метода подсчета запасов нефти и свободного газа?
6. В чем заключается сущность подсчета запасов нефти и свободного газа по завершении стадии поиска и оценки в залежах различного типа?

7. Назовите особенности подсчета запасов нефти и свободного газа в сложнопостроенных коллекторах.

#### **Тема 4. Определение параметров подсчета**

Понятия о среднем значении. Геометризация залежей нефти и газа. Определение коэффициента пустотности коллектора (пористости, кавернозности, трещиноватости, Кп, Ккав, Ктр). Определение коэффициентов нефтегазонасыщенности. Определение объемного коэффициента пластового флюида. Определение коэффициента сжимаемости газа. Применение компьютерной техники при геометризации объектов подсчета запасов и обработки остальных параметров подсчета [1], 44-67.

*Дополнительная литература:* [2, 3, 4].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Каким образом оценивается характер насыщенности поданным анализа градиентов давления?
2. Какие петрофизические зависимости применяются для определения коэффициентов пористости.
3. Назовите методы определения коэффициентов нефтегазонасыщенности по данным исследования керна
4. Какие методы ГИС используются при определении нефтегазонасыщенности?
5. Какими методами ГИС определяется проницаемость? Каким образом определяется проницаемость по результатам испытаний?
6. Перечислите физико-химические свойства нефтей. Как определяются физико-химические свойства и параметры нефти?
7. В чем сущность методики построения карт коэффициентов пористости и нефтегазонасыщенности? Назовите компьютерные комплексы, которые могут быть использованы для создания геологических моделей залежей.

#### **Тема 5. Общие требования к материалам подсчета**[1], 67-69.

*Дополнительная литература:* [2, 3, 4].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. На основании каких документов и параметров производится учет запасов нефти и газа?
2. Какие части включают в себя материалы по подсчету запасов?

### **Вопросы**

к экзамену по курсу  
«Подсчет запасов нефти и газа»

1. Подсчет запасов свободного газа по падению давления.
2. Применение компьютерных технологий при геометризации объектов подсчета запасов и обработки остальных параметров подсчета.
3. Основные параметры подсчета запасов (объем залежи).
4. Определение коэффициентов нефтегазонасыщенности по данным керна.
5. Новая классификация запасов и ресурсов (2005 г.).
6. Определение параметров подсчета (понятие о среднем значении).
7. Стадийность геологоразведочных работ. Разведочный этап.
8. Определение коэффициента пустотности коллектора по данным анализа керна.
9. Основные параметры подсчета запасов (коэффициент нефтенасыщенности).
10. Определение объемного коэффициента пластового флюида.
11. Стадийность геологоразведочных работ. Региональный этап.
12. Цель геометризации залежей нефти и газа. Принцип геометризации.

31. Последовательность подсчета запасов объемным методом. Выделение пород-коллекторов.
14. Определение коэффициента пустотности коллектора по данным ГИС.
15. Общие моменты различия между классификацией запасов и ресурсов углеводородов России (1983 г.) и «Временной классификацией» (2001 г.).
16. Метод материального баланса.
17. Основные параметры подсчета (коэффициент пористости).
18. Определение коэффициентов нефтегазонасыщенности по диаграммам ГИС.
19. Стадийность геологоразведочных работ. Поисково-оценочный этап.
20. Цель геометризации залежей нефти и газа. Принцип геометризации для литологически ограниченных залежей.
21. Характеристика «Временной классификации запасов месторождений, перспективных и прогнозных ресурсов нефти и горючих газов».
22. Подсчет запасов растворенных в нефти газа, конденсата, этана, пропана, бутанов и других полезных компонентов.
23. Коэффициент извлечения нефти и газа.
24. Определение объемного коэффициента сжимаемости газа.

### **Рекомендуемая литература**

1. Подсчет запасов нефти, газа, конденсата: учебное пособие. / С. А. Рыльков, Е. С. Ворожев Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2020. 78 с.
2. Подсчет запасов и оценка ресурсов нефти и газа : лабораторный практикум / составители Н. М. Прилипко. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. — 43 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/111642.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
3. Подсчет запасов нефти, газа, конденсата и содержащихся в них компонентов [Текст] : справочник / И. Д. Амелин [и др.] ; под ред.: В. В. Стасенкова, И. С. Гутмана. - Москва: Недра, 1989. - 270 с. : ил. - Библиогр.: с. 262-263. - Предм. указ.: с. 264-267.
4. Подсчет запасов и оценка ресурсов нефти и газа: рабочая программа по дисциплине для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация Геология месторождений нефти и газа.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### Б1.В.17 МИГРАЦИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ И ДЕГАЗАЦИЯ ЗЕМЛИ

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация:

**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Мухаметшин Р.З., д.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

(название кафедры)

Зав. кафедрой

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 11.09.2024

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 11.10.2024

(Дата)

Екатеринбург

## Введение

Учебным планом специальности 21.05.02 Прикладная геология по дисциплине «Миграция углеводородов и дегазация Земли» предусматривается написание контрольной работы на тему «Анализ проблематики гипотез формирования местоскоплений углеводородов». Это самостоятельный труд студента, который способствует углублённому изучению пройденного материала.

Задания контрольной работы направлены на оценку уровня умений и навыков, формирующих компетенции:

*профессиональные*

- способен использовать теоретические знания при выполнении производственных, технологических и инженерных исследований в соответствии со специализацией (ПК-1.1).

**Результат изучения дисциплины:**

*Знать:*

– основные этапы миграции (перемещения) подвижных флюидов в исходных и конечных вместилищах. Иметь представления о первичной (исходной) и вторичной миграциях углеводородов;

– основные современные позиции о глубинных флюидах как продуцентах дегазации Земли. Выработать собственный взгляд на соотношение углеводородов органического и неорганического происхождения.

*Уметь:*

– выделять пути вторичной миграции углеводородных флюидов, с учетом структурно-тектонических, стратиграфических несогласий и литологических неоднородностей в пределах изучаемого объекта

– различать латеральную, вертикальную восходящую и вертикальную нисходящую миграции флюидов;

– различать геодинамическую составляющую во вторичной миграции углеводородов.

*Владеть:*

– современными представлениями о соотношении взглядов на природу и значимость процессов перемещения углеводородных флюидов в рамках оптической и неорганической концепций;

– навыками для разграничения внутрирезервуарной миграции углеводородов от внерезервуарной.

**Цель выполняемой работы:** получить специальные знания по заданной теме.

**Основные задачи выполняемой работы:**

- 1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;
- 2) выработка навыков самостоятельной работы;
- 3) оценка уровня подготовленности студента к будущей практической работе.

### Задания к контрольной работе

Проработав современные статьи о проблемах миграции углеводородов и дегазации Земли, провести анализ гипотез формирования местоскоплений углеводородов, приведя аргументы «за» и «против» сторонников основных гипотез.

Контрольная работа излагается логически последовательно, грамотно и разборчиво. Она обязательно должна иметь титульный лист. Он содержит название высшего учебного

заведения, название темы, фамилию, инициалы, учёное звание и степень научного руководителя, фамилию, инициалы автора, номер группы.

На следующем листе приводится содержание контрольной работы. Оно включает в себя: введение, название вопросов, заключение, список литературы.

Введение должно быть кратким, не более 0,5 страницы. В нём необходимо отметить актуальность темы, степень ее научной разработанности, предмет исследования, цель и задачи, которые ставятся в работе. Изложение вопроса необходимо начать с написания заголовка, который должен отражать содержание текста. Заголовки от текста следует отделять интервалами.

Каждый новый смысловой абзац необходимо начинать с красной строки. Закончить изложение вопроса следует выводами, итогом по содержанию данного раздела.

Страницы контрольной работы должны иметь нумерацию (сквозной). Номер страницы ставится вверху в правом углу. На титульном листе номер страницы не ставится. Оптимальный объём контрольной работы до 10 страниц машинописного текста (размер шрифта 14) через полуторный интервал на стандартных листах формата А-4, поля: верхнее –20 мм, нижнее –20 мм, левое –25мм, правое –10мм.

В тексте контрольной работы не допускается произвольное сокращение слов (кроме общепринятых).

### **Порядок выполнения контрольной работы**

Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций прочитанных ранее. Приступать к выполнению работы без изучения основных положений и понятий науки, не следует, так как в этом случае студент, как правило, плохо ориентируется в материале, не может отграничить смежные вопросы и сосредоточить внимание на основных, первостепенных проблемах рассматриваемой темы.

После выбора темы необходимо внимательно изучить методические рекомендации по подготовке контрольной работы, составить план работы, который должен включать основные вопросы, охватывающие в целом всю прорабатываемую тему.

Результат выполнения контрольной работы представляет собой решение задачи, выполненное в рукописном варианте, согласно представленному в задании плану.

Текст работы должен демонстрировать:

- знакомство автора механизмом миграции углеводов;
- умение оценивать основные пути миграции углеводов;
- владение навыками оценки гипотез формирования углеводов и их путей миграции.;
- приемлемый уровень языковой грамотности, включая владение функциональным стилем научного изложения.

Общий объём контрольной работы не должен превышать 3-5 страниц.

### **Оценивание результатов контрольной работы**

Оценивание результатов контрольной работы должно быть проведено до начала промежуточной аттестации и проводится традиционной четырехбалльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Решение об оценке контрольной работы принимается по результатам проверки предъявленной работы и ответов студента на вопросы в случае неполного ее выполнения.

<i>Критерии оценки контрольной работы</i>	<i>Количество баллов</i>
---	--------------------------

Правильность определения ключевых вопросов проблематики гипотез	0-8
Полнота аргументации разных точек зрения на проблему	0-8
Полнота и правильность выводов по работе	0-4
Итого	0-20

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И. о. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.17 МИГРАЦИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ И ДЕГАЗАЦИЯ  
ЗЕМЛИ**

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация:

**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Мухаметшин Р.З., д.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

(название кафедры)  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.  
(Фамилия И.О.)  
Протокол № 1 от 11.09.2024  
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики  
(название факультета)  
Председатель \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.  
(Фамилия И.О.)  
Протокол № 2 от 11.10.2024  
(Дата)

Екатеринбург

## Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Миграция углеводов и дегазация Земли» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях:

- ✓ выполнение домашних заданий;
- ✓ освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую программу дисциплины [4];
- ✓ подготовка к экзамену;

Самостоятельная работа студентов направлена на развитие интеллектуальных умений, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по вопросам механизмов миграции углеводов;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

Данные методические указания предназначены для организации самостоятельной работы студентов при освоении отдельных тем дисциплины.

### Методические указания к самостоятельной работе студента

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Миграция углеводов и дегазация Земли». Здесь указаны наименование и содержание лекционных тем в соответствии с рабочей программой дисциплины [4]. Каждая тема является основой вопросов в экзаменационном билете. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Основной объем информации по каждой теме содержится в учебнике по курсу [1]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература [2, 3]. Для самоконтроля и приобретения навыков решения задач по отдельным разделам дисциплины в последнем разделе приведены контрольные вопросы и упражнения, которые являются основой подготовки к экзамену.

При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.
2. По учебному пособию [1] освоите каждый структурный элемент темы. Во всех темах указаны разделы и страницы учебника, содержащие данный материал.
3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.
4. Ответьте на контрольные вопросы и выполните рекомендованные упражнения. 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.

Данное учебно-методическое пособие может быть использовано при подготовке ответов на вопросы во время экзамена.

## Содержание курса

### **Тема 1: Виды миграции флюидов в недрах. Первичная миграция. [1, 4]**

Процессы перемещения (миграции) подвижных веществ (флюидов) в верхних слоях земной коры. Первичная миграция углеводородов из материнских пород, их растворимость, переход в водные молекулярные растворы; перемещение собственно жидкой фазы; диффузия во вмещающих однородных породах и дифференциал на границе сред с разной проницаемостью.

*Дополнительная литература:* [2, 3, 5].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Формы миграции углеводородных флюидов
2. Первичная миграция
3. Механизм и движущая сила первичной миграции
4. Геологические и геохимические аспекты первичной миграции

### **Тема 2: Вторичная миграция и регулирующие ее факторы.**

Вторичная миграция: перемещение флюидов из материнских пород в породы-коллекторы. Факторы, обуславливающие вторичную миграцию: гравитационный, гидравлический, воздействие капиллярных сил, диффузионный. Интеграционный региональный флюидодинамический режим формирования нефтегазовых залежей.

*Дополнительная литература:* [2, 3, 5].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Вторичная миграция
2. Движущие силы вторичной миграции
3. Направленность изменения состава нефти и газа в процессе миграции

### **Тема 3: Дегазация Земли: практические сведения и возможности реализации в нефтегазовом потенциале.**

«Водородное дыхание Земли», его связь с зонами рифтогенеза, тектоническими разломами, «подпитка» при землетрясениях. Масштабы флюидомиграции углеводородов в атмосферу. Подпитка известных месторождений нефти и газа подводящими каналами.

*Дополнительная литература:* [2, 3, 5].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Связь дегазации Земли и генезиса углеводородов
2. Масштабы дегазации
3. Происхождение нефти и газа
4. Возобновляемость ресурсов нефти

### **Тема 4: Антагонизм и(или) синтез в проблематике формирования местоскоплений нефти и газа.**

Органическая и неорганическая (биогенная и абиогенная) концепции формирования местоскоплений углеводородов. Их сущностный антагонизм и возможности синтеза. Латеральная и вертикальная (восходящая и нисходящая) миграция флюидов; внутри- и внерезервуарная миграции. Флюидодинамическая модель Б.А. Соколова как возможный синергетический ответ на многие вопросы.

*Дополнительная литература:* [2, 3, 5].

### **Контрольные вопросы и упражнения:**

1. Суть органической концепции формирования местоскопления углеводородов.
2. Суть неорганической концепции формирования местоскопления углеводородов.
3. В чем суть флюидодинамической модели Б.А. Соколова?

### **Вопросы**

#### **к экзамену по курсу «Миграция углеводородов и дегазация Земли»**

1. Формы миграции углеводородных флюидов
2. Первичная миграция
3. Механизм и движущая сила первичной миграции
4. Геологические и геохимические аспекты первичной миграции
5. Вторичная миграция
6. Движущие силы вторичной миграции
7. Третичная миграция
8. Основные причины третичной миграции
9. Новейшие представления о движущих силах вторичной и третичной миграции – силы межфазовых взаимодействий
10. Направленность изменения состава нефти и газа в процессе миграции
11. Доказательства глубинного происхождения углеводородов
12. Связь дегазации Земли и генезиса углеводородов
13. Масштабы дегазации
14. Происхождение нефти и газа
15. Возобновляемость ресурсов нефти.

### **Рекомендуемая литература**

1. Петров, Н.А. Влияние макромира на процессы в нефтегазовых месторождениях / Н.А. Петров // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». — 2015. — № 3. — С. 208-236. — ISSN 1813-503X. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/298793>— Режим доступа:
2. Кожевникова, Е.Е. Проблемы миграции углеводородов из нефтематеринских свит / Е.Е. Кожевникова, Т.В. Карасева // Нефтегазовое дело. — 2014. — № 1. — С. 25-29. — ISSN 2073-0128. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/298743> Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/journalArticle/305036/#1>
- 3 **Тетельмин В.В.** Нефтегазовое дело. Полный курс [Текст] : [учебное пособие] / В. В. Тетельмин, В. А. Язев. - 2-е изд. - Долгопрудный : Издательский Дом "Интеллект", 2014. - 800 с. : рис., табл. - (Нефтегазовая инженерия). - Библиогр.: с. 794-799. - ISBN 978-5-91559-063-8
4. Миграция углеводородов и дегазация Земли: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация Геология нефти и газа.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.18 НЕФТЕГАЗОНОСНЫЕ ПРОВИНЦИИ РОССИИ  
И ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН**

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация:

**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Устьянцева Н.В.

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

(название кафедры)  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.  
(Фамилия И.О.)  
Протокол № 1 от 11.09.2024  
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики  
(название факультета)  
Председатель \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.  
(Фамилия И.О.)  
Протокол № 2 от 11.10.2024  
(Дата)

Екатеринбург

## Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Нефтегазоносные провинции России и зарубежных стран» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях:

- ✓ выполнение домашних заданий;
- ✓ освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую программу дисциплины [6];
- ✓ подготовка к экзамену;

Самостоятельная работа студентов направлена на развитие интеллектуальных умений, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по вопросам нефтегазогеологического районирования;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

Данные методические указания предназначены для организации самостоятельной работы студентов при освоении отдельных тем дисциплины.

### Методические указания к самостоятельной работе студента

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Нефтегазоносные провинции России и зарубежных стран». Здесь указаны наименование и содержание лекционных тем в соответствии с Учебной программой курса [6]. Каждая тема является основой вопросов в экзаменационном билете. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Основной объем информации по каждой теме содержится в учебнике по курсу [1, 2]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература [3, 4, 5]. Для самоконтроля и приобретения навыков решения задач по отдельным разделам дисциплины в последнем разделе приведены контрольные вопросы и упражнения, которые являются основой подготовки к экзамену.

При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.
2. По учебникам [1, 2] освоите каждый структурный элемент темы. Во всех темах указаны разделы и страницы учебника, содержащие данный материал.
3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.
4. Ответьте на контрольные вопросы и выполните рекомендованные упражнения. 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.

Данное учебно-методическое пособие может быть использовано при подготовке ответов на вопросы во время экзамена.

## Содержание курса

### **Тема 1: Нефтегазогеологическое районирование.** [1, с. 12-22].

Основные структурные элементы поверхности фундамента и осадочного чехла провинций. Классификация нефтегазоносных территорий. Нефтегазогеологическое районирование территории России и зарубежных стран.

*Дополнительная литература:* [2, 3, 4, 5].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Каковы основные единицы нефтегазогеологического районирования?
2. Дайте определение нефтегазоносной провинции и нефтегазоносного бассейна.
3. Какие нефтегазоносные провинции находятся в пределах древних платформ?
4. К каким крупным геоструктурным элементам земной коры приурочены нефтегазоносные провинции молодых платформ?
5. К каким крупным геоструктурным элементам приурочены нефтегазоносные провинции переходных территорий?

### **Тема 2: Нефтегазоносные провинции России: древних и молодых платформ** [1, 2].

Нефтегазоносные провинции древних платформ. Восточно-Европейская и Сибирская платформы: стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность. Нефтегазоносные провинции молодых платформ. Западно-Сибирская, Предкавказско-Крымская, Туранская платформы: стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность.

*Дополнительная литература:* [3, 4, 5].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Назовите НГК и НГО Тимано-Печорской провинции.
2. Какие НГК Тимано-Печорской провинции имеют основное промышленное значение и в чем их различие?
3. Назовите НГК и НГО Волго-Уральской провинции.
4. Каковы особенности тектонического строения чехла Волго-Уральской провинции и как они влияют на нефтегазоносность?
5. Каковы особенности строения подсолевого комплекса Прикаспийской НГП, благоприятствующие открытию в нем крупнейших месторождений УВ?
6. Каковы особенности геологического строения осадочного чехла Днепровско-Припятской НГП и зональность в распределении на ее площади УВ разного фазового состава?
7. В какой части разреза осадочного чехла Балтийской синеклизы выявлены основные ресурсы УВ? Каковы перспективы обнаружения новых месторождений в Балтийской НГП?
8. Какие главные особенности строения и развития территории Лено-Тунгусской НГП Вы можете отметить?
9. Каковы особенности размещения УВ разного фазового состава на площади и в разрезе Енисейско-Анабарской ГНП?
10. Какие особенности геологического развития Сибирской платформы повлияли на сохранность и переформирование залежей УВ в Лено-Тунгусской НГП?
11. Каковы особенности распространения и состава рифтогенного комплекса, залегающего в основании разреза Западно-Сибирской плиты?

12. Каковы особенности условий образования и строения неокомского комплекса Западно-Сибирской плиты?
13. Какую роль сыграл раннемезозойский рифтогенез в строении Западно-Сибирского осадочно-породного бассейна?
14. Назовите нефтегазоносные комплексы в разрезе ЗСП. Какие из них являются основными по выявленным ресурсам нефти и газа?
15. Какие принципы положены в индексацию продуктивных пластов, развитых на большей части Западно-Сибирской НГМП?
16. Какие факторы способствовали образованию крупных газовых залежей в сеномане северных районов Западно-Сибирской НГМП?
17. Каковы главные отличия в строении осадочного чехла и фундамента молодых и древних платформ?
18. Каков стратиграфический диапазон нефтегазоносности Туранской и Скифской плит?
19. Как оцениваются перспективы нефтегазоносности российского сектора акватории Каспийского моря?
20. Назовите основные НГК в геологическом разрезе Предкавказско-Крымской НГП.

**Тема 3: Нефтегазоносные провинции России: переходных и складчатых территорий.** [1, 2].

Нефтегазоносные провинции складчатых территорий. Закавказская, Охотская нефтегазоносные провинции: стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность. Нефтегазоносные субпровинции переходных территорий. Предуральская, Предкавказская и Верхоянская нефтегазоносные субпровинции: стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность.

*Дополнительная литература:* [3, 4, 5].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. К каким крупным структурам приурочены НГСП переходных территорий?
2. Какие общие особенности геологического строения имеют рассмотренные НГСП переходных территорий?
3. Приведите примеры зонального распределения УВ разного фазового состава на площади НГСП переходного типа.
4. Каковы перспективы нефтегазоносности Предкавказской и Предуральской НГСП?
5. В пределах каких НГСП осуществляются поисковые и разведочные работы на нефть и газ на акваториях?
6. Какие особенности геологического развития характерны для провинций складчатых территорий?
7. В каких провинциях складчатых территорий отмечен грязевой вулканизм?
8. Каковы перспективы нефтегазоносности Южного Каспия?
9. Назовите основные нефтегазоносные комплексы Охотской НГП.
10. С какими НГО о. Сахалин связаны основные выявленные запасы и добыча УВ-сырья?
11. Какие геологические структуры и типы залежей наиболее часто встречаются в провинциях складчатых территорий?

**Тема 4: Нефтегазоносные провинции России: области шельфа.** [1, 2].  
континентального шельфа морей России. Нефтегазоносность шельфа Баренцева и Карского морей.

*Дополнительная литература:* [3, 4, 5].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Какие крупные структурные элементы (первого порядка и выше) различают в пределах Баренцевоморского шельфа?
2. Назовите основные продуктивные НГК в осадочном чехле Баренцевоморской плиты.
3. Назовите крупные (и уникальные) газовые и газоконденсатные месторождения в акватории Баренцева моря.
4. Каким образом изменяется стратиграфическое положение НГК в акваториальных бассейнах Западной Арктики?

### **Тема 5: Нефтегазоносные провинции зарубежных стран. [1, 2].**

Нефтегазоносные бассейны зарубежных стран. Зарубежная Европа, Ближний и Средний Восток, Центральная, Восточная, Южная, Юго-Восточная Азия, Австралия и Океания. Африка, Северная, Центральная и Южная Америка.

*Дополнительная литература:* [3, 4, 5].

#### **Контрольные вопросы и упражнения:**

1. Какой из НГБ Африканского континента занимает здесь первое место по разведанным запасам нефти?
2. В каком НГБ Северной Америки пробурены самые глубокие поисковые скважины и выявлена самая глубоководная газовая залежь?
3. Чем объясняют огромные скопления битумов на северо-востоке Западно-Канадского НГБ?
4. Чем объяснить высокую плотность запасов нефти в НГБ Лос-Анджелес?
5. Назовите характерную черту геологического строения континентальной части впадины Мексиканского залива – Галф-Коста.
6. В каком ареале ЗНГН Маракайбского бассейна наиболее высокая концентрация УВ?
7. Какие отложения являются коллекторами УВ на крупнейших подводных месторождениях Атлантического побережья Бразилии?

### **Вопросы**

к экзамену по курсу

1. Нефтегазогеологическое районирование территории России и сопредельных стран. Порядки тектонических структур континентов.
2. Нефтегазогеологическое районирование провинций древних платформ: Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность). Юрубчено-Тохомское и Куюмбинское Волго-Уральская нефтегазоносная провинция нефтегазоносная провинция газоконденсатные месторождения (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность). Ромашкинское и Арланское нефтяные месторождения.
3. Нефтегазогеологическое районирование провинций древних платформ: Прикаспийская нефтегазоносная провинция (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность). Оренбургское и Карачаганакское газоконденсатные месторождения. Днепровско-Припятская газонефтеносная провинция (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность). Балтийская нефтегазоносная провинция (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность).
4. Нефтегазогеологическое районирование провинций древних платформ: Лено-Тунгусская нефтегазоносная провинция (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность). Среднеботуобинское газоконденсатное и Ковыктинское газоконденсатное месторождения. Лено-Вилуйская нефтегазоносная провинция (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность). Енисейско-Анабарская газонефтеносная провинция (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность).
5. Нефтегазогеологическое районирование провинций молодых платформ: Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция (стратиграфия, нефтегазоносные комплексы,

нефтегазоносные области). Красноленинское, Уренгойское и Самотлорское месторождения.

6. Нефтегазогеологическое районирование провинций молодых платформ: Туранская нефтегазоносная провинция (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность). Предкавказско-Крымская (Скифская) нефтегазоносная провинция (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность).

7. Нефтегазогеологическое районирование субпровинций переходных территорий: Предкавказская нефтегазоносная субпровинция (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность). Предкарпатская нефтегазоносная субпровинция (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность).

8. Нефтегазогеологическое районирование субпровинций переходных территорий: Предуральская нефтегазоносная субпровинция (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность). Ишимбайское нефтегазовое и Вуктыльское газоконденсатное месторождения. Предверхожанская нефтегазоносная субпровинция (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность).

9. Нефтегазогеологическое районирование провинций складчатых территорий: Закавказская нефтегазоносная провинция (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность). Западно-Туркменская нефтегазоносная провинция (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность). Охотская нефтегазоносная провинция (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность).

10. Нефтегазоносное районирование и состояние изученности шельфов арктических морей. Баренцевоморская газонефтеносная провинция (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность). Штокмановское газоконденсатное месторождение, Мурманское газовое и Северо-Гуляевское нефтегазоконденсатные месторождения.

11. Нефтегазогеологическое и тектоническое районирование и нефтегазоносные провинции Северной и Южной Америки.

12. Нефтегазогеологическое и тектоническое районирование и нефтегазоносные провинции Африки.

13. Нефтегазогеологическое и тектоническое районирование и нефтегазоносные провинции Зарубежной Европы.

14. Нефтегазогеологическое и тектоническое районирование и нефтегазоносные провинции Азии.

15. Нефтегазогеологическое и тектоническое районирование и нефтегазоносные провинции Австралии и Океании.

### Рекомендуемая литература

1 Каламкаров Л.В. Нефтегазоносные провинции и области России и сопредельных стран. Нефтегазоносные провинции и области России и зарубежных стран: учебник для вузов / Л. В. Каламкаров. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Нефть и газ, 2005. - 576 с.50

2 Русский В.И. Нефтегазоносные провинции России и зарубежных стран / В. И. Русский; Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург: УГГУ, 2010. - 514 с.25

3 Ступакова А.В. Развитие бассейнов Баренцевоморского шельфа и их нефтегазоносность. Геология, методы поисков, разведки и оценки месторождений топливно-энергетического сырья [Электронный ресурс] : обзор / А.В. Ступакова. — Электрон.текстовые данные. — М. :Геоинформмарк, Геоинформ, 1999. — 62 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17083.html> Электронный ресурс

4Шустер В.Л. Проблемы нефтегазоносности кристаллических пород фундамента. Геология, методы поисков, разведки и оценки месторождений топливно-энергетического сырья [Электронный ресурс] : обзор / В.Л. Шустер. — Электрон.текстовые данные. —

М.:Геоинформцентр, Геоинформ, 2003. — 48 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17084.html> Электронный ресурс

5 Нефтегазоносность протерозойских отложений древних платформ. Геология, методы поисков, разведки и оценки месторождений топливно-энергетического сырья. Обзор [Электронный ресурс] / А.К. Дертев [и др.]. — Электрон.текстовые данные. — М.:Геоинформмарк, Геоинформ, 1996. — 50 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17090.html> Электронный ресурс

6. Нефтегазоносные провинции России и зарубежных стран: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация Геология месторождений нефти и газа.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.18 НЕФТЕГАЗОНОСНЫЕ ПРОВИНЦИИ РОССИИ  
И ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН**

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация:

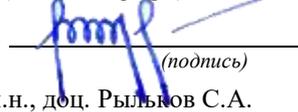
**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Устьянцева Н.В.

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

(название кафедры)

Зав. кафедрой



(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 11.09.2024

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель



(подпись)

к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 11.10.2024

(Дата)

Екатеринбург

## Введение

Учебным планом специальности 21.05.02 Прикладная геология по дисциплине «Нефтегазоносные провинции России и зарубежных стран» предусматривается написание контрольной работы на тему «Описание конкретной нефтегазоносной территории». Это – самостоятельный труд студента, который способствует углублённому изучению пройденного материала.

Задания контрольной работы направлены на оценку уровня умений и навыков, формирующих компетенцию:

*профессиональные*

- способен осуществлять поиски и разведку месторождений нефти, газа, газового конденсата (ПК-1.2).

**Результат изучения дисциплины:**

*Знать:*

- принципы нефтегазогеологического районирования территории России и акватории ее шельфа;

- принципы нефтегазогеологического районирования территории зарубежных стран;

- классификацию нефтегазоносных территорий России и зарубежных стран;

- стратиграфию, тектонику и нефтегазоносность территории России и зарубежных стран;

*Уметь:*

- выявлять связи между геологическим строением и нефтегазоносностью отдельных регионов,

- использовать полученные знания для поисков и разведки месторождений нефти, газа, газового конденсата;

- выявлять закономерности размещения региональных и локальных скоплений углеводородов в пределах нефтегазоносных провинций России и зарубежных стран

*Владеть:*

- навыками проведения сравнительного анализа геологического строения и нефтегазоносности провинций и областей различного типа (платформенных, переходных и складчатых территорий) для осуществления поисков и разведки месторождений нефти, газа, газового конденсата;

- навыками анализа геологического строения и нефтегазоносности региональных и локальных скоплений углеводородов.

.

**Цель выполняемой работы:** получить специальные знания по заданной теме.

**Основные задачи выполняемой работы:**

1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;

2) выработка навыков самостоятельной работы;

3) оценка уровня подготовленности студента к будущей практической работе.

## Задания к контрольной работе

На основании изучения графических материалов по конкретной нефтегазоносной территории (геологические и структурные карты, стратиграфические колонки, тектонические схемы, геологические разрезы и др.) определить:

1. Структурные этажи (фундамент, чехол, ПСЭ);

2. Тектонические нарушения (пликативные, дизъюнктивные);

3. Региональные нефтегазоносные комплексы (количество, возраст, литология, формационная принадлежность);
4. Литологический состав коллекторов и покрышек;
5. Типы природных резервуаров, ловушек, залежей;
6. Тип месторождений (по физическому составу УВ и количеству залежей);
7. Тип нефтегазоносной провинции (платформенных, складчатых, переходных территорий).
8. Сделать выводы о перспективности территории.

*Вариант 1.* Куйбышевское Заволжье, комплект картматериалов:

- а) Черкасский нефтегазоносный район, Мухановская и Похвистневская группа месторождений: сводный разрез Мухановской площади, схематическая структурная карта по кровле калиновской свиты, геологический профиль по оси поднятий: Дмитриевка - Лугань – Михайловка-Марьевка – Коханы;
- б) Серноводск: сводный разрез, структурная карта по кровле тульского горизонта С, схематический разрез отложений тульского горизонта по линии 1-1;
- в) Боровка: сводный разрез угленосной свиты, структурная карта по кровле угленосной свиты С<sub>1</sub><sup>2h</sup>, схематический разрез отложений угленосной свиты по линии А-В;
- г) Сергиевский нефтеносный район: сводный разрез, структурная карта по кровле швагеринового горизонта Р<sub>1s</sub>, геологический профиль по оси Малиновского, Радаевского, Студено-Ключевского и Боровского поднятий;
- д) Байтуганское месторождение: нормальный разрез, структурная карта по кровле продуктивного пласта угленосной толщи визейского яруса, геологический профиль по линии скважин АБ, структурная карта по кровле артинского яруса.

*Вариант 2.* Арктика, комплект картматериалов:

- а) Геологическая карта Нордвик-Хатангского района, сводный геологический разрез месторождения Илья;
- б) геологическая карта п-ова Юрунг-Тумус (Нордвик), геологическая и структурная карта по кровле глин валанжина месторождения Илья, сопка Кожевникова;
- в) условные обозначения.

*Вариант 3.* Западная Сибирь, комплект картматериалов:

- а) геологический разрез Самотлорского месторождения;
- б) геологический разрез верхнеюрско-неокомских отложений центральной части ШиротногоПриобья;
- в) основные типы залежей нефти и газа Западно-Сибирской платформы;
- г) геологический профиль отложений ШиротногоПриобья;
- д) Схема строения Приобского месторождения, геологический разрез продуктивной части Малоичского Верх-Тарского месторождений;
- е) структурная карта и продуктивный разрез Уренгойского газоконденсатного месторождения.

*Вариант 4.* Северный Сахалин, комплект картматериалов:

- а) П-ов Шмидта: тектоническая схема кайнозойских отложений, сопоставление нормальных разрезов кайнозойских отложений, сводный разрез меловых и кайнозойских отложений;
- б) Северо-Западная часть: тектоническая схема кайнозойских отложений Лангерийского и Энгиз-Пальского районов, схема сопоставления кайнозойских отложений Западно-Эхпбинского месторождения и Лангерийского района, геологическая карта Лангерийского района;

в) Оха: схема структуры по кровле пласта III, схема структуры по кровле пласта XIII БИС, схема поперечного разреза, сводный разрез окобыкайской толщи.

*Вариант 5.* Терско-Сунженская область, комплект картматериалов:

- а) Малгобек-Вознесенка: структурная карта, геологические профили;
- б) г. Горская, Эльдарово, Ойсунур, Нойберды: структурная схема центральной части Терского хребта, геологические профили, структурная схема восточной части Гудермесского хребта;
- в) Старогрозненский района и Таш-Кала: нормальный разрез продуктивной толщи, структурная карта, схематические поперечные профили;
- г) Новогрозненский район (Октябрьский): структурные карты, геологические профили.

*Вариант 6.* Южная Эмба, комплект картматериалов:

- а) Сагиз: структурная карта по подошве неокома, структурная карта по кровле I-го нефтяного пласта, геологические профили;
- б) Мунайли: геолого-геофизическая карта, геологические профили, соотношение основных залежей нефти в плане,
- в) Кулсары: геологическая карта, геологический профиль, структурные карты по кровле IV, VIII, XIX нефтяного горизонта;
- г) Байчунас: геологическая карта, геологический профиль, структурные карты;
- д) геолого-геофизическая карта Южной Эмбы;
- е) Доссор, Тас-Кудук: структурная карта по кровле 11-го юрского горизонта, геологические разрезы.

*Вариант 7.* Западная Туркмения, комплект картматериалов:

- а) Небит-Даг: геологические профили месторождений Западный Небит-Даг и Центральный Небит-Даг, геологическая и структурная карта;
- б) нормальный геолого-геофизический разрез кайнозойских и верхнемеловых отложений Прибалхашской депрессии, геологическая карта месторождения Кум-Даг;
- в) обзорная карта и тектоническая схема Западной Туркмении;

*Вариант 8.* Западная Туркмения, комплект картматериалов:

- а) Боя-Даг, о. Челекен: схема геологического строения Боя-Дага, Небит-Дага и о. Челекен;
- б) принципиальная схема сопоставления строения и нефтеносности месторождений Туркмении, тектоническая и геологическая схема Западной Туркмении.

*Вариант 9.* Апшеронский полуостров, комплект картматериалов:

- а) Гюргяны-море: структурная карта по кровле пласта ПК, геологические профили, обзорная карта, геологическая карта, нормальный разрез месторождения;
- б) Бузовны: обзорная схема, структурная карта по кровле пласта ПК, геологический профиль I-I;
- в) Биби-Эйбат: структурные схемы, схема продольного и поперечного разрезов.

*Вариант 10.* Апшеронский архипелаг, комплект картматериалов:

- а) Нефтяные Камни: геолого-структурная карта по кровле пласта ПК, геолого-структурная карта р-на Нефтяных Камней и о. Жилого, геологический профиль, обзорная карта;
- б) О. Жилой: геологическая карта, геологические профили, обзорная карта.

*Вариант 11.* Самарская Лука, комплект картматериалов:

- а) схематическая структурно-геологическая карта, продольный геологический профиль, структурно-тектоническая карта, литолого-стратиграфическая колонка;
- б) Яблоновый Овраг: структурная карта, геологический профиль, сводная литолого-стратиграфическая колонка, сводный разрез, структурные карты по кровле пластов Б<sub>2</sub>, Д<sub>II</sub>;
- в) Березовское месторождение: сводный разрез, структурная карта по кровле пласта Б<sub>2</sub>, геологический профиль яснополянского подъяруса карбона.
- г) Заборовское месторождение: сводный разрез, структурная карта по кровле пласта Б<sub>2</sub>, геологические профили яснополянского подъяруса карбона;
- д) Месторождения Жигулевское и Стрельный Овраг: сводный разрез Жигулевского месторождения, структурная карта Жигулевского месторождения, структурная карта месторождения Стрельный Овраг по кровле пласта Б<sub>2</sub>, продольный профиль через месторождения Жигулевское и Стрельный Овраг;
- е) Месторождение Стерльный Овраг: сводный разрез, структурные карты, продольный и поперечный геологические профили.

*Вариант 12.* Днепровско-Донецкая впадина, комплект картматериалов:

- а) схемы региональных геологических разрезов, схема поверхности бучакского яруса Р<sup>ВК</sup>, схема поверхности юрских отложений, схема расположения структурных поднятий; стратиграфический разрез южной части ДДВ, карта структур ДДВ, геологические профили;
- б) Ромны: схематические структурные карты, геологические профили;
- в) Радченково: схема тектонического строения ДДВ. Структурные карты по поверхности верхнего ангидритового горизонта Шебелинки, по кровле структурного горизонта 4 КА, геологический профиль.

*Вариант 13.* Закавказье, комплект картматериалов:

- а) Мирзааны: геолого-структурная карта, геологические профили;
- б) Нафталан: структурная и пластовая карта, геологические профили;
- в) Иори: геологическая карта, структурная карта по кровле эльдарской толщи, геологические профили;
- г) обзорная карта нефтеносных площадей.

*Вариант 14.* Западная Украина, комплект картматериалов:

- а) Дашава: нормальный разрез, структурная карта, схематический геологический профиль;
- б) Борислав: нормальный разрез, структурная карта, схематический геологический профиль;
- в) Опары: нормальный разрез, структурная карта, залежи газа в плане, схематический геологический профиль.

*Вариант 15.* Саратовский район, комплект картматериалов:

- а) Елшано-Курдюмское месторождение: структурная карта, геологический профиль;
- б) Песчаный Умет: сводный разрез, структурная карта по кровле намюрского яруса С<sub>1</sub><sup>3</sup>, структурная карта по кровле турнейского яруса С<sub>1</sub><sup>1</sup>, геологический профиль;
- в) Соколова гора: сводный разрез, структурная карта нижнецигровских слоев D<sub>3</sub><sup>1</sup>, структурная карта по кровле верейского горизонта С<sub>2</sub><sup>2</sup>, геологический профиль;
- г) нормальный разрез, структурная карта, геологический профиль;
- д) Хлебновское месторождение: нормальный разрез, структурная карта, геологический профиль.

## Порядок выполнения контрольной работы

Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций, прочитанных ранее. Приступать к выполнению работы без изучения основных положений и понятий науки, не следует, так как в этом случае студент, как правило, плохо ориентируется в материале, не может отграничить смежные вопросы и сосредоточить внимание на основных, первостепенных проблемах рассматриваемой темы.

После выбора темы необходимо внимательно изучить методические рекомендации по подготовке контрольной работы, составить план работы, который должен включать основные вопросы, охватывающие в целом всю прорабатываемую тему.

Результат выполнения контрольной работы представляет собой пояснительную записку, выполненную в рукописном варианте, согласно представленному в задании плану.

Текст работы должен демонстрировать:

знакомство автора со стратиграфией, тектоникой и нефтегазоносностью территории России и зарубежных стран.

- умение выявлять связи между геологическим строением и нефтегазоносностью отдельных регионов;
- владение навыками анализа геологического строения и нефтегазоносности региональных и локальных скоплений углеводородов
- приемлемый уровень языковой грамотности, включая владение функциональным стилем научного изложения.

Общий объем контрольной работы не должен превышать 2 страниц.

## Оценивание результатов контрольной работы

Оценивание результатов контрольной работы должно быть проведено до начала промежуточной аттестации и проводится по традиционной четырехбалльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Решение об оценке контрольной работы принимается по результатам проверки предъявленной работы и ответов студента на вопросы в случае неполного описания нефтегазоносной территории.

<i>Критерии оценивания контрольной работы</i>	<i>Количество баллов</i>
Правильность определения геологического и тектонического строения территории	0-1
Правильность выделения региональных нефтегазоносных комплексов	0-1
Правильность определения литологического состава коллекторов и покрышек	0-1
Правильность определения типов природных резервуаров, ловушек, залежей	0-1
Полнота и правильность выводов по работе	0-1
Итого	0-5

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



**УТВЕРЖДАЮ**

И. о. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.19 КОНЦЕПЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА**

Специальность:

***21.05.02 Прикладная геология***

Специализация:

***Геология месторождений нефти и газа***

Автор: Мухаметшин Р.З., д.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

(название кафедры)  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.  
(Фамилия И.О.)  
\_\_\_\_\_  
Протокол № 1 от 11.09.2024  
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики  
(название факультета)  
Председатель \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.  
(Фамилия И.О.)  
\_\_\_\_\_  
Протокол № 2 от 11.10.2024  
(Дата)

Екатеринбург

## Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Концепции образования месторождений нефти и газа» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях:

- ✓ выполнение домашних заданий;
- ✓ освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую программу дисциплины [4];
- ✓ подготовка к экзамену;

Самостоятельная работа студентов направлена на развитие интеллектуальных умений, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по гипотезам образования нефти и газа;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

Данные методические указания предназначены для организации самостоятельной работы студентов при освоении отдельных тем дисциплины.

### Методические указания к самостоятельной работе студента

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Концепции образования месторождений нефти и газа». Здесь указаны наименование и содержание лекционных тем в соответствии с рабочей программой дисциплины [4]. Каждая тема является основой вопросов в экзаменационном билете. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Основной объем информации по каждой теме содержится в учебнике по курсу [1]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература [2]. Для самоконтроля и приобретения навыков решения задач по отдельным разделам дисциплины в последнем разделе приведены контрольные вопросы и упражнения, которые являются основой подготовки к экзамену.

При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.
2. По учебному пособию [1] освоите каждый структурный элемент темы. Во всех темах указаны разделы и страницы учебника, содержащие данный материал.
3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.
4. Ответьте на контрольные вопросы и выполните рекомендованные упражнения. 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.

Данное учебно-методическое пособие может быть использовано при подготовке ответов на вопросы во время экзамена.

## Содержание курса

### **Тема 1: Две альтернативные концепции образования нефти и газа: история возникновения и современное состояние. [1]**

Проблематика происхождения нефти и газа в историческом аспекте (Д.И. Менделеев – И.М. Губкин – Н.Б. Вассоевич – Н.А. Кудрявцев и мн. др.). Современное состояние вопроса: совершенствование органической теории и развитие неорганической концепции (Кудрявцевские чтения).

*Дополнительная литература:* [2, 3].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. История образования месторождений нефти.
2. Исторический ракурс на образование углеводородов.

### **Тема 2: Органическая (биогенная) теория: главные выводы, практическое значение. [1]**

Органическая или осадочно-миграционная теория. Представления о рассеянном в горных породах органическом веществе (РОВ). Генерация микронепти, ее вторичная миграция в коллекторы. Локализация залежей в «нефтяном окне» Н.Б. Вассоевича. Дополнительные факторы деструктуризации залежей на значительных глубинах.

*Дополнительная литература:* [2, 3].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Физико-химические процессы генерации нефти.
2. Физико-химические процессы восстановления и разрушения залежей углеводородов.

### **Тема 3: Неорганическая (биогенная) теория: главные выводы, современное состояние. [1]**

Неорганическая концепция. Критика основных представлений органической теории нефтегазообразования. Абиогенный генезис углеводородов в глубинных мантийных очагах вследствие неорганического синтеза, без участия нефтематеринских пород. Связь местоскоплений нефти и газа с глубинными разломами и магматическими породами фундамента.

*Дополнительная литература:* [2, 3].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Физико-химические основы тектонических движений.
2. Образование энергии геосолитонов.
3. Геосолитонная модель процесса образования углеводородов и их месторождений.
4. Фрактальные системы залежей, контролируемых геосолитонной дегазацией Земли.

### **Тема 4: Возможность vs невозможность синтеза двух методов. [1]**

Сохраняющийся антагонизм в реализации двух концепций и попытки сближения альтернативных взглядов. Признание определенной роли глубинных флюидных потоков как основы смешанного, неорганически-органического варианта происхождения газонефтяных углеводородов. Флюидально-динамическая модель Б.А. Соколова как один из вариантов реализации подобного синтеза взглядов.

*Дополнительная литература:* [2, 3].

### **Контрольные вопросы и упражнения:**

1. Какая концепция образования нефти и газа, на Ваш взгляд, является истинной?
2. Решение вопросов противостояния сторонников биогенной и абиогенной гипотез.

### **Вопросы**

#### **к экзамену по курсу «Концепции образования месторождений нефти и газа»**

1. Биогенная концепция образования месторождений углеводородов.
2. Абиогенная концепция образования месторождений углеводородов
3. Генерация микронепти, ее вторичная миграция.
4. История образования месторождений нефти.
5. «Водородная» гипотеза формирования нефтегазовых залежей: плюсы и минусы.
6. Физико-химические процессы генерации нефти.
7. Процессы миграции и скопления нефти в виде залежей.
8. Физико-химические процессы восстановления и разрушения залежей углеводородов.
9. Физико-химические основы тектонических движений.
10. Геосолитонная модель процесса образования углеводородов и их месторождений.
11. Фрактальные системы залежей, контролируемых геосолитонной дегазацией Земли.
12. Физико-химический процесс зарождения геосолитонов во внутренних геосферах Земли.
13. Флюидодинамическая модель формирования месторождений углеводородов.
14. Возможность синтеза двух концепций формирования местоскоплений углеводородов.
15. Физико-химический процесс вертикальной миграции газов водорода, гелия и метана по трубам дегазации в модели П.Н. Кропоткина.

### **Рекомендуемая литература**

1. Геология и геохимия нефти и газа [Электронный ресурс] : учебник / О. К. Баженова, Ю. К. Бурлин, Б. А. Соколов, В. Е. Хаин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2012. — 432 с. — 978-5-211-05326-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13049.html>
- 2 Кучеров, В.Г. Метановый путь образования углеводородов при сверхвысоких параметрах состояния / В.Г. Кучеров, А.Ю. Колесников // Тонкие химические технологии. — 2009. — № 4. — С. 55-59. — ISSN 2410-6593. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/291874> — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/journalArticle/144548/#1>
- 3 Захаренко, В.С. Роль эндогенной составляющей в формировании углеводородов в переходной зоне "континент - океан" Шпицбергенско-Баренцевской континентальной окраины / В.С. Захаренко, М.С. Радченко, В.А. Шлыкова // Вестник Мурманского государственного технического университета. — 2016. — № 1-2. — С. 176-183. — ISSN 1560-9278. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/297842> — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/journalArticle/284327/#1>
4. Концепции образования месторождений нефти и газа: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация Геология месторождений нефти и газа.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И. о. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.25 БАССЕЙНОВЫЙ АНАЛИЗ**

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

**Геология месторождений нефти и газа**

форма обучения: очная

Автор: Бадида Л.В., к.г.-м. н.

Одобрена на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

(название кафедры)  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. РЫЛЬКОВ С.А.  
(Фамилия И.О.)  
Протокол № 1 от 11.09.2024  
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

факультета геологии и геофизики  
(название факультета)  
Председатель \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. ВАНДЫШЕВА К.В.  
(Фамилия И.О.)  
Протокол № 2 от 11.10.2024  
(Дата)

Екатеринбург

## Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Бассейновый анализ» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях:

- ✓ выполнение домашних заданий;
- ✓ освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую программу дисциплины [4];
- ✓ подготовка к экзамену;

Самостоятельная работа студентов направлена на развитие интеллектуальных умений, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по вопросам формирования осадочных толщ;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

Данные методические указания предназначены для организации самостоятельной работы студентов при освоении отдельных тем дисциплины.

### Методические указания к самостоятельной работе студента

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Бассейновый анализ». Здесь указаны наименование и содержание лекционных тем в соответствии с рабочей программой дисциплины [4]. Каждая тема является основой вопросов в экзаменационном билете. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Основной объем информации по каждой теме содержится в учебнике по курсу [1]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература [2, 3, 4]. Для самоконтроля и приобретения навыков решения задач по отдельным разделам дисциплины в последнем разделе приведены контрольные вопросы и упражнения, которые являются основой подготовки к экзамену.

При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.
2. По учебнику [1] освоите каждый структурный элемент темы. Во всех темах указаны разделы и страницы учебника, содержащие данный материал.
3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.
4. Ответьте на контрольные вопросы и выполните рекомендованные упражнения. 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.

Данное учебно-методическое пособие может быть использовано при подготовке ответов на вопросы во время экзамена.

## Содержание курса

Тема 1. Базовые понятия об осадочных формациях и осадочных бассейнах [1], с. 5-12.

*Дополнительная литература:* [2, 3, 4].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Назовите основные уровни организации геологических тел.
2. Что такое “формация”? Ее место в иерархии геологических тел.
3. Перечислите основные направления в изучении формаций.
4. Что понимается под осадочной формацией?

Тема 2. Осадочные формации и осадочные бассейны. [1], с. 15-27.

*Дополнительная литература:* [2, 3, 4].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Перечислите основной перечень признаков, характеризующих осадочные толщи.
2. Какие основные параметры (показатели) лежат в основе выделения осадочных формаций?
3. Какие классификации осадочных формаций Вам известны? Наиболее общеприняты?
4. Как соотносятся между собой наиболее распространенные осадочные формации?

## Вопросы

к экзамену по курсу «Бассейновый анализ»

1) Характерные особенности строения и основные черты формирования осадочного выполнения внутриконтинентальных рифтовых бассейнов.

2) Общие особенности процессов осадконакопления в сдвиговых бассейнах. Основные примеры подобного рода бассейнов.

3) Стадии развития Восточно-Африканской рифтовой зоны. Особенности формирования осадочных образований каждой стадии.

4) Цикл Уилсона, количество стадий и характерные для каждой геодинамические особенности и процессы осадконакопления.

5) Длительность формирования осадочных бассейнов внутриконтинентальных рифтовых зон и авлакогенов. Черты сходства и различия в формировании осадочного выполнения указанных структур.

6) Осадочные бассейны межкратонных рифтов: морфология, особенности формирования осадочного выполнения, примеры модельных объектов.

7) На какой стадии цикла Уилсона образуются осадочные бассейны внутриконтинентальных рифтов? Дайте общую характеристику данной стадии цикла Уилсона.

8) Основные области накопления осадочных ассоциаций пассивных континентальных окраин: типа осадочных ассоциаций, процессы, контролирующие их формирование.

9) Стадийность развития внутриконтинентальных рифтовых бассейнов. Геоморфология, процессы осадконакопления, строение осадочного выполнения.

- 10) Карбонатные платформы: определение, причины зарождения, условия существования и исчезновения, основные типы, примеры современные и древние.
- 11) Геодинамический режим формирования осадочных бассейнов пассивных континентальных окраин. Общая характеристика особенностей формирования осадочного выполнения этих бассейнов.
- 12) «Дельтовые осадочные бассейны»: определение, особенности строения, модельные примеры.
- 13) Пассивные континентальные окраины «атлантического типа»: строение, основные особенности формирования, модельные примеры.
- 14) Аккреционная призма преддугового осадочного бассейна: определение, место в бассейне и основные закономерности ее формирования.
- 15) Основные типы бассейнов, формирующиеся в пределах активных континентальных окраин: строение, особенности развития, модельные примеры.
- 16) С каким геодинамическим режимом связано формирование осадочных бассейнов внутриконтинентальных рифтовых зон?
- 17) Преддуговые, междуговые, задуговые бассейны и бассейны окраинных морей: строение, особенности формирования, общая характеристика процессов осадконакопления.
- 18) Для какого этапа/стадии развития спредингового океана характерна молассовая формация?
- 19) Осадочные бассейны, характерные для начальной стадии цикла Уилсона. Общая характеристика формирования осадочного выполнения, примеры модельных бассейнов.
- 20) Термин «осадочный бассейн»: эволюция взглядов исследователей. Наиболее приемлемое с Вашей точки зрения определение.
- 21) Какой принцип положен в основу большинства существующих в настоящее время классификаций осадочных бассейнов? Классификация осадочных бассейнов
- 22) Г.А. Беленицкой: принцип, режимы, обстановки, модельные типы осадочных бассейнов.
- 23) При каком условии глубоководные желоба почти полностью выполнены осадками? Можно ли встретить обратную ситуацию? Примеры.
- 24) Осадочные бассейны, характерные для второй стадии цикла Уилсона. Общая характеристика формирования осадочного выполнения, примеры модельных бассейнов.
- 25) Классический геосинклинальный цикл и цикл Уилсона: черты сходства и различия.
- 26) Дивергентная стадия цикла Уилсона: общая характеристика, типы осадочных бассейнов, примеры модельных бассейнов.
- 27) Для какого этапа/стадии развития океана характерны аспидная, флишевая и молассовая формации?
- 28) Геодинамический режим завершающей стадии цикла Уилсона. Основные типы осадочных бассейнов этой стадии. Модельные примеры.
- 29) Стадии развития авлакогенов. Модельные примеры подобного рода осадочных бассейнов.
- 30) Форландовый/предгорный/краевой осадочный бассейн: положение в складчатой области, основные особенности формирования осадочного заполнения. Модельные примеры.
- 31) Стадии развития бассейнов надрифтовых впадин. Модельные примеры.
- 32) Классификации осадочных бассейнов: ретроспектива эволюции принципов построения. Современная классификация осадочных бассейнов.
- 33) Межгорный осадочный бассейн: положение в складчатой области, основные особенности формирования осадочного заполнения. Модельные примеры.

34) Длительность формирования осадочных бассейнов внутриконтинентальных рифтовых зон и авлакогенов. Черты сходства и различия в формировании осадочного выполнения указанных структур.

35) Осадочные бассейны, характерные для завершающей стадии цикла Уилсона. Общие особенности формирования осадочного выполнения, примеры модельных бассейнов.

36) На каком этапе/стадии цикла Уилсона формируются бассейны предгорных прогибов? Краткая характеристика формирования осадочного выполнения указанных бассейнов.

37) Надрифтовые (платформенные) бассейны осадконакопления: стадии формирования, особенности строения осадочного выполнения, примеры модельных бассейнов.

### Рекомендуемая литература

1. Маслов А.В., Алексеев В.П. Осадочные формации и осадочные бассейны. Учебное пособие. Екатеринбург: УГГГА, 2003. 203 с.

2. Дмитриевский, А. Н. Приоритетные направления поисков крупных и уникальных месторождений нефти и газа [Электронный ресурс] : сборник научных трудов / А. Н. Дмитриевский, И. Е. Баланюк, А. В. Каракин ; под ред. Л. И. Роенин, А. Э. Жонторович, В. М. Садовник. — Электрон. текстовые данные. — М. : Геоинформцентр, Геоинформ, 2004. — 224 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17085.html>.

3. Труды Геологического института / Российская академия наук, Геологический институт, Российский фонд фундаментальных исследований. - Москва : Научный мир, 1932 - . - ISSN 0002-3272. Вып. 543 : Осадочные бассейны: методика изучения, строение и эволюция = Sedimentary basins: methods of research, structure and evolution / ред.: Ю. Г. Леонов, Ю. А. Волож. - 2004. - 526 с. : ил., цв. ил. - Библиогр.: с. 486-525. - ISBN 5-89176-217-X.

4. Геодинамика кайнозойских нефтегазоносных осадочных бассейнов активных континентальных окраин (на примере Дальневосточного сектора зоны перехода от Азиатского континента к Тихому океану) : научное издание / В. Г. Варнавский ; отв. ред. Ю. А. Косыгин ; Академия наук СССР, Дальневосточное отделение, Институт тектоники и геофизики. - Москва : Наука, 1994. - 207 с. : 1 вкл. л. - Библиогр.: с. 203-206. - ISBN 5-02-002310-8.

5. Бассейновый анализ: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализации «Геология месторождений нефти и газа».

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И. о. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
Б1.В.ДВ.01.01 МОДЕЛИРОВАНИЕ В ГЕОЛОГИИ  
НЕФТИ И ГАЗА**

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация:

**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Рыльков С.А., к.г.-м.н., доцент

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

(название кафедры)  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.  
(Фамилия И.О.)  
Протокол № 1 от 11.09.2024  
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики  
(название факультета)  
Председатель \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.  
(Фамилия И.О.)  
Протокол № 2 от 11.10.2024  
(Дата)

Екатеринбург

## Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Моделирование в геологии нефти и газа» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях:

- ✓ выполнение домашних заданий;
- ✓ освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую программу дисциплины [6];
- ✓ подготовка к зачету.

Самостоятельная работа студентов направлена на развитие интеллектуальных умений, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по теме дисциплины;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

Данные методические указания предназначены для организации самостоятельной работы студентов при освоении отдельных тем дисциплины.

### Методические указания к самостоятельной работе студента

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Моделирование в геологии нефти и газа». Здесь указаны наименование и содержание лекционных тем в соответствии с рабочей программой дисциплины [6]. Каждая тема является основой вопросов в зачетном билете. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Основной объем информации по каждой теме содержится в учебнике по курсу [1-3]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература [4-5]. Для самоконтроля и приобретения навыков решения задач по отдельным разделам дисциплины в последнем разделе приведены контрольные вопросы и упражнения, которые являются основой подготовки к зачету.

При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.
2. По учебным пособиям [1-3] освоите каждый структурный элемент темы. Во всех темах указаны разделы и страницы учебника, содержащие данный материал.
3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.
4. Ответьте на контрольные вопросы и выполните рекомендованные упражнения. 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.

Данное учебно-методическое пособие может быть использовано при подготовке ответов на вопросы во время экзамена.

## Содержание курса

**Тема 1. Введение. Основные элементы структурной геологии осадочного бассейна.** Цели и задачи курса. Современная история развития геофизических методов в нефтегазовых бассейнах. Понятие геофизической и геологической моделей строения земной коры. Стратиграфическая и структурная модели осадочного бассейна. Тектонические элементы осадочного чехла и фундамента. Типы нефтегазовых ловушек. Генезис месторождений углеводородов. Методы построения структурных карт на территории недропользования.

**Тема 2. Дистанционные методы структурной геофизики (методы космического и авиационного базирования). Методы регистрации и обработки потенциальных полей. Цели и задачи методов геофизических исследований скважин.** Средства дистанционного сканирования земной поверхности с космических аппаратов. Цифровая модель дневной поверхности. Комплексы регистрации геофизических полей на авиационных носителях. Системы наземных наблюдений гравитационного и магнитного полей. Разработка карт аномальных гравитационных и магнитных полей. Оценка плотностных моделей кристаллического фундамента по данным аномальных значений гравитационных и магнитных полей. Состав типовых комплексов геофизических исследований скважин на стадиях поисковых, разведочных и эксплуатационных работ на участках недропользования. Электрометрические, акустические и ядерные исследования в разведочных скважинах. Интерпретация данных геофизических исследований скважин разведочного бурения.

**Тема 3. Основные задачи и методы сейсморазведочных исследований в нефтегазовых бассейнах.** Распространение упругих волн в слоистых средах. Методы преломленных и отраженных волн. Системы наблюдений в методе общей глубинной точки. Определение скоростных моделей слоистых сред по кинематическим и динамическим параметрам отраженных волн. Вертикальное сейсмическое профилирование в разведочных скважинах.

**Тема 4. Графы обработки и интерпретации сейсмических данных.** Граф обработки результатов регистрации волнового поля в методе общей глубинной точки. Стратиграфическая привязка отражающих горизонтов. Принципы и методы построения структурных карт по отражающим горизонтам. Анализ и интерпретация кинематических и динамических атрибутов сигналов отраженных волн.

**Тема 5. Возможности интерпретации сейсмических данных и структурных построений в технологиях фирмы SeisSpace, DecisionSpace (HALLIBURTON).** Принципы построения и функционалы систем SeisSpace, DecisionSpace. Составление проекта на обработку. Трассирование сейсмических горизонтов в 2D и 3D массивах сигналов отраженных волн. Идентификация тектонических элементов. Стратиграфическая привязка отражающих горизонтов с учетом данных геофизических исследований скважин. Принципы построения карт изохрон по отражающим горизонтам. Учет тектонических элементов в структурных построениях.

**Тема 6. Процесс создания литологических и стратиграфических моделей осадочного бассейна в технологиях Decision Space Earth Modelling (HALLIBURTON).** Функционал системы Decision Space Earth Modelling. Анализ и построение литологической модели на основе корреляции сейсмических трасс с данными скважинных исследований, совмещенных в едином координатном пространстве по географическим и глубин-

ным значениям. Трансформация массива сейсмических атрибутов в литологическую модель в виде блочной и каркасной структур.

### **Вопросы к зачету по курсу «Моделирование в геологии нефти и газа»**

1. Комплексная интерпретация данных ГИС и сейсморазведки.
2. Этапы построения седиментационной модели.
3. Этапы построения геологической модели.
4. Способы учета геологической неоднородности залежей нефти и газа при моделировании.
5. Программное обеспечение геологического моделирования залежей углеводородов.

### **Рекомендуемая литература**

1. Геолого-геофизическое моделирование залежей нефти и газа / В. М. Сапожников; Министерство образования и науки РФ, Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург: УГГУ, 2018. - 75 с.

2. Нелепов, М. В. Моделирование природных резервуаров нефти и газа [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / М. В. Нелепов, Н. В. Еремина, Т. В. Логвинова. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 111 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63103.html>

3. Полевая геофизика. Сейсморазведка и интерпретация материалов сейсморазведки [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / А.А. Папоротная, С.В. Потапова. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. — 107 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69416.html>

4. Сейсмические изображения глубинного строения Земли [Текст] : [альбом] / В. М. Ступак. - Санкт-Петербург : Печатный элемент, 2017. - 304 с.

5. Моделирование природных нефтегазовых систем : учебное пособие / составители М. В. Нелепов [и др.]. — Ставрополь : СКФУ, 2016. — 143 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/155129> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Моделирование в геологии нефти и газа: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация «Геология месторождений нефти и газа».

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И. о. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.ДВ.01.02 СИНЕРГЕТИКА В ГЕОЛОГИИ  
НЕФТИ И ГАЗА**

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация:

**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Устьянцева Н.В.

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 11.09.2024

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

(подпись)

к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 13.10.2024

(Дата)

Екатеринбург

## Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Синергетика в геологии нефти и газа» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях:

- ✓ выполнение домашних заданий;
- ✓ освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую программу дисциплины [4];
- ✓ подготовка к экзамену;

Самостоятельная работа студентов направлена на развитие интеллектуальных умений, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по синергетике в геологии;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

Данные методические указания предназначены для организации самостоятельной работы студентов при освоении отдельных тем дисциплины.

### Методические указания к самостоятельной работе студента

В данном пособии приведена развернутая программа дисциплины «Синергетика в геологии нефти и газа». Здесь указаны наименование и содержание лекционных тем в соответствии с рабочей программой курса [4]. Каждая тема является основой вопросов в экзаменационном билете. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Основной объем информации по каждой теме содержится в учебнике по курсу [1]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература [2, 3, 4]. Для самоконтроля и приобретения навыков решения задач по отдельным разделам дисциплины в предложенном пособии приведены контрольные вопросы и упражнения, которые являются основой подготовки к экзамену.

При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.
2. По учебнику [1] освоите каждый структурный элемент темы. Во всех темах указаны разделы и страницы учебника, содержащие данный материал.
3. Законспектируйте материал. При этом конспект может быть написан в виде ответов на контрольные вопросы и упражнения.
4. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.
5. Ответьте на контрольные вопросы и выполните рекомендованные упражнения. При затруднениях в ответах на вопросы вернитесь к изучению рекомендованной литературы.

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.

Данное учебно-методическое пособие может быть использовано при подготовке ответов на вопросы во время экзамена.

## Содержание курса

### **Тема 1: Базовые парадигмы, их смена на рубеже Миллениумов. [1, 2, 3]**

Понятие о парадигмах, их неизбежная смена от классической («ньютоновской») к неклассической (человек в диалоге с природой). НБИКС-конвергенция как механизм познания в режиме меж- и трансдисциплинарных связей.

*Дополнительная литература:* [4].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Суть классической и неклассической парадигм.
2. Почему назрела смена парадигм?
3. Что такое НБИКС-конвергенция?

### **Тема 2: Синергетическое мировидение. [1, 2, 3]**

Синергетика – мышление настоящего. «Порядок из хаоса» И.Р. Пригожина. Человек, конструирующий себя и познающий природу. Самоорганизованная критичность (СОК), аттракторы, теория катастроф (общие понятия)

*Дополнительная литература:* [4].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Что такое странный аттрактор?
2. Условия возникновения организации и самоорганизации?

### **Тема 3: Нелинейные представления в науках о Земле. [1, 2, 3]**

Место наук о Земле в карте НБИКС. Нелинейность в тектонике и геофизике. Потенциал синергетики в геологических науках, в том числе в оценке взаимодействия живого и неживого.

*Дополнительная литература:* [4].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Устойчивость-неустойчивость в самоорганизующихся системах.
2. Как Вы представляете возникновение порядка из хаоса?
3. В чем состоит принцип производства минимума энтропии?

### **Тема 4: Синергетика в литологии и геологии нефти и газа: выделение пород-коллекторов и моделирование природных резервуаров. [1, 2, 3]**

Нетрадиционное воззрение в рамках «нелинейной геологии», их трансляция, перспективы использования для нового взгляда на традиционные объекты внимания. Использование синергетических принципов при моделировании природных резервуаров.

*Дополнительная литература:* [4].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Каким образом применяется синергетика в геологии и литологии? Приведите примеры.

## **Вопросы к зачету по курсу «Синергетика в геологии нефти и газа»**

1. Что такое парадигма? Общенаучные парадигмы, их закономерная смена.
2. «Формулы» трех общенаучных парадигм.
3. Что такое синергетика, ее сущность и три составляющие?
4. Что представляет собой «синергетическое мировидение»?
5. Общие представления о нелинейности в окружающем мире.
6. Основные понятия теории катастроф применительно к геологии.
7. Новое звучание актуализма в геологии в рамках синергетики.
8. «Переломы» логарифмических шкал в седиментологии.
9. Основной факультативный закон как яркий пример синергетического подхода.
10. Основные принципы НБИКС-конвергенции, меж- и трансдисциплинарные подходы.
11. Самоорганизованная критичность (СОК), ее значимость для литологии.
12. Корреляция коллекторов с нелинейных позиций.
13. Местоположение коллекторов в надгорнопородных комплексах.
14. Инверсия циклов в ракурсе нелинейных представлений.
15. Цикличность осадочных толщ в рамках теории катастроф.

## **Рекомендуемая литература**

- 1 Губарев В.В. Кибернетика, синергетика, информатика [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Губарев. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2009. — 38 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54762.html>
- 2 Каданцев В.Н. Устойчивость и эволюция динамических систем. Основы синергетики. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Каданцев. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2019. — 205 с. — 978-5-4487-0448-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79686.html>
- 3 Каданцев В.Н. Устойчивость и эволюция динамических систем. Основы синергетики. Часть 2 [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Каданцев. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2019. — 210 с. — 978-5-4487-0449-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79687.html>
- 4 Летников, Ф. А. Синергетика геологических систем : научное издание / Ф. А. Летников; отв. ред. И. К. Карпов ; Институт земной коры СО РАН. - Новосибирск : Наука, 1992. - 232 с. : ил. - Библиогр.: с. 220-228. - ISBN 5-02-030040 2
5. Синергетика в геологии нефти и газа: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация «Геология месторождений нефти и газа».

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И.О. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.ДВ.02.01 ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ**

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация:

**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Рыльков С.А., к.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

(название кафедры)

Зав. кафедрой



(подпись)

к.г.-м.н., доц. РЫЛЬКОВ С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 11.09.2024

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель



(подпись)

к.г.-м.н., доц. ВАНДЫШЧЕВА К.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 11.10.2024

(Дата)

Екатеринбург

## Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях:

- ✓ выполнение домашних заданий;
- ✓ освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую программу дисциплины [4];
- ✓ подготовка к экзамену;

Самостоятельная работа студентов направлена на развитие интеллектуальных умений, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по вопросам геолого-экономической оценки месторождений нефти и газа;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

Данные методические указания предназначены для организации самостоятельной работы студентов при освоении отдельных тем дисциплины.

### Методические указания к самостоятельной работе студента

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых». Здесь указаны наименование и содержание лекционных тем в соответствии с рабочей программой дисциплины [4]. Каждая тема является основой вопросов в экзаменационном билете. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Основной объем информации по каждой теме содержится в учебнике по курсу [1]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература [2, 3, 4]. Для самоконтроля и приобретения навыков решения задач по отдельным разделам дисциплины в последнем разделе приведены контрольные вопросы и упражнения, которые являются основой подготовки к экзамену.

При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.
2. По учебнику [1] освоите каждый структурный элемент темы. Во всех темах указаны разделы и страницы учебника, содержащие данный материал.
3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.
4. Ответьте на контрольные вопросы и выполните рекомендованные упражнения. 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.

Данное учебно-методическое пособие может быть использовано при подготовке ответов на вопросы во время экзамена.

## Содержание курса

### **Тема 1: Топливо-энергетический баланс (ТЭБ) России и Мира. [1]**

Топливо-энергетический баланс (ТЭБ) Мира и России: динамика, сегодняшнее состояние, перспективы. Циклы в экономике: длинные циклы Кондратьева, сырьевые суперциклы. ТЭБ в проекции нового экономического уклада.

*Дополнительная литература:* [2, 3].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Что такое «топливно-энергетический баланс»?
2. Длинные циклы Кондратьева – что это?

### **Тема 2: Основные энергоносители, их ресурсы, запасы, перспективы использования. [1]**

Связь нефтегазоносных провинций и угленосных бассейнов. Влияние и роль представлений об угольных объектах на развитие нефтегазовых представлений.

*Дополнительная литература:* [2, 3].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. В чем заключается общность формирования нефтегазоносных провинций и угленосных бассейнов?

### **Тема 3: Традиционные запасы и ресурсы, их оценка. Динамика изменения цен. [1]**

Уголь как сырье для энергетики и металлургии. Динамика добычи угля. Торговля углем в Море и России. Нефтяные ресурсы, ОПЕК и торговля нефтью. Газовые ресурсы. Освоение шельфа.

*Дополнительная литература:* [2, 3].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Перспективы развития угольной отрасли России?
2. Перспективы освоения шельфа арктических и дальневосточных морей России?

### **Тема 4: Нетрадиционные виды ресурсов. Трудноизвлекаемые запасы. Потенциальные ресурсы. [1]**

Сланцевый газ, сланцевая нефть. Новые подходы в добыче нефти и газа Пути освоения и перспективы трудноизвлекаемых ресурсов (ТРИЗ). Баженовская нефть Западной Сибири.

*Дополнительная литература:* [2, 3].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Какие типы трудноизвлекаемых ресурсов Вы знаете?
2. Добыча нефти из баженовской свиты Западной Сибири.

### **Тема 5: Вызовы XXI века. Газовые гидраты. Новые подходы в геолого-экономических оценках. [1]**

Газоугольные месторождения, газогидраты («трехглавый метан»). Новые подходы в условиях окончания третьего сырьевого суперцикла (уголь – «легкая» нефть – нефть и газ).

*Дополнительная литература:* [2, 3].

**Контрольные вопросы и упражнения:**

1. Что такое газовые гидраты? Перспективы их освоения.

**Тема 6: Экономическая динамика. Фьючерсы. Геология и экономика. [1]**

Экономическая динамика в добыче и торговле горючими ископаемыми. Фьючерсная торговля энергетическими ресурсами. Динамика изменения цен на основные виды энергетических ресурсов, ее влияние на геополитические проблемы.

**Дополнительная литература:** [2, 3, 4].

**Контрольные вопросы и упражнения:**

1. Плюсы и минусы фьючерсной торговли энергетическими ресурсами.
2. Влияние энергетических ресурсов на геополитику.

**Вопросы**

**к экзамену по курсу**

**«Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых»**

1. Структура топливно-энергетического баланса Мира, динамика его изменения в XX веке и на перспективу.
2. Структура топливно-энергетического баланса России, динамика его изменения в XX веке и на перспективу.
3. Горючие полезные ископаемые: ресурсы, добыча, роль в будущем.
4. Нефть и газ как энергоносители. Вклад в структуру ТЭБ. Перспективы первой половины XXI века.
5. Нефть и газ как продукт глубокой переработки.
6. Связь нефтегазоносных объектов и угольных бассейнов. Влияние и роль изучения угленосных отложений на нефтегазовую литологию.
7. Уголь как металлургическое и энергетическое сырье. Динамика угледобычи, ее перспективы.
8. Уголь как сырье для производства синтетического жидкого топлива (СЖТ). История, состояние и перспективы СЖТ.
9. Метан в трех «лицах». Природный метан, угольный метан как источники опасности и как объект добычи. Газоугольные месторождения.
10. Сланцевый газ. Источники, технология добычи, перспективы.
11. Сланцевая нефть. Источники, технология добычи, перспективы.
12. Трудноизвлекаемые запасы углеводородов.
13. Газовые гидраты. Клатраты. Перспективы освоения.
14. Динамика в добыче и торговле горючими ископаемыми. Экономика и политика в торговых отношениях.
15. Фьючерсная торговля энергетическими ресурсами.

**Рекомендуемая литература**

1. Лощинин В.П. Поиски, разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.П. Лощинин, Г.А. Пономарева. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 102 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30074.html>

2. Гарипов В.З. Минерально-сырьевая база топливно-энергетического комплекса России (тезисный вариант) [Электронный ресурс] / В.З. Гарипов, Е.А. Козловский, В.С. Литвиненко. — Электрон. текстовые данные. — М. : Геоинформцентр, Институт геолого-

экономических проблем РАЕН, Геоинформ, 2003. — 150 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16855.html>

3. Трайзе, В.В. Экономическое обоснование программы геолого-технических мероприятий нефтегазодобывающего предприятия [Электронный ресурс] : монография / В.В. Трайзе, А.В. Шалахметова, М.С. Юмсунов ; под ред. Пленкина В.В.. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. — 148 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/55448>. — Загл. с экрана.

4. Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация «Геология месторождений нефти и газа.»

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



**УТВЕРЖДАЮ**

И.о. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.ДВ.02.02 АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ**

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация:

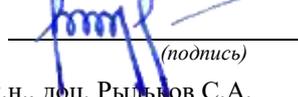
**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Устьянцева Н.В.

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

(название кафедры)

Зав. кафедрой



(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльников С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 11.09.2024

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель



(подпись)

к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 11.10.2024

(Дата)

Екатеринбург

## Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Альтернативные источники энергии» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях:

- ✓ выполнение домашних заданий;
- ✓ освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую программу дисциплины [4];
- ✓ подготовка к экзамену;

Самостоятельная работа студентов направлена на развитие интеллектуальных умений, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по вопросам оценки альтернативных источников энергии;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

Данные методические указания предназначены для организации самостоятельной работы студентов при освоении отдельных тем дисциплины.

### Методические указания к самостоятельной работе студента

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Альтернативные источники энергии». Здесь указаны наименование и содержание лекционных тем в соответствии с рабочей программой дисциплины [4]. Каждая тема является основой вопросов в экзаменационном билете. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Основной объем информации по каждой теме содержится в учебнике по курсу [2]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература [1, 3]. Для самоконтроля и приобретения навыков решения задач по отдельным разделам дисциплины в последнем разделе приведены контрольные вопросы и упражнения, которые являются основой подготовки к экзамену.

При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.
2. По учебнику [2] освоите каждый структурный элемент темы. Во всех темах указаны разделы и страницы учебника, содержащие данный материал.
3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.
4. Ответьте на контрольные вопросы и выполните рекомендованные упражнения. 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.

Данное учебно-методическое пособие может быть использовано при подготовке ответов на вопросы во время экзамена.

## Содержание курса

### **Тема 1: Топливо-энергетический баланс (ТЭБ) России и Мира. [2]**

Горючие полезные ископаемые – определяющие составные части ТЭБ мира в целом и России. Сырьевые суперциклы в увязке с циклами Кондратьева. Переход к новому экономическому укладу, определяющий нестабильность энергетики и необходимость переоценки многих вопросов.

*Дополнительная литература:* [1, 3].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Что представляют собой суперциклы Кондратьева?

### **Тема 2: Традиционные источники энергии: горючие полезные ископаемые (нефть, газ, уголь). [2]**

Понятие о традиционных энергетических ресурсах (нефть, газ, уголь), интенсификация их использования. Исчерпаемость этого вида сырья. Мировая торговля нефтью, газом, углем. Изменение ценообразования. Ресурсы и мировая политика. Горячие точки планеты. Гибридные угрозы.

*Дополнительная литература:* [1, 3].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Какие ресурсы называют традиционными, почему?
2. Перспективы использования традиционных ресурсов.

### **Тема 3: Альтернативные источники энергии, их роль в структуре ТЭБ. [2]**

Происхождение понятия «альтернативные источники энергии». Ветро-, гидро-, геотермо-, гидротермо-, приливно-отливные виды энергии. Биотопливания, ядерная, космическая энергетики. Экологичность альтернативных источников энергии; повышение эффективности в новом экономическом укладе.

*Дополнительная литература:* [1, 3].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Что такое «альтернативные источники энергии»?
2. Виды альтернативных источников.

### **Тема 4: Нетрадиционные источники энергии в нетрадиционном аспекте геолого-экономической оценки и использования. [2]**

Тесная взаимосвязь «альтернативных» и «нетрадиционных» источников энергии. Угольный метан. Сланцевая нефть. Сланцевый газ. Технологические прорывы в освоении нетрадиционных ресурсов.

*Дополнительная литература:* [1, 3].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Перспективы использования угольного метана.
2. Технологии извлечения сланцевого газа.

### **Тема 5: Геологические ответы на вызовы XXI столетия. [2]**

Ближайшие и отдаленные перспективы в освоении альтернативных источников энергии. Газогидраты. Водородная и космическая энергетика. Экологическая проблематика. Задачи в ракурсе НБИКС-конвергенции, переоценка роли наук о Земле в контексте общих нелинейных представлений.

*Дополнительная литература:* [1, 3].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Что такое газы гидраты? Перспективы их использования.

### **Тема 6: Проблематика конкретных природно-территориальных комплексов (ПТК). [2]**

Изменения структуры топливно-энергетического баланса в традиционных сырьевых ПТК. Интенсификация в добыче традиционных видов топлива. Внедрение новых технологических способов, позволяющих увеличить сроки их добычи. Необходимость переоценки взглядов на традиционные подходы к извлечению невозполнимого сырья. Перспективы нефтегазо- и угледобычи в Мире и России, значение альтернативных источников энергии на этом фоне (попутный газ, угольный метан и др.).

*Дополнительная литература:* [1, 3].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Динамика структуры топливно-энергетического баланса в традиционных сырьевых ПТК.
2. Перспективы нефтегазо- и угледобычи в Мире и России.

### **Вопросы к экзамену по курсу «Альтернативные источники энергии»**

1. Топливо-энергетический баланс России: динамика изменения, современное состояние, перспективы.
2. Топливо-энергетический баланс Мира динамика изменения, современное состояние, перспективы.
3. Традиционные источники энергии, динамика изменения в их соотношении.
4. Традиционные источники энергии: роль в топливно-энергетическом балансе, перспективы.
5. Альтернативные источники энергии: общие представления.
6. Гидроэнергетика: плюсы и минусы.
7. Атомная энергетика: плюсы и минусы.
8. Возобновляемые источники энергии: текущее использование и перспективы.
9. Газы в углях и угленосных толщах.
10. Газовые гидраты: перспективы использования.
11. Сланцевый газ: общие представления.
12. Взаимоотношение и перспективы сжиженного и трубопроводного газа.
13. Сланцевая нефть: общие представления.
14. Доманикиты России (Волго-Уральская НГП).
15. Баженовская нефть Западной Сибири.

### **Рекомендуемая литература**

1. Удалов С.Н. Возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.Н. Удалов. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 460 с. — 978-5-7782-2358-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47686.html>

2. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс] : учебное пособие / . — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 72 с. — 978-5-88247-672-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55117.html>

3. Сидорович В. Мировая энергетическая революция [Электронный ресурс] : как возобновляемые источники энергии изменят наш мир / В. Сидорович. — Электрон. текстовые данные. — М. : Альпина Паблишер, 2016. — 208 с. — 978-5-9614-5249-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43701.html>

4. Альтернативные источники энергии: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация Геология месторождений нефти и газа.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И. О. проректора по учебно-методическому комплексу  
В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ  
ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ, Ч.1**

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация

**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Рыльков С.А., доцент, к.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

\_\_\_\_\_  
(название кафедры)  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. РЫЛЬКОВ С.А.  
(Фамилия И.О.)  
\_\_\_\_\_  
Протокол № 1 от 11.09.2024  
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

\_\_\_\_\_  
факультета геологии и геофизики  
(название факультета)  
Председатель \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.  
(Фамилия И.О.)  
\_\_\_\_\_  
Протокол № 2 от 11.10.2024  
(Дата)

Екатеринбург

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА, ч. 1 .....	4
1.1. Цели и задачи практики .....	4
1.2. Содержание отчета по практике .....	5
1.3. Задачи по сбору фактического материала при прохождении практики на объектах геологоразведочных работ .....	6

# 1. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА, ч.1

## 1.1. Цели и задачи практики

Производственно-технологическую практику, ч.1 студент проходит по окончании шестого семестра на предприятии, осуществляющем геологоразведочную производственную деятельность на объектах нефти и газа. Минимальная продолжительность производственной практики – 6 недель. В это время включается также составление отчета по практике. В процессе производственной практики студент выполняет определенные производственные обязанности, замещая вакантную должность (или в качестве дублера) специалиста геологической службы или другой специальности, по согласованию (договору) с руководством предприятия.

**Целью производственно-технологической практики, ч.1 практики** является закрепление ранее полученных студентом в течение учебного процесса теоретических знаний и приобретение им практических навыков на конкретном рабочем месте, способствующих дальнейшему освоению теоретического курса обучения.

**Задачи**, решаемые студентом при прохождении первой производственной практики, нижеследующие:

1.1.1. Закрепление теоретических знаний, полученных по курсам структурной и исторической геологии, основам геохимии, минералогии, петрографии, литологии, геологическому картированию, технике и технологии геологоразведочных работ.

1.1.2. Приобретение практического опыта в проведении полевых сейсморазведочных работ, бурении глубоких скважин на нефть и газ.

1.1.3. Знакомство с организационной деятельностью структурного подразделения.

1.1.4. Сбор материалов для курсовых проектов и работ по дисциплинам IV курса и для самостоятельной научной работы.

1.1.5. Знакомство:

- с проектно-сметной документацией производства геологоразведочных работ на нефть и газ;

- с техникой и технологией проведения полевых сейсморазведочных работ, или проходки буровых скважин;

- с методикой проведения и задачами геофизических и геохимических исследований, проводимых как в процессе бурения скважин, так и по его завершению.

1.1.6. Приобретение навыков и умения ведения геологической документации при макроописании керна, отборе и обработке шлама, составлении шлагограммы буровой скважины.

В процессе прохождения производственной практики студент по личным наблюдениям, фондовым, литературным источникам должен составить полное представление об орографии и геологическом строении участка и рай-

она работ, об условиях локализации залежи углеводородов (месторождении), типе коллектора и фильтрационно-емкостных его свойствах, методике, технике и экономике проведения поисково-оценочных и разведочных работ. Все эти данные должны быть отражены в отчете о производственной практике.

Перед отъездом на производственную практику студент обязан обсудить с преподавателем (руководителем практики от института) вероятные темы будущих своих курсовых (научно-исследовательских) работ, получить на них конкретные тематические задания и перечень необходимого материала для их выполнения, который должен быть собран на производственной практике.

## **1.2. Содержание отчета по производственно-технологической практике, ч. 1**

Учитывая ограниченные возможности производственных предприятий, предоставить студенту возможность знакомства со всеми вышеперечисленными методами и методиками проведения геологоразведочных работ за сравнительно небольшой отрезок времени часто мало реально. Поэтому предлагается сосредоточить свое внимание на следующих основных вопросах, которые необходимо отразить в отчете по производственной практике.

Для принимающих участие на производственной практике в полевых геологоразведочных работах (сейсморазведочных работах и на бурении глубоких скважин) структура производственного отчета должна соответствовать нижеследующему рубрикатору:

**Введение** - целевое назначение работ, организация, место и время проведения практики, занимаемая практикантом должность или рабочее место.

**1. Общие сведения о районе работы** (инфраструктура, орогидрография, флора и фауна, климат, социальная сфера).

**2. Геологическая изученность района** (в табличной форме: когда, кто какой метод ставил на изучаемой территории и какой был получен результат).

**3. Геологическое строение района работ** (стратиграфия, магматизм, тектоника, нефтегазоносность района работ, нефтегазоносность объекта, где проходила практика).

### **4. Методика проведения геологоразведочных работ:**

- этап (стадия) производства работ, применяемый комплекс методов решения геологической задачи;

- при проведении сейсморазведочных работ – рассчитанный годограф, принятые параметры между ПВ и ПП, длина кос, группирование сейсмоприемников и т. п. информация по технологии производства; при проведении буровых работ – геолого-технический наряд (ГТН);

- опорные геологические разрезы;

- зарисовки, фотографии (по теме рубрикатора).

**5. Основные мероприятия по охране окружающей среды.**

**6. Основные мероприятия по охране труда и технике безопасности.**

**7. Организация и экономика работ** (сводная смета производства работ).

**8. Заключение** (вывод о результатах работ).

Список литературы – в алфавитном порядке авторов приводятся опубликованные и фондовые материалы, использованные студентом в данном отчете.

Графические приложения к отчету: обзорная карта района работ (в формате листа А4, по-возможности - мелкомасштабная геологическая карта, геологическая карта месторождения (участка), разрезы, карты геохимических и геофизических полей, личные зарисовки-эскизы, схемы, фотографии, графики. Указываются масштаб, год составления, авторы.

Отчет по производственной практике должен также отражать личную работу студента, а не являться компиляцией фондово-литературных материалов. Отчет может быть выполнен как в виде рукописи, так и в текстовом формате ПК. Объем текстовой части не должен быть более 50 с. Страницы, иллюстрации, таблицы, рисунки должны быть пронумерованы. Все иллюстрации должны иметь подрисуночный текст, масштаб, условные обозначения, ссылки на авторов. На иллюстрации, рисунки, таблицы должны быть ссылки по тексту отчета.

### **1.3. Задачи по сбору фактического материала при прохождении производственно-технологической практике, ч. 1 на объектах геологоразведочных работ**

Кафедра ЛГГИ, направляя студента на производственную практику, обычно ставит перед производственной организацией условие – задействовать студента на работах, близких к специализации обучения, однако не всегда это условие соблюдается. Поэтому при прохождении производственной практики на участке (объекте), прямо не связанном с специализацией выпускающей кафедры, студент должен собрать материал для отчета по производственной практике по вышеприведенному рубриктору, при отсутствии на месте прохождения практики – в головной организации и зарезервировать себе для этой цели необходимое время (по согласованию с руководителем практики от производства).

Кроме того, направляясь на производственную практику, студент должен четко представлять, что собранный им материал ляжет в основу курсового проектирования и оттого, насколько он будет представителен, будет зависеть его оценка. По материалам, собранным на производственной практике студент выполняет в седьмом семестре курсовую работу: **«Методика поисков (разведки) на ... площади (месторождении, залежи)».**

Рекомендации для проходящих практику:

**- на геофизических работах:**

Студенты специальности ГН проходят производственную практику, связанную с производством геофизических исследований, в основном в сейсморазведочных экспедициях (партиях), где принимают непосредственное участие в производственном процессе (в качестве рабочих по переноске кос, топогеодезических рабочих, значительно реже - на обработке полевых материалов).

При прохождении практики в геофизической организации необходимо ознакомиться с временными разрезами опорных сейсморазведочных профилей, с результатами параметрического бурения на территории работ или данными по ближайшим глубоким скважинам. Особое внимание уделить выделению на сейсморазрезах продуктивного для данного региона (территории) нефтегазового комплекса, а также зон дизъюнктивных нарушений.

В качестве материала для курсового проектирования собрать данные по основным параметрам проведения сейсморазведочных работ на данной территории, материалы по бурению глубоких параметрических и поисково-оценочных скважин, отстроенные структурные планы кровли продуктивного нефтегазоносного горизонта. Желательно также подобрать материалы по увязке геофизических и геологических аномалий.

**- на геохимических исследованиях:**

При прохождении производственной практики в составе геохимического подразделения студенты специальности ГН проходят практику на рабочих местах в полевых отрядах. В процессе практики необходимо освоить методику проведения геохимических и сопутствующих им исследований, расшифровки полученных результатов для решения определенных геологических задач, четко представлять, что такое геохимическая аномалия и причину ее появления.

В качестве материала для курсового проектирования собрать данные по методике проведения геохимических работ на данной территории, информацию по рядом расположенным месторождениям (залежам) углеводородного сырья, информацию по пройденным в регионе параметрическим скважинам. Обязательно в собранном материале должна присутствовать структурная карта продуктивного нефтегазового комплекса (если нет возможности получить таковую на район работ, обязательно взять на регион). Кроме всего, необходимо иметь материал по результативности проводимых работ.

**- на буровых работах:**

При прохождении практики на бурении глубоких скважин необходимо четко представлять роль и задачи геологической службы на буровой. Необходимо получить представление о роли газокаротажной партии, отряда ГТИ на бурении скважины, по возможности ознакомиться с процессом ГИС, опробованием в открытом стволе, отбором керна, полевом описании керна.

В качестве материала для курсового проектирования собрать данные по проекту производства бурения скважины (*на разведочных работах* – информацию по месторождению (залежи), ранее проведенных работах на объекте; *на поисково-оценочных работах* – информацию по паспорту структуры, обоснованию постановки буровых работ; *при бурении параметрической*

скважины – информацию по обоснованию постановки работ). В качестве фактического материала обязательно должен быть взят шлам в количестве не менее 20 – 30 образцов через каждые 5-10 м проходки (подряд без пропусков, весом от 0,1 до 0,2 кг каждый образец шлама). Обязательно должна быть взята копия ГТН, структурный план НГК, на который проектируется бурение скважины.

Особое внимание необходимо уделить материалам по геофизическим исследованиям в скважине (скважинах). Наиболее представительным для характеристики залежи является материал сводных корреляционных разрезов по данным геофизических исследований в скважинах (ГИС). Здесь можно провести увязку данных ГИС и керна (шлама). Особенно интересными являются материалы, характеризующие продуктивный пласт и его изменчивость по мощности и по латерали.

***- на разработке месторождения (залежи)***

При прохождении практики на эксплуатируемом месторождении нефти или газа студенты специальности ГН исполняют обязанности дублера оператора разработки. В процессе практики студент должен овладеть методикой учета добываемых флюидов, организацией закачки агентов, поддерживающих пластовое давление, производством ежесменных записей в журнал оператора результатов работы по смене. В процессе практики необходимо освоить процесс контроля за разработкой: добыча флюида, транспортировка его на пункт подготовки, где производится подготовка нефти-сырца к транспорту (процессы обессоливания, обезвоживания и т. д).

В качестве материала для курсового проектирования необходимо собрать данные о месторождении (залежи), истории его разведки, структурный план, размещение запасов по категориям. В качестве фактического материала должны быть взяты образцы нефти-сырца (0,5 – 1,0 л), копия суточного рапорта оператора, схема разработки продуктивного пласта, сводный геолого-геофизический разрез. При наличии - план проектируемых разведочных работ, и, по возможности, получить в геологическом отделе предприятия петрофизическую и литологическую характеристику по имеющимся на месторождении коллекторам и покрышкам.

***В целом при прохождении практики каждый студент должен четко представлять, что основной курсовой работой по специальности на седьмом семестре буде работа, посвященная теоретическим основам поиска и разведки нефти и газа. Для качественного выполнения данной работы необходим материал с места прохождения производственной практики: структурный план кровли продуктивного для региона (района) НГК (горизонта, пласта) и информация о геологическом строении района работ и истории его изученности.***

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И. О. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ  
ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ, Ч.2**

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация

**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Рыльков С.А., доцент, к.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

\_\_\_\_\_  
(название кафедры)  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.  
(Фамилия И.О.)  
\_\_\_\_\_  
Протокол № 1 от 11.09.2024  
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

\_\_\_\_\_  
факультета геологии и геофизики  
(название факультета)  
Председатель \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.  
(Фамилия И.О.)  
\_\_\_\_\_  
Протокол № 2 от 11.10.2024  
(Дата)

Екатеринбург

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА, Ч.2.....	3
1.1. Цели и задачи практики .....	3
1.2. Особенности прохождения практики на конкретных участках производства геологоразведочных и эксплуатационных работ .....	4
1.3. Перечень основных разделов ВКР со стандартным рубрикаторм	5
1.4. Тема для специального рассмотрения (“спецвопрос”).....	9

## 1. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА, Ч.2

### 1.1. Цели и задачи практики

Производственно-технологическая практика, ч. 2 проводится студентами после восьмого семестра обучения на предприятии, проводящем геологоразведочные работы по выбранному студентом профилю специализации.

Основной целью практики является закрепление знаний, полученных студентом в процессе обучения в университете на основе глубокого и всестороннего изучения деятельности предприятия, на котором проводится практика, а также сбор необходимых фондовых и других материалов для написания ВКР в виде дипломного проекта или дипломной работы.

Исходя из этой цели, **задачами практики являются:**

1. Знакомство с методикой проведения геологоразведочных работ.
2. Изучение вопросов экономики, организации и управления производством.
3. Приобретение практических навыков самостоятельной работы по изучению геологического строения района, участка месторождения.
4. Изучение вопросов безопасности и охраны труда, охраны окружающей природной среды.
5. Сбор материалов для выполнения в процессе написания дипломного проекта самостоятельно выполненной главы (спецглава).

Вышеупомянутая глава является разделом или отдельным вопросом дипломного проекта, выполняемая студентом в процессе дипломного проектирования **самостоятельно**, поэтому студент, собирая на производственно-технологической практике, ч. 2 фактический материал для завершающего этапа обучения, должен четко представлять оптимальный объем этого материала, обеспечивающий решение всех задач дипломного проектирования. Для этого, перед началом практики, студент должен получить от преподавателя (руководителя практики) задание на ее прохождение (задание на выполнение ВКР). С целью повышения реальности и научно-практической ценности дипломного проекта задание на выполнение ВКР должно быть согласовано с руководством производственного предприятия.

Учитывая, что практически большинство предприятий, ведущих геологоразведочные работы на углеводороды, являются в настоящее время сервисными подразделениями добывающих предприятий ведущих холдингов (компаний) нефтегазовой отрасли и, как правило, не являются стабильными в структурном отношении единицами, прохождение студентом практики возможно на любом участке полевых работ как геологоразведочного, так и эксплуатационного направления. Студент на практике выполняет определенные производственные обязанности, замещая вакантную должность (или в качестве дублера) специалиста геологической службы или другой специальности, по согласованию (договору) с руководством предприятия.

Минимальная продолжительность производственно-технологической

практики, ч. 8 недель.

## **1.2. Особенности прохождения практики на конкретных участках производства геологоразведочных и эксплуатационных работ**

### ***1.2.1. Тематические, научно-исследовательские работы***

Практика в подразделении, специализирующемся на выполнении тематических, научно-исследовательских работ позволяет студенту, наряду со знакомством с конкретной тематикой выполняемой коллективом подразделения работы, получить возможность собрать материал по проведенным на конкретной территории геологоразведочным работам регионального (поискового, разведочного) этапа и с достаточной детальностью собрать фондовые и опубликованные материалы по конкретной тематике. В качестве предмета самостоятельной работы, включаемой в дипломный проект в качестве специальной главы, по согласованию с руководителем практики на производстве, можно взять одно из направлений выполняемой студентом работы. Для выполнения курсовой работы по лабораторным методам изучения горючих ископаемых, при отсутствии возможности сбора фактического материала (образцов флюидов), желательно собрать данные аналитических исследований флюидов, методику обработки этих данных на ПК и сделать практический вывод из этих исследований при подсчете запасов (ТЭО КИН и т. п.).

### ***1.2.2. Геофизические работы***

Практика в подразделении, выполняющем геофизические полевые работы, позволяет студенту получить необходимый навык геологической интерпретации материалов, получаемых с помощью геофизических методов поиска и разведки горючих полезных ископаемых. Здесь особое внимание следует уделить сбору фондовой и опубликованной информации по комплексированию применяемых методов, собрать коллекцию образцов, отвечающую основным физическим свойствам горных пород, данные бурения параметрических и опорных скважин в районе работ, опыт интерпретации получаемых результатов, накопленный в подразделении. Необходимо усвоить порядок перевода прогнозных ресурсов в ресурсы локализованные и перспективные по данным геофизических работ, и собрать информацию об успешности проверенных бурением объектов с перспективными ресурсами. Особенно интересно получить информацию о причинах отрицательных результатов. В качестве материалов для спецглавы в ВКР в виде дипломного проекта можно рекомендовать собрать информацию по обоснованию применяемой методики исследования геологического строения изучаемой территории.

Практика в подразделении, выполняющем геофизические исследования в скважинах, позволяет студенту получить необходимый навык в интерпретации данных ГИС, особенно при подсчете запасов нефти, газа, газоконденсата. Наряду со сбором фондовых и опубликованных материалов по конкретной тематике проводимых работ, необходимо для дипломного проектирова-

ния собрать информацию о рациональном комплексе ГИС на данном участке, его обосновании, а также получить копии каротажных диаграмм. При возможности, необходимо собрать образцы керна (шлама) из охарактеризованных каротажными диаграммами интервалов.

### ***1.2.3. Поисковое (разведочное, эксплуатационное) бурение***

Практика в подразделении, проводящем строительство буровой скважины, позволяет студенту в дополнение к фондовым и опубликованным по конкретному району материалам, собрать фактический материал в виде шлама с привязкой к конкретному интервалу, копии каротажных диаграмм, копию геолого-технического наряда. Участвуя непосредственно при бурении скважины, студент может собрать материал по результатам проведения ГИС, газового каротажа, геолого-технического исследования скважины (ГТИ), получить навык полевого макроописания керна.

### ***1.2.4. Геохимические исследования***

Практика в подразделении, проводящем геохимические исследования на конкретной площади, позволяет студенту в дополнение к фондовым и опубликованным по конкретному району материалам собрать информацию о методике проводимых геохимических работ, порядке отбора и обработки проб, интерпретации получаемых результатов. В качестве дополнительного материала для дипломного проектирования желательно получить данные о проведенных на участке работ или на соседней площади геохимических исследованиях и их результативности.

### ***1.2.5. Эксплуатационные работы***

Практика на нефтяном (газовом) промысле позволяет студенту получить навык нефтегазопромыслового геолога и в дополнение к фондовому и опубликованному материалу по району работ собрать информацию о методах изучения геолого-промысловой характеристики продуктивных пластов и залежей нефти и газа на конкретной стадии эксплуатации.

## **1.3. Перечень основных разделов ВКР в виде дипломного проекта со стандартным рубрикаторм**

Изменившиеся с 1992 г. условия недропользования заставили собственников геологической, геолого-технической и геолого-экономической информации по конкретной территории, в том числе и территориальные геологические фонды МПР России, определить ее в качестве товара с определенной стоимостью, наряду с существующими ранее понятиями «закрытая» и «открытая». Поэтому сбор материалов для дипломного проектирования должен проводиться студентом на преддипломной практике в тесном контакте с руководителем практики от производства и только в том объеме, который позволит ответить на все основные вопросы, затронутые дипломным проектом (дипломной работой).

Выходя на производственно-технологическую практику, ч. 2, студент должен четко представлять ее конечный результат. Это значит, что при дипломном проектировании студент должен осветить следующие вопросы, в сопровождении рисунков, графических и текстовых приложений, согласно нижеприведенному рубрикатору:

**1. Введение.** Здесь студент должен сообщить, какие материалы легли в основу его ВКР; где и на каком конкретно рабочем месте он проходил преддипломную практику; цель производства работ предприятием, тип флюида участка, этап и стадия выполняемых на производстве работ.

Объем текстовой части – 1 страница; рисунок – не нужен.

**2. Общие физико-географические сведения о районе работы.** Раздел определяет в конечном итоге принимаемые проектом технические решения, основанные на информации по местонахождению площади проектируемых работ, ее инфраструктуре, орографическим особенностям, климату, растительности, животному миру, наличию особо охраняемых территорий, населению.

Объем текстовой части – 2-3 с.; рисунок – обзорная карта района работ с нанесенной ближайшей железнодорожной станцией, пристанью, в произвольном масштабе. В текстовой части приветствуются фотографии, сделанные студентом на практике, отражающие орографические особенности территории, растительность и другие природные объекты.

**3. История изученности района работ.** Дается в виде произвольного текста или в виде таблицы. Перечисляются проведенные геологоразведочные работы по годам их проведения, с указанием автора и наименованием отчета о проведенных работах. Для результирующего резюме по ранее проведенным работам необходимо собрать информацию по результатам, полученным каждым исследователем в отдельности.

Объем текстовой (табличной) части – 4-7 с.; рисунок – не обязателен, хотя возможна иллюстрация раздела рисунками в формате А4, характеризующих картограммы изученности.

**4. Геологическое строение района работ.** Дается в стандарте подразделов: стратиграфия, магматизм, тектоника, нефтегазоносность, гидрогеологические особенности района работ и непосредственно участка проектирования.

Объем главы – 8-15 с. текста; рисунки – выкопировки из обзорных карт (геологической, тектонической и др.) масштаба 1:10000000 – 1:1000000, иллюстрирующие текст подглав, желательно чтобы рисунки текста повторяли в формате А4 чертежи демонстрационной графики.

Демонстрационная графика: тектоническая схема (геологическая карта) района работ масштаба 1:50000 – 1:200000; сводный геолого-геофизический разрез - на листах формата А1.

Следует отметить, что при сравнительно небольшом объеме информации, главы 3 и 4, по усмотрению руководителя по дипломированию, соединяют в одну главу.

**5. Методика производства работ.** Необходимо в начале главы дать

обоснование стадийности проектируемых работ и перечислить комплекс методов для решения поставленной задачи.

Объем – 1 страница текста.

Для дипломантов специальности ГН основными темами дипломного проектирования (без вариантов) могут быть проведение поисково-оценочной стадии поисково-оценочного этапа работ или производство разведочных работ.

Учитывая, что методический раздел является основой для составления последующих частей дипломного проекта, предлагается разбить главу на подглавы и подразделы. В качестве примера предлагается следующий рубрикатор данной главы:

*5.1. Геофизические методы производства работ:* здесь, в зависимости от стадии проектируемых работ, рассматривается вопрос по сгущению сети ранее пройденных сейсморазведочных площадных работ 2D, или же постановка сейсморазведочных работ 3D. В зависимости от собранного дипломантом на практике материала можно рассматривать вопрос и о применении других видов геофизических исследований. Объем – в зависимости от объема собранного материала, но не более 5 с. текста; рисунки: расчет годографа, местоположение проектируемых работ на местности. При проектировании сейсморазведочных работ 3D необходим демонстрационный чертеж формата А1.

*5.2. Геохимические методы производства работ* – комплекс геохимических исследований по уточнению границ залежи (месторождения) дистанционными методами. Дается описание методики производства работ, ожидаемые результаты. Объем текста – 2-4 с.; рисунки – применяемая сеть геохимических наблюдений. При применении данного метода – дать этот же рисунок в качестве демонстрационной графики в формате А1.

*5.3. Буровые работы.* Эта подглава, в свою очередь, состоит из ряда подразделов:

*5.3.1. Выбор места заложения скважины (скважин).* В зависимости от задачи дипломного проекта, в соответствии со стадийностью проектируемых работ определяется количество скважин, необходимых для решения задачи, их места заложения, глубина скважин, очередность проходки.

*5.3.2. Литолого-технологический разрез и ожидаемые осложнения при бурении скважины (скважин).* В текстовой или в табличной форме дается поинтервальный сводный разрез проектируемой скважины с указанием ожидаемых литологических разностей пород (поинтервально), а также категории их по буримости. В текстовой или в табличной форме дать ожидаемые осложнения при бурении.

*5.3.3. Конструкция скважины.* На основании литолого-технологического разреза и ожидаемых осложнений при бурении скважины предлагается обосновать принимаемую проектом конструкцию скважины.

*5.3.4. Отбор проб в процессе бурения скважины керна, флюидов.* В соответствии с назначением скважины, ожидаемой мощностью продуктивного горизонта (пласта) определить интервалы проходки с отбором керна, дать

объем ожидаемого керна с условием его выноса (раздельно по коллектору и по крышке). Описать отбор проб флюидов.

5.3.5. Опробование скважины в открытом стволе и испытание ее в колонне. Дать в текстовой форме описание процесса опробования скважины в открытом стволе и процесс испытания скважины в колонне.

5.3.6. Предлагаемый комплекс ГИС. Дается в табличной форме основной комплекс ГИС для данной территории и при необходимости - дополнительный. Рассматриваются масштабы записей; какие зонды будут применяться в открытом стволе (предварительно, окончательно), какие - в колонне. Желательно дать краткое описание методам: для чего он применяется.

5.3.7. Работы, сопутствующие полевым. Имеются в виду топографические работы и строительство на буровой.

5.3.8. Лабораторные работы. С учетом стадийности работ, объема вынесенного керна по коллекторам и по крышкам, определяется объем образцов для проведения петрофизических и петрографических исследований. Делается вывод о репрезентативности полученной выборки.

5.3.9. Подсчет запасов углеводородов объемным методом. При проведении поисково-оценочных работ запасы подсчитываются по категориям  $C_1+C_2$ , при проведении разведочных работ – количество запасов, переведенных из категории  $C_2$  в категорию  $C_1$ .

Объем текста – 8-12 с.; рисунки (фотографии) – в зависимости от наличия. В качестве демонстрационного чертежа – геолого-технический наряд (ГТН) в формате А1 – чертеж, учитывающий также вопросы, освещенные в технической части проекта.

**6. Техническая часть** проекта, в том числе: охрана труда, техника безопасности, охрана окружающей природной среды. Объем текстовой части – по согласованию с соответствующим куратором.

**7. Экономическая часть** (сводная смета, расчеты стоимости отдельных видов работ). Объем текстовой части – по согласованию с соответствующим куратором.

В завершение экономической части необходимо привести подраздел, посвященный эффективности предлагаемых проектом работ. Эффективность проектируемых работ выражается в количественном приросте промышленных запасов углеводородов (категория  $C_1$ ) на единицу затрат при реализации проекта (тыс т/метр бурения, тыс т/руб., руб./руб. и т. п.). Необходимо учесть, что ожидаемые результаты в денежном выражении (прирост запасов категории  $C_1$ , перевод запасов углеводородного сырья из категории  $C_2$  в категорию  $C_1$ ) должны быть значительно выше ожидаемых затрат на производство работ.

В завершение – приводится список использованной при написании ВКР фондовой и опубликованной литературы.

#### 1.4. Тема для специального рассмотрения (“спецвопрос”)

Особое внимание при написании ВКР в виде дипломного проекта уделяется самостоятельно выполненной студентом работе, оформляемой в виде **спецглавы (спецраздела)** в одной из центральных глав дипломного проекта. Это, как правило, самостоятельно выполняемая студентом работа, которая может быть посвящена:

- изучению вещественного состава коллектора, покрышек;
- определению петрофизических и петрографических особенностей продуктивного горизонта;
- выявлению зависимостей между петрофизическими и петрографическими особенностями коллекторов;
- изучению вещественного состава флюидов;
- корреляционной зависимости между пробуренными скважинами по данным ГИС и т. д.

Направления специальных (естественно, *самостоятельных*) исследований могут быть (очень укрупнено) классифицированы следующим образом:

- лабораторно-микроскопические исследования;
- графопостроительные работы;
- количественная обработка информации.

Понятно, что все эти направления теснейшим образом *взаимосвязаны*. В общем виде соотношение методов исследований и решаемых задач изображено на рис. 1. Поясним выбор конкретной темы на некоторых примерах.

**Пример 1 - петрографическое изучение песчаников.** Основные задачи, которые должны решаться с помощью данного метода на конкретном объекте, могут быть следующими:

- детальное изучение одно-двух или более пластосечений (например, коллекторов), как бы вне зависимости от их геологического положения;
- изучение нескольких песчаных слоев, желательнее по одной линии – обнажению, скважине – для последующего рассмотрения смены типов песчаников по вертикали;
- изучение нескольких разрезов одного пласта для их увязки (корреляции) либо для оценки изменений на площади. Эти задачи могут совмещаться, детализироваться и т. п., в зависимости от сложности объекта, стадии изученности и многих других условий, однако порядок рассуждений в целом при этом безусловно сохраняется. Полевые исследования, включая отбор проб на последующие исследования, проводятся уже исходя из определенной цели.

**Пример 2 - изучение периодичности (цикличности)** в некоторой толще пород. Данная задача может решаться на базе детальной документации керна, или с помощью лабораторных исследований, математического аппарата и т.д. В зависимости от выбранных методов формируется и формулируется конкретная методика работ, способы решения задачи, определя-

ется объем информации, которую следует собрать.

### Объем работ для выполнения специальной части ВКР

Достаточно условно определенный *минимальный* объем самостоятельных исследований, который позволяет дать некоторые значимые заключения (табл. 1), может быть увеличен в 3–5 раз.

Таблица 1

Рекомендуемый объем самостоятельных исследований для выполнения специальной части ВКР (некоторые примеры)

Наименование темы	Единицы измерения	Количество
<i>Микроскопические исследования</i>		
Петрографический состав песчаников	шлиф	20-40
Гранулометрический анализ сцементированных пород	то же	10 – 15
<i>Графопостроительные работы</i>		
Расчленение разреза по детальному описанию	скважина, м	1 – 2 Не менее 300
Корреляция отложений (с применением ГИС; лабораторных данных)	скважина, м	Не менее 2* Не менее 100 по каждой из скважин
<i>Обработка информации</i>		
Анализы (химические, спектральные и проч.)	анализ	Не менее 100
Изучение качества полезного ископаемого по пластосечениям	пластоточка	Не менее 50
<i>Иные виды работ</i>		
Изучение морфологии продуктивных горизонтов (угольных пластов, коллекторов и пр.)	пластоточка	Не менее 20
Построение моделей (строения толщи, продуктивных горизонтов и пр.)	не регламентируется	

\* Может значительно варьировать и зависит от принятого масштаба. Например: корреляция только 20-метрового продуктивного интервала, но в М 1:50 и по 7-10 скважинам.

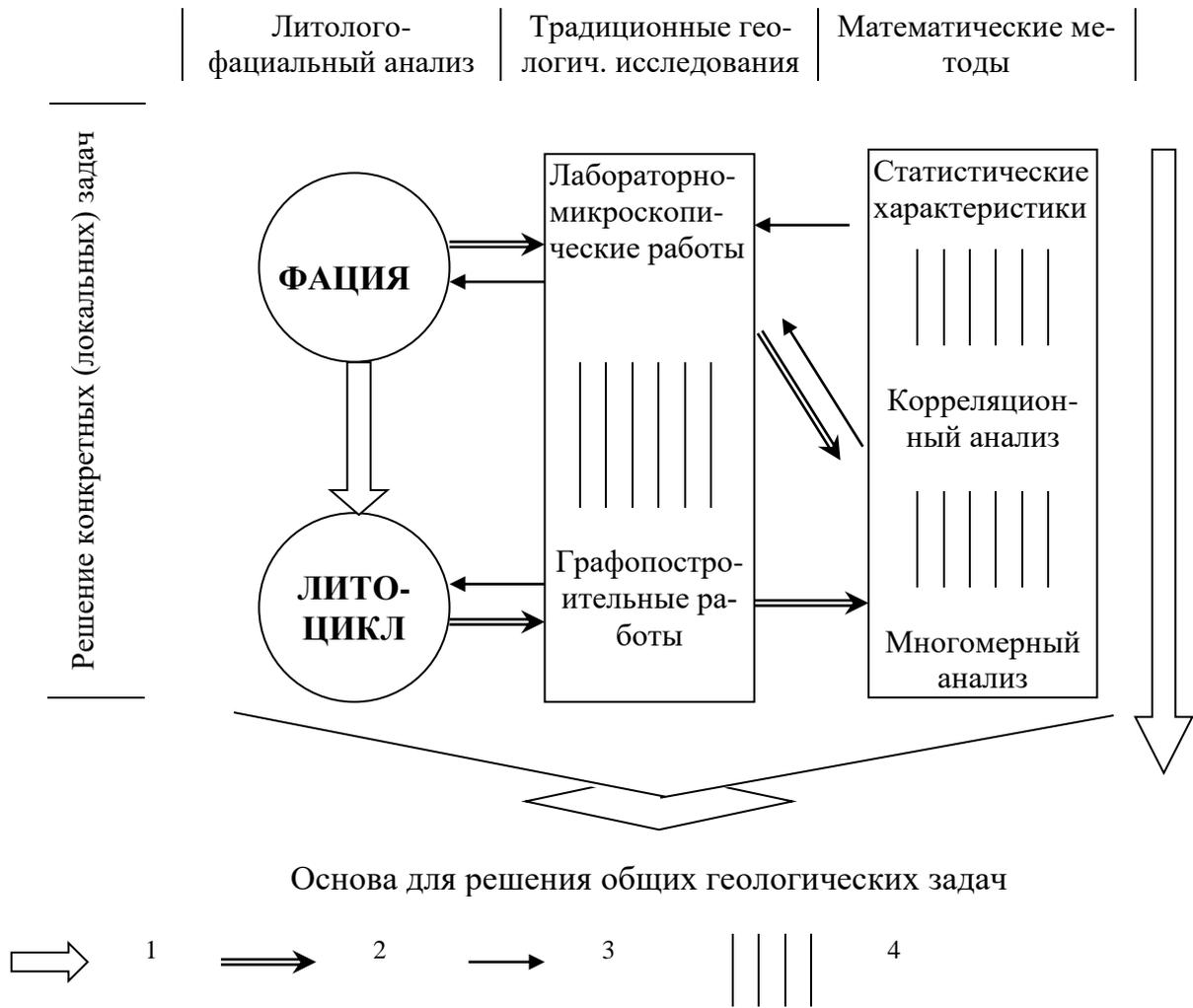


Рис. 1. Соотношение основных видов исследований (применительно к литолого-фациальному анализу)

1 – основное направление в выполнении работ (от частного – к общему); 2 – получение новой информации; 3 – “заверка” и (или) способ получения результатов; 4 – интервалы интенсивного взаимопроникновения и взаимосвязи методов и методик.

В завершение - пример возможного показа полученной информации (рис. 2). Всего лишь на одном чертеже (как правило, это лист ватмана формата А1 или 80×60 см) можно показать колонку строения слоя песчаного коллектора, фотографии или зарисовки конкретных образцов, фотографии шлифов. Все это позволит как с общей позиций, так и с любой степенью детальности осветить рассматриваемые вопросы. Важно подчеркнуть, что возможность такого изображения информации закладывается уже при первоначальном сборе материала (см. выше).

## Рекомендуемое применение колонок различного масштаба

Масштаб	Что изображается	Для чего используются
1 : 50 000 (1: 25 000)	Серии, формации	Общие представления о строении толщи (стратиграфические колонки без детального “наполнения”)
1 : 20 000	Свиты, подформации	
1 : 5 000	Свиты; ЛЦ III порядка	Детальная стратиграфическая колонка; схематические разрезы
1 : 2 000	ЛЦ III, II порядков	Геологические разрезы с увязкой отдельных горизонтов
1 : 500	ЛЦ III, II порядков; реже слои (с обобщением)	Геологические разрезы разного характера в детальности
1 : 200	Слои	Детальные геологические разрезы, колонки скважин
1 : 50 (1 : 20)	Слои, прослои	Детальные колонки, зарисовки

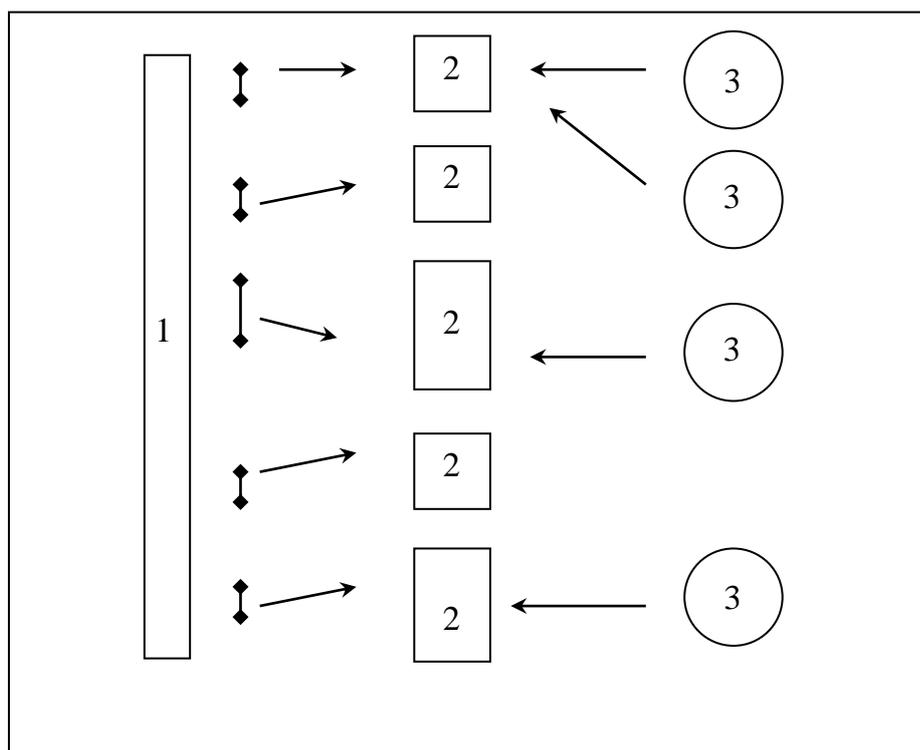


Рис. 2. Вариант совмещения на одном чертеже результатов изучения общего строения интервала

1 - колонка, 2 - детальное описание образцов (фотографии, сканированные отпечатки), 3 - результаты микроскопического изучения (фотографии шлифов).

Объем текстовой части спецглавы не должен превышать 8-10 с. В качестве рисунков – фотографии, графики и т. п. Для демонстрации выполненной работы необходимо сделать один-два чертежа формата А1.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И. О. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ  
ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ**

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация

**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Рыльков С.А., доцент, к.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(название кафедры)  
*(подпись)*  
к.г.-м.н., доц. РЫЛЬКОВ С.А.  
(Фамилия И.О.)  
Протокол № 1 от 11.09.2024  
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики  
(название факультета)  
Председатель \_\_\_\_\_  
*(подпись)*  
к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.  
(Фамилия И.О.)  
Протокол № 2 от 11.10.2024  
(Дата)

Екатеринбург

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Основная цель преддипломной практики – выполнение выпускной квалификационной работы.

Задачами преддипломной практики являются:

- закрепление навыков по самостоятельному ведению геологических исследований, по сбору, обработке и обобщению полученных материалов;
- закрепление организационных навыков и умения работы с людьми;
- приобретение навыков осмысливания и критической оценки данных предыдущих исследований, формулирования основных выводов по геологическому строению и геологической истории исследуемого района.
- приобретение способности к творческой деятельности, готовности вести поиск решения новых задач, связанных с отсутствием разработанных алгоритмов профессионального поведения;
- изучение вопросов экономики, организации и управления производством;
- изучение вопросов безопасности и охраны труда, охраны окружающей природной среды;
- сбор и окончательная обработка материалов для выполнения выпускной квалификационной работы.

## ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПРАКТИКИ

Общая трудоемкость преддипломной практики составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Общее время прохождения учебной практики студентов 2 недели.

## ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ПРОХОЖДЕНИЮ ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ

Преддипломная практика проводится как в структурных подразделениях УГГУ (возможно посещение профильных организаций с целью изучения их опыта решения конкретных профессиональных и производственных задач в соответствии с заданием практики), так и в организациях – базах практики, с которыми у УГГУ заключены договоры о практике, деятельность которых соответствует видам деятельности, осваиваемым в рамках ОПОП ВО.

Перед прохождением практики обучающихся должен изучить программу, представленную учебно-методическую документацию по практике и обратиться к соответствующим нормативным материалам, литературе с тем, чтобы быть подготовленным к выполнению поручений, данных руководителем практики, к решению задач практики, конкретных практических вопросов.

При необходимости обучающиеся должны подготовить: ксерокопии своих свидетельств о постановке на учет в налоговом органе (ИНН), пенсионного страхования; получить при необходимости медицинскую справку по

форме, требуемой предприятием-базой практики, в поликлинике, к которой прикреплены; подготовить фотографии (формат по требованию предприятия-базы практики) и паспортные данные (ксерокопии разворотов с фотографией и регистрацией места жительства) для оформления пропусков на предприятие.

В рамках самостоятельной работы обучающемуся рекомендуется проработать конспекты лекций, учебников и других горнотехнических изданий, технической документации горных предприятий, Контроль качества самостоятельной работы студентов производится при защите отчёта по практике.

При прохождении практики *обучающиеся обязаны:*

своевременно прибыть на место прохождения практики, иметь при себе все необходимые документы, в том числе паспорт, направление на практику;

подчиняться действующим правилам внутреннего трудового распорядка организации – места прохождения практики;

изучить и строго соблюдать правила охраны труда, техники безопасности, производственной санитарии и промышленной безопасности;

полностью выполнять задания, предусмотренные программой практики;

выполнять задания руководителя практики от организации;

быть вежливым, внимательным в общении с работниками;

вести записи о проделанной работе, чтобы в дальнейшем в отчете описать содержание проделанной работы;

в установленный срок отчитаться о прохождении практики руководителю практики от кафедры, подготовить и сдать отчет и другие документы практики на кафедру.

При возникновении затруднений в процессе практики обучающийся может обратиться к руководителю практики от университета либо от организации-базы практики и получить необходимые разъяснения.

## ФОРМА ОТЧЕТНОСТИ ПО ПРАКТИКЕ

По результатам преддипломной практики студент представляет набор документов:

индивидуальное задание и график (план) проведения практики заполненный соответствующим образом (приложение В);

характеристика с места практики (приложение Г);

отчет обучающегося.

Индивидуальное задание, график (план) прохождения практики, характеристика – единый документ.

Документы должны быть подписаны руководителем практики от организации – базы практики и заверены печатью организации–базы практики.

Отчет вместе с документами служит основанием для оценки результатов преддипломной практики руководителем практики от университета. Полученная оценка - «зачтено» выставляется в ведомость и зачетную книжку студента.

Содержание отчета должно соответствовать программе практики, в нем обобщается и анализируется весь ход практики, выполнение заданий и других запланированных мероприятий. Отчет должен иметь четкое построение, логическую последовательность, конкретность.

Отчет по преддипломной практике имеет следующую структуру: титульный лист (приложение А), индивидуальное задание и график (план) проведения практики заполненный соответствующим образом, содержание, введение, основная часть, заключение, приложения.

*Титульный лист* отчета содержит: указание места прохождения практики, данные о руководителе практики от университета и от организации (образец – приложение А).

После титульного листа помещается индивидуальное задание на практику, содержащее график (план) практики, характеристику с места практики.

*Содержание* отчета о прохождении учебной практики помещают после титульного листа и индивидуального задания. В содержании отчета указывают: перечень разделов (при желании параграфов), номера страниц, с которых начинается каждый из них.

*Во введении* следует отразить: место и сроки практики; её цели и задачи; выполненные обязанности, изученный информационный материал.

Введение не должно превышать 1 страницы компьютерного набора.

*Основная часть* отчета представляет собой Геологический раздел ВКР в виде дипломного проекта или геологическую часть ВКР в виде дипломной работы: стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность района работ, нефтегазоносность объекта.

Дается в стандарте подразделов: стратиграфия, магматизм, тектоника, нефтегазоносность, гидрогеологические особенности района работ и непосредственно участка проектирования.

Демонстрационная графика: тектоническая схема (геологическая карта) района работ масштаба 1:50000 – 1:200000; сводный геолого-геофизический разрез - на листах формата А1.

Объем основной части не должен превышать 30 страниц, рисунки – выкопировки из обзорных карт (геологической, тектонической и др.) масштаба 1:1000000 – 1:1000000, иллюстрирующие текст главы.

В *заключении* студент должен дать характеристику практики (как проходила практика, знания и навыки (компетенции), которые он приобрел в ходе практики), сделать вывод о ее значении для подготовки специалиста-геолога в нефтегазовой отрасли.

Заключение должно быть по объему не более 1-2 стр.

*Характеристика с места практики* должна обязательно содержать Ф.И.О. студента полностью, указание на отношение студента к работе, наличие или отсутствие жалоб на студента, оценку его теоретических знаний, умение применять теоретические знания на практике, степень выраженности необходимых личностных и профессиональных качеств.



Приложение А

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный горный университет»  
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)  
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

**ОТЧЕТ**  
**о прохождении преддипломной практики**

---

(наименование организации прохождения практики)

Специальность: 21.05.02  
*ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ*

Студент: Ларкин Н.А.  
Группа: ГН-24

Специализация:  
*ГЕОЛОГИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ  
И ГАЗА*

Руководитель практики от университета:

Оценка \_\_\_\_\_

Подпись \_\_\_\_\_

Екатеринбург  
202\_\_

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И. о. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ  
И МЕТОДИКЕ ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОЗНАКОМИТЕЛЬНОЙ  
ПРАКТИКИ**

Автор: Поленов Ю. А., д.г.-м.н., доцент

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии, минералогии и петрографии*

\_\_\_\_\_  
(название кафедры)  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)  
д.г.-м.н. Зедгенизов Д.А.  
(Фамилия И.О.)  
\_\_\_\_\_  
Протокол № 1 от 13.09.2024  
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

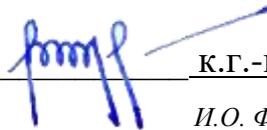
\_\_\_\_\_  
факультета геологии и геофизики  
(название факультета)  
Председатель \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.  
(Фамилия И.О.)  
\_\_\_\_\_  
Протокол № 2 от 11.10.2024  
(Дата)

Екатеринбург

**Методические материалы по дисциплине согласованы с выпускающей кафедрой геологии и геофизики нефти и газа**

Заведующий кафедрой ГГНГ

*подпись*



к.г.-м.н., С.А. РЫЛЬКОВ

*И.О. Фамилия*

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В курсе «Общая геология», который читается студентам специальности 21.05.02 Прикладная геология Уральского государственного горного университета (УГГУ), предусмотрено проведение учебной геологической практики. Она является важной составной частью образовательного процесса, так как способствует формированию у студентов умения наблюдать, документировать и обобщать различного рода геологические факты. Все это – основа для закрепления теоретической части указанного курса. В итоге студенты приобретают определенную базу восприятия специальных учебных дисциплин геологического профиля.

Место проведения практики, которое включает обнажения в городе Екатеринбург и его окрестностях, в пределах листов О-41-XXV и О-41-XXXI, выбрано в связи с тем, что здесь на сравнительно небольшой площади расположены разнообразные объекты, которые характеризуются сложным геологическим строением и разнообразием горных пород и месторождений полезных ископаемых всех геодинамических обстановок, проявленных на Урале.

Студенты заочного обучения, работающие на предприятиях геологоразведочного и горного профиля с согласия преподавателя, могут проходить учебную геологическую практику на своем предприятии, предварительно получив для этого разрешение руководства учреждения.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРОВЕДЕНИЯ УЧЕБНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

Геологическая ознакомительная практика после первого курса обучения студентов проводится в течение двух недель.

Цель практики: закрепление теоретических знаний и практических навыков студентов по общей и исторической геологии путем изучения результатов эндогенных и экзогенных процессов в природе на природных геологических объектах и знакомство студентов с элементами документирования естественных и искусственных обнажений.

Задачи практики:

- ознакомление студентов с основами методики полевых геологических, геоморфологических и гидрогеологических наблюдений, с документацией полевых наблюдений, с некоторыми горнопромышленными предприятиями в окрестностях г. Екатеринбурга.

- обучение студентов свободному владению горным компасом при работе с картой и выполнении различных замеров на местности, документированию опорных разрезов, горных выработок и различных объектов при маршрутных наблюдениях, камеральной обработке полевых материалов и оформлению геологического отчета с необходимыми графическими приложениями;

Студенты, прошедшие геологическую практику, должны:

- знать основные геологические структуры земной коры на территории Среднего Урала и геологическую историю их развития;

- иметь представление об эндогенных и экзогенных геологических процессах, приводящих к образованию и преобразованию различных месторождений полезных ископаемых, о пространственно-временных основах геологии, базирующихся на методе актуализма, т. е. развитии процессов и геологических структур в пространстве и во времени;

- закрепить навыки и уметь определять минералы и горные породы как продукты различных геологических процессов; наблюдать и документировать обнажения и горные

выработки, уметь вести абрис маршрута, полевую книжку; отбирать стандартные образцы для геологической коллекции; замерять элементы залегания горных пород и трещиноватости горным компасом, составлять фрагментарные геологические схемы и планы, разрезы к ним; анализировать условия их залегания, возрастные взаимоотношения различных геологических образований как в обнажениях, так и на геологических картах и фиксировать все полученные материалы в геологическом отчете;

- отличать экзогенные процессы, обусловленные антропогенными факторами.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

Геологическая ознакомительная практика проводится квалифицированными специалистами, имеющими соответствующее образование. Как любые геологические исследования, она состоит из трех основных этапов – подготовительного, полевого и камерального.

*Подготовительный этап.* В течение этого этапа со студентами проводятся лекции о целях и задачах экскурсий, формируются учебные бригады, собирается, закупается и выдается полевое снаряжение (рюкзак, полевая сумка, мешки под образцы, компас, фотоаппарат, рулетка, геологический молоток, лупа, саперная лопатка, складной нож, ручка, карандаш, офицерская линейка, медицинская аптечка) и документы (карты, полевой дневник, журнал образцов, этикетки), позволяющие фиксировать полученные наблюдения. Перечисленным снаряжением и документами должна располагать каждая учебная бригада. Полевой дневник должен иметь каждый учащийся. На подготовительном этапе дается форма дневника (полевой книжки) и другой геологической документации.

Для успешного проведения геологических экскурсий заранее необходимо осуществлять ряд мероприятий, направленных на строгое выполнение правил по технике безопасности в полевых условиях. Прежде всего, нужно организовать медицинский осмотр всех экскурсантов и сделать предохранительные прививки.

Вторым обязательным мероприятием является ознакомление студентов непосредственно перед проведением экскурсий с правилами техники безопасности с росписью в соответствующей ведомости. Экскурсанты должны усвоить правила техники безопасности при 1) проведении маршрутов, 2) использовании автотранспорта, 3) обеспечении питьевой водой, 4) оказании доврачебной помощи.

В *полевой этап* проводятся геологические маршруты на хорошо обнаженные геологические объекты, сложенные различными метаморфическими, осадочными и магматическими породами; на месторождения полезных ископаемых различного генезиса.

Первые маршруты предусматривают усвоение студентами общих навыков работы в полевых условиях. С этой целью преподаватели рассказывают о методике полевых геологических объектов с теми или иными явлениями и процессами.

Выполнение маршрутного задания, прежде всего, зависит от четкой организации работы студенческих бригад в полевых условиях. Этому способствует предварительное распределение обязанностей между членами бригад перед очередным маршрутом. В каждом маршруте поочередно одни студенты отвечают за составление абриса маршрута и привязку обнажений, другие за работу с горным компасом, за отбор образцов горных пород, фотографирование геологических объектов и т.д.

Объем геологической информации возрастает от маршрута к маршруту. Своевременная обработка этого материала определяет качество итоговых геологических документов. Основная форма проведения полевых геологических наблюдений – маршруты, которые являются составной частью учебного процесса. Количество их и содержание определяется целями и задачами, планом обучения и программой геологических экскурсий.

Практически во многих случаях маршруты являются комплексными, когда одновременно ведутся наблюдения над несколькими геологическими процессами и объектами. Целесообразность таких маршрутов обусловлена выявлением взаимосвязи отдельных геологических процессов и явлений. Например, в одном маршруте полезно проследить связи между формами рельефа, литологией пород и тектоникой района, выходами подземных вод на поверхность и определенным стратиграфическим горизонтом, выветриванием и составом горных пород и т.д.

Необходимо особенно подчеркнуть, что *геологические наблюдения в маршруте должны вестись непрерывно*. Это означает, что после описания какого-либо объекта или процесса наблюдение за ним (ними) не прекращается, а продолжается в процессе всего маршрута.

Основная работа в маршрутах – изучение горных пород, осуществление тектонических, геоморфологических и других наблюдений и записи в полевой книжке проводятся на специальных остановках – точках наблюдения (Тн). По характеру изучаемых явлений "Тн" можно условно разделить на три вида: изучение и описание геолого-географических особенностей (тектоники, рельефа, деятельности подземных вод, выветривания и т.д.), изучение и описание горных пород и условий их залегания в обнажениях и, наконец, наиболее частый случай, когда исследуется и те, и другие вопросы. Остановка на "Тн" даже на небольшом объекте отнимает много времени, поэтому нужно выбирать каждую точку так, чтобы на такой точке породы были хорошо обнажены, легко доступны для наблюдения и вместе с тем обладали чертами, существенными для понимания строения района.

При остановке на "Тн", прежде всего, следует сориентироваться по сторонам света (по компасу, солнцу, часам или другим способом) и определить нахождение точки на карте и местности, т.е. дать адрес. Определение местонахождения производится методом засечек по азимутам на хорошо заметные элементы рельефа, гидрографии (вершины гор, характерные излучины рек, устья ручьев) или глазомерной привязки точки по азимуту и расстоянию, определяемому, например, шагами. После привязки наносят местонахождение данной "Тн" на карту под соответствующим номером (нумерация точек должна быть сквозная).

Изучая на точке геологическое строение отдельного участка, целесообразно, прежде всего, описать общегеологические явления – геоморфологию, гидрографию, тектонику и т.д. Переходя к описанию пород обнажения, прежде всего, отмечают его размер по высоте и ширине и тип (обрывистый склон, скальный выход на склоне, обнажения в русле рек, стенки и забои карьеры или шурфа и т.д.). После этого приступают к описанию пород. В зависимости от целей и задач такое описание дается либо в обобщенном виде, либо более подробно и послойно, либо по отдельным пачкам. В последнем случае лучше описывать слои и пачку снизу вверх (рис. 1). В описании пород должна быть приведена сжатая характеристика главных отличительных и генетически важных свойств пород: текстура, структура, минеральный состав, различные неоднородности, тектонические дислокации. В описании указываются элементы залегания слоистости, сланцеватости, крыльев складок или плоскостей сместителя и т.д. Отмечаются места взятия образцов и их нумерация. На левой стороне пикетажной книжки делаются зарисовки и указываются места фотоиллюстраций.

При описании пород целесообразен следующий порядок работы на обнажении. Прежде всего, студенты должны внимательно осмотреть обнажение, отобрать серию образцов, определить все имеющиеся здесь породы, выделить отдельные пласты или метасоматические зоны, контакты. Определить элементы залегания. Руководитель консультирует и направляет работу, как отдельных студентов, так и всей группы, и в итоге устанавливается общая картина обнажения. После этого делают полное описание, а затем схематическую зарисовку обнажения, которая дублируется фотографированием. При необходимости делают зарисовки и фотографии деталей обнажения.

В первых маршрутах и при изучении принципиально новых объектов преподаватель должен сам давать соответствующие описания. Позднее, когда школьники овладеют определёнными навыками и усвоят общую схему описания, можно поручить одному из них рассказать о том, что он мог бы написать в своём полевом дневнике на данной "Тн". Остальные участники делают замечания и дополнения. Преподаватель обобщает все сказанное и формулирует данные для общей записи.

*Камеральный этап.* Камеральные работы проводятся последовательно после завершения одного или двух маршрутов и включает в себя время на составление отчёта и его защиты.

В камеральный этап выполняются следующие виды работ:

- обработка полевых книжек;
- занесение в каталог образцов;
- оформление рисунков к отчёту, изготовление и описание стратиграфических разрезов, схем и карт;
- изготовление фотографий, их ретуширование, при необходимости вынесение на них геологической информации;
- окончательное уточнение полевых определений горных пород и минералов, уточнение наименований окаменелостей с использованием атласа руководящих форм, составление рабочей коллекции каменного материала;
- написание и оформление отчёта;
- защита отчёта.

Главная цель написания отчёта - овладение навыками анализа и обобщения геологических наблюдений и умение геологически грамотно изложить результаты такого обобщения в отчёте, правильного подбора и изготовления графических приложений, составления списка литературы.

## **2.1. Документация при ведении геологических маршрутов**

Обилие различного рода информации, получаемой в результате геологических исследований, разнообразие форм и методов обработки делают задачу систематизации и унификации первичных геологических данных чрезвычайно важной

Первичная геологическая документация при ведении геологических маршрутов включает: 1) дневники (полевые книжки); 2) формы регистрации каменного материала - журналы образцов, проб и др.; 3) этикетки; 4) зарисовки обнажений, горных выработок, керн скважин, отдельных деталей геологических тел и т.п.; 5) фотографии естественных и искусственных обнажений и их деталей.

Ко всем видам первичной геологической документации предъявляются единые требования к её оформлению;

1. Все записи должны делаться максимально разборчиво, с тем, чтобы не создавать затруднений при их чтении.

2. Записи должны иметь стандартную форму и строгую последовательность перечисления признаков описываемого объекта.

3. Записи производятся простым карандашом или шариковой ручкой. Использование химических карандашей и чернил всех видов (в том числе фломастеров) воспрещается.

4. Во всех формах документации во избежание затирания записей следует оставлять поля с внешней стороны листа.

5. Рекомендуются все данные о номерах наблюдений, образцов, проб и элементах залегания выделять из текста отдельной строчкой или условным знаком (если для них не предусмотрена фиксация в специальных графах формы документации).

6. Все страницы дневников, пикетажных книжек и других сброшюрованных форм документации должны иметь сквозную нумерацию.

**Дневник (полевая книжка)** – основной первичный документ регистрации геологических наблюдений всех видов (собственно геологических, поисковых, геоморфологических и др.). Он изготавливается в виде книжки в твердом переплете, покрытом дермантином или другим материалом, предохраняющем ее от сырости, механических или иных повреждений. Рекомендуется использование материалов яркого цвета, хорошо заметных на фоне растительности и почвенного покрова.

Задняя крышка обычно имеет клапан, закрывающий торец книжки. На третьей странице обложки иногда изготавливается карман. С внутренней стороны клапана располагается держатель для карандаша (ручки).

Формат книжки допускается в пределах от 10-12 на 15-18 см (для кармана полевой одежды) до 13-15 на 20-22 см (для полевой сумки). Большие форматы не рекомендуются вследствие неудобства для использования в маршруте, меньшие – как неоправданно дробящие запись на чрезмерно короткие строки и затрудняющие ее чтение.

Рекомендуемый объем дневника – 100-130 листов. Дневник должен изготавливаться из хорошей бумаги и нескольких листов кальки, миллиметровки.

На обороте переплета может помещаться перечень признаков, обязательных для наблюдения.

Титульный лист дневника должен содержать название организации, экспедиции (партий, отрядов), фамилию, имя, отчество исполнителя, даты начала и окончания дневника, номера точек наблюдений и адрес, по которому следует вернуть утерянный дневник.

На первой странице помещается оглавление дневника.

На второй странице помещаются условные обозначения к зарисовкам, список сокращений, принятых в тексте, и необходимые замечания. Далее при необходимости могут быть помещены вспомогательные таблицы и необходимые пояснения к ним.

На правой стороне дневника ведется запись наблюдений. Здесь же отмечаются взятые пробы, образцы и другие виды каменного материала.

Перед описанием маршрута, разреза и т.п. указывается день, месяц, год и цель работы. Описание каждой точки наблюдения начинается с красной строки. Привязка точки к местности или предыдущей точке помещается рядом с её номером и образует вместе с ним отдельную строку или абзац. Номера точек наблюдения рекомендуется выделить прямоугольными рамками, номера образцов и проб подчеркиваются или заключаются в овальную рамку. Измерение элементов залегания, радиоактивности, содержание химических элементов выделяются отдельной строкой.

На левой стороне дневника помещаются вспомогательные записи, облегчающие пользование документацией. На неё выносятся все номера образцов, проб и других видов каменного материала, номера фотографий (с указанием их содержания), могут выноситься также элементы залегания. На этой же стороне помещаются зарисовки геологических объектов и их деталей, а также различные схемы для обнажений (отбора образцов и проб, расположение рисунков и фотографий и т.п.) для участков (расположение геологических тел на местности, кроки местности с расположением обнажений, горных выработок). Здесь же излагаются предположения и соображения исследователей, возникающие в процессе наблюдения, но требующие дальнейшего подтверждения или детализации.

В конце описания каждого маршрута должны быть приведены основные выводы исследователя и протяженность маршрута в км.

Законченный дневник подписывается исполнителем, проверяется и подписывается начальником (старшим геологом) партии (отряда, участка).

**Формы регистрации каменного материала.** Регистрация каменного материала начинается при документации геологических объектов и продолжается в течение всего процесса геологических работ и фиксируется в журнале образцов.

**Журнал образцов** предназначен для регистрации всех видов образцов и проб, взятых на протяжении полевого периода во время маршрутов, при описании обнажений,

горных выработок и предназначенных для любых производственных и научных целей (изготовление шлифов и аншлифов, определение органических остатков, производство разнообразных анализов).

Журнал образцов заполняется непосредственно после маршрута или, если количество взятых образцов не велико, в камеральный день, но не реже одного раза в неделю. Журнал образцов заполняется шариковой ручкой. Желательно, чтобы записи в нем вел один и тот же сотрудник.

**Этикетки** для образцов рекомендуется печатать на плотной бумаге и брошюровать в виде книжек по 25-50-100 листов; обычный формат этикетки 10x10 или 10x13 см. В разделе "место взятия" для образцов из обнажений и высыпок указывается привязка к точке наблюдения, для скважин - интервал отбора, для горных выработок - глубина или интервал (в канавах) отбора. Этикетки заполняются на месте взятия данного образца. Заполнение этикетки обязательно для рыхлых и слабоцементированных пород. Для крепких пород в полевых условиях допускается подписывать только номер тушью или шариковой ручкой на лейкопластыре, наклеенном на образце. Такая маркировка рациональна, в особенности при отборе ориентированных образцов, когда кроме номера необходимо указывать ориентировку образца. В отдельных случаях допустимо также нанесение маркировки непосредственно на образец. С этой целью могут быть использованы баллончики с тушью (например, "Kaalmar") или цветной (предпочтительно красный) карандаш. В дальнейшем на каждый образец заполняется этикетка.

Номер образца дублируется на бумаге, в которую завернут образец, или на геологическом мешочке. Для образцов, взятых из скважин и горных выработок, указывается также глубина или интервал отбора.

Отдельная этикетка составляется для каждого шлифа. Размеры этикетки шлифа 6x5 см.

Самостоятельные формы этикеток размером 13x10 см рекомендованы для проб, отобранных из горных выработок, извлеченного керна и шлиховых проб.

Регистрационные данные отмечаются также на капсуле для хранения шлихов. Для капсул используется прочная бумага. При разделении шлиха на фракции используется капсула стандартных размеров - 16x22 см. Для отмытого неразделенного шлиха предпочтительнее использовать капсулу формата 21x30 см (размер стандартного листа) либо других размеров, соответствующих реальному объему шлиха.

**Альбомы зарисовок и фотографий.** Альбом для зарисовок изготавливают из плотной белой бумаги типа чертежной. Его размер не должен превышать 18x24 см. Такой размер позволяет делать достаточно крупные и детальные зарисовки, удовлетворяющие всем предъявленным к ним требованиям.

Альбом не должен содержать более 25 листов, так как со временем, при работе в полевых условиях, он неизбежно загрязняется, и зарисовки, выполненные ранее, могут быть испорчены. Рационально иметь в распоряжении несколько альбомов и заменять их по мере накопления зарисовок.

Альбом заключают в жесткий переплет из дермантина или из плотной материи типа колленкора. Задняя крышка переплета должна иметь клапан шириной около 5 см. На внутренней стороне переплета, на сгибе между внутренней крышечкой и клапаном - гнездо для карандаша.

Первая страница альбома - титульный лист. В исключительных случаях для зарисовок могут быть использованы "альбомы для рисования", выпускаемые промышленностью.

Зарисовки выполняются только на одной (правой) стороне листа, где помещаются также все необходимые надписи и пояснения.

Страницы альбома должны иметь сквозную нумерацию. Каждому рисунку присваивается порядковый номер. Номера фотографий и их содержание, как указывалось

выше, фиксируется в полевом дневнике. Специальной формы документации для них не предусматривается.

При наиболее ответственных съемках рекомендуется делать в дневнике записи о чувствительности пленки, диафрагме, выдержке, характере погоды и времени съемок.

## **2.2. Маршрутные наблюдения**

Наземные маршруты в обнаженных районах дают основную массу данных по составу геологических тел и признакам полезных ископаемых. Они включают описание рядовых обнажений и промежутков между обнажениями, в которых наблюдения ведутся по высыпкам.

Описание маршрута состоит из следующих частей: 1) дата маршрута, 2) номер маршрута, 3) привязка района маршрута, 4) характеристика ожидаемых объектов наблюдения и цель маршрута, 5) привязка начала маршрута, 6) описание маршрута, 7) выводы по маршруту.

Номер маршрута обычно дается каждым исполнителем на протяжении всего сезона, однако если в дальнейшем намечается обработка на ЭВМ, необходимо каждому исполнителю выделить свою серию номеров.

Привязка района маршрута дается в таком виде чтобы его легко можно было находить на карте фактического материала. С этой целью указывается участок района, где проводится маршрут (бассейн реки, ручья, район крупной высоты, урочище и т.п.). Обязательно наличие всех таких названий на топографических картах. При проведении работ с применением аэрофотоматериалов в привязке указывается номера аэрофотоснимков, на которых расположен маршрут. Для маршрутов, проводимых на нескольких геодезических трапециях, обязательно указание номенклатуры трапеции. Для обработки материалов на ЭВМ привязка района маршрута дается в виде указания координат начала и конца его.

Привязка начала маршрута дается по отношению к четко определенным элементам рельефа и постоянным элементам топографической ситуации, созданным деятельностью человека (дороги и т.п.). В тех случаях, когда маршрут ведется с использованием аэрофотоснимков, привязка начала маршрута проводится после ориентирования и накола начальной его точки на аэрофотоснимке. Допустимо указание координат начальной точки.

Описание маршрута включает фиксацию всех наблюдений, проводимых над геологическими объектами, геоморфологическими элементами и т.д., а также выводов, к которым приходит геолог в процессе маршрута. По ходу маршрута описываются геологические образования и тектонические элементы, осуществляются поиски полезных ископаемых и сборы остатков ископаемой флоры и фауны, собираются материалы для выяснения природы расположенных в зоне маршрута контуров, отдешифрированных на аэрофотоснимках и других дистанционных материалах, геофизических и геохимических аномалий (их связь с геологическими телами, структурами и вещественным составом тел), отбираются необходимые образцы, пробы и т.д. Обязательно проверяются результаты дешифрирования аэрофотоснимков и интерпретации геофизических данных.

Каждая точка наблюдения включает запись на точке и запись по ходу между точками. Рекомендуется сначала записывать наблюдения на точке, а затем наблюдения по ходу следующей точки. В этом случае наблюдение на точке будет своего рода выводом из наблюдений по ходу. Таким "выводом" может быть, например, фиксация резкой смены пород в высыпках, другого стратиграфического подразделения, чем наблюдавшееся по ходу, обнаружение обнажения, в котором видны складки и т.п.

Выводы по маршруту завершают описание. Ими могут быть обобщенная характеристика состава изученных отложений, вывод о взаимоотношении интрузивов, толщ, разрывов, складок и т.п., об их генезисе, о перспективности признаков полезных ископаемых и др.

### 2.3. Документация обнажений

Документация естественных и искусственных обнажений является одним из основных источников геологической информации, в первую очередь сведений о составе геологических тел и горных пород и условиях их залегания. В соответствии с этим большое значение имеет степень единообразия геологического описания и соответствие его унифицированной схеме, обеспечивающей сопоставимость данных, полученных различными исследователями.

Геологические наблюдения всегда в той или иной мере специализированы применительно к специфике горных пород и геологических тел, слагающих изучаемый район, и образуемых ими структур.

Со времен выхода в свет "Полевой геологии" В.А. Обручева сложился перечень геологических признаков, отражающих минимально необходимый набор сведений об исследуемом объекте и подлежащих обязательному фиксированию в геологической документации. Модификации таких перечней в настоящее время легли в основу формализованной документации, ориентированной на решение задач автоматизированной обработки данных на ЭВМ.

Составление унифицированной схемы описания изучаемых объектов является обязательной частью подготовки к полевым работам. Наличие такой схемы обеспечивает необходимую полноту документации, а тем самым и ее качество.

Требования единой системы первичной документации, удобной для практического использования, диктуют также необходимость единообразной структуры записи. Схему последовательности описания целесообразно иметь каждому геологу в виде краткой памятки, которую следует помещать в качестве вкладки в полевом дневнике.

В описаниях геологических наблюдений можно выделить несколько смысловых полей:

- описание горных пород,
- описание сочетаний горных пород в пределах обнажения,
- описание залегания горных пород,
- выводы.

**Описание горных пород** имеет последовательность: название породы, структура, цвет, степень литификации, минеральный состав, морфология зерен, текстура, включения, прожилки, органические остатки, конкреции и секреты, контактовые поверхности геологических тел, отдельность, прочие характеристики - элементы залегания пластов в осадочных, потоков в эффузивных и сланцеватости в метаморфических породах, мощность осадочных слоев, потоков эффузивных и пластов метаморфических пород, а также характер эпигенетических изменений.

**Описание сочетаний горных пород** должно предусматривать характеристику признаков, перечень которых может изменяться в зависимости от того, какой тип пород является объектом исследования.

Осадочные породы:

- а) чередование пород по вертикали в виде послойного описания;
- б) переходы пластов по простиранию;
- в) мощность каждого пласта или обобщенная характеристика;
- г) характер поверхностей напластования;
- д) соотношение выше- и нижележащих пластов - залегание согласное, согласное с размывом или несогласное.

Вулканогенные породы:

- а) чередование пород по вертикали;
  - б) смена пород по горизонтали;
  - в) мощность каждого пласта или потока или ее обобщающая характеристика;
  - г) характер граничных поверхностей между пластами или потоками;
  - д) соотношение выше- и нижележащих пластов и потоков.
- Интрузивные породы - контакты и переходы разновидностей пород и их изменение на контактах.

Жилы и прожилки:

- а) сочетание между собой;
- б) изменения вмещающих пород на контакте;
- в) выдержанность жил и прожилков и их мощность.

Для рыхлых отложений следует давать описание в следующем порядке:

- а) название, размеры, минералогический состав и форма зерен, их соотношение по размеру;
- б) цвет и запах;
- в) наличие, содержание, размер и форма неорганических включений;
- г) наличие и характер органических остатков;
- д) влажность и плотность;
- е) консистенция (для минеральных отложений) и степень разложенности (для торфов) - признаки особенно важные при гидрогеологических и инженерно-геологических работах;
- ж) степень карбонатности основной части грунта и включений;
- з) структура и текстура отложений.

**Описание залегания горных пород** включает измерение элементов залегания, характеристику складок, разрывов и т.д.

Измерение элементов залегания документируется в виде сокращенной записи азимута и угла падения, например, аз. пад.  $340^{\circ}$ ,  $\angle -30^{\circ}$ , или при вертикальном залегании - азимута простираения и угла падения, например, аз. прост.  $340^{\circ} \angle 90^{\circ}$ . Точность измерения в складчатых областях  $5^{\circ}$  для азимута и  $2-3^{\circ}$  для угла. При изменчивых углах падения или отсутствии уверенности в единообразии элементов залегания во всем обнажении и отсутствии видимых складок обязательно измерение в разных частях обнажения для определения среднего залегания с точностью до  $4-5^{\circ}$ . Таких измерений необходимо сделать не менее 4-5. Разброс измерений в  $20-30^{\circ}$  обычно свидетельствует о наличии складок. Вычисление средних элементов залегания в этом случае недопустимо и должна быть составлена схема элементов залегания в обнажении. Словами отмечается опрокинутое залегание.

**Описание складчатости.** Описание единичной складки включает характеристику следующих признаков:

- текстурные элементы, образующие складку (пласты, слоистость, сланцеватость);
- форма складки;
- форма замка складки;
- форма шарнирной (осевой) поверхности;
- высота и ширина складки;
- элементы залегания слоистости на разных участках складки в количестве, достаточном для изображения характера изгибов слоев различной компетентности.

**Описание обнажений.** Описание естественных коренных обнажений проводится во время маршрутов. Нужно различать описание рядовых и ключевых (опорных) обнажений, которое проводится с разной степенью детальности.

Ключевым обнажением называется изолированный выход (или ряд сближенных выходов) коренных пород, в пределах которого наблюдаются стратиграфические взаимоотношения отложений, типичные интрузивные контакты, характерные структурные формы (складки, разрывы), сочетание структурных форм

разного возраста и размера и т.п. Выявление ключевых обнажений, а также оценка степени их типичности и значимости могут быть осуществлены лишь после того, когда будет осмотрен более или менее обширный участок исследуемого района. Следовательно, в большинстве случаев ключевые обнажения первоначально фиксируются в качестве рядовых и лишь потом подвергаются специальному детальному изучению.

**Описание рядовых обнажений** включает следующие операции:

- привязка обнажения к местности;
- осмотр обнажения;
- зарисовка или (и) фотографирование;
- описание обнажения и отбор образцов и проб.

Эти операции могут различным образом сочетаться при описании обнажений разного размера. При описании обнажений небольших размеров (до 15-20 м) привязка рядового обнажения к местности осуществляется в ходе маршрута, при котором оно было выявлено.

Осмотр обнажения начинается с определения его положения в рельефе (у подножья склона, на склоне, на водоразделе, в русле реки и т.п.) и оценки того, что оно действительно представляет коренной выход, а не оползень, отдельную скатившуюся глыбу и т.п. Эта оценка отражается словами "в коренном выходе", "в коренном залегании" и т.п. В процессе общего осмотра выясняются характер слагающих пород, условия их залегания и взаимоотношения; предварительно намечаются места отбора образцов и проб (они могут отбираться и на стадии осмотра).

Зарисовка и фотографирование рядовых обнажений осуществляется лишь в тех случаях, когда в них обнаруживаются какие-либо характерные особенности, представляющие значительный геологический интерес. Нередко такие обнажения в дальнейшем переходят в ранг ключевых.

Стратифицированные отложения, сложенные чередованием пластов различных пород, описываются послойно снизу вверх. Описание сверху вниз не рекомендуется как из соображения единства описания во всей геологической службе, так и из-за возможности засорения поверхности обнажения обломками вышележащих пород (это особенно мешает при описании и опробовании обнажений рыхлых образований и горных выработок).

Обнажения значительной протяженности рационально осматривать и описывать поинтервально. В качестве границ интервалов следует выбирать участки существенного изменения состава отложений или условий их залегания, смену пород или толщ и т.п. Осмотренная часть обнажения документируется, дается описание контактирующих толщ. Затем осматривается и документируется следующая часть обнажений и т.д. Если имеется возможность, то целесообразно заранее рационально разметить обнажение шагами или лентой на интервалы по 10-20 м. Для протяженных обнажений обязательно составление маршрутной схемы..

**Образцы и пробы.** Образцы горных пород представляют собой каменный документ, который хранится до завершения геологосъемочных и поисковых работ. По окончании работ часть образцов, достаточно полно характеризующая все возрастные подразделения района и типичные разновидности пород, выделяется в эталонную коллекцию и часть - в коллекцию обменного фонда. Остальная часть коллекции после окончания камеральной обработки сокращается. В соответствии с этим, к образцам эталонной коллекции и рядовым образцам могут быть предъявлены различные требования.

Образец для эталонной коллекции должен быть достаточно типичным для подразделения и разновидности пород. Нормальный размер его 9 x 12x 3 см. Обычное требование к образцу - наличие свежих поверхностей. Однако, как отмечал ещё В.А. Обручев, при недостатке времени для рядовых случаев необязательно заниматься выкалыванием стандартного образца, достаточно лишь, чтобы он имел три поперечных

свежих скола. В дополнении к этому следует заметить, что в ряде случаев структурные и текстурные особенности породы значительно рельефнее видны на выветриваемой поверхности породы (а иногда только на ней!). В таких случаях сохранение выветрелой поверхности обязательно. Многие образцы сопровождаются по сколам породы для шлифа обязательно из того же куска.

Образец и шлиф отмечаются в документации естественного или искусственного обнажения, из которого они отобраны, наносятся на зарисовку (если она делается), снабжаются этикеткой установленного образца и заносятся в каталог образцов.

Номер образца должен соответствовать номеру обнажения, точке наблюдения, горной выработке или буровой скважине. При отборе нескольких образцов они различаются прибавлением через дефис порядковой цифры, например, обр. I4-I, 14-2 и т. д. Применение букв для различения образцов (например, 14-A, 14-B и т.д.) не рекомендуется, так как для протяженных обнажений и горных выработок и для скважин значительной глубины букв может не хватить. Самостоятельная (независимая от номера обнажения, скважины и т.п.) нумерация образцов воспрещается.

Пробы горных пород, полезных ископаемых и др. бывают нескольких видов:

- штуфные пробы - образцы горных пород 150-500 г, отбираемые из одного участка;
- сколковые пробы - составленные из небольших (10-25г) обломков породы, взятых в различных частях изучаемого обнажения или его обособленной части с расчетом получения общей массы пробы 150-500 г;
- бороздовые пробы - отбираются сплошной или пунктирной бороздой, пересекающей весь опробуемый объект при сечении борозды 10x5 или 20x10 см; применяется в основном при изучении полезных ископаемых для получения усредненной характеристики полезных компонентов во всем геологическом теле.

Все пробы, отбираемые из естественных обнажений, горных выработок и буровых скважин, обязательно включаются в их описание, их положение изображается на зарисовках. Пробы снабжаются этикеткой единого образца и фиксируются в журналах проб.

#### **2.4. Графическая документация геологических объектов**

Графическая документация в виде различного рода зарисовок и фотографий часто применяется в практике геолого-съемочных и поисковых работ, особенно при описании обнажений и геологоразведочных выработок. В настоящей главе содержатся общие рекомендации и специально рассмотрены правила графической документации геологоразведочных выработок, для которых зарисовка является обязательной частью всей документации. Содержание документации не рассматривается, так как оно изложено ранее.

Зарисовки и фотографии геологических объектов являются документами, которые в целом ряде случаев невозможно заменить словесным описанием. Известно, насколько трудно, пользуясь словесным описанием, найти в изученном геологическом объекте все то, что видел автор. Ведь любое описание неполно. Кроме того, язык описания достаточно бледен при фиксации деталей объекта и их пространственных соотношений, тогда как рисунок и фотография обладают наглядностью, т.е. позволяют с необходимой - степенью детальности получить информацию при рассмотрении документа, не пользуясь описанием.

Рисунок и фотография объективно передают все особенности и детали изученного геологического объекта, они дают возможность выделить главное в объекте, что присуще только ему и чем он отличается (или чем сходен) от других аналогичных объектов.

Чтобы рисунок или фотография обладали всеми свойствами документа - носителя объективной информации, они должны в той или иной форме иметь:

- точную географическую привязку;
- ориентировку плоскости рисунка или фотографии;

- масштаб;
- заголовок;
- пояснительные надписи;
- указания на авторство рисунка или фотографии (если они приводятся не в дневнике или журнале).

Графическое документирование любого геологического объекта предусматривает выполнение ряда операций, объемы и методы выполнения которых могут в достаточно широких пределах меняться в зависимости от цели работ и изучаемого объекта:

- подготовку фотоаппаратуры, принадлежностей для рисования, бумаги, дневников, компаса и т.д.;
- привязку - ориентирование плоскости рисунка или фотографии;
- при осмотре геологического объекта выделение отдельных частей и установление мест, где должны быть сделаны зарисовки или фотографии;
- разметка, ведущаяся как для облегчения зарисовок (соблюдение верных соотношений между частями объекта), так и для масштаба при фотографировании.

Под названием "Полевые зарисовки обнажений" объединяется большая группа графических документов, различающихся между собой содержанием и детальностью. Несмотря на то, что выполняемая человеком зарисовка передает его восприятие объекта, вследствие чего, казалось бы, является сугубо субъективной, она вполне объективно отражает облик и состояние объекта и является надежным документом.

Зарисовки в их практическом применении имеют ряд преимуществ перед фотографией. Даже при достаточном опыте и наличии всей необходимой аппаратуры и фотоматериалов хорошую фотографию геологического объекта получить не всегда возможно: объект съёмки может быть мало выразительным, могут быть неблагоприятные условия освещенности или погоды. Кроме того, детали геологического объекта, представляющие наибольший интерес, могут оказаться невыразительными вследствие слабой цветовой или тоновой контрастности. Во всех этих случаях получение удовлетворительного снимка практически невозможно, тогда как полевая зарисовка позволяет не только изобразить, но и подчеркнуть наиболее важные характеристики изучаемого объекта.

Зарисовка в отличие от фотографии не передает объект во всех подробностях, цель ее - максимально объективное изображение особенностей объекта, представляющих интерес для данного исследования. При этом все детали, не имеющие прямого отношения к целевому назначению рисунка, опускаются. Правильно выполненный и оформленный рисунок максимально лаконичен и вместе с тем обладает большой информативностью, четок и точен в изображении всего, что привлекло внимание исследователя.

Для того чтобы рисунок обладал всеми указанными свойствами и удовлетворял всем предъявлявшимся требованиям, при его исполнении следует придерживаться определенных правил:

- 1) Масштаб зарисовки выбирается в зависимости от сложности изображаемого объекта и необходимой степени детализации. Масштаб должен быть выдержан на всей зарисовке во всех частях объекта. При необходимости отдельные части объекта, представляющие особый интерес, изображаются в более крупном масштабе, но уже на другом рисунке;
- 2) Зарисовки делаются четко и ясно, линиями различной толщины, без штриховки и тем более растушевки;
- 3) Второстепенные детали, вводимые в рисунок для масштаба (деревья, дома), выполняются схематически;
- 4) Зарисовка должна иметь географическую привязку, соответствующую привязке объекта в описании. Если на зарисовке изображается только часть объекта, делается привязка к объекту;
- 5) Плоскость зарисовки должна быть ориентирована;

- 6) Зарисовка должна иметь заголовок, необходимые поясняющие надписи и условные обозначения (в дневнике условные обозначения могут быть указаны в начале);
- 7) На рисунке указываются места, в которых делались измерения элементов залегания и их числовые значения и места отбора образцов и проб и их номера;
- 8) Все данные, помещаемые на рисунке, должны совпадать с записями в дневнике;
- 9) Запись в дневнике должна содержать ссылку на рисунок.

В соответствии с объектом и масштабом изображения, а также степенью его детальности можно выделить несколько типов зарисовок, различающихся техникой исполнения.

**Схема** – мелкомасштабная зарисовка, выполненная в условной манере, в приближенном или относительном масштабе. Ее назначение – пояснение записей в дневнике, указание на порядок записей или отбора образцов и т.д. Схема, поскольку она привязана к тексту дневника, обычно выполняется на левой стороне разворота. Если записи в дневнике ведутся шариковой ручкой, то и схему можно выполнять ею же. Схема снабжается надписями, поясняющими цель, с которой она выполнена, и детали изображения.

**Зарисовки обнажений** и их отдельных частей в зависимости от характера могут проводиться в проекции на вертикальную и наклонную плоскости, а также на разные плоскости, если обнажение расположено на склоне с уступом. В последнем случае зарисовка сопровождается дополнительной схемой, показывающей взаимоотношения и положение отдельных частей обнажения, спроецированных на разные плоскости, и указанием (текстовым или графическим знаком) на плоскость проекции. Соблюдение определенного масштаба и пропорций между отдельными частями обнажения достигается предварительной разметкой путем установки через определенное расстояние вешек или каменных пирамидок.

**Крупномасштабные зарисовки** отдельных частей обнажений выполняются с возможно более точным соблюдением масштаба и относительного расположения деталей, однако, без загромождения рисунка незначительными подробностями. Для выполнения такой зарисовки разметка обнажения делается более тщательно – обычно с помощью рулетки, натянутой поперек зарисовываемой площади, и в особо сложных случаях – двух рулеток (мерных реек, веревок с узлами и т.п.), натянутых крестообразно (горизонтально и вертикально) в плоскости рисунка.

Зарисовки разнообразных трещин и линейных тектонических структур проводятся с большой тщательностью и точностью в соблюдении размеров, ориентировки и их взаимного расположения. При этом рисуются только главные, наиболее характерные трещины. При изображении систем трещин необходимо дать представление о густоте трещин, принадлежащих к каждой системе. Все измерения помещаются на рисунке с указанием места, где они сделаны.

**Фотосъемка в маршруте.** Подготовка к маршрутной съемке начинается еще перед выездом на полевые работы. При изучении материалов предыдущих исследований: по району предстоящих работ составляется представление о его геологическом строении и возможных объектах фотографирования, достаточно полно характеризующих наиболее интересные особенности района в соответствии с задачами проектируемых полевых работ.

**Порядок фотосъемки в маршруте.** При фотографировании геологических объектов в маршруте не следует жалеть пленки: по возможности надо фиксировать все имеющее значение для целей исследования. Возможно, что встреченный объект уникален и случая зафиксировать его на пленку больше не представится. Даже если аналогичные объекты будут встречаться в дальнейшем, их надо фотографировать: снимки можно сравнить, отмечая черты сходства или, напротив, различия, зафиксированные объективом.

Фотосъемка геологических объектов представляет собой ряд последовательно выполняемых операций, каждая из которых в известной степени определяет качество будущего снимка.

1. Точка съемки выбирается с учетом характера объекта и цели, с которой делается снимок. При этом следует иметь в виду:

а) свет на объект должен падать спереди и несколько сбоку. Детали объекта при этом выглядят более контрастно, а сам объект приобретает объемность. Это особенно важно при фотографировании обнажений. Лучше всего для съемки подходит рассеяно направленный свет, который дает солнце за тонким слоем облаков. При этом тени на объекте получаются не чрезмерно контрастными;

б) нормальная высота точки съемки соответствует уровню глаз человека. При этом фотография передает неискаженное представление об объекте - такое, каким видит его наблюдатель в обычных условиях.

2. Определение границ кадра и его композиция. В кадре должен помещаться фотографируемый объект целиком или его определенные детали, а в некоторых случаях и окружающее объект пространство (если необходимо зафиксировать взаимоотношения фотографируемого объекта с другими объектами или показать его положение в пространстве). В соответствии с этим граница кадра выбирается горизонтальной или вертикальной. Если с данной точки зрения изображение, размещающееся в кадре, не соответствует поставленной цели, границы кадра можно регулировать одним из следующих методов:

а) подойти ближе или, напротив, отойти подальше;

б) применить сменную оптику;

в) сделать панорамный снимок.

В кадре должно располагаться лишь то, что необходимо для цели документации.

3. Масштаб снимка должен быть показан в каждом кадре. Это достигается размещением в кадре предметов, которые могут служить масштабом: при фотографировании крупных обнажений - фигура человека, разметка вешками или пирамидами камней, при съемке деталей обнажений - молоток, компас и т.д., при съемке мелких деталей - линейка с сантиметровыми делениями.

### **3. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ**

Студенты, участвующие в геологических экскурсиях должны знать элементарные правила по технике безопасности. Опыт показывает, что незнание правил техники безопасности, пренебрежение, казалось бы, элементарными правилами влекут за собой несчастные случаи.

Геологические экскурсии должны проводиться по утвержденным в установленном порядке программам, в которых предусматриваются мероприятия по технике безопасности с учетом местных условий в соответствии с «Правилами безопасности при геологоразведочных работах».

Перед геологическими экскурсиями все студенты должны пройти медицинское освидетельствование и сделать предохранительные прививки против энцефалита.

Руководители экскурсий перед их началом обязаны провести специальный инструктаж всех школьников об условиях экскурсий, правилам безопасности и дисциплине. Врач проводит инструктаж об оказании необходимой медицинской помощи на маршруте. О прохождении инструктажа каждый школьник расписывается в «Книге регистрации обучения и инструктирования по технике безопасности». В процессе проведения полевых работ руководители групп должны также систематически проходить дополнительный инструктаж о мерах предотвращения наиболее вероятных для данного района работ опасностей и несчастных случаев.

Каждый работающий, заметивший опасность, угрожающую людям, обязан принять зависящие от него меры для ее устранения и немедленно сообщить об этом своему непосредственному руководителю. Руководитель обязан принять меры к устранению опасности; при невозможности устранения опасности прекратить работы, вывести работающих в безопасное место.

Запрещается во время работы и во время перерывов располагаться в траве, кустарнике и других не просматриваемых местах, если на участке работ используются транспортные средства.

Запрещается допускать к работе лиц в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения, а также в болезненном состоянии. Перед выходом группы в маршрут руководитель группы обязан:

- а) проверить готовность группы к маршруту (обеспечить ее топоосновой, снаряжением, продовольствием, инструментом, защитными и спасательными средствами);
- б) дать указание о порядке проведения маршрута, правилах передвижения применительно к местным условиям;
- в) нанести на свою карту линию намеченного маршрута группы.

В дни, когда по прогнозу погоды затяжной дождь, сильный ветер, выходить в маршруты запрещается.

Если затяжной дождь, густой туман застает группу в пути, необходимо прервать маршрут, укрыться в безопасном месте и переждать непогоду.

Движение группы должно быть компактным, обеспечивающим постоянную зрительную или голосовую связь между людьми и возможность взаимной помощи. При оставлении кого-либо из участников маршрута с потерей видимости или голосовой связи старший группы обязан остановить движение и подождать отставшего.

В маршрутах каждому участнику рекомендуется надевать яркий шарф, косынку или рубашку для обеспечения лучшей взаимной видимости.

Запрещается употреблять в пищу неизвестные грибы, ягоды и рыбу во избежание возможного отравления.

Использование для питьевой воды минеральных источников, бальнеологические свойства которых неизвестны, запрещается, не рекомендуется также купаться в них.

При движении и на привалах необходимо соблюдать питьевой режим. Пить сырую воду из луж, ям и других поверхностных водоемов запрещается.

Особое внимание в маршрутах необходимо уделять мерам предупреждения тепловых и солнечных ударов. В жаркие безветренные дни работать с непокрытой головой не разрешается.

Одежда не должна стеснять движений при работе, обувь обязательно подбирается по ноге.

Для защиты от кровососущих насекомых рекомендуется надевать накомарники или периодически смазывать лицо, шею, руки репеллентами.

При проведении маршрутов в лесу особенно строго должны соблюдаться правила зрительной и голосовой связи.

Передвижение через лесные завалы разрешается только с соблюдением соответствующих мер предосторожности.

На участках, заросшей высокой и густой травой, рекомендуется начинать работу после высыхания росы.

При работе в лесу следует строго соблюдать меры пожарной безопасности.

Бросать в лесу непотушенные спички и окурки запрещается. Костры разрешается разводить лишь в местах, где исключена возможность возникновения пожара.

При малейшем признаке лесного пожара (запах дыма, гари, бег зверей и полет птиц в одном направлении) группа должна выйти к ближайшей речной долине или поляне.

При возникновении пожара необходимо приступить к его тушению с помощью всех имеющихся средств и одновременно сообщить об этом местным органам власти.

При передвижении по горелым лесам и торфяникам следует соблюдать особую осторожность.

При проведении маршрутов в местах распространения энцефалитных клещей рекомендуется плотно застегивать одежду и 3-4 раза в день осматривать тело и одежду.

При отборе образцов в выработках должны применяться меры по защите от падения кусков породы со склона и бортов выработки.

При одновременной работе двух или более проботборщиков на одном уступе расстояние между участками их работ должно быть не менее 1,5 м.

Если произошел несчастный случай или школьник почувствовал недомогание, то следует:

- прекратить работу, сохранить обстановку места происшествия, если это не представляет опасности для окружающих, и сообщить руководителю, вызвать скорую помощь.

При получении травмы оказать первую помощь пострадавшему, сообщить руководителю, при необходимости вызвать скорую помощь или отправить пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение. Для оказания первой помощи при ранениях и кровотечениях необходимо на рану наложить стерильный бинт, предварительно смазать настойкой йода очищенный от грязи участок вокруг раны. При сильном кровотечении необходимо наложить выше раны жгут не более чем на 1.0 – 1.5 часа.

По окончании рабочего времени привести в порядок снаряжение и другие принадлежности. Провести мероприятия личной гигиены. Провести осмотр всех участников экскурсии на предмет обнаружения клещей.

Организованно пройти на автобусную остановку для возврата в город.

Ожидать транспорт разрешается только на посадочных площадках, а при их отсутствии – на тротуаре или обочине.

#### 4. ПОЛЕВОЕ СНАРЯЖЕНИЕ

Вполне очевидно, что успешное проведение геологических маршрутов (экспедиций) в существенной мере зависит от обеспеченности участников соответствующим оборудованием, снаряжением и материалами. Подчеркнем специально, что при ведении полевых исследований все необходимое должно «быть под руками». При этом ничего не должно быть лишнего. В таблице приведен список необходимых «вещей» для полевой бригады, состоящей из 5 человек.

№ п./п.	№ др.	Наименование оборудования, снаряжения и др.	Кол-во (шт.)
1		Полевая книжка (пикетажка)	5
2		Геологический молоток	1
3		Компас горный	1
4		Лупа с десятикратным увеличением	1
5		Карандаш простой (мягкий и твердый)	10
6		Транспортир	1
7		Авторучка шариковая	10
8		Рулетка 10 м	1
9		Сумка полевая	5
10		Рюкзак (желательно непромокаемый)	1
11		Мешочки пробные	20
12		Линейка 30 см	2
13		Фотоаппарат	1

14	Аптечка универсальная	1
----	-----------------------	---

## **5. ОФОРМЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ**

В результате геологических экскурсий накапливается большой фактический материал: коллекции минералов и горных пород, остатки ископаемых животных и растений, образцы полезных ископаемых, графический материал. Все это может составить основу тематических выставок и стендов.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



**УТВЕРЖДАЮ**

И. О. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ  
ПО УЧЕБНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ**

Специальность:

***21.05.02 Прикладная геология***

Специализация:

***Геология месторождений нефти и газа***

форма обучения: очная

Автор: Душин В.А., профессор, д.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры

Геологии, поисков и разведки МПИ

*(название кафедры)*

Зав. кафедрой

  
*(подпись)*

Душин В.А.

*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 1 от 18.09.2024

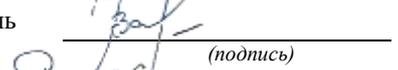
*(Дата)*

Рассмотрены методической комиссией  
факультета

Геологии и геофизики

*(название факультета)*

Председатель

  
*(подпись)*

Вандышева К.В.

*(Фамилия И.О.)*

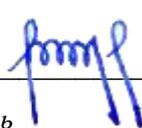
Протокол № 2 от 11.10.2024

*(Дата)*

Екатеринбург

**Методические указания по учебной геологической практике согласованы с выпускающей кафедрой геологии и геофизики нефти и газа**

Заведующий кафедрой ГГНГ



К.Г.-М.Н., С.А. РЫЛЬКОВ

*подпись*

*И.О. Фамилия*

## Содержание

	Стр.
Введение	4
1. Организация и методика проведения практики	-
1.1. Организационные вопросы	-
1.1.1. План проведения практики	-
1.1.2. Снаряжение учебных групп	5
1.1.3. Устройство и ликвидация лагеря	6
1.1.4. Правила техники безопасности при геологических исследованиях	-
1.2. Методические вопросы проведения практики	7
1.2.1. Рекогносцировочный этап практики	-
1.2.1.1. Методика проведения рекогносцировочных маршрутов	8
1.2.1.2. Составление отчета по рекогносцировочному этапу практики	-
1.2.1.2.1. Требования к составлению и оформлению отчета	-
1.2.1.2.2. Содержание разделов пояснительной записки	9
1.2.1.3. Аттестация студентов за рекогносцировочный этап практики	13
1.2.2. Площадная геологическая съемка	-
1.2.2.1. Составление опорной сети наблюдений	14
1.2.2.2. Изучение коренных пород	-
1.2.2.3. Изучение рыхлых отложений	15
1.2.2.4. Гидрогеологические наблюдения	-
1.2.2.5. Составление полевой документации	16
1.2.2.6. Составление коллекции горных пород, минералов и органических остатков	-
1.2.2.7. Эколого-геологические наблюдения	-
1.2.2.8. Составление отчета по площадной съемке	17
1.2.2.9. Аттестация работ по площадной съемке	18
2. Приемы полевых геологических наблюдений	-
2.1. Ведение полевой книжки	19
2.2. Работа с горным компасом	-
2.2.1. Устройство горного компаса	-
2.2.2. Понятие элементов залегания горных пород	20
2.2.3. Правила определения элементов залегания наклонных поверхностей	22
2.2.4. Определение превышений точек рельефа	23
2.2.5. Привязка точек наблюдения	24
2.3. Изучение обнажений горных пород	27
2.3.1. Типы обнажений горных пород	-
2.3.2. Привязка обнажений	-
2.3.3. Описание горных пород	28
2.3.4. Наблюдение структурных элементов	-

2.3.5.	Отбор образцов горных пород	29
2.3.6.	Зарисовка обнажений	30
2.4.	Первичная обработка полевых материалов	34
2.4.1.	Обработка коллекций горных пород и корректура полевых книжек	-
2.4.2.	Обработка замеров ориентировки плоскостных структурных элементов	35
3.	<b>Физико-географическая и геологическая характеристики Сухоложского района</b>	36
3.1.	Физико-географический очерк	-
3.2.	История геологического изучения района	37
3.3.	Геологическое строение района	39
3.3.1.	Стратиграфия	-
3.3.1.1.	Палеозойская эратема	-
3.3.1.2.	Мезозойская эратема	43
3.3.1.3.	Кайнозойская эратема	45
3.3.2.	Интрузивные образования	52
3.3.2.1.	Среднеордовикские интрузии	-
3.3.2.2.	Раннеордовикские интрузии	-
3.3.2.3.	Среднедевонские интрузии	53
3.3.2.4.	Раннекаменноугольные интрузии	-
3.3.2.5.	Ранне-среднекаменноугольные интрузии	54
3.3.2.6.	Позднепермские-раннетриасовые интрузии	-
3.3.3.	Тектоника	-
3.3.4.	Гидрогеология	55
3.3.5.	Геоморфология	56
3.3.5.1.	Речные террасы	57
3.3.5.2.	Карстовые формы рельефа	58
3.3.6.	Полезные ископаемые	-
3.3.6.1.	Горючие полезные ископаемые	59
3.3.6.2.	Металлические полезные ископаемые	-
3.3.6.3.	Неметаллические полезные ископаемые	60
3.3.6.4.	Строительные материалы	-
3.3.6.5.	Подземные воды	-
3.4.	Экологическая характеристика района	-
	Рекомендуемая литература	63
	Приложение 1	64

## Введение

Учебно-методическая геологосъемочная практика студентов 2-го курса геологических и геофизических специальностей Института геологии и геофизики Уральского государственного горного университета проводится в Сухоложском районе Свердловской области в 120 км к востоку от г. Екатеринбурга. База практики расположена на правом берегу р. Пышмы в 500 м. ниже брода против села Рудянского.

В геологическом отношении район расположен на стыке складчатых структур Урала с горизонтально залегающими отложениями чехла Западно-Сибирской платформы, что позволяет познакомить студентов не только с палеозойскими образованиями Уральской складчатой системы, но и с мезозойскими и кайнозойскими отложениями платформенного чехла.

Учебная практика имеет целью закрепить теоретические знания полученные студентами при прохождении курсов структурной геологии и геологического картирования, минералогии, петрографии, палеонтологии и исторической геологии. Ее задачи сводятся к выработке у студентов навыков полевых геологических исследований, приобретаемых в процессе изучения и описания горных пород, руд, ископаемых остатков и дислокаций горных пород во время рекогносцировочных маршрутов по району практики и при самостоятельной геологической съемке.

Руководство практикой осуществляется коллективом кафедры геологии, поисков и разведки МПИ с привлечением преподавателей других кафедр ИГиГ УГГУ.

### 1. Организация и методика проведения практики

#### 1.1. Организационные вопросы

##### 1.1.1. План проведения практики

План проведения практики проводится в стенах университета. Не позднее одного месяца до начала практики проводится организационное (первое) собрание, на котором рассматривается состояние противознцифалитных прививок, представляются руководители групп, объявляется перечень продуктов, снаряжения, деталей экипировки, которые студенты должны взять на практику.

Во время второго организационного собрания студентам объявляются: сроки, задачи практики, место прохождения практики, порядок проезда до базы практики, проводится вводный инструктаж по охране труда, бытовой санитарии, и противопожарной безопасности.

Длительность практики составляет 4 недели и время, отводимое на проведение различных видов работы распределяется следующим образом:

Отъезд и устройство на базе	- 2 дня
Вводные установочные лекции и инструктаж по охране труда на рабочем месте	- 1 день
Рекогносцировочные маршруты студентов	- 8 дней
Камеральные работы и аттестация рекогносцировочного этапа практики	- 5 дней
Площадная геологическая съемка (с камеральными работами и защитой отчетов)	- 7 дней
Ликвидационные работы	- 1 день

Итого: 24 раб. дня (4 недели)

Цикл установочных лекций включает следующие темы:

1. Геологическое строение района практики.

2. Геоморфология и гидрогеология района практики.
3. Инструктаж на рабочем месте при устройстве полевого лагеря и проведении геологических исследований.

После чтения установочных лекций и инструктажа по охране труда при ведении полевых исследований студенты совместно с руководителем академической группы решают внутригрупповые организационные вопросы: разбиваются на бригады по 5-6 человек, договариваются о закупках продуктов, посуды и снаряжения, необходимого для полевой жизни. Группа обеспечивает себя билетами для проезда по железной дороге от ст. Свердловск до ст. Кунара. По прибытии на базу практики студентам отводится два дня (включая день прибытия) для устройства лагеря, организации быта и получения со склада полевого снаряжения и методической литературы. В конце второго дня проводится первое практическое занятие, во время которого студенты обучаются ориентировке на местности, измерению расстояний шагами, описанию обнажений горных пород.

Геологическая практика начинается с прохождения рекогносцировочных маршрутов, во время которых студенты знакомятся с геологическим строением района практики и с методикой описания естественных и искусственных обнажений горных пород, проявлений полезных ископаемых и керна буровых скважин, с методикой геоморфологических и гидрогеологических наблюдений.

После прохождения рекогносцировочных маршрутов каждая бригада составляет отчет, который включает общую характеристику геологического строения Сухоложского района. Отчет защищается перед комиссией, состоящей из преподавателей, находящихся на практике. Защитившие отчет, бригады приступают к проведению площадной и маршрутной съемок.

Практика считается пройденной после защиты отчетов по самостоятельным съемкам.

### **1.1.2. Снаряжение учебных групп.**

Обеспечение групп необходимым снаряжением и оборудованием проводится через старосту и бригадира. Староста получает на базе снаряжение, общее для всех групп: палатки, постельные принадлежности, лопаты, кайла, топоры. Бригадир получает снаряжение на бригаду: чертежные доски, планшеты, методическую литературу, молотки, компасы, лупы и различные графические материалы.

Каждая бригада должна заранее позаботиться о том, чтобы иметь набор цветных карандашей, тушь (красную, черную, синюю, зеленую), иметь ластик, транспортёр, рейсфедер, ручки ученические, линейки, угольники, тетрадь для написания отчета, фотоаппарат, пленки, фотобумагу и реактивы.

Каждая группа должна себя обеспечить посудой, необходимой для приготовления пищи на кострах, запасом продовольствия.

Студент должен быть экипирован применительно к работе в полевых условиях. Минимальный перечень необходимых вещей должен включать:

- костюм из плотной ткани для полевой работы;
- смену белья;
- обувь на рифленой резиновой подошве (туристические ботинки, кеды);
- хлопчатобумажные и шерстяные носки;
- легкую одежду для теплой погоды;
- теплую одежду для прохладной погоды (свитер, теплая кофта, телогрейка, вязаная шапочка);
- плащ и резиновые сапоги на случай непогоды;

- посуду (миску, ложку, кружку);
- туалетные принадлежности;
- складной нож;
- фонарик с запасом батареек;
- средство против комаров и клещей.

Снаряжение учебной группы и ее готовность к прохождению геологических маршрутов проверяется руководителем группы перед выходом в поле.

### **1.1.3. Устройство и ликвидация лагеря**

Каждая академическая группа несет полную ответственность за правильную организацию и оформление места своей стоянки. Основные требования, предъявляемые к полевому геологическому лагерю, сводятся к следующему:

- палатки ставятся выходом на подветренную сторону;
- вокруг палатки должна быть вырыта канавка для стока воды;
- пол в палатке должен быть покрыт специальными щитами, сделанными из досок, или устлан хвойными (или другими) ветками;
- костер должен располагаться с подветренной стороны на расстоянии не менее 10 м. От ближайшей палатки;
- за пределами лагеря должна быть вырыта яма для пищевых отходов и мусора;
- в обязанность группы входит сооружение своими силами обеденного стола с навесом от дождя;
- внутри палаток должна постоянно поддерживаться чистота и порядок.

По завершению практики лагерь должен быть ликвидирован. На территории бывшего лагеря наводится чистота. Колья, крепившие палатки, выдергиваются, все временные сооружения ликвидируются, ямы для пищевых отходов аккуратно засыпаются землей.

Прием убранной территории производится комиссией во главе с руководителем практики.

### **1.1.4. Правила техники безопасности при геологических исследованиях**

Перед выездом на практику все студенты должны сделать противозэнцефалитные прививки.

На базе практики, перед началом рекогносцировочных маршрутов проводится смотр готовности группы к полевым работам: просматриваются снаряжение, обувь, одежда и пр., а также проверяются знания студентами природных условий и правил безопасности производства полевых работ.

В процессе прохождения геологических маршрутов движение перемещающейся группы должно быть компактным, обеспечивающим постоянную видимость или голосовую связь между людьми на случай оказания им необходимой помощи.

В ясный день нельзя уходить в геологический маршрут не защищенным от солнечных лучей. Каждый бригадир обязан в маршруте иметь при себе индивидуальный санитарный пакет.

Во избежание укусов змей передвижение по базе и вне ее производить в обуви. Воду для питья и приготовления пищи брать только из указанных источников.

При передвижении на автомашине запрещается перегруз машины и превышение нормальных габаритов груза. Груз должен быть распределен равномерно; колющие и

режущие инструменты (топоры, вилы, колья) уложены на днище кузова и прочно закреплены; люди расположены с максимально возможными удобствами. Запрещается: стоять в кузове автомашины, сидеть на бортах, перемещаться без надобности, соскакивать и садиться на ходу, курить и т. д.

При передвижении по крутым скалистым откосам запрещается сбрасывать камни, отваливать без надобности неустойчивые глыбы и т.п. Хождение по крутым тропам и карнизам должно быть осторожным. Особое внимание следует обращать на выступающие камни, ветви деревьев, мешающие передвижению. При передвижении по осыпям всегда следует иметь в виду возможность внезапного срыва сверху камней.

При сильной грозе не рекомендуется находиться вблизи одиноких деревьев, а также у металлических матч, держать вблизи себя геологический молоток и прочие металлические предметы.

Отбивание образцов твердых горных пород геологическим молотком должно производиться с предосторожностями, исключающими попадание осколков в лицо.

При проходке легких горных выработок запрещается раскачивать, сдвигать с места крупные валуны и нависшие камни. Во всех случаях работа должна производиться с помощью лома, кирки, лопаты таким образом, чтобы валун, глыба или отслоившийся пласт не могли причинить работающему травму.

Костры разрешается разводить только в защищенных местах, исключающих возможность возникновения пожара. Место костра необходимо окапывать. После ухода с места стоянки костры должны быть потушены.

Купаться разрешается группами, не менее трех человек так, чтобы умеющие плавать вели наблюдение за купающимися. Категорически запрещается купание в ночное время.

Рекомендуется проводить взаимоосмотр ежедневно на предмет наличия клещей.

Руководство практик (группы) должно знать, где находятся люди, и ежедневно проверять их наличие в лагере. Все отлучки из лагеря или из маршрута должны производиться только с ведома и разрешения руководителя практики (группы).

В случае установления факта отсутствия в лагере по неизвестным причинам кого-либо из сотрудников и студентов или невозвращения группы из маршрута в контрольный срок, руководитель практики (группы) обязан немедленно принять розыскные или спасательные меры.

Только после проведения со студентами инструктажа по охране труда ведения полевых работ и при соответствующей экипировки студентов группа допускается к проведению полевых работ.

## **1.2. Методические вопросы проведения практики**

### **1.2.1. Рекогносцировочный этап практики**

Целью рекогносцировочного этапа практики является ознакомление студентов с главнейшими особенностями геологического строения района практики и привитие студентам навыков описания естественных и искусственных обнажений горных пород, производства геоморфологических и гидрогеологических наблюдений. Выполнение этих задач осуществляется путем проведения маршрутов по наиболее информативным геологическим объектам, изучение которых способствует созданию представлений о строении всего района в целом.

### 1.2.1.1. Методика проведения рекогносцировочных маршрутов

В соответствии с программой учебной практики студенты проходят 8 рекогносцировочных маршрутов. Перед началом маршрутов каждая бригада получает нераскрашенную геологическую карту района практики, на которую она должна нанести пройденные маршруты и дооформленную и раскрашенную приложить к отчету по рекогносцировочному этапу практики.

Маршруты ведет руководитель учебной группы. По ходу движения он знакомит студентов с конкретными обнажениями (или с другими какими-либо геологическими объектами) путем демонстрации слагающих их пород, возрастных и пространственных взаимоотношений этих пород, а также разрывных и складчатых дислокаций (если таковые имеются). После этого руководитель дает описание обнажения, которое студенты записывают в свои индивидуальные полевые книжки. По рекомендации руководителя студенты отбирают образцы горных пород, измеряют ориентировку текстурной неоднородности пород и контактов, а также ориентировку дислокаций горных пород. Параллельно с вышеуказанным, руководитель обучает студентов делать привязку обнажения, измерять шагами, производить зарисовки обнажений.

После возвращения из маршрута, в указанные в распорядке дня часы, под руководством руководителя группы студенты проводят камеральную обработку полевых материалов: заполняют журнал образцов горных пород, раскрашивают геологическую карту на участке пройденного маршрута, выносят на карту элементы залегания горных пород, либо объекты, описанные в маршруте, но не отмеченные на карте.

Данные, полученные во время прохождения рекогносцировочных маршрутов, наряду с имеющимся в Методических указаниях описанием района, кладутся в основу представлений о геологическом строении района практики и составляют основной фактический материал по рекогносцировочному этапу практики.

### 1.2.1.2. Составление отчета по рекогносцировочному этапу практики

После завершения геологических маршрутов каждая бригада распределяет обязанности по составлению отчета и составляет отчет за рекогносцировочный этап практики. Отчет должен включать: 1 – геологическую карту района практики в масштабе 1 : 50 000, 2- карту фактического материала, 3 - пояснительную записку к геологической карте (текстовая часть отчета), 4 – коллекцию горных пород, 5 – индивидуальные полевые книжки.

#### 1.2.1.2.1. Требования к составлению и оформлению отчета

##### **Геологическая карта.**

Геологическая карта, выданная бригадам перед рекогносцировочными маршрутами должна быть раскрашена в соответствии с требованиями к оформлению геологических карт. Раскрашиваются также условные обозначения и геологический разрез. В правом верхнем углу карты должен быть указан шифр учебной группы, номер бригады и вписан состав бригады. На карту должны быть нанесены пройденные маршруты, элементы залегания горных пород, проявления полезных ископаемых и другие объекты, описанные во время маршрутов, но отсутствующие на карте.

##### **Карта фактического материала.**

Карта фактического материала составляется на кальке. На карту должны быть нанесены ручкой или тушью пройденные маршруты и номера точек наблюдений; номера

и места: отбора образцов горных пород, сколков шлифов, находок фауны и флоры, проб на различные лабораторные исследования, микрополигонов для изучения трещиноватости; элементы залегания разрывных нарушений, интервалы (или точки) гидротермальных или метасоматических изменений, зоны (ареалы, точки) рудной минерализации. Линии маршрута должны сопровождаться литологическими знаками горных пород (литологическими «дорожками»).

#### **Пояснительная записка.**

Пояснительная записка к геологической карте района должна включать следующие разделы и главы:

##### **Введение**

1. Физико-географический очерк.
  2. История геолого-геофизических исследований района.
  3. Методика маршрутных исследований
  4. Геологическое строение района
    - 4.1. Стратиграфия
    - 4.2. Интрузивные образования
    - 4.3. Тектоника
  5. Геоморфология
  6. Гидрогеология
  7. Полезные ископаемые
  8. История геологического развития
  9. Экологическая характеристика
- Заключение**

#### **1.2.1.2.2. Содержание разделов пояснительной записки**

##### **Введение**

Во «Введении» указываются: 1 – цели и задачи практики, 2 – место проведения практики, 3 – административное положение, экономика и пути сообщения района практики, 4 – перечень выполненных работ, 5 – состав бригады, 6 – распределение обязанностей по составлению отчета, с указанием авторов глав отчета и его графических приложений.

##### **Физико-географический очерк**

Физико-географический очерк должен содержать сведения об особенностях рельефа Сухоложского района, его гидрографической сети, растительности, животном мире и климате. Здесь же указывается степень обнаженности и проходимости района, категория дешифрируемости аэрофотоснимков.

##### **История исследований района**

Эта глава должна содержать краткую характеристику ранее проведенных в районе геологических и геофизических исследований. В хронологической последовательности должны быть раскрыты основные результаты проведенных работ.

##### **Методика проведенных маршрутных исследований**

В главе приводится перечень пройденных рекогносцировочных маршрутов и их цели, методика полевых наблюдений, виды проведенных камеральных работ.

## **Геологическое строение района практики**

В основе этого раздела должны лежать сведения о геологическом строении района практики, изложенные в соответствующем разделе данных Методических указаний и почерпнутые с геологической карты района м-ба 1:50 000. Студенты только дополняют этот каркас конкретным фактическим материалом, собранным во время рекогносцировочных маршрутов.

## **Стратиграфия**

Глава начинается с общей характеристики стратифицированных образований района: перечисляются развитые в районе стратиграфические подразделения в ранге эратем, приводятся общие сведения об их составе, площадном распространении и условия залегания слагающих их пород. Затем разворачивается последовательная характеристика эратем с соблюдением принятой рубрикации излагаемого материала. Описание ведется в хронологической последовательности от наиболее древних к более молодым и заканчивается характеристикой отложений четвертичной системы. Очень важно, чтобы при описании стратиграфических подразделений соблюдалась четкая их рубрикация с указанием группы, системы, отдела, яруса, зоны. Все заголовки внутри главы должны отражать соподчиненность выделенных стратиграфических единиц, исключая ненужные повторения. Названия стратиграфических подразделений необходимо сопровождать их индексацией.

Характеристика каждой толщи горных пород, выделенных в самостоятельную стратиграфическую единицу, должна приводиться по определенной стандартной форме, облегчающей поиск и усвоение необходимой информации: вначале указывается, какими горными породами сложено данное стратиграфическое подразделение, отмечаются особенности площадного распространения пород данного возраста, положение в главнейших тектонических структурах района, затем характеризуется их состав, текстурные и структурные особенности, после чего дается обоснование возраста и характеристика контактов с подстилающими образованиями. Обязательно приводится перечень руководящих палеонтологических форм, подтверждающих возраст данного стратиграфического подразделения. Заканчивается глава указанием мощности стратиграфического подразделения.

Эффузивные тела покровного типа включаются в состав стратиграфического разреза, и приводится их петрографическая характеристика.

Глава должна быть проиллюстрирована фотографиями и зарисовками, показывающими характер обнажений горных пород того или иного стратиграфического подразделения, особенности его внутреннего строения и характер дислокаций составляющих его пород.

## **Интрузивные образования**

Эта глава начинается с указания интрузивных комплексов, представленных на описываемой территории (совокупностей интрузивных тел, объединенных общностью состава, возраста, условий образования и залегания), которые известны в районе по литературным данным, указаны на геологической карте, а также были встречены при изучении опорных обнажений во время рекогносцировочных маршрутов. Характеристика интрузивных комплексов производится в последовательности: от древних к молодым и от основных (ультраосновных) к кислым.

Относительно каждого интрузивного комплекса указывается следующее: 1 – минеральный состав, структурные и текстурные особенности пород; 2 – количество, форма (дайка, шток, нэжк и пр.) размеры и внутреннее строение интрузивных тел

(наличие, состав и строение экзо- и эндоконтактных зон, элементы прототектоники); 3 – относительный возраст интрузивных тел.

Все интрузии одного интрузивного комплекса описываются сообща, с указанием каких-то особенностей отдельных тел. Крупные интрузии описываются индивидуально.

### **Тектоника**

В начале главы дается самая общая характеристика структурных особенностей изучаемого района, отмечаются условия залегания стратифицированных образований (складчатое, моноклиналиное, горизонтальное). Затем приводится тектоническое районирование территории (то есть указывается положение района в крупных тектонических структурах). После этого дается подробная характеристика сначала складчатых, а затем и разрывных структур последовательно от крупных к мелким.

Описание **складчатых дислокаций** включает в себя указание: 1 – морфологического и генетического типов складок; 2 – ориентировки складок (простираения относительно сторон света); 3 – ориентировки шарниров складок. На геологической карте, при этом, необходимо показать оси складок и значками показать направления погружения шарниров складок.

Описание **разрывных дислокаций** включает в себя: 1 – разделение всех разломов на группы по ориентировке, кинематическому типу и возрасту; 2 – описание каждой группы разломов (или единичных разломов) с указанием размера; направления и амплитуды перемещения блоков; вида пород, слагающих шовную зону разломов; характера взаимоотношений разломов со складчатыми дислокациями и другими геологическими структурами. При этом, для облегчения поиска на карте описываемых в тексте разломов, рекомендуется надписывать наиболее крупным и характерным разломам (как и складкам) собственные названия, указанные в тексте данного Методического руководства, а не поименованным давать свои названия, или хотя бы номера.

Завершается глава описанием **трещиноватости** пород района. Характеристика трещиноватости сопровождается сводной таблицей замеров трещин и круговой диаграммой ориентировки трещин. В конце описания должны быть сделаны выводы о преобладающих направлениях трещиноватости и её генетических типах.

### **Геоморфология**

В этой главе приводится описание генетических типов рельефа и отдельных его элементов (речных долин и оврагов, уступов, водоразделов), дается детальная характеристика речного террасового комплекса с указанием вида террас (эрозионные, аккумулятивные, эрозионно-аккумулятивные), высоты уступа и размеров площадок каждой террасы. Указывается состав горных пород, слагающих террасы. Производится определение высоты склонов долины реки, вычисляются углы наклонов тальвега логов и оврагов.

Глава сопровождается геоморфологическим разрезом (обычно поперечным профилем долины реки Пышмы), на котором должны быть отражены взаимоотношения различных элементов рельефа и генетических типов четвертичных отложений.

### **Гидрогеология**

В главе «Гидрогеология» описываются подземные воды района практики. Указываются типы развитых в районе подземных вод и закономерности их пространственного размещения. Указываются коллекторские свойства разных видов пород, средний дебит приуроченных к ним выходов подземных вод и их химизм. Приводится описание встреченных во время рекогносцировочных маршрутов родников и их дебит.

### **Полезные ископаемые**

Глава начинается с перечня главнейших типов месторождений полезных ископаемых, известных в Сухоложском районе. Далее приводится краткая характеристика месторождений по выделенным типам. При написании главы должна соблюдаться четкая рубрикация текста. Вначале описываются горючие полезные ископаемые, затем металлические (черные, цветные, благородные металлы), неметаллические, подземные и минерализованные воды, строительные материалы. Кроме описания известных в районе месторождений (эксплуатируемых в настоящее время или законсервированных и отработанных), следует охарактеризовать все зафиксированные в районе рудопроявления и пункты минерализации. Известные в районе месторождения должны быть вынесены специальными условными знаками на геологическую карту Сухоложского района.

При написании главы следует использовать литературные источники и личные наблюдения, произведённые во время рекогносцировочных маршрутов.

Глава иллюстрируется разрезами месторождений, показывающими главнейшие особенности форм залегания рудных тел.

### **История геологического развития**

Характеристика истории геологического развития района должна опираться на вертикальное расчленение горных пород, указанное в стратиграфической колонке. По составу горных пород, их текстурным и структурным особенностям восстанавливаются условия образования осадков, реконструируется палеогеографическая обстановка. Особое внимание уделяется характеристике магматических (эффузивных и интрузивных) процессов и тектонических движений земной коры на различных этапах её развития. Обосновывается последовательность внедрения интрузий различного состава. Производится выделение главнейших фаз складчатости, указывается место появления тех или иных месторождений полезных ископаемых в ходе геологического развития Сухоложского района. Приводятся сведения о геотектонической обстановке.

Глава заканчивается характеристикой признаков проявления неотектонических движений и историей формирования современного рельефа.

### **Экологическая характеристика**

В главе приводятся сведения о эколого-геологической ситуации района по личным наблюдениям при проведении маршрутов. Дается характеристика природных неблагоприятных геологических объектов и процессов. В начале главы приводятся сведения об объектах экзогенного происхождения: оползнях, обвалах, осыпях, оврагах, селях, выходах скальных пород, карстовых формах, участках вспучивания грунтов либо проседания, границы паводковых затоплений, заболачивания, участках активной аккумуляции речных и временных водотоков, участках эрозии русловой (интенсивное врезание) и боковой (подмыв берегов).

Далее приводятся сведения о техногенных объектах, нарушающие и загрязняющие среду, а также потенциально опасные для жизни. К таковым относятся карьеры, отвалы, хвостохранилища, заводы и фабрики, очистные сооружения, свалки, склады ГСМ, минеральных удобрений и ядохимикатов, населенные пункты, животноводческие фермы, навозохранилища, участки лесозаготовок, железные и автомобильные дороги, пахотные земли, линии ЛЭП, газопроводы, нефтепроводы.

Приводятся сведения о загрязненности водотоков.

В заключение главы дается характеристика ландшафтов: природных – лесных, луговых, болотных; техногенных: техногенно-образованных (карьерные поля, свалки, отстойники) и техногенно-измененных (промышленные зоны городов и рабочих поселков,

загрязненные участки почвогрунтов и поверхностных вод). Сведения о ландшафтах рекомендуется представлять в табличной форме (в процентах от площади развития).

### **Заключение**

В "Заключении" даются основные выводы о геологическом строении изученного района. Указывается, что остаётся неясным и вызывает сомнения, даются рекомендации о направлении дальнейших исследований.

К отчету по рекогносцировочному этапу практики прикладывается коллекция горных пород, собранная во время маршрутов. Коллекция должна включать главные виды горных пород района практики, образцы минералов и ископаемых органических остатков. Правила отбора и маркировки образцов и заполнения журнала образцов приведены на стр. настоящего пособия.

К отчету прикладываются также индивидуальные полевые книжки членов бригады. Они должны быть оформлены в соответствии с предъявленными требованиями (стр. настоящего пособия) и содержать описания всех пройденных бригадой маршрутов. Неаккуратно заполненные или имеющие пробелы в описании маршрутов полевые книжки возвращаются на доработку.

Отчет за рекогносцировочный этап практики защищается перед комиссией состоящей из преподавателей проводящих учебную практику.

#### **1.2.1.3. Аттестация студентов за рекогносцировочный этап практики**

Аттестация студентов за рекогносцировочный этап практики проводится по двум аспектам: сдача коллоквиума и защита отчета. Аттестация проводится путём собеседования раздельно по каждому аспекту, или одновременно по обоим.

Коллоквиум включает опрос студентов на предмет знания методики полевых наблюдений, порядка изложения содержания глав отчета и просмотр индивидуальных полевых книжек. Аттестация за коллоквиум индивидуальна. Студент, не показавший достаточных знаний вопросов коллоквиума, приглашается на повторное собеседование.

Защита отчета включает общую оценку отчета, как результирующего отчетного материала за пройденный рекогносцировочный этап практики, и оценку знаний членами бригады геологического строения и горных пород района практики.

Оценка конкретно отчета включает: полноту содержания глав отчета; полноту использования материалов, полученных во время рекогносцировочных маршрутов; содержание и правильность оформления внутритекстовой графики, геологической карты и журнала образцов.

Защита отчета принимается при общей положительной оценке отчета как результирующего документа и при знании студентами геологии района (каждым персонально).

Не принятый отчет возвращается на доработку, а студент, не знающий геологии района, приглашается на повторное собеседование. Бригада, не аттестованная за рекогносцировочный этап практики, не допускается к выполнению следующего задания - площадной геологической съёмки.

#### **1.2.2. Площадная геологическая съёмка**

После аттестации рекогносцировочного этапа практики студенты приступают к проведению площадной геологической съёмки. С этой целью каждой бригаде выделяется участок, контуры которого задаются руководителем группы. Учитывая в общем плохую оснащённость района практики, участки для съёмки выделяются по долинам реки Пышмы

и её крупным притокам. Размер участка, выделяемого бригаде для самостоятельного картирования при масштабе съёмки 1:1000 составляет 500x500 м.

#### 1.2.2.1. Составление опорной сети наблюдений

Перед проведением площадной геологической съёмки каждой бригаде выдаётся топографическая основа будущей геологической карты. Руководитель группы указывает каждой бригаде на местности начало и конец участка на одном из берегов реки и направление линий, ограничивающих участок. Далее студенты сами прокладывают на местности (вдоль берега реки) линию опорных пикетов, к которой будут привязывать в последующем точки наблюдений и геологические маршруты. Рекомендуется пикеты располагать на таких расстояниях друг от друга, чтобы они (пикеты) совпадали с профилями сети наблюдений. Требуемый размер сети наблюдений - 50x50 м (расстояние между профилями, вдоль которых будут проходить геологические маршруты - 50 м, расстояние между пикетами в профилях - также 50 м). Координаты углов полигонов определяются с помощью топопривязчика.

#### 1.2.2.2. Изучение коренных пород.

Главной задачей геологической съёмки является установление особенностей геологического строения выделенного бригаде участка. Бригада в начале работ производит рекогносцировку местности с целью выявления всех естественных обнажений, которые могут быть детально изучены и описаны. Главным методом съёмки в конкретных условиях является сплошное оконтуривание обнажений и прослеживание контактов. На участках сплошного выхода горных пород, после их оконтуривания, можно ставить на карте точки с указанием номера обнажений и привязывать к ним произведенные в поле наблюдения. Вблизи этих точек на полевой карте указываются, элементы залегания слоистости, сланцеватости и пр.

Первая задача, которая стоит перед бригадой, заключается в выделении главнейших типов горных пород. При этом следует иметь в виду, что диагностика горных пород в поле - дело нелегкое, требующее определённых навыков и предварительного изучения образцов под микроскопом. В первую очередь необходимо обнаружить признаки сходства или различия выделенных разновидностей и положить их в основу определения типа горных пород. В поле можно дать предварительное (условное) название породы, но очень важно, чтобы одинаковые по видимым признакам горные породы назывались одинаково.

Вторая задача, которую приходится решать бригаде, заключается в установлении последовательности напластований. Решение этой задачи становится возможным при детальном изучении контактов между различными типами горных пород. Особенно это трудно делать при картировании чередующихся между собой лавовых покровов, потоков и их туфов. Однако в любых случаях приходится опираться на имеющийся Фактический материал и составлять на его основе представление о стратиграфической последовательности напластований, мощности стратифицированных толщ. Выводы, сделанные в результате проведенных на участке наблюдений, кладутся в основу стратиграфической колонки изученного участка.

Третья и наиболее сложная задача, стоящая перед бригадой, сводится к выявлению структуры закартированного участка. Сложность этой задачи заключается в том, что представления о структурах обычно рождаются на базе отрывочных сведений. В обнажениях горных пород встречаются лишь элементы той цельной структуры, которая должна быть осмыслена и отражена на геологической карте. Часто возникают такие

ситуации, когда нельзя дать однозначной интерпретации структурных наблюдений и приходится останавливаться на том или ином варианте, с которым наиболее полно согласуется имеющийся фактический материал.

В процессе проведения структурных наблюдений рекомендуется шире использовать проходку канав и расчисток. На территории участков, задернованных и покрытых лесом, контакты между различными типами горных пород экстраполируются с учётом элементов залегания в изученных обнажениях и общей структуры участка. В связи с недостаточной обнажённостью и невозможностью проходки нужных объёмов горных выработок, составленная бригадой геологическая карта обычно несёт в себе элементы гипотетичности.

Бригада не имеет права закончить полевые работы, пока не будет составлена и принята руководителем академической группы полевая геологическая карта. Бригада обязана также провести необходимый комплекс геоморфологических и гидрогеологических наблюдений.

### 1.2.2.3. Изучение рыхлых отложений

Кроме изучения коренных пород, при геологической съёмке выделенного бригаде участка производится детальное изучение рыхлых отложений. Главной задачей, стоящей перед бригадой, является выделение основных генетических типов пород четвертичной системы и установление их возрастных соотношений. На некоторых участках встречаются реликты мезозойской коры выветривания. Особое внимание обращается на возрастное расчленение аллювиальных отложений и оконтуривание поймы, высокой поймы, первой, второй и более высоких надпойменных террас. При наличии аллювиальных галечников определяется петрографический состав, размерность, формы, степень окатанности для 100 галек, непредвзято отобранных (лучше ведром). По процентным соотношениям строятся диаграммы, пригодные для корреляции одновозрастных отложений, а также для определения пригодности галечников в качестве полезного ископаемого (строительного материала). При отсутствии естественных обнажений рекомендуется на уступе террасы пройти канаву или сделать расчистку и дать детальное описание слоев, слагающих террасовый комплекс. Кроме выделения аллювиальных отложений, необходимо оконтурить площади развития и составить описание элювиальных, делювиальных и элювиально-делювиальных, а также озёрно-болотных отложений. Осыпи выделяются как коллювиальные отложения.

Обязательным для бригады является составление геоморфологического профиля с показом на нём всех особенностей пространственно-возрастных соотношений четвертичных отложений различных генетических типов.

### 1.2.2.4. Гидрогеологические наблюдения

В процессе геологического изучения выделенного бригаде участка должно быть обращено внимание на обследование всех выходов на поверхность подземных вод (источников). В пикетажных книжках необходимо дать описание каждого источника с указанием его относительной отметки, характера проявления (небольшой родник или общее просачивание подземных вод, группа родников и т.д.). В обязанность бригады входит определение расхода воды (дебита), в источниках путем заполнения мерной емкости. Поделив объём ёмкости на время ее заполнения, получают величину расхода воды в л/сек

#### 1.2.2.5. Составление полевой документации

При проведении самостоятельной геологической съёмки обычно заполняется одна полевая книжка на двух членов бригады (на маршрутную пару). Требования к описанию обнажений те же, что и при проведении рекогносцировочных маршрутов. Нумерация точек наблюдений сквозная для всех маршрутных пар. Это значит, что каждая маршрутная пара имеет свой интервал номеров, не перекрывающийся с номерами других маршрутных пар.

Полевая геологическая карта составляется на стратиграфической основе с использованием цветной легенды. Горные породы обозначаются крапом (штриховыми знаками), а интрузивные также и цветом состава. Измеренные элементы залегания текстурной неоднородности пород или контактов показываются соответствующими условными знаками.

На полевой геологической карте четвертичные отложения должны быть расчленены по генезису и по возрасту. Кроме этого на карте должны быть указаны и формы рельефа: низкая и высокая поймы, надпойменные террасы, гребни водоразделов.

Полевая геологическая карта выполняется на миллиметровке, прикреплённой для удобства пользования к фанерному планшету.

Канавы должны документироваться в виде развертки, отражающей особенности строения слоистой толщи на каждой её стенке. При расчистках документируются лишь коренные породы. Обязательно должен быть указан масштаб и ориентировка (азимут) одной из стенок горной выработки.

#### 1.2.2.6. Составление коллекции горных пород, минералов и органических остатков

В отличие от коллекции горных пород за рекогносцировочный этап практики коллекция при площадной съёмке состоит из образцов двух типов - демонстрационных и рабочих.

Во время площадной геологической съёмки, рекомендуется брать образцы всех разновидностей пород из всех обнажений. Это помогает объективно выделить площади развития различных пород при просмотре образцов всеми маршрутными парами, участвующими в съёмке участка. Это позволяет также проконсультироваться с руководителем по любому обнажению или фрагменту участка, тем более что он не всегда может осмотреть (вместе со студентами) весь участок. В итоге получается большое количество образцов, многие из которых дублируют друг друга. По этой причине коллекцию пород, собранную при площадной съёмке, рекомендуется делить на две части - демонстрационные образцы и рабочие. Демонстрационные образцы (как представители группы пород) представляются на защиту отчета, а рабочие оставляются (и предназначаются) для решения спорных вопросов. Рабочие образцы могут иметь меньшие размеры и нестандартную форму.

#### 1.2.2.7. Эколого-геологические наблюдения

Эколого-геологические наблюдения проводятся попутно при геологических маршрутах. Встреченные объекты экзогенного, либо техногенного происхождения отображаются на полевых картах в значковой форме. В полевой документации дается характеристика каждому объекту: параметры, степень опасности для людей и животных,

генезис. В полевых книжках фиксируются также границы ландшафтов и дается краткая их характеристика: растительность, микрорельеф, почвы.

При составлении карты четвертичных образований окантуются ландшафты, селитебные зоны (жилая застройка), рекреационные (участки, действующие или рекомендуемые для отдыха населения).

#### 1.2.2.8. Составление отчета по площадной съёмке

Отчёт по площадной съёмке строится по тому же плану, что и отчёт по рекогносцировочному этапу практики. Можно упустить лишь главу "История геолого-геофизических исследований" и дать сокращённое описание главы "Физико-географический очерк" - упустить сведения о климате и экономическую характеристику описываемого участка. Не нужно смущаться, что содержание глав при описании геологии участка будет отличаться небольшим объёмом. Важно, чтобы в их основе лежали материалы личных наблюдений, собранные бригадой при изучении горных пород данного участка. Полнота глав, их насыщенность фактическим материалом, по сути, и характеризуют собой качество самостоятельной работы бригады, творческую инициативу и пылливость её членов, степень их общей теоретической подготовки.

Текст отчёта должен быть иллюстрирован фотографиями и зарисовками обнажений, таблицей замеров трещин и круговыми диаграммами трещиноватости, ритмограммами слоистых толщ и стратиграфическими колонками составленными в поле по обнажениям.

Внутритекстовые графические приложения выполняются на ватмане, в туши. Фотографии также должны быть аккуратно оформлены на вкладных листах. Зарисовки и фотографии необходимо сопровождать подрисовочным текстом, раскрывающим смысл помещения в отчёт данной иллюстрации. Фотографии, зарисовки, схемы и диаграммы должны иметь единую нумерацию (рис. и цифра). Таблицы нумеруются отдельно.

По каждому закартированному участку составляются три чертежа:

1. Геологическая карта.
2. Карта четвертичных отложений.
3. Карта фактического материала.

**Геологическая карта** выполняется на ватмане. На неё наносятся горизонтали рельефа, гидрографическая сеть и прослеженные в поле геологические границы: литологические, стратиграфические, интрузивные и тектонические. Выделенные на участке стратиграфические подразделения раскрашиваются цветом, соответствующим возрасту горных пород. При этом более древние образования одной системы должны иметь более темные тона, а более молодые образования - более светлые. Литологический состав стратифицированных толщ указывается штриховыми условными обозначениями. Геологическая карта сопровождается стратиграфической колонкой, разрезом и условными обозначениями. Раскраска интрузивных тел производится соответственно их составу. Обязательно указываются элементы залегания слоистости, кливажа и геологических границ, если их ориентировка была измерена.

Составители геологической карты должны обращать внимание на строгое соответствие изображения структур в плане с их конфигурацией на разрезе. Последовательность напластований, показанная на разрезе, должна соответствовать данным стратиграфической колонки. При оформлении геологической карты должны соблюдаться требования, предъявляемые к размерам шрифта, типам условных обозначений и пр.

**Карта четвертичных** (или рыхлых) отложений выполняется на ватмане. Разными цветами раскрашиваются площади распространения различных генетических

типов отложений четвертичной системы (аллювиальные, делювиальные, пролювиальные и др.). Оконтуриваются и раскрашиваются одинаковым цветом выходы коренных пород. Наносятся уступы речных террас.

Карта сопровождается геологическим разрезом и схемой возрастных взаимоотношений генетических типов пород четвертичной системы.

На карте отражаются элементы геолого-экологической обстановки (штриховкой, значками).

**Карта фактического материала** выполняется на кальке на топографической основе. На неё наносятся все точки наблюдения с учетом степени обнаженности (обнажения, элювий, делювий) с указанием их номера. Пройденные геологические маршруты указываются линиями. Выходы коренных пород оконтуриваются пунктирными линиями. На карту наносятся основные геологические границы и пункты отбора и номера фауны и флоры, образцов, проб.

### 1.2.2.9. Аттестация работ по площадной съемке

Аттестация этапа площадной съемки проводится путем защиты отчета. Отчет защищается перед создаваемой для этих целей комиссией. Отчет комиссией оценивается по тем же критериям, что и отчет по рекогносцировочному этапу практики.

## 2. ПРИЁМЫ ПОЛЕВЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Полевые геологические наблюдения проводятся с целью изучения горных пород, их взаимоотношений и особенностей залегания. Это изучение в условиях учебной геологической практики заключается, в основном, в описании обнажений горных пород, состоящем из ряда операций: 1 - привязка обнажения; 2 - определение состава и строения горных пород, формы и условий их залегания; 3 - выяснение пространственных и временных соотношений горных пород; 4 - отбор образцов и остатков ископаемых организмов; 5 - зарисовка или фотографирование обнажения (или его части). Все эти операции могут быть проделаны только при наличии соответствующих предметов и инструментов, составляющих личное снаряжение геолога.

В **личное снаряжение геолога** при полевых исследованиях входят: полевая книжка с карандашом или шариковой ручкой, транспортир и резинка, геологический молоток, горный компас, лупа (или несколько, с разным увеличением), рюкзак и мешочки для сбора образцов, этикетки для образцов, полевая сумка для хранения топографических карт и аэрофотоснимков, рулетка.

Осуществление операций по изучению обнажений требует знания и выполнения определенных правил и приемов пользования предметами личного снаряжения, а также правил текстового и графического изображения полученной при изучении обнажения геологической информации.

К ним относятся: 1 - приемы работы с горным компасом, 2 - правила ведения полевой книжки и выполнения зарисовок геологических объектов, 3 - способы привязки точек наблюдения (в т.ч. топопривязчиком) и другие операции, сопровождающие изучение обнажений.

## 2.1. Ведение полевой книжки

Полевая книжка (пикетажная книжка) служит для занесения в неё результатов наблюдений, сделанных во время полевой работы и является основным документом, отражающим работу геолога. В книжке должны быть записаны все полевые наблюдения, выводы, сведения об отобранных образцах и сделаны необходимые зарисовки. Записи производятся аккуратно, карандашом или шариковой ручкой, на правой стороне, а рисунки - на левой стороне. Желательно делать выносы, подчеркивания, облегчающие чтение и просмотр пикетажной книжки.

**Запись полученных сведений рекомендуется вести в следующем порядке: 1 - номер точки наблюдения (обнажения); 2 - указание о местоположении обнажения (привязка обнажения), 3 - тип обнажения (коренной выход, развал, высыпки); 4 - форма и характер выхода; 5 - указание состава пород, слагающих обнажение, их возрастные и пространственные взаимоотношения; 6 - сведения о трещиноватости горных пород и о разрывах со смещением; 7 - сведения о проявлениях рудной минерализации и пр.**

На титульном листе полевой книжки указывается: название института, группа и фамилия студента, год прохождения практики, а также сроки начала и окончания записей.

Во время рекогносцировочного этапа практики полевая книжка ведется каждым студентом персонально и прилагается затем к соответствующему отчету.

Во время выполнения самостоятельных заданий полевая книжка ведется одна на маршрутную пару, занимающуюся геологической съёмкой.

## 2.2. Работа с горным компасом

Для ориентировки на местности и привязки обнажений, для определения элементов залегания горных пород, а также при проведении ряда других вспомогательных работ, сопровождающих геологические исследования, используется горный компас.

### 2.2.1. Устройство горного компаса

Устройство горного компаса показано на рис. I.

У компаса есть два независимых друг от друга направления. Одно из них, параллельное установившейся магнитной стрелке, постоянно и не зависит от поворотов корпуса, поскольку магнитная стрелка при отсутствии возмущающих магнитных масс всегда ориентируется по направлению север-юг. Второе направление, проходящее через деления 0 и 180 шкалы лимба, может быть, по желанию наблюдателя, ориентировано параллельно любому направлению на местности. Поскольку эти два направления пересекаются в центре лимба, то с его помощью можно измерять углы между направлением на север (показываемым северным концом магнитной стрелки) и любым другим направлением, параллельно которому устанавливается второе направление компаса

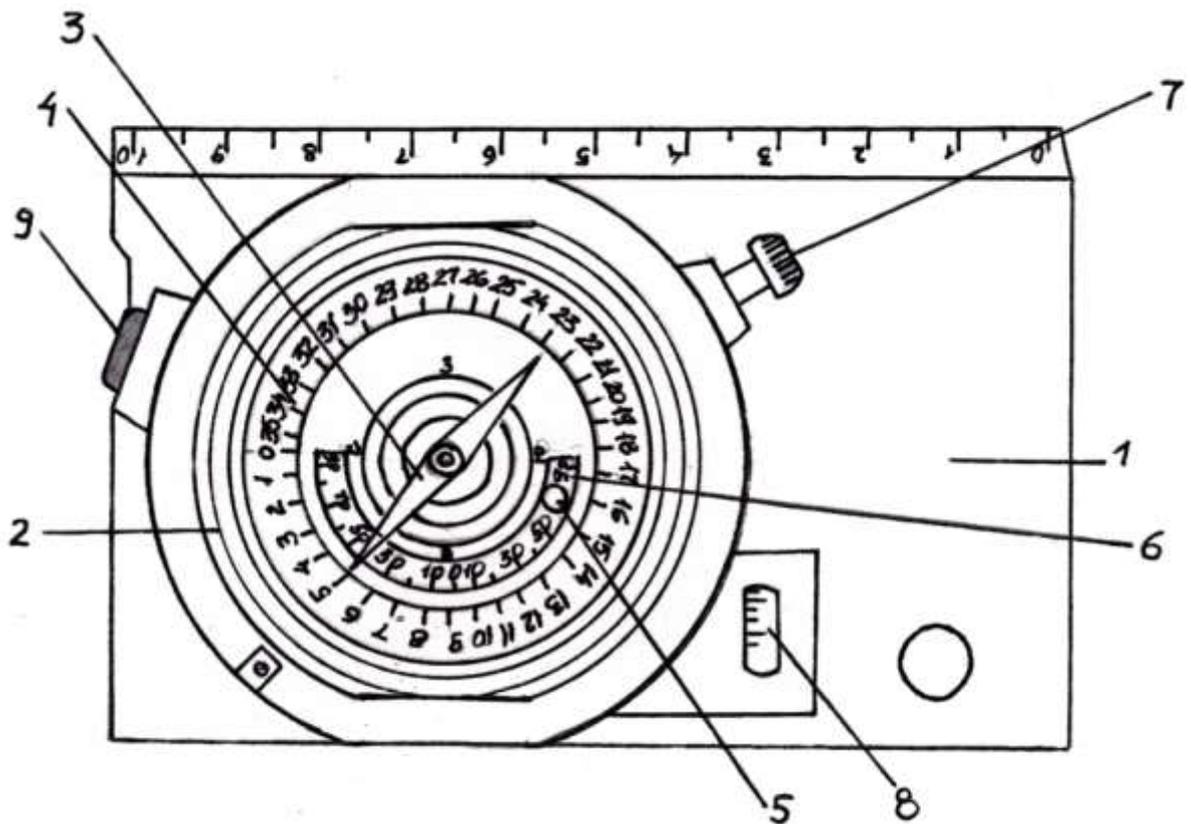


Рис. I. Устройство горного компаса.

1 - основание компаса; 2 - коробка компаса; 3 - магнитная стрелка; 4 - лимб, с помощью которого измеряются горизонтальные углы; 5 - клинометр (отвес); 6 - шкала клинометра; 7 - винт; 8 - уровень; 9 - кнопка

### 2.2.2. Понятие элементов залегания горных пород

Слоистость, сланцеватость, контакты интрузивных и жильных пород, трещины и сместители разрывных нарушений - все это различного рода геологические поверхности (а на локальных участках, в первом приближении - плоскости).

Элементы залегания поверхности - это выраженная в принятых понятиях ориентировка данной поверхности относительно сторон света и горизонта. В общем случае положение наклонной поверхности в пространстве характеризуют три компоненты: простирание, падение и угол падения.

**Простирание** - это направление распространения наклонной поверхности в горизонтальном срезе.

**Падение** - это направление погружения (направление понижения абсолютных отметок) наклонной поверхности.

**Угол падения** - это двугранный угол между данной наклонной поверхностью и горизонтальной плоскостью.

В частном случае одна из компонент ориентировки поверхности в пространстве может отсутствовать или терять смысл. Так, в случае вертикального положения поверхности у нее нет направления погружения, а при горизонтальном положении поверхности она (поверхность) простирается "во все стороны".

В практике полевых исследований, при измерении ориентировки геологических поверхностей часто пользуются понятиями: линия простирания и линия падения.

**Линия простирания** - это линия пересечения геологической поверхности с горизонтальной плоскостью. То есть, это любая горизонтальная линия на данной поверхности (ориентируется она по направлению её простирания).

**Линия падения** - это вектор, перпендикулярный к линии простирания, лежащий на геологической поверхности и направленный в сторону её погружения. Иными словами, это проекция направления погружения на геологическую поверхность.

Примеры использования линий простирания и падения при измерительных операциях будут рассмотрены несколько позже.

Поскольку сами по себе простирание и падение, без привязки их к какой-либо системе отсчёта, не имеют содержательной нагрузки, на практике, для характеристики ориентировки геологических поверхностей, пользуются понятиями азимут простирания и азимут падения.

**Азимут простирания** - это правый векториальный угол между направлением на север и заданным направлением простирания (или линией простирания). Может изменяться от 0 до 360°.

**Азимут падения** (погружения) - это правый векториальный угол между направлением на север и заданным направлением погружения (или между направлением на север и проекцией линий падения на горизонтальную плоскость). Может также изменяться от 0 до 360°.

Азимут простирания и азимут падения одной геологической поверхности отличаются на 90°.

Понятие угла падения было дано выше (на стр. ). Он изменяется от 0 до 90° и не зависит от простирания и падения.

Так как азимут простирания - это угол между двумя направлениями, одно из которых величина векторная (направление на север), другое - величина не векторная (направление простирания), то цифровое значение азимута простирания может быть выражено двумя числами, отличающимися друг от друга на 180° (рис. 2).

В этом отражается некоторая неопределенность данной компоненты элементов залегания, по которой нельзя определить без дополнительных измерений азимут падения (хотя угол между ними известен и равен 90°).

В противоположность азимуту простирания, азимут падения, как угол между двумя векторами (направление погружения величина векторная), является величиной строго определенной и позволяет вычислить (путем прибавления или вычитания 90°) азимут простирания без дополнительного его измерения. Это обстоятельство позволяет вместо 3-х компонент элементов залегания измерять только две - азимут падения и угол наклона, при необходимости, азимут простирания может быть вычислен.

Ввиду того, что топографические и геологические карты строятся в истинных азимутах, а с помощью горного компаса измеряются магнитные азимуты, во время полевых работ часто приходится переходить от магнитных азимутов к истинным (при нанесении данных на карту) и от истинных к магнитным (при движении по маршруту, проложенному по карте).

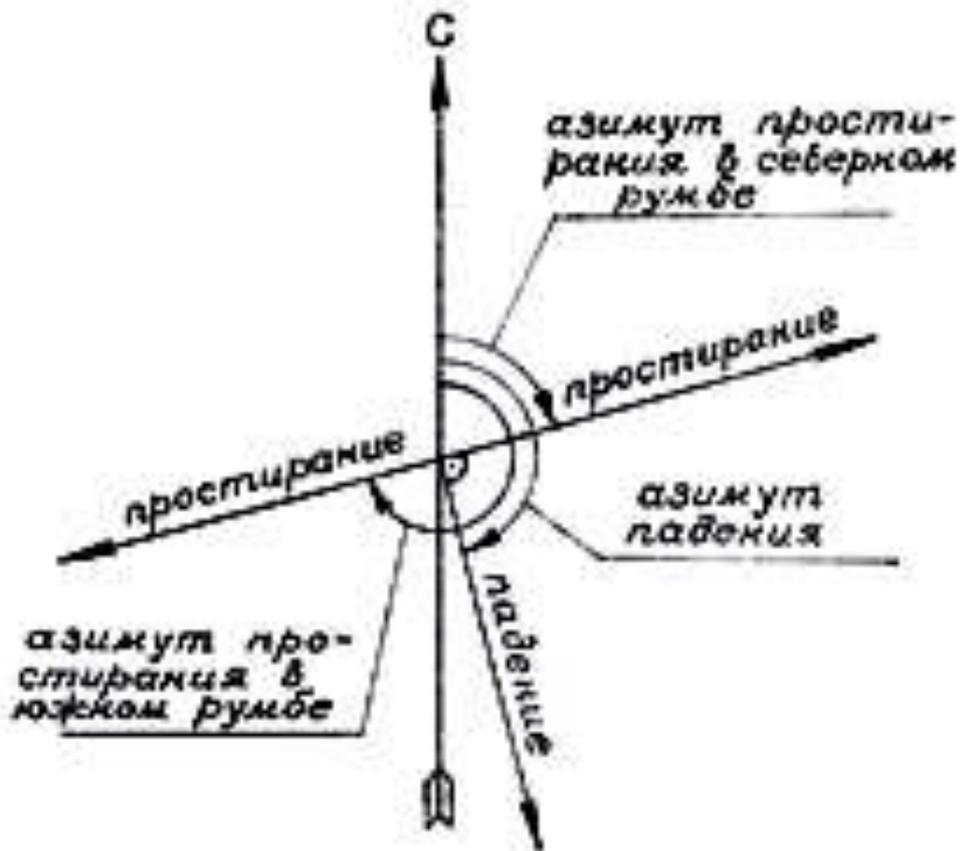


Рис. 2. Схема, поясняющая понятия азимута простирания, азимута падения и соотношения между ними.

Поскольку склонение магнитной стрелки в Сухоложском районе: восточное  $13^\circ$ , то зависимость между магнитным и истинным азимутами приобретает вид:

$$A_{и} = A_{м} + 13,$$

где  $A_{и}$  - истинный азимут;  $A_{м}$  - магнитный азимут.

### 2.2.3. Правила определения элементов залегания наклонных поверхностей

Чтобы определить азимут падения наклонной поверхности, необходимо: при горизонтальном положении лимба, приложить компас короткой стороной основания к измеряемой поверхности так, чтобы ноль лимба был направлен в сторону погружения данной поверхности и против северного конца магнитной стрелки снять отсчёт. При этом необходимо обращать внимание на направление увеличения числовых значений градусных делений шкалы лимба.

Чтобы определить азимут простирания наклонной поверхности, необходимо: при горизонтальном положении лимба приложить компас длинной стороной основания измеряемой поверхности и против одного из концов магнитной стрелки снять отсчёт. Предпочтение отдаётся отсчёту в северных румбах.

Чтобы определить угол падения поверхности, необходимо: компас поставить «на ребро» так, чтобы свободно висел его клинометр и прижать основание компаса длинной стороной к измеряемой поверхности; покачивая компас, определить максимальный угол отклонения клинометра. Это и будет угол падения данной поверхности.

Горизонтальность лимба магнитной стрелки является обязательным условием правильного определения азимутов падения и простирания геологических поверхностей. В некоторых моделях компасов (в основном в старых) горизонтальность лимба достигается "на глаз"; в новых - с помощью уровня, вмонтированного в корпус компаса.

Для начинающих, во избежание больших ошибок (особенно при измерении ориентировки полого залегающих поверхностей) рекомендуется предварительно проводить на изучаемой поверхности линию простирания, а затем при определении азимутов падения и простирания к ней прикладывать компас. При такой установке компаса легче достигается горизонтальность лимба.

**Линия простирания** легко проводится с помощью компаса. Компас ставится "на ребро", прижимается к измеряемой поверхности в положении, при котором клинометр показывает нулевой отсчёт, и параллельно длинной стороне основания проводится линия.

При измерении угла падения, в таком случае, компас в положении "на ребро" прикладывается длинной стороной основания к измеряемой поверхности перпендикулярно к линии простирания.

Запись замеряемых элементов залегания ведётся сокращённо в следующем виде: Аз. пр. 55; Аз. пад. 145, / 60 {Азимут простирания - 55°, азимут падения - 145°, угол падения - 60°}.

При сокращённой записи знак градусов около цифр не ставится. Иногда перед значением азимута буквенными знаками указываются румбы: Аз. пр. СВ 55. Аз. пад. ЮВ 145, 60.

**Как указывалось выше, в записях можно ограничиться двумя компонентами - азимутом падения и углом наклона. Но на первом этапе практики студенты, в целях приобретения навыков в определении элементов залегания и для контроля точности определения, измеряют все три компонента.**

#### **2.2.4. Определение превышений точек рельефа**

Определение превышений точек рельефа с помощью горного компаса можно производить двумя способами: 1) путём последовательного подъёма по склону с фиксированием точек стояния через известный вертикальный интервал; 2) путём измерения угла наклона поверхности и расстояния до точки, превышение которой необходимо определить.

При первом способе превышение между двумя точками определяется следующим образом: начиная с точки, имеющей более низкую относительную отметку, исполнитель визирует длинную сторону вертикально расположенного компаса в направлении второй точки, следя при этом, чтобы клинометр находился "на нуле". Таким способом провешивается горизонтальная линия и на рельефе местности замечается место, куда она «уткнулась». Перейдя на это место, исполнитель провешивает новую горизонтальную линию, снова переходит на место её "утыкания" в склон и так делает необходимое количество раз, пока не дойдёт до второй точки. Превышение между точками равно количеству стоянок между ними, помноженному на высоту исполнителя до глаз плюс ещё какой-то отрезок, если последняя провешенная линия уткнулась в склон ниже или выше второй точки).

При втором способе определения превышений с помощью эклиметра компаса измеряется угол наклона склона вдоль направления, соединяющего точки, затем

измеряется расстояние между точками по склону, и по табличке, приложенной к компасу (или путём расчёта по формуле:  $h = l \sin a$ , где  $h$  - превышение между точками;  $l$  - расстояние между точками по склону;  $a$  - угол наклона склона), определяется искомое превышение между точками.

### 2.2.5. Привязка точек наблюдения

Необходимым условием проведения полевых работ является достаточно точное определение положения в пространстве всех точек наблюдения - обнажений горных пород, пунктов геоморфологических, гидрогеологических и других наблюдений.

**Привязкой точки наблюдений** называется совокупность операций по определению положения её относительно тех или иных реперов, обозначенных на топографической карте и опознанных на местности и нанесение ее на карту.

В зависимости от необходимой точности определения положения точки наблюдений на карте, привязка может быть схематичной, глазомерной и инструментальной. Первые два вида привязок применяют, главным образом, при маршрутных геологических исследованиях, а инструментальную – для привязки скважин, горных выработок и сети геофизических наблюдений.

Во время геологической практики привязку точек наблюдений студенты осуществляют схематически или глазомерно.

**Схематическая привязка** состоит в определении «на глаз» местоположения точки наблюдений среди характерных элементов рельефа и гидросети (а также объектов, созданных природой или человеком), и в нанесении точки наблюдений среди этих же объектов, опознанных на топографической карте.

Как видно из приведённого положения, использование компаса при схематической привязке точек наблюдений не обязательно. Компас используется при глазомерной привязке, которая может быть осуществлена двумя способами.

При первом способе **глазомерная привязка** состоит в определении местоположения точки наблюдений относительно характерного элемента рельефа или объекта путём проведения вспомогательного хода на местности и в последующем нанесении этого хода и точки обнажения на топографическую карту. Направление хода определяют горным компасом, а длину - шагами (см. стр. ). Если привязка точки наблюдений при помощи одного измерения почему-либо невозможна (репер закрыт лесом или горой), то привязочный ход разбивают на несколько, используя промежуточные пикеты. Запись измерений производят в полевой книжке по форме (см. ниже Схему привязочного хода).

При привязке глазомерным способом во время проведения детальной геологической съёмки следует избегать "висячих" незаконченных ходов; нужно заканчивать их либо на другом нанесённом на карту репере, либо делать ходы замкнутыми.

**Глазомерная привязка точек наблюдения вторым способом (способом «засечек»)** осуществляется следующим образом: с точки наблюдения на реперы (характерные формы рельефа или иные объекты) берутся обратные азимуты (азимуты направлений с репера на себя), затем на карте с этих же реперов проводятся лучи (с учетом магнитного склонения) по направлению обратных азимутов и на их пересечении наносится искомая точка наблюдения.

### Схема привязочного хода

Направление хода	Азимут хода	Угол превышения пикета, град.	Расстояние между пикетами, м.	Проложение между пикетами, м.
Репер-пикет 1	ЮЗ 250	+ 5	100 п.ш. (165 м.)	165
Пикет 1-пикет 2	СЗ 300	+ 15	200 п.ш. (330 м.)	318
Пикет 2- пикет 3	СВ 40	+ 5	80 п.ш.(133 м.) (п.ш. - пары шагов)	133

Удобство этого способа привязки состоит в том, что не требуется измерять расстояния. Для соблюдения достаточной точности нанесения точки наблюдений на карту необходимо следить, чтобы углы между лучами засечек были возможно ближе к прямым. При наличии тупых или острых углов возможны значительные ошибки в нанесении точки наблюдений.

Как было сказано выше, при глазомерной привязке, расстояния между пикетами (или точкой наблюдений и репером) измеряются шагами. С этой целью определяется масштаб шагов, для чего на местности рулеткой или мерной лентой измеряется расстояние, равное 100 м., а затем определяется количество пар шагов, уложившихся в это расстояние. Желательно также определить количество пар шагов, укладывающихся в стометровый интервал при спуске и подъеме по склону. Выполненные измерения целесообразно свести в таблицу (см. табл. 1).

Таблица 1

### Пример масштаба шагов

		На ровном месте						
Метры	100	50	30	20	10	5	3	2
Пары шагов	62,0	31,0	18,5	12,5	6,2	3,1	1,9	1,2
		Вверх по склону (10 <sup>0</sup> )						
Метры	100	50	30	20	10	5	3	2
Пары шагов	65,0	32,5	19,5	13,0	6,5	3,2	2,1	1,3
		Вниз по склону (10 <sup>0</sup> )						
Метры	100	50	30	20	10	5	3	2
Пары шагов	59,0	29,5	17,7	11,8	5,9	2,9	1,5	1,2

Инструментальная привязка осуществляется топопривязчиком (рис. 3) по прилагаемой инструкции.



## 2.3. Изучение обнажений горных пород

Обнажением называется всякий выход горных пород на поверхность земли.

Обнажения массивных (кристаллических или сцементированных) горных пород называются коренными выходами, если они не разбиты трещинами выветривания на отдельные кусочки и блоки, претерпевшие перемещение на дневной поверхности.

### 2.3.1. Типы обнажений горных пород

Обнажения бывают естественными и искусственными.

**Естественные обнажения** (те, что возникли без вмешательства человека) могут быть самых различных типов: сплошные площадные выходы коренных и рыхлых пород; скальные выходы коренных пород; выходы коренных и рыхлых пород в обрывах склонов речных долин; выходы коренных и рыхлых пород в руслах рек, ручьев, промоин и рытвин, в карстовых воронках, провалах и в оползневых обвалах; каменные россыпи (развалы); высыпки (скопления мелких обломков пород на поверхности подстилающих их коренных пород того же состава).

**Искусственными обнажениями** называются всякие следы деятельности человека, приводящие к вскрытию горных пород. Сюда относятся специальные горные выработки, проходимые с целью вскрытия горных пород: шурфы, канавы, штольни, шахты, карьеры, различные котлованы, колодцы, траншеи. Нередко искусственные обнажения являются единственно возможными пунктами изучения горных пород.

Все обнажения по их значению для геологической съёмки можно подразделить на опорные (или главные) и промежуточные.

**Опорными** называются обнажения, по которым составляется представление о характере геологического разреза, фациальных изменениях слагающих его толщ, о возрастных соотношениях между ними, о расположении основных геологических границ и маркирующих горизонтах, о различных видах тектонических нарушений; обнажения с признаками полезных ископаемых.

**Промежуточными** можно назвать все остальные обнажения, фиксирующие распространение той или иной толщи пород.

В процессе полевых работ документируются как опорные, так и промежуточные обнажения, но приёмы документирования их несколько отличны. Опорные обнажения изучаются подробно, промежуточные - более схематично.

Документирование опорных обнажений слагается из следующих операций: 1 - привязка обнажения; 2 - определение пород, слагающих обнажение, и их взаимоотношений, 3 - определение элементов залегания пород, 4 - составление зарисовки обнажения, 5 - взятие образцов пород, 6 - отбор полезных ископаемых.

### 2.3.2. Привязка обнажений

Привязка обнажений ничем не отличается от изложенной выше привязки точек наблюдений, поскольку очень часто обнажение идентифицируется с точкой наблюдений (хотя необходимо отметить, что понятие "точка наблюдений" более широкое, чем понятие "обнажение"). Нередко крупное обнажение может включать несколько точек наблюдений, и тогда его привязка будет выглядеть, как привязка некоторого количества точек, расположенных по контуру обнажения. Именно с такой ситуацией часто встречаются студенты во время ведения площадной геологической съёмки. Нередко также точка наблюдений включает несколько небольших сближенных обнажений. Так же, как и

привязку точек наблюдений, привязку обнажений студенты осуществляют **схематически либо глазомерно** (обоими рассмотренными ранее способами), либо топопривязчиком.

### 2.3.3. Описание горных пород

При осмотре обнажения прежде всего нужно убедиться, что оно не представляет какую-либо глыбу, скатившуюся сверху, или оползень, так как в этом случае все наблюдения относительно условий залегания горных пород могут привести к ложным заключениям. Затем нужно обойти всё обнажение, чтобы получить общее представление об обнажённых породах и структурах и решить, какую часть выхода следует изучать наиболее детально. После этого можно приступить к определению и описанию породы или пород, которыми сложено обнажение.

**При описании обнажений осадочных пород** указывается следующее: наблюдается ли в породах слоистость; если да, то какие её разновидности - по форме слоев (параллельная, линзовидная или косая), по мощности отдельных слоев (грубая, мелкая, тонкая), по соотношению мощности слоев (равномерная, неравномерная), указывается характер границ слоев (чёткие или нечёткие); строение поверхностей наложения (наличие знаков ряби или иероглифов); текстурно-структурные особенности всех разновидностей горных пород и мощность сложенных ими прослоев.

**При описании обнажений вулканогенных пород** указывается следующее: фациальный тип пород (пирокластическая или лавовая фация); наличие или отсутствие слоистости в пирокластических породах и полосчатости, флюидальности или пористости в лавах; форма и строение кровли и подошвы лавовых потоков и покровов; наличие отдельности, её вид (шаровая, подушечная, плитчатая, столбчатая) и ориентировка; структура и состав пород, состав вкрапленников и обломков; размеры и ориентировка тел.

**При описании интрузивных и жильных пород** отмечается форма и размер тела, тип контактов (магматический, стратиграфический или тектонический); строение эндо- и экзоконтактных зон; наличие, форма, размер и ориентировка шпиров и ксенолитов.

Для всех пород, наблюдаемых в обнажении, указывается их цвет и облик в свежем сколе и на выветрелой поверхности. Обязательно фиксируются элементы залегания слоистости и контактов.

### 2.3.4. Наблюдение структурных элементов

Параллельно с описанием горных пород на обнажении производятся наблюдения над складчатыми и разрывными дислокациями

**При описании складчатых дислокаций** указываются: форма и размер складок, форма их замков (плавная или угловатая, а также угол сочленения крыльев в замке), форма и ориентировка осевых поверхностей и шарниров складок, симметрия - асимметрия крыльев, соотношение мощности слоев на крыльях и в замках складок; характер мелких осложняющих складок и их ориентировка, генетический тип складок.

**При описании разломов**, если таковые замечены в обнажении, отмечается следующее: тип разрыва и направление смещения блоков вдоль сместителя; строение шовной зоны (интенсивная трещиноватость, дробление, расланцевание или смятие); наличие глинки трения и поверхностей скольжения в шовной зоне; наличие оперяющих трещин и их ориентировка; тип коры выветривания над разрывным нарушением (структурная, зона каолинизации и пр.); характер проявления разрывного нарушения в рельефе (лог, уступ, гряда); ориентировка сместителя и штрихов скольжения на поверхности сместителя.

**Описание трещиноватости горных пород** ведётся по-разному в зависимости от поставленной задачи. При проведении рекогносцировочных маршрутов и в процессе проведения маршрутной съёмки даётся только общая характеристика систем трещин с указанием их ориентировки, кинематического типа (отрыва или скалывания), ориентировки штрихов скольжения, минерального заполнения, удельной плотности (количества трещин на 1 метр длины в направлении, перпендикулярном плоскостям трещин) и возрастных соотношений.

Если в задачу исследования входит детальное описание трещиноватости с последующим специальным анализом, то наблюдения ведутся по указанной выше схеме над каждой встреченной в обнажении трещиной. Наблюдения заносятся в таблицу (см. табл.2).

Таблица 2

№ п.п.	Азимут и угол падения	Кинематический тип	Ориентировка штрихов скольжения	Минеральное заполнение	Степень приоткрытия	Сведения о пересечении с другими трещинами	Примечания
1	132, 48	Скалывания	Аз. погруж. 120, 42	—	Закрытая	—	Сопровождается незначительным расщеплением параллельно стенкам
220	220, 85	Отрыва	—	Крупнокристаллический кальцит	До 3см	Пересекает 1-ю	

### 2.3.5. Отбор образцов горных пород

Одновременно с изучением обнажения производится отбор образцов пород и встречающейся в них ископаемой фауны и флоры. Отбираемые образцы должны дать полное представление о характере пород и об их изменениях вследствие различных геологических процессов.

Каждый образец представляет собой ту или иную породу, слагающую данный пласт, прослой, жилу и т.п. Отбор образцов не должен быть случайным, искажающим действительные соотношения между породами в обнажении. Необходимо отбирать образцы, характерные для данного слоя, жилы, в которых были бы представлены обычные для них соотношения минералов, текстурные и структурные особенности, минерализация и т.п. Место отбора образцов определяют только после внимательного изучения обнажения. В качестве образца берут свежую, не измененную процессами выветривания, породу. Не обязательно придавать образцу правильную изометрическую форму. Естественная форма обломков является важным текстурным признаком породы. Нужно лишь притупить молотком острые режущие края образца. Образцы берутся различных размеров, в зависимости от их назначения. Обычный размер образцов

колеблется от 4х 6 до 9х12 см. Однако при необходимости проиллюстрировать переход одной породы в другую, изменение минерализации пород около рудных жил, распределение ископаемой фауны и т.п. приходится отбирать штучные образцы размером до 30х30 см и даже больше.

Отобранные образцы этикетируются на месте их отбора. При этом на образец наклеивается кусочек лейкопластыря с указанием номера образца, номера бригады и наименования учебной группы (рис. 4).

В целях облегчения поиска привязки образца, его номер должен соответствовать номеру обнажения, на котором взят образец. При отборе нескольких образцов из одного обнажения, им присваивается один номер с добавлением буквенных или цифровых индексов, служащих для различия образцов между собой.

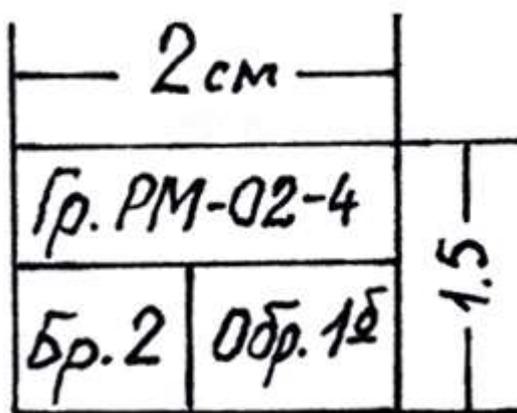


Рис. 4. Форма и содержание этикетки, наклеиваемой на образец.

**При документировании опорных обнажений** образцы отбирают из каждой литологической разновидности пород.

Часто студенты бывают в затруднительном положении при определении достаточного и необходимого количества образцов, отбираемых за время выполнения самостоятельного задания: нельзя оставить ни одной разновидности пород, не представленной образцом; нежелательно иметь и несколько образцов из каждой разновидности пород. Запомнить же, из какой разновидности уже взяты образцы, не всегда удаётся. А поэтому лучше брать образцы из всех разновидностей пород обнажения, а уже на базе, при камеральной обработке, лишние сократить.

### 2.3.6. Зарисовка обнажения

В целях лучшего восприятия другим лицом описания обнажения, а также, в какой-то мере, в качестве компенсации субъективизма при его описании, наиболее информативные обнажения или их фрагменты зарисовываются или фотографируются. Чаще всего зарисовку или фотографию делают по фронту обнажения.

При простом строении обнажения достаточно провести через него несколько мысленных вертикальных линий, на которых определяется положение геологических границ и структура обнажения относительно какого-то принятого базиса (подножия склона, границы зарисовываемого фрагмента). Эти вертикальные линии в определённом масштабе наносятся на зарисовку, а затем, по мысленно отмеченным на них точкам {пересечениям этих линий с геологическими границами и контурами обнажения}, рисуется контур обнажения и геологическая ситуация (см. рис. 5).

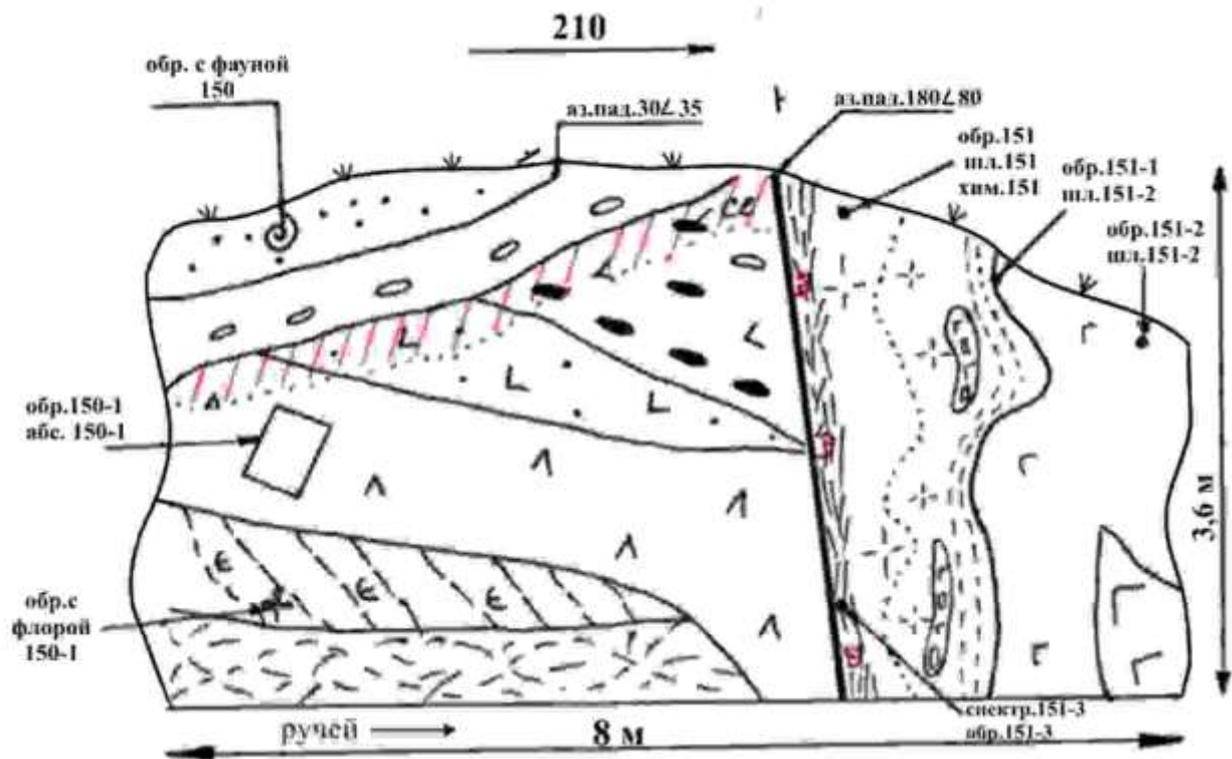


Рис. 5. Пример зарисовки обнажения

При сложном строении обнажения его необходимо разделить на квадраты удобной величины. Сетку можно нанести мелом или каким-либо подсобным материалом. Такая же сетка в определённом масштабе наносится на зарисовку и по ней, как и в предыдущем случае, отрисовывается геологическая ситуация.

При исполнении зарисовки следует широко пользоваться условными значками, отражающими состав горных пород, их текстурные и структурные особенности. Используемые условные знаки должны иметь пояснения.

Зарисовка обнажения может быть дополнена или заменена его фотографией. Фотография имеет некоторые преимущества перед зарисовкой: малые затраты времени, точность воспроизведения объекта, объективность изображения геологической ситуации. К недостаткам относятся: невозможность отражения состава пород, невозможность получения качественного фотоснимка в случае плохого или неудачного освещения, трудность в отображении на фотографии слабо заметных, но важных деталей.

С другой стороны, зарисовка по некоторым аспектам имеет преимущества перед фотографией: полное отражение особенностей строения объекта на основе его углубленного изучения, возможность подчеркнуть главное в воспроизводимом объекте.

Если обнажение сфотографировано, то в полевой книжке и в журнале образцов обязательно должны быть сделаны пометки, указывающие номер пленки и кадра.

## Пример ведения дневника маршрутов

### Этикетка

Уральский государственный горный университет <u>Название организации</u>
ГПР МПИ, РМ-03-1, № 2 <u>Название кафедры (партии), группы, отряда</u>
Полевой дневник № 1 Документация маршрутов т.н. 1-52
Студент Трешкин П.И.
2005г.

### Титульный лист

Название организации

Название кафедры (партии), отряда, группы

Дневник № 1

Номенклатура планшета (ов): W-49-43-Б

Родин Иван Петрович

Фамилия, имя, отчество исследователя

Начат 30 мая 2005г.

Окончен 23 июля 2005г.

С т.н. 1 по т.н. 52

Примечание: В случае нахождения дневника просьба вернуть по адресу:

620144 г.Екатеринбург, ул.Куйбышева 30, ОХНИР

к.3319 Родину И.П.

Азимуты магнитные (или истинные с учетом поправки).

## Оглавление

№ маршрута	Дата	№ точек набл.	Стр.	Привязка	Объемы				
					Протяженность маршрута, км	Пешие переходы, км	пробы		
							на спектр. ан.	на химич. ан	для опред. абс. возраста
1	15.07.05	1-7	2-5	Северный склон г. Крутой в бассейне руч. Верного	4,5	3	26	5	2
2	16.07.05	8-12	6-11	Верхнее течение руч. Кривого к югу от д. Слюдянки	5,0	4	20	3	1
				Итого:	9,5	7	46	8	3
1			3	Рисунки в дневнике					
2			8						

### Условные обозначения и сокращения, применяемые при описании маршрутов

#### Описание маршрута

Дата  
04,08,05

Участок: Савинский  
Масштаб работ: 1: 10 000

#### Маршрут № 1

Цель: Уточнение геологического строения в бассейне руч. Верного, опробование измененных пород, сбор фауны для уточнения возраста известняков.

Привязка маршрута: Проходит на северном склоне горы Крутой в бассейне руч. Верного, в 120 м от высоты 435,0 по аз. 320.

Номенклатура карты: W-49-43-Б

Аэрофотоматериалы (АФС):

Фотоснимки: №№ 4109-4211

Т.н. 05-1 находится в устье руч. Крутого, впадающего в р. Пышму (правый приток) (по топопривязчику: северная широта..., восточная долгота....).

Коренной выход базальтов темно-зеленого цвета массивной текстуры (рис. № 1).

Вкрапленники (15%) – плагиоклаз таблитчатой субизометричной формы, размером 1-3 мм; роговая обманка – черного цвета вытянутой формы. Основная масса – скрытокристаллическая, зеленого цвета. Миндалины – округлой формы, диаметр 1-3 см, выполнены кальцитом и хлоритом. Наблюдается 2 системы трещин: замеры трещин, густота, характеристика (поверхности трещин, формы, материал заполнения, соотношения по возрасту) обр. 1, шл. 1.

Далее ход по аз. 50.

0-150 м в интервале глыбовые развалы (делювий) аналогичных миндалекаменных базальтов. К концу интервала (со 100 м) базальты имеют брекчиевую текстуру обр. 1-1, шл. 1-1.

150-200 м крупноглыбовый делювий андезитов (характеристика андезитов) – обр. 1-2, шл. 1-2.

200-350 м задерновано. Пойма мелкого ручья, заросшего густой травой.

В 360 м – на правом борту ручья коренной выход темно-серых до черных битуминозных известняков тонкослоистых. Породы катаклазированы, трещины катаклаза выполнены ветвящимися жилками мелкозернистого кальцита с редкой вкрапленностью бледно-фиолетового флюорита (рис.2) обр. 1-3, проба на спектр. ан. – 1-3, шл. 1-3.

Аз. пад. слоистости 120 $\pm$  20-30

360-450 м редкие делювиальные глыбы светло-серых известняков нечеткослоистых с обильной фауной брахиопод. Образцы с фауной отобраны: обр. 1-4 с 380 м  
обр. 1-5 с 450 м

450-500 м кора выветривания по гранитам. В высыпках нор сусликов – дресва крупнозернистых гранитов биотитовых и щебень мелкозернистых аплитов.

Т.н. 05-2 находится в 500 м от т.н. 1 по аз. 50

Вершина сопки. Останец выветрелых крупнозернистых гранитов. В породах отчетливо выражена матрасовидная отдельность – обр.2.

Аз. пад. отдельности 360 $\pm$  20.

В гранитах ксенолиты мраморизованных известняков.

Маршрут окончен. Пройдено:.....км

Отобрано: образцов - .....

шлифов - .....

проб - .....

Подпись исполнителя.

### **Вывод по маршруту № 1**

В маршруте встречены три комплекса пород: вулканогенная толща среднего-основного состава, представленная фацией текучих лав; толща известковистого состава (морские отложения) и интрузивные породы кислого состава. Наличие катаклазированных пород указывает на тектонический контакт известняков и вулканитов. Предположительно разлом имеет северо-восточное простирание (судя по прямолинейной долине ручья). Предварительно возраст известняков – девонский. Такой вывод можно сделать по комплексу встреченной фауны. Известняки прорываются гранитами. Контакт активный. Возраст гранитов моложе возраста осадочной толщи (постдевонский).

По гранитам развита кора выветривания, представленная зоной дезинтеграции. В поисковом отношении интерес представляет зона разлома, к которому приурочен ручей. Рекомендуется провести шлиховое опробование по данному водотоку.

## **2.4. Первичная обработка полевых материалов**

Первичная обработка полевых материалов в условиях учебной геологосъемочной практики производится на базе после возвращения из маршрута или с участка площадной съемки. Она заключается в обработке коллекций горных пород и полевых книжек, а так же в обработке замеров ориентировки различных структурных элементов.

### **2.4.1. Обработка коллекций горных пород и корректура полевых книжек**

Предварительная обработка коллекций горных пород включает в себя: 1 – окончательные определения горных пород и ископаемых органических остатков, собранных при полевых исследованиях; 2 – принятие одного названия для одних и тех же горных пород, задокументированных различными съемочными парами; 3 – сокращение

излишних образцов; 4 – занесение оставшихся образцов в специальный журнал (каталог образцов).

В первую очередь окончательного определения требуют те породы, при описании которых у практикантов были сомнения в точности данных им названий. Эти сомнения могли возникнуть по причине недостаточной выразительности структуры или текстуры пород, либо из-за трудности определения их минерального состава. На базе, при наличии бинокулярного микроскопа, соляной кислоты, а также эталонной коллекции горных пород со шлифами, диагностику пород можно сделать более точно.

Затем сравниваются породы, задокументированные всеми съемочными парами и при наличии одинаковых признаков, породе дается одно название.

На базе, в стационарных условиях, производится препарирование ископаемых органических остатков и дается окончательное определение их с помощью атласов ископаемых форм.

Результаты полевых наблюдений должны быть показаны руководителю практики, при необходимости откорректированы при его участии, и только после этого они становятся пригодными для дальнейшей камеральной обработки. Возможные лишние образцы пород сокращаются, а оставшиеся заносятся в каталог, составленный по стандартной форме (Табл. 3).

Таблица 3

№ п/п	№ образца	Название породы	Привязка обнажения	Примечание
31	12/а	Тонкослоистый зеленовато-серый псаммитовый туф	Левый берег р. Пышмы в 900 м выше устья рч. Рудянки	Сопоставить с обр. 4/е

В результате первичной обработки полевых материалов в полевую книжку вносятся исправления с учетом изменений в диагностике пород и, возможно, в интерпретацию полевых наблюдений.

#### **2.4.2. Обработка замеров ориентировки плоскостных структурных элементов**

Первичная обработка массовых замеров ориентировки различных структурных элементов состоит в построении диаграмм их ориентировки. В настоящее время наиболее широкое применение в изображении ориентировки структурных элементов приобрели круговые точечные диаграммы.

Нанесение замеров на круговую диаграмму производится с помощью трафарета, представляющего собой окружность, разбитую на 360 градусов и проградуированную в направлении против часовой стрелки, с радиусом, разбитым на 90 градусов и проградуированным в направлении от центра окружности к периферии. Радиус трафарета проведен через точку начала отсчета азимутов на трафарете.

Диаграмма ориентировки трещин строится на кальке, которая накалывается на иглу в центре трафарета. На кальке по трафарету проводится окружность, а на окружности черта начала отсчета азимутов («север» диаграммы). Для нанесения на диаграмму ориентировки трещины «север» диаграммы устанавливается на окружности трафарета против цифры, соответствующей азимуту падения трещины, а на радиусе трафарета

ставится точка против цифры, соответствующей углу наклона трещины. Эта точка на диаграмме называется полюсом данной конкретной трещины и отражает ее элементы залегания. Трафарет может быть заменен стереографической проекцией (сеткой Шмидта или Вульфа).

После нанесения всех замеров диаграмма имеет вид круга с расположенными на нем полюсами трещин. Если полюса расположены неравномерно, то каждому участку их сгущения соответствует система трещин.

Для достижения большей наглядности и определенности диаграммы, на ней проводят изолинии плотности полюсов трещин, подсчитывая количество полюсов на 1 процент площади диаграммы.

Для этого в квадратице из плотной бумаги или тонкого картона вырезается круглое отверстие, размером в  $1/10$  радиуса диаграммы. Затем диаграмма с нанесенными на нее полюсами трещин накладывается на квадратную сетку со стороной ячейки, равной радиусу малого кружка; накрывается сверху еще одной чистой калькой; на каждое перекрестие подложенной сетки накладывается малый кружок (центром в перекрестье); подсчитывается количество полюсов, попавшее в кружок и в перекрестии ставится точка, а рядом с ней цифра, соответствующая количеству полюсов, попавших в кружок.

Определение плотности полюсов на периферии диаграммы производится с помощью приспособления, состоящего из двух малых кружков, расположенных на расстоянии друг от друга, равном диаметру диаграммы. В центре полоски есть узкая прорезь, через которую приспособление одевается на иглу трафарета. Для определения плотности полюсов трещин, при насаженном на иглу приспособлении, один из его кружков устанавливается центром в перекрестии сетки около ее периферии, и в этом перекрестии ставится точка и пишется цифра, отвечающая количеству полюсов, попавших в оба кружка.

После того, как по всему кругу определена плотность полюсов, на верхней кальке через точки с известной плотностью (а между точками методом интерполяции) проводятся изолинии плотности полюсов. При проведении изолиний на периферии диаграммы (где изолинии обрываются) необходимо помнить, что «выход» за пределы контура диаграммы и «вход» внутрь контура одой и той же изолинии должны располагаться на противоположных сторонах диаграммы, симметрично относительно ее центра. С помощью изолиний определяются центры тяжести максимумов полюсов трещин, по которым определяется ориентировка выделившихся систем трещин.

Для определения элементов залегания системы трещин диаграмма накладывается на трафарет, центр максимума полюсов системы трещин совмещается с радиусом трафарета и на окружности трафарета, против отметки «север» диаграммы, снимается отсчет, соответствующий азимуту падения данной системы трещин, а на радиусе трафарета, против центра тяжести максимума, снимается отсчет, соответствующий углу ее падения.

### **3. Физико-географическая и геологическая характеристики Сухоложского района.**

#### **3.1. Физико-географический очерк**

Сухоложский район Свердловской области расположен на восточном склоне Среднего Урала в переходной зоне от холмисто-увалистого рельефа Зауралья к Западно-Сибирской низменности. Поверхность района представляет собой всхолмленную

равнину с общей тенденцией погружения на восток с абсолютными отметками водоразделов 240 м. Граница крупного водораздела проходит северо-восточнее р Пышма.

Обнаженность района неравномерная. Палеозойские образования в виде коренных выходов наблюдаются преимущественно по долинам рек. Мезозойские отложения можно наблюдать в карьерах по добыче строительных материалов и в естественных разрезах в восточной части площади.

Главной водной артерией района является река Пышма с притоками Рефт и Кунара, принадлежащая к бассейну р. Оби.

По характеру растительности район относится к лесной и лесостепной зонам с уменьшением степени залесенности с севера на юг и со сменой сосновых лесов на лиственные.

Климат района континентальный с холодной зимой и прохладным летом. Среднегодовое количество осадков 500 мм. , из них на весенне-осенний период (апрель-октябрь) приходится 360 – 375 мм. Основными ветрами являются западные, средняя скорость ветра 4,4 м/с.

В административном отношении территория входит в состав Сухоложского района Свердловской области. Кроме города Сухого Лога на описываемой территории имеется ряд сел и деревень - Знаменское, Рудянское, Кашино, Курьи, Шата, Брусяна, Глядены, Мокрая. Город Сухой Лог связан с городом Екатеринбургом железной дорогой и асфальтированным шоссе. Населенные пункты в пределах площади связаны автобусным сообщением.

В экономическом отношении район является промышленно-сельскохозяйственным. Основные промышленные предприятия сосредоточены в г.СухойЛог – комбинат асбоцементных изделий, завод по переработке вторичных металлов, авторемонтный завод, бумажная фабрика. Цементный завод располагается за юго-восточной окраиной города.

Основное направление сельского хозяйства – земледелие и животноводство.

### 3.2. История геологического изучения района

Геологические исследования в Сухоложском районе были предприняты еще в позапрошлом столетии в связи с изучением углей, содержащихся в угленосной толще карбона. Они проводились под руководством А.П.Грамачикова. Результаты этих работ были опубликованы в 1852 году.

В 1880 году в “Горном журнале” была опубликована заметка о находке следов деятельности первобытного человека, населявшего известняковые пещеры на левом берегу р. Пышмы в районе г. Сухого Лога. Наиболее крупная из этих пещер носит имя Гебауэра.

Более полные сведения о геологии Сухоложского района содержатся в трудах А.П.Карпинского. Предварительные результаты работ были изложены им в кратких статьях в “Горном журнале” за 1880 год. Более полные данные его работ были опубликованы в монографии “Геологические исследования и разведки на восточном склоне Урала”, изданной в 1949 году. Наибольший интерес из них представляют описания обнажений по рекам Пышме, Шате, Брусяне Кунаре. А.П.Карпинским, в частности, был определен силурийский возраст известняков в верховьях р. Шаты, девонский возраст известняков на северо-восточной окраине с. Знаменского и в низовье р. Шаты, каменноугольный возраст известняков и песчаниково-сланцевых пород на р. Пышме в окрестностях тогдашнего с. Сухоложского. В пределах окрестностей с. Сухоложского

А.П.Карпинским отмечены признаки медных руд, описаны месторождения каменного угля, минеральных красок, каолиновых глин, трепела и других полезных ископаемых.

С 1920 по 1924 годы по поручению Геологического комитета в окрестностях села Сухоложского детальную геологическую съемку проводил И.И.Горский. Результатом этой съемки явилась геологическая карта окрестностей с. Сухоложского масштаба 1:21000. В отчете об этих работах приведены детальные описания обнажений по рр.Пышме, Шате, Ключ, Усолке и логам, впадающим в долину р. Пышмы.

В послевоенные годы изучением каменноугольных отложений района занимался А.А.Пронин. Результаты исследований вошли в монографию “Карбон восточного склона Среднего Урала”, опубликованную в 1960 г.

С начала 30-ых годов в окрестностях Сухого Лога проводится учебная геологическая практика студентов Свердловского горного института, а ныне Уральского государственного горного университета. Коллективом преподавателей кафедры Общей и динамической геологии под руководством А.А.Малахова и В.Е.Засыпкина на основе накопившегося материала о геологическом строении района было подготовлено и издано в 1954 году “Методическое руководство по учебной геологической практике в окрестностях Сухого Лога”, длительное время являвшееся основным пособием при проведении геологической практики.

В 60-е годы Т.В.Диановой, а в 70-е и 90-е К.П.Плюсниним изучались вулканогенные образования района. Этими исследователями были предложены схемы расчленения вулканогенных толщ и определены наиболее крупные вулканические постройки.

В 1961 году под руководством Ю.П.Алексеева была закончена разведка Кунарского месторождения известняков, интенсивно разрабатываемого в последующие годы.

В 1972 году коллективом, возглавляемым М.Т.Собоевым, были закончены работы по составлению геологической карты масштаба 1: 50 000 восточной части Сухоложского района.

С 1973 по 1978 годы в западной части района под руководством В.П.Олерского проводилась геологическая съемка и доизучение масштаба 1 : 50 000. В результате работ составлены: геологическая карта полезных ископаемых, карта четвертичных образований. Эти материалы были положены в основу Государственной геологической карты СССР масштаба 1 : 200 000 листа О-41-XXVI (автор Грабежева Т.Г.), изданную в 1983 году.

Детальная разведка участка аргиллитов Ново-Сухоложского месторождения цементных глин проводилась в 1991 г. Б.М.Новоселовым.

С 1999 по 2002 годы на листе О-41-XXVI, в состав которого входит западная часть Сухоложского полигона, геологическое доизучение масштаба 1 : 200 000 производилась под руководством В.А. Рыбалко. Был составлен комплект карт и отчет по состоянию изученности на 01.01.2002г.

Сведения о глубинном строении территории (в т.ч. Сухоложского полигона) изложены А.Г.Кислицыным в отчете по теме «Переинтерпретация материалов гравиметрических съемок масштаба 1 : 50 000 на Среднем Урале» (1999г.).

Е.М.Ананьева завершила составление карты глубинного строения верхней части земной коры в масштабе 1 : 200 000 листа О-41-XXVI (Е.М.Ананьева, 2001).

Параллельно продолжались исследования, проводимые сотрудниками кафедр Структурной геологии и Общей и исторической геологии и палеонтологии Свердловского горного института. По результатам работ производственных организаций и указанных кафедр СГИ были составлены “Учебная карта Сухоложского района” и учебное пособие “Учебная геологосъемочная практика”. Последующие работы сотрудников тех же кафедр по изучению строения вулканогенных и осадочных толщ, а также по фациальному и

петрохимическому расчленению вулканогенных пород района позволили составить более детальную геологическую карту, соответствующую современным геологическим представлениям, а также учебные пособия “В краю потухших вулканов” и “Учебная геологосъемочная практика”, 2004, «Геофизические исследования Сухоложского полигона в Зауралье», 2004. К Всероссийскому симпозиуму по вулканологии и палеовулканологии профессором В.Н.Огородниковым подготовлен путеводитель Среднеуральской геологической экскурсии, 2003.

### 3.3. Геологическое строение района

Территория Сухоложского полигона расположена в пределах Восточно-Уральской мегазоны, претерпевшей длительную эволюцию геологического строения.

Геополигон располагается в Алапаевско-Теченской зоне на границе двух подзон: Рефтинско-Каменской (западной) и Алапаевско-Айбыкульской (восточной).

Границей подзон принято считать Тыгишский разлом (ограничивающий с запада бекленищевскую свиту нижнего карбона).

В геологическом строении района практики принимают участие преимущественно осадочные и вулканогенные образования палеозойского возраста, в восточной части района перекрытые чехлом мезозой-кайнозойских недиагенизированных или слабо диагенизированных континентальных и морских отложений.

Интрузивные образования развиты в меньшей степени и представлены Рефтинским массивом раннедевонского возраста, а также малыми телами гипабиссального и субвулканического уровня глубинности девонского и каменноугольного возраста.

Район характеризуется напряженной тектоникой, следствием этого является складчато-чешуйчато-блоковое геологическое строение. Наиболее интенсивно дислоцированы и метаморфизованы дочетвертичные образования.

#### 3.3.1. Стратиграфия

Стратиграфический разрез района представлен осадочными и вулканогенными образованиями палеозойской, мезозойской и кайнозойской эратем.

##### 3.3.1.1. Палеозойская эратема

Палеозойская эратема представлена девонской и каменноугольной системами. Эти образования под покровом маломощных рыхлых четвертичных отложений развиты в западной и центральной частях района, а в восточной части района перекрыты мезо-кайнозойским чехлом. Значительную роль в составе палеозойских стратонев играют вулканогенные образования. Анализ строения, состава и последовательности залегания вулканогенных пород района позволяет выделить среди них разнотипные вулканогенные формации, которые по фациальному и петрохимическому составу и возрасту параллелизуются с типоморфными для Урала вулканогенными формациями Магнитогорского мегаблока.

##### Девонская система

Девонская система представлена средним и верхним отделами. Образования среднего отдела выделены под названиями: базальт-дацитовая толща ( $D_{2bd}$ ) – в Рефтинско-Каменской подзоне; сухоложская толща ( $D_{2sh}$ ) – в Алапаевско-Айбыкульской подзоне. Средний-верхний отделы представлены маминской толщей ( $D_{2-3mm}$ ). Верхний

отдел представлен кодинской свитой (D<sub>3kd</sub>). Возраст стратонов определен по ископаемой фауне и флоре.

### Средний отдел D<sub>2</sub>

**Базальт-дацитовая толща (D<sub>2bd</sub>).** Данная толща в пределах Сухоложского полигона имеет ограниченное распространение и тектонические контакты как с габброидами Рефтинского массива, так и с нижнекаменноугольными осадочными породами бекленищевской свиты.

На территории полигона толща представлена базальтами (в том числе миндалекаменными) и туфами базальтов. Породы интенсивно дислоцированы. Вторичные изменения представлены альбитизацией, хлоритизацией, актинолитизацией. Участками породы превращены в зеленые сланцы.

**Сухоложская толща (D<sub>2sh</sub>).** Породы, слагающие сухоложскую толщу, обнажаются в северо-западной и юго-восточной частях геополигона. Толща локализована в пределах тектонических блоков, ориентированных в субмеридиональном направлении.

Нижняя часть толщи представлена осадочным типом разреза. В бассейне р. Шата скважинами К-331, К-348 вскрыты переслаивающиеся известняки с конгломератами, кремнистыми сланцами, песчаниками и алевролитами, гальки конгломератов представлены темно-серыми почти черными известняками. В алевроитовом цементе конгломератов содержится микрофауна эйфельского возраста. Мощность пачки 350 м.

Верхняя часть сухоложской толщи представлена преимущественно вулканогенными образованиями. Толща сложена эффузивными, пирокластическими, осадочно-пирокластическими породами непрерывной базальт-андезит-дацит-риолитовой формации, а также вулканогенно-осадочными и осадочными породами. В строении преобладают базальты, андезибазальты, андезиты и их туфы. Преобладающим развитием пользуются экспозиционно-обломочные породы (туфы). По размерности обломков состав туфов изменчив – от алевроитовых до псефитовых. Часто наблюдается переслаивание туфов с потоками лав того же состава, как правило, имеющими подушечное и шаровое строение. Потоки базальтов и андезибазальтов афирового строения редки. Вулканиды кислого состава имеют подчиненное значение в разрезах. Кислые лавы – это преимущественно порфиоровые разности, часто с лавобрекчиями в краевых частях. Пирокластические образования дацитового, риодацитового и риолитового состава представлены алевроитовыми, ляпиллевыми и бомбовыми туфами.

В целом, сухоложская толща представлена вулканитами пестрого состава, характеризующихся быстрой фациальной сменой.

В южном направлении характер разреза сухоложской толщи изменяется, что выражается в увеличении объема осадочно-вулканогенных (менее 50% осадочного компонента) и вулканогенно-осадочных ассоциаций в комплексе с рифогенными известняками, песчаниками, кремнистыми сланцами биогенного происхождения.

В пределах развития сухоложской толщи сохраняются фрагменты вулканотектонических построек разного ранга.

В соответствии с петрографическим кодексом (1995г.) по имеющимся геолого-геофизическим данным в пределах геополигона выделяется два вулканических массива. Первый из них располагается в бассейне р. Рефт и его притока Винокурка. Ранее в 1975 году К.П.Плюснин выделил здесь Винокуровскую вулканотектоническую структуру центрального типа., которой соответствует положительная гравитационная аномалия. Винокуровский вулканический массив представлен миндалекаменными базальтами, андезитами и их туфами. На территории Сухоложского полигона располагается только южная часть Винокуровского массива. К югу от него выделяется Пышминский массив, характеризующийся слабо аномальным гравитационным полем. В пределах Пышминского

массива сохраняются фрагменты трех вулcano-тектонических структур центрального типа с признаками кальдерообразования и системой радиально-дуговых разломов. В пределах Пышминского вулканического массива исследованиями прошлых лет выделены вулканические постройки центрального типа (стратовулкан «Дивий камень» и другие). На геологической карте они выделены особым знаком. Жерловые и прижерловые фации представлены экструзивными и субвулканическими образованиями, агломератовыми бомбовыми туфами. В прижерловых образованиях наиболее часто проявлены процессы окварцевания, пиритизации, серицитизации. Промежуточные фации представлены преимущественно лавами в ассоциации с псаммитовыми пирокластическими отложениями. Удаленные (периферические) фации вулканитов развиты на геополигоне на южном склоне вулcanoгенной гряды. Они представлены вулcanoгенными обломочными породами, алевритовыми туфами в переслаивании с рифогенными и аккумулятивно-рифогенными известняками и морскими мелководными терригенно-осадочными отложениями.

Последние наблюдаются на руч. Брусяны ниже «Белого лога», в карьере у западной окраины села Знаменского, на левом склоне долины р. Пышмы между устьями руч. Брусяны и руч. Знаменка. Живетский возраст кремнистой пачки определен по остаткам фораминифер из известняковых прослоев.

Мощность сухоложской толщи составляет 750 м.

### Средний-верхний отделы D<sub>2-3</sub>

**Маминская толща (D<sub>2-3mm</sub>).** Толща представлена углисто-глинисто-кремнистыми породами темно-серого и черного цветов с прослоями известняков. Разрезы этих образований наблюдаются на р. Брусяна ниже «Белого Лога», в левом склоне долины р. Пышмы между устьями р. Брусяна и руч. Знаменка, а также в карьере у западной окраины села Знаменское. Мощность кремнистых сланцев 70 м. Взаимоотношения с нижележащими образованиями не ясны. Живетский возраст определен по остаткам фораминифер из прослоев известняков.

К югу от р. Шата разрез маминской толщи представлен светло-серыми и темно-серыми глинистыми известняками, живетский возраст отложений определен по фауне.

Южнее Сухоложского полигона в районе с. Кунарского и юго-западнее оз. Куртугуз в аналогичных кремнистых породах обнаружены конодонты верхнего девона (сборы А.В.Коровко, В.А.Рыбалко, определения Г.Н.Бороздиной).

Мощность маминской свиты – 150 м.

При современной степени изученности определить объем маминской толщи не представляется возможным. В стратотипических разрезах кремнистые породы переслаиваются с вулканитами неконрастной базальт-андезитовой формации.

### Верхний отдел D<sub>3</sub>

**Кодинская свита (D<sub>3kd</sub>).** Осадочные породы кодинской свиты локализованы в линейном тектоническом блоке и прослеживаются от южной до северной границы Сухоложского полигона. Разрез свиты можно наблюдать на р. Ключ и в борту р. Пышма. Состав свиты: алевриты, алевропелиты, аргиллиты, песчаники, конгломераты, линзы известняков. Цвет пород – серый, бурый, зеленоватый, черный. Характерно частое переслаивание пород. Слоистость параллельная. Состав терригенного материала: кварц, плагиоклаз, кремнистые породы, риолиты, дациты, пемзы.

Возраст свиты определен по брахиоподам, фораминиферам, водорослям, спорам растений как позднедевонский в объеме франа.

Мощность свиты 700 м.

## Каменноугольная система

Каменноугольная система сложена преимущественно терригенными и карбонатными отложениями с небольшим количеством вулканогенных образований в западной части района и представлена нижним и средним отделами.

### Нижний отдел С<sub>1</sub>

Стратоны нижнего отдела каменноугольной системы представлены бекленищевской (С<sub>1</sub>bk), егоршинской и бурсунской (С<sub>1</sub>eg+С<sub>1</sub>br), исетской (С<sub>1</sub>is) свитами.

**Бекленищевская свита (С<sub>1</sub>bk).** Свита располагается в западной части Сухоложского полигона и прослеживается в пределах тектонического блока близмеридиональной ориентировки от оз. Куртугуз до приустьевой части р. Рефт. Свита представлена пестрым фациальным комплексом осадочных и вулканогенно-осадочных пород морского генезиса.

Нижняя часть разреза бекленищевской свиты не имеет естественных выходов на дневную поверхность. Свита изучена несколькими профилями скважин, где наблюдалось сложное переслаивание темно-серых до черных алевролитов и аргиллитов с маломощными прослоями песчаников и редкими отпечатками обугленного растительного детрита. Фаунистически эта часть разреза не охарактеризована.

Вверх по разрезу постепенно увеличивается карбонатность пород. Эта часть представлена переслаивающимися серыми и темно-серыми глинистыми и глинисто-известковистыми аргиллитами, полимиктовыми песчаниками, реже конгломератами, а также прослоями туфов и туффитов, мергелей и известняков.

Карбонатно-терригенный разрез свиты фациально замещается вулканогенно-осадочным комплексом пород. Наиболее представительные выходы этих пород располагаются в приустьевой части р. Рефт. В обломках из конглобрекций определены форамениферы, свидетельствующие о визейском возрасте (определения Т.Н.Степановой).

Мощность бекленищевской свиты составляет 800 м.

**Егоршинская и бурсунская свиты объединенные (С<sub>1</sub>eg+С<sub>1</sub>br).** Континентальные угленосные образования егоршинской и бурсунской свит прослеживаются в узком клиновидном тектоническом блоке вдоль железной дороги. Разрез этих свит можно наблюдать по р. Пышма между ручьями Ключ и Крутой Лог.

*Егоршинская свита* сложена переслаивающимися темно-серыми до черных глинистыми, углисто-глинистыми и углистыми аргиллитами, алевролитами, серыми и темно-серыми песчаниками и конгломератами. Характерно обилие флористических остатков, наличие маломощных пластов угля, быстрая смена фаций и сложное тектоническое строение. Мощность свиты 350-500 м.

Безугольные отложения *бурсунской свиты* залегают согласно на угленосных породах егоршинской свиты, представлены зеленовато-сероцветными грубообломочными отложениями с бедными органическими остатками. Характерно появление известковистых разновидностей. Мощность свиты 300-500 м.

Возрастная датировка объединенных егоршинской и бурсунской свит – верхнее турне – низы верхнего визе (включая жуковский горизонт). Данные свиты являются возрастным аналогом средней и верхней частей бекленищевской свиты.

**Исетская свита (С<sub>1</sub>is).** Свита имеет широкое площадное распространение в восточной части Сухоложского полигона. Разрез свиты можно наблюдать по р.р. Пышма, Кунара, в Кунарском карьере известняков, в приустьевой части р. Рефт. Вблизи железнодорожного моста через р. Пышма наблюдалось согласное налегание известняков на терригенные породы бурсунской свиты. В пределах листа О-41-ХVI взаимоотношения бурсунской и исетской свит установлено в ряде скважин (Олерский, 1978).

Исетская свита представлена преимущественно известняками. В известниках встречается обильная фауна одиночных и колониальных кораллов и брахиопод. Известняки слоистые и массивные, в верхней части разреза породы доломитизированы и брекчированы (известняковые брекчии) с прослоями мергелей. В нижней части разреза преобладают битуминозные известняки с линзами кремней.

По комплексу фауны возраст исетской свиты установлен как визейский – серпуховский.

Мощность свиты – 450 м.

## Средний отдел С<sub>2</sub>

**Щербаковская свита (С<sub>2</sub>жс).** Свита имеет ограниченное распространение в бассейне р. Кунара. Породы свиты локализованы в мелких тектонических блоках среды известняков исетской свиты. Щербаковская свита представлена алевролитами, аргиллитами, сероцветными известковистыми песчаниками с прослоями конгломератов, мергелей, битуминозных известняков.

Возраст пород свиты установлен по брахиоподам и соответствует башкирскому и московскому веку.

Мощность щербаковской свиты - 350 м.

### 3.3.1.2. Мезозойская эратема

## Коры выветривания

Территория Сухоложского полигона располагается в пределах приподнятого отпрепарированного пенеплена Среднего Урала на границе с континентально-морской цокольной равниной, что и определило широкое развитие кор выветривания. В пределах геополгона выделяется два морфологических типа – площадная и линейная. Площадные коры развиты преимущественно на водоразделах. Традиционно выделяется три зоны профиля коры выветривания: дезинтеграции, промежуточных продуктов, глинистых продуктов. На Сухоложском полигоне зона глинистых продуктов развита только в восточной части, в западной части имеет место двухзональный профиль коры. Линейные коры выветривания обычно развиваются в зоне разломов либо по контактам геологических тел.

Выделяется два генетических типа кор – остаточные и переотложенные. В районе резко преобладает первый тип.

Окраска пород, слагающих профиль коры выветривания, обычно в верхней глинистой зоне неоднородная: пятнистая, пятнисто-полосчатая с преобладанием буроватых и красноватых оттенков. С глубиной окраска выветрелых пород приближается к цвету материнских. К востоку происходит понижение кровли остаточной коры выветривания с 206 м до 160 м. В восточной части полигона коры выветривания перекрываются палеоценовыми отложениями серовской свиты. Среди глинистых продуктов по вещественному составу преобладающим является каолинитовый тип. Состав тяжелой фракции шлихов обычно зависит от состава материнских пород. В площадных корах постоянно присутствуют гидроокислы железа, реже марганца.

Мощность площадных кор в Сухоложском районе в среднем составляет 18-20 м.

## **Триасовая система, верхний отдел - юрская система, нижний отдел**

**Челябинская серия (Тз-Ј1с1).** Нерасчлененные триасово-юрские отложения района представлены вулканогенно-осадочными породами. Они приурочены к протяженному грабену, пересекающему восточную часть района в субмеридиональном направлении и перекрытому кайнозойским чехлом. Нижнюю часть разреза слагают преимущественно вулканогенные породы разного состава (от базальтов до риолитов) с незначительным количеством пестроцветных конгломератов, песчаников и аргиллитов. Верхнюю часть разреза слагают преимущественно осадочные сероцветные мелко- и тонкообломочные породы. Обломочные породы по составу относятся к полимиктовым. В прибортовых частях грабенов широким развитием пользуются красные конгломераты и гравелиты (фашии конусов выноса).

Мощность триасово-юрских отложений на описываемой территории достигает 200 м. Выходы их наблюдаются только в глубоко врезанных долинах крупных рек Пышмы и Кунары.

### **Меловая система**

Меловая система в районе представлена обоими своими отделами. Ее отложения обычно перекрыты более молодыми осадками и не имеют широкого развития на земной поверхности.

#### **Нижний отдел К 1**

Нижний отдел меловой системы представлен **аптским и альбским ярусами К 1 а**, состоящим из двух стратонев – алапаевской и синарской.

**Алапаевская толща** представлена каолинит-гидрослюдитовыми серыми, бурными, кирпично-красными глинами с песком, хорошо окатанной кварцевой галькой и щебнем кремневого известняка. За белый цвет породы названы “беликами”. Мощность беликовой толщи редко превышает 10 м. В основании “беликов”, как правило, наблюдаются бурые железняки инфильтрационного происхождения в форме линз, гнезд, пластов. Состав бурых железняков: гидрогетит, гидрогематит, сидерит. Алапаевская свита обычно приурочена к понижениям древнего рельефа – эрозионным или карстовым воронкам. Возраст алапаевской толщи предполагается на уровне аптского яруса.

**Синарская свита** нижнего мела сложена пестроцветными и белоцветными континентальными (аллювиально-озерными) глинами каолинитового состава с прослоями лигнитов марказитсодержащих и кварцевых песков. Приурочена к эрозионным депрессиям, не имеет широкого площадного распространения и повсеместно перекрыта кайнозойскими отложениями. Синарская свита несогласно залегает на алапаевской толще, либо на известняках. Выходы пород свиты наблюдались только в карьере “Белая глина”, который после прекращения в нем работ по добыче огнеупорных глин затоплен. Мощность свиты достигает 15 м. Апт-альбский возраст отложений установлен по результатам споро-пыльцевого анализа.

#### **Верхний отдел К 2**

Верхний отдел меловой системы представлен **коньякским ярусом**.

**Камышловская свита (К2km).** Отложения камышловской свиты представлены зеленовато-серыми и светлосерыми мелкозернистыми кварц-глауконитовыми слабо сцементированными песчаниками и песками морского происхождения. Пески хорошо отсортированы. Эти породы имеют широкое площадное распространение, но перекрыты кайнозойскими осадками. Выходы пород наблюдались в карьере “Белая глина” и известны в верховьях рч. Каменки, левого притока р. Пышмы, впадающего в нее

восточнее пос. Курьи. Возраст пород определен по остракодам, фораминиферам, зубам акул. Мощность свиты не превышает 10 м.

### **3.3.1.3. Кайнозойская эратема**

Кайнозойская эратема на описываемой территории представлена всеми тремя системами – палеогеновой, неогеновой и четвертичной.

#### **Палеогеновая система Р**

Палеогеновая система в Сухоложском районе представлена верхним палеоценом-нижним эоценом. На восточном склоне Урала эти отложения известны под названием **серовской свиты**.

##### **Серовская свита Р<sub>1-2 sr</sub>.**

Свита сложена опоками, песчаниками и алевролитами на опоковом цементе, трепелами. Преобладают опоки. Песчаники имеют глауконит-полевошпат-кварцевый состав. Эти морские отложения имеют спорадическое развитие в восточной части района, перекрывая собой все более древние отложения в углублениях палеозойского фундамента. Коренные выходы опок встречаются в глубоких логах и в карьерах по добыче глин, известняков и самих опок. Возраст пород свиты определен по ископаемым остаткам фораминифер, моллюсков и гексакораллов.

Мощность свиты достигает 12 м.

#### **Неогеновая система N**

**Светлинская свита (N<sub>1sv</sub>).** Отложения неогеновой системы представлены пролювиально-делювиальными песчано-алевритистыми глинами красновато-бурого цвета с редкой галькой кварца. Слоистость выражена не отчетливо. Свита залегает с размывом на более древних образованиях. Неогеновые отложения повсеместно наблюдаются в бортах карьеров на водоразделе рр. Пышмы и Кунары. Мощность отложений неогеновой системы не превышает 4 м. Возраст пород принят по аналогии с подобными отложениями Зауралья, где он был определен по остаткам речных моллюсков в аллювии верхних цокольных террас крупных рек.

#### **Четвертичная система Q**

Образования четвертичной системы принадлежат различным генетическим типам и покрывают значительную часть площади в виде маломощного чехла. Возраст аллювиальных, озерных, палюстринных отложений определяется по ископаемым остаткам (фауне и флоре), а также по споро-пыльцевым комплексам. Возраст элювиальных, делювиальных и прочих образований определяется (условно) по геоморфологическому положению.

#### **Эоплейстоцен**

##### **Нижнее звено**

Отложения этого возраста на площади представлены аллювиальными и озерными (a,l) генетическими типами. В возрастном отношении они приурочены к увельской свите. Встречаются локально в западной части площади (Зауральская цокольная равнина).

Аллювиальные и озерные отложения увельской свиты (*a,IEuv*) вытянуты в меридиональном направлении.

Фрагмент этих отложений выделен к юго-востоку от оз. Беткулово, на абсолютной отметке 200 м. Отложения представлены известковистыми глинами зеленовато-серого, желтовато-зеленого, зеленовато-бурого, серовато-бурого цвета, песками мелкозернистыми, полимиктовыми с рыхлым железисто-марганцовистым бобовником. На одних участках, аллювиальные и озерные отложения залегают на склоне, на других участках – в переуглублении под аллювиальными отложениями батуринской свиты и выхода на поверхность не имеют. Мощность отложений более 8,4 м. Залегают на мезозойских корях выветривания, перекрыты аллювиальными отложениями батуринской свиты, полигенетическими и делювиальными образованиями среднеуральского надгоризонта.

### **Неоплейстоцен** **Неоплейстоцен нерасчлененный**

Отложения этого возраста представлены элювиальными и делювиальными образованиями (*e,dNP*). Распространены очень широко в пределах приподнятого отпрепарированного пенеплена Среднего Урала. Развита на возвышенностях и их пологих склонах.

Представлены глинами и суглинками со слабо выветрелым щебнем подстилающих пород и редким полимиктовым гравием.

В большинстве случаев они залегают на мезозойских корях выветривания. Мощность до 3 м.

С ними связаны месторождения керамзитовых и кирпичных глин.

Возраст отложений определен как нерасчлененный неоплейстоцен.

### **Нижнее звено**

Отложения этого возраста представлены аллювиальными отложениями батуринской свиты (*albt*).

Аллювиальные отложения батуринской свиты (*albt*) развиты в западной части геополигона в виде участков меридионального и субмеридионального простирания, фиксирующих фрагменты древних речных долин, потерявших связь с современной гидросетью. Они приурочены к контакту приподнятого отпрепарированного пенеплена Среднего Урала и континентально-морской цокольной равнины Зауралья. Фрагменты древнего аллювия выделены от озера Куртугуз к северу, его протяженность 11 км при ширине от 800 до 1300 м. Разрез изучен скважинами мотобурения.

Аллювиальные отложения представлены песками полимиктовыми с гравием, глинами гидрослюдистыми, известковистыми, серыми, зеленовато-серыми, зеленовато-голубыми, серовато-бурыми. Минералогический состав тяжелой фракции песков представлен: эпидотом и цоизитом – 54%, роговой обманкой – 20%, ильменитом – 6%, лимонитом – 8%, цирконом – 6%, рутилом – 2%, сфеном – 2%, апатитом – 1%, хромитом – 1%. Выход 3%. Палеогеографический коэффициент 0,9.

В спорово-пыльцевых комплексах этих отложений преобладает пыльца ели, сосны, пихты.

Путем отстройки поперечных профилей через древние речные долины было установлено, что реки текли с юга на север.

К нижнему звену отложения отнесены на основании геоморфологического положения (в разрезе залегают выше аллювиальных и озерных отложений уйско-

убоганской свиты среднего звена и ниже аллювиальных и озерных отложений увельской свиты нижнего эоплейстоцена). Отложения сопоставляются по литологии с аллювиальными отложениями, описанными и изученными в угольном карьере Батурино Еманжелинского района Челябинской области.

Аллювий батуринской свиты перекрыт аллювиальными и озерными отложениями уйско-убоганской свиты среднего звена, делювиальными отложениями среднего и верхнего звена, торфами голоцена. Залегают на аллювиальных и озерных отложениях увельской свиты нижнего эоплейстоцена, отложениях серовской свиты, мезозойских корях выветривания и известняках палеозоя. Мощность отложений более 9,2 м.

С ними связаны месторождения керамзитовых глин.

В этих отложениях было установлено наличие россыпного золота (Рыбалко, 2002).

### Среднее звено

Отложения этого возраста представлены аллювием исетской ( $a^i\Pi$ ) и уфимской ( $a^u\Pi$ ) террас, озерными ( $\Pi_{III}$ ), аллювиальными и озерными ( $a, \Pi_{III}$ ) отложениями уйско-убоганской свиты, делювиальными отложениями среднеуральского надгоризонта ( $d\Pi_{Sr}$ ).

Аллювиальные отложения уфимской террасы ( $a^u\Pi$ ) выделены по рекам Рефт и Пышма. Отложения прослеживаются по правому берегу р. Рефт до устья, в виде полосы шириной 200-300 м, и по правому берегу р. Пышмы между пос. Рудянское и Знаменское. Они слагают четвертую эрозионно-аккумулятивную террасу с высотой поверхности от 22,4 до 40 м и высотой цоколя от 18 до 35 м над урезом реки. Наибольшие параметры уфимская терраса имеет на р. Пышма в районе п. Новая Пышма. Ширина террасы достигает 3,5 км.

Отложения представлены желто-коричневыми, темно-желтыми, буро-коричневыми песками полимиктовыми (полевошпат-кварцевыми) с галькой кварца, бурыми до темно-коричневыми песчаными глинами с прослоями иловатых глин темно-серого цвета. Пески от глинистых (глинистая фракция составляет 20%) до гравийных, грубозернистых. Обломочный материал хорошо окатан.

Разрез аллювия уфимской террасы можно показать на примере шурфа 286, пройденного на восточном берегу р. Рефт. Сверху, до глубины 3,2 м залегают глинистые пески мелкозернистые, полимиктовые с преобладанием зерен кварца. Содержание глины 20%. Песок сортирован. С глубины 3,2 м до 3,7 м (забой) вскрыты пески грубозернистые, близкие к гравию с гальками кварцевого состава, размером до 3-4 см в диаметре, хорошо окатанными. Цвет песков желтовато-коричневый, желтый. Из гравийных песков с гл. 3,7 м отобрана шлиховая проба. Минералогический состав тяжелой фракции представлен: гр. эпидота – 47,52%, гранатом – 17,82%, ильменитом – 13,86%, ильменитом + гематитом – 0,99%, амфиболом – 12,87%, хромитом – 4,95%, монацитом – 0,99%, сфеном – 0,99%. Палеогеографический коэффициент 0,25.

Отложения перекрыты делювием североуральского надгоризонта, залегают на мезозойских корях выветривания и породах палеозоя. Мощность более 5,5 м.

Возраст аллювия уфимской террасы принят по аналогии с фаунистически охарактеризованными образованиями соседних районов и определен как сыльвицкий и вильгортовский горизонты.

Аллювиальные отложения исетской террасы ( $a^i\Pi$ ) развиты по рекам Пышма, Кунара. Они слагают третью, эрозионно-аккумулятивную террасу с высотой поверхности от 4 м до 16,5 м (по р. Пышме) и высотой цоколя от 2,7 м от уреза реки. Ширина террасы от 200 до 2000 м. Разница в высоте поверхности от уреза реки связана с неотектоникой (участки неотектонических поднятий и опусканий).

Строение разреза аллювия исетской террасы двучленное. Нижняя его часть сложена полимиктовыми гравийно-песчаными, песчано-гравийными отложениями коричневого цвета, в основании которой залегает базальный горизонт. Верхняя часть разреза сложена бурыми глинами, полимиктовыми песками (глинистая фракция составляет 30%), чередованием коричневых до темно-буровато-серых мелкозернистых песков с галькой кварца и серых, темно-серовато-желтых до буро-коричневых глин.

Минералогический состав тяжелой фракции представлен: эпидотом – 43-45%, ильменитом – 16-24%, амфиболом – до 17%, магнетитом – 3-5%, гематитом от 4 до 21%, мартитом – до 5%, гранатами – 3-5%, хромшпинелидами – 0,5-1,5%, цирконом – 1,67-1,7%, сфеном – 0,14-0,19%, рутилом – 0,39-0,82%, ставролитом – 0,4%, лейкоксеном – 0,08%, пиритом – 0,03%, кианитом – 0,03%, апатитом – 0,14%, гидроокислами железа – от 0,6 до 1,34%, золотом – единичные знаки. Палеогеографический коэффициент 0,34-0,42.

Спорово-пыльцевые спектры – лесостепные, реконструирующие смешанные елово-сосново-березовые лесные массивы с пихтой, ольхой и лугостепными участками.

Отложения перекрыты делювием североуральского надгоризонта, залегают на мезозойских корях выветривания и породах палеозоя. Мощность от 1,3 м и более 7 м (по р.р. Рефт и Пышма). С ними связаны россыпи золота.

Возраст аллювия исетской террасы принят по аналогии с фаунистически охарактеризованными отложениями смежных районов и определен как ницинский и леплинский горизонты среднеуральского надгоризонта.

Среднеуральский надгоризонт. Озерные отложения уйско-убоганской свиты (I Шии) развиты на междуречьях, иногда пространственно тяготеют к современным озерам. Геоморфологически они приурочены к континентально-морской цокольной равнине Зауралья. Развиты локально у западной рамки Сухоложского полигона.

Озерные отложения вскрыты скважинами мотобурения. Они выполняют древние озерные ванны и представлены глинами зеленовато-серыми, серыми до коричневых с включениями гравия, гальки кварца и мелкозернистыми полимиктовыми песками.

Из отложений отобраны пробы на литологический и спорово-пыльцевой анализы. Минералогический состав тяжелой фракции представлен: эпидотом – 61-81%, роговой обманкой – от ед.зер. до 27%, гранатами – до 2%, пироксенами – 1%, магнетитом – до 1%, ильменитом – от 4 до 23%, лейкоксеном – 2-7%, рутилом – 1-3%, цирконом – до 2%, ставролитом – 1%, хромитом – 2%, турмалином – 1%, андалузитом – до 1%, апатитом – до 2%, корундом – до 2%. Выход от 1 до 7%. Палеогеографический коэффициент от 0,04 до 0,61%.

Отложения перекрыты полигенетическими и делювиальными отложениями североуральского надгоризонта, залегают на мезозойских корях выветривания и аллювиальных отложениях батуринской свиты. Мощность более 9 м.

Для отложений характерны спорово-пыльцевые комплексы степного типа с преобладанием марево-полынных группировок.

Озерные осадки синхронны аллювиальным и озерным отложениям уйско-убоганской свиты, изученной в нижнем течении р. Уй, на меридиональных отрезках Тобола и Убогана, имеющей широкое распространение в Зауралье.

Возраст отложений определен как вильгортский, ницинский и леплинский горизонты среднеуральского надгоризонта.

Аллювиальные и озерные отложения уйско-убоганской свиты (а, Шии), как и озерные развиты на междуречьях, геоморфологически они приурочены к континентально-морской цокольной равнине Зауралья.

Отложения представлены неравномерным переслаиванием зеленовато-серых, голубовато-серых до коричневатых-серых глин и коричневатых-серых, серых, полимиктовых песков, местами с гравием и галькой кварца.

Минералогический состав тяжелой фракции песков представлен: эпидотом – 44-53%, обыкновенной роговой обманкой – от 28 до 42%, тремолитом-актинолитом – 2-7%, магнетитом – 1-5%, ильменитом – 3-4%, сфеном – 2-5%, гранатом – до 3%, цирконом – 2-3%, лимонитом – 1-3%, апатитом – 1-2%, хромитом – ед. зер.-1%, марказитом – до 1%, пироксеном – до 1%, а также единичными зернами ставролита, рутила, лейкоксена, анатаза. Выход от 6 до 10%. Палеогеографический коэффициент от 0,08 до 0,26.

Отложения перекрыты полигенетическими и делювиальными отложениями североуральского надгоризонта, торфами голоцена, залегают на аллювиальных отложениях батуринской свиты, палеогеновых отложениях серовской свиты, мезозойских корях выветривания. Мощность до 10 м.

Для отложений характерны спорово-пыльцевые комплексы степного типа с преобладанием марево-полынных группировок.

Возраст отложений принят по аналогии с фаунистически охарактеризованными (по моллюскам и остракодам) образованиями смежных территорий и определен как вильгортовский, ницинский и леплинский горизонты среднеуральского надгоризонта.

Делювиальные отложения среднеуральского надгоризонта (dII<sub>sr</sub>) развиты достаточно широко на территории района работ. Они приурочены к бортам древних озерных впадин и долин, и распространены на междуречьях.

Представлены бурыми до темно-коричневых плотными глинами и суглинками со щебнем, с небольшим количеством гальки и гравия.

Минералогический состав тяжелой фракции представлен: эпидотом – 53-73%, обыкновенной роговой обманкой – от 15 до 38%, пироксенами моноклинным и ромбическим – 1-7%, ильменитом – 1-6%, лимонитом – 1-3%, магнетитом – 1-4%, сфеном – 1-2%, цирконом – 1%, гранатом – 1%, турмалином – 1%, гр. актинолита – 1%, лейкоксеном – 1%, рутилом – до 1%, единичными зернами апатита, ставролита. Выход составляет 12-15%. Палеогеографический коэффициент 0,1- 0,47.

Спорово-пыльцевой спектр очень бедный. В основном отмечены пыльцевые зерна *Betula pubescens* (Ehrh.) и единичные экземпляры *Pinus sylvestris* L., *Pinus* sp. Пыльца травянистой растительности представлена *Artemisia* sp., *Compositae*, *Rosaceae*. Комплекс лесостепного типа, воссоздающий смешанные сосново-березовые лесные ландшафты с луго-степными участками.

Отложения перекрыты делювиальными и лессовыми отложениями североуральского надгоризонта, торфами голоцена, залегают на мезозойских корях выветривания. Мощность 3-5 до 10 м.

С ними связаны месторождения керамзитовых и кирпичных глин.

К среднему звену отложения отнесены на основании геоморфологического положения. Возраст отложений определен как вильгортовский, ницинский и леплинский горизонты среднеуральского надгоризонта.

### **Верхнее звено**

Отложения этого возраста представлены элювиальными, аллювиальными отложениями камышловской террасы, полигенетическими и делювиальными образованиями.

Аллювиальные отложения камышловской террасы (a<sup>k</sup>III) распространены по р.р. Пышма, Рефт, Кунара. Они слагают вторую, аккумулятивную надпойменную террасу с высотой поверхности от 5,5 м до 10-12 м над урезом реки. Ширина террасы от 20 до 600 м.

Строение аллювия двучленное. Нижняя его часть сложена песками полимиктовыми с гравием и галькой. Верхняя часть разреза сложена буровато-коричневыми глинами и

суглинками с прослоями темно-серых до зеленовато-серых илистых глин и глинистых, мелкозернистых полимиктовых песков.

Минералогический состав тяжелой фракции представлен эпидотом и цоизитом – 62%, обыкновенной роговой обманкой – 28%, актинолит-тремолитом – 11%, сфеном – 2%, единичными зернами циркона, рутила, граната, апатита, лимонита. Палеогеографический коэффициент 0,05.

Спорово-пыльцевые спектры – светлохвойных лесов. Из травянистых растений встречены единичные зерна: Gramineae, Compositae, Artemisia sp., Polygonaceae, Polygonum bistorta L., Rosaceae.

Отложения перекрыты делювием североуральского надгоризонта, торфами горбуновского горизонта, залегают на мезозойских корах выветривания. Мощность от 5 до 12 м.

С ними связаны россыпи золота.

Возраст аллювия камышловской террасы принят по аналогии с фаунистически охарактеризованными отложениями соседних районов и определен как стрелецкий и ханмейский горизонты позднего неоплейстоцена.

Эллювиальные образования (eIII) встречаются спорадически в пределах приподнятого отпрепарированного пенеплена Среднего Урала. Приурочены к плоским вершинам холмов. Представлены продуктами физического выветривания коренных пород: суглинками и глинами со щебнем.

Залегают на мезозойских корах выветривания и коренных породах, перекрыты только современными палюстринными отложениями. Мощность от 0,1 до 1-2 м.

В схеме стратиграфии Урала [32] возраст определен как поздний неоплейстоцен.

Полигенетические образования (pgIIIsv) широко развиты на выровненных междуречьях и геоморфологически они приурочены к континентально-морской цокольной равнине Зауралья.

Они представлены бурыми, коричнево-бурыми известковистыми глинами, суглинками и супесями. В верхней части разреза они слабо облессованы, в нижней – содержат неокатанные зерна кварца и карбонатные включения. Гранулометрический состав (в %): гравий – 4,3; песок – 8,6; алеврит – 80,2. Состав песка и гравия: кварц, полевые шпаты, обломки местных пород. Глинистая фракция представлена гидрослюдой. Тяжелая фракция представлена эпидотом и цоизитом, роговой обманкой, пироксенами, тремолит-актинолитом, сфеном, апатитом, лейкоксеном, цирконом, ильменитом.

Залегают на озерных, эллювиальных и озерных отложениях уйско-убоганской свиты, аллювии батуринской свиты, среднеуральском делювии, неогеновых и палеогеновых отложениях, мезозойских корах выветривания и коренных породах. Мощность колеблется от 2-3 до 6 м.

С ними связаны месторождения керамзитовых глин.

В схеме стратиграфии Урала [32] возраст определен как соответствующий североуральскому надгоризонту.

Делювиальные отложения (dIIIsv) распространены на склонах гор и речных долин, под торфяными образованиями в понижениях современного рельефа.

Отложения представлены бурыми, серовато-бурыми, желтовато-бурыми песчаными глинами и суглинками со щебнем местных пород, с включением гравия и полуокатанной гальки кварца.

Североуральский делювий перекрывает эллювиальные отложения высоких террас, среднеуральский делювий, озерные, эллювиальные и озерные отложения уйско-убоганской и увельской свит, мезозойские коры выветривания. Мощность 2-3 м до 5 м.

С ними связаны месторождения керамзитовых и кирпичных глин.

В схеме стратиграфии Урала [32] возраст делювия определен как соответствующий североуральскому надгоризонту.

### **Верхнее звено – горбуновский горизонт голоцена**

Отложения этого возраста представлены делювиальными и аллювиальными отложениями (d,aIII-Hgr). Наблюдаются по логом и мелким притокам рек.

Они представлены бурыми, желтовато-бурыми, буро-коричневыми, зеленовато-бурыми песчаными глинами, полимиктовыми песками с гравием, галькой и суглинками со щебнем местных пород и валунами.

Залегают на неогеновых ложковых отложениях, мезозойских корах выветривания и коренных породах. Мощность до 8 м.

С ними связаны месторождения керамзитовых глин и россыпи золота.

Возраст отложений определен как поздний неоплейстоцен – горбуновский горизонт голоцена.

### **Голоцен**

#### **Горбуновский горизонт**

Отложения горбуновского возраста представлены аллювиальными, озерными, озерными и палюстринными, техногенными образованиями.

Аллювиальные отложения русла и пойменных террас (aHgr) широко развиты по всем современным рекам и ручьям. Высота поверхности пойменных террас над урезом реки составляет до 3-4 м, ширина – от 10 м до 200-300 м.

Аллювий низкой и высокой поймы представлен серыми, голубовато-серыми песчаными глинами с прослоями разнозернистых, полимиктовых песков с галькой и гравием слабой степени окатанности. С глубиной количество песка и гравийно-галечного материала увеличивается до 60-70%, в базальном горизонте отмечаются валунно-галечные отложения.

Отложения русла представлены разнозернистыми, полимиктовыми песками и галечно-гравийным материалом.

По шлихам, отобраным из русловых частей рек, минералогический состав тяжелой фракции представлен: эпидотом – от 23 до 60%, амфиболом – от 10 до 25%, гранатами – от 2 до 15%, магнетитом – от 6 до 16%, ильменитом – 3-10%, сфеном – 1-3%, цирконом – 1-2%, единичными зернами рутила, кианита, апатита, монацита, золота. Палеогеографический коэффициент меньше единицы.

Отложения залегают на аллювии камышловской террасы, мезозойских корах выветривания и коренных породах. Мощность до 15 м.

С ними связаны россыпи золота.

Возраст датируется горбуновским горизонтом голоцена.

Озерные отложения (IHgr) приурочены к современным ваннам озера Куртугуз и другим. К ним относятся береговые и донные отложения современных озер, а также осадки заторфованных или высохших озер. Береговые отложения представлены глинистыми песками с галькой кварца и палеозойских пород, которые часто формируют озерные террасы, донные – иловатыми глинами и илами темно-серого цвета.

Залегают на озерных отложениях верхнего звена, мезозойских корах выветривания и породах палеозоя. Мощность до 5 м.

Возраст озерных осадков определен в объеме горбуновского горизонта голоцена.

Горбуновская свита. Она представлена озерными и палюстринными образованиями (I,plHgr), приуроченными к современным заболоченным пространствам.

Образования представлены иловатыми глинами с растительным детритом, илами. Палюстрий представлен торфом. Залегают на мезозойских корях выветривания, на аллювии и делювии позднего неоплейстоцена, породах палеозоя. Мощность до 5 м.

В схеме стратиграфии Урала [32] возраст озерных и палюстрийных образований определен в объеме горбуновской свиты голоцена.

Палюстрийные образования (plHgr) развиты очень широко особенно в северо-восточной части полигона и приурочены к современным заболоченным понижениям рельефа и плоским водоразделам. На площади находится значительное количество торфяников. Они образуются путем зарастания озер, либо формируются в долинах рек, низинах и на участках избыточного увлажнения.

Палюстрий представлен торфами и иловатыми глинами.

Отложения залегают на озерных, аллювиальных и делювиальных отложениях позднего неоплейстоцена, неогеновых отложениях, мезозойских корях выветривания и породах палеозоя. Мощность от 0,5 до 9 м.

С ними связаны месторождения торфа.

Учитывая перекрытие торфяниками всех других генетических типов четвертичных образований и согласно схеме стратиграфии Урала [32] возраст определен как горбуновский горизонт голоцена.

Техногенные образования (tHgr<sup>2</sup>) занимают незначительные площади в районе г. Сухой Лог и вблизи других населенных пунктов. К ним отнесены рыхлые продукты отвалов горных выработок (карьеров), шлакоотвалов предприятий, свалки бытовых отходов (твердых и жидких, прудки очистных сооружений). Отвалы представлены глыбами, щебнем, супесями и суглинками со щебнем коренных пород. Мощность до 10 м.

Возраст техногенных образований определен как верхняя часть горбуновского горизонта.

### **3.3.2. Интрузивные образования**

В пределах Сухоложского полигона распространены интрузивные образования разного возраста и состава. Во всех случаях эволюция магматизма во времени характеризуется гомодромной направленностью.

#### **3.3.2.1. Среднеордовикские интрузии**

В западной части полигона встречена протрузия серпентинитов, трассирующая разрывное нарушение внутри Рефтинского массива габброидов. В западной части массива наблюдается обилие аналогичных пород, относимых исследователями к альпинотипной дунит-гарцбургитовой формации среднеордовикского возраста. Данные породы, как правило, серпентинизированы в разной степени.

#### **3.3.2.2. Раннедевонские интрузии**

Интрузии этого возраста слагают Рефтинский массив. На территории Сухоложского полигона располагается восточная часть массива. Массив сложен породами трех фаз. Первая фаза представлена габбро, реликты которых слагают поля внутри Рефтинского массива. Габбро – разномзернистое, от мелкозернистых до пегматоидных с пятнистой, иногда трахитоидной текстурой. Основными минералами являются плагиоклаз, пироксен, роговая обманка. Породы несут следы интенсивной дислоцируемости, по отдельным зонам развивается травянисто-зеленый эпидот.

Основная часть массива сложена породами второй фазы габбродиоритами. Текстура пород – грубопятнистая.

Завершающей является третья фаза кислого состава, представленная тоналитами, плагиогранитами, аплитами. Обычно тела гранитоидов – мелкие, ветвящиеся. С ними сопряжены зоны ассимиляции, сложенные гибридными породами, по составу изменяющимися от габбро до кварцевых диоритов и тоналитов. Гранитоиды обычно слагают мелкие тела, рассредоточенные среди габброидов по всему массиву

### 3.3.2.3. Среднедевонские интрузии

Среднедевонские интрузии представлены сухоложским субвулканическим комплексом. Петрографический состав данного комплекса пестрый – от базальтов до риолитов. По объему преобладают базальты и андезибазальты, которые образуют тела с площадью выхода первые км. Субвулканические образования кислого состава обычно образуют мелкие тела в виде даек. Субвулканические породы слагают тела причудливой формы и подчинены, как правило, радиально-дуговым разломам вулканических построек.

Среди субвулканических образований сухоложского комплекса выделяются интрузии базальтов, андезибазальтов, андезитов, дацитов, риолитов. Обычно эти породы лучше раскристаллизованы, чем аналогичные породы субфации текучих лав, а также большим размером вкрапленников.

Интрузии андезибазальтов можно наблюдать к северо-западу от базы отдыха «Бережок» на левобережье р. Пышмы. Субвулканические андезиты встречаются на левобережье реки Пышмы в верховьях ручьев Устиниха и Рудянка. В этом районе формы тел интрузий удлиненные, размером до 1,5 км.

Интрузии дацитов и риолитов наблюдаются на интервале от реки Рудянка до устья реки Шата. Местами обнажающиеся эндоконтактные зоны интрузий риолитов, в зависимости от состава вмещающих пород, сложены гибридными мелкопорфировыми дацитами, андезитами и риолитами.

### 3.3.2.4. Раннекаменноугольные интрузии

В Алапаевско-Айбыкульской подзоне данные интрузии представлены бекленищевским субвулканическим комплексом. В составе комплекса выделяется две фазы. Первая фаза представлена габбродолеритами, долеритами и базальтами. Вторая фаза представлена породами кислого состава – риолитами и трахириолитами. Субвулканические образования представляют собой дайки и дайкообразные тела, ориентированные в близмеридиональном направлении. Вмещающими породами являются осадочные и вулканогенные образования. Породы первой фазы имеют темно-серую, черную, зеленовато-серую окраску. Характерные крупные вкрапленники пироксена и плагиоклаза. Риолиты и трахириолиты окрашены в светлые тона – белые, кремовые. Вкрапленники представлены кварцем, плагиоклазом.

В Рефтинско-Каменской подзоне интрузии раннекаменноугольного возраста представлены смолинским комплексом гипабиссальных габбродолеритов, долеритов. Морфологически данные породы представляют собой малые тела и дайки. Размер дайкообразных тел варьирует от первых десятков сантиметров до первых сотен метров по мощности и до 4 км по простиранию. Распространенность тел комплекса контролируется системой близ меридиональных разломов. Субвулканические образования, как правило, сложены однообразными по составу габбродолеритами в зонах закалки вблизи контактов с тонко-мелкозернистой структурой и средне-крупнозернистыми центральными частями.

### 3.3.2.5. Ранне-среднекаменноугольные интрузии

К ранне-среднекаменноугольным интрузиям отнесен некрасовский комплекс. Комплекс включает три интрузивные фазы (габбро-диорит-гранитовый). В рамках Сухоложского полигона можно наблюдать только магматические породы третьей (заключительной) фазы внедрения в виде некрупного (площадью 0,3 км) саттелита и одиночными дайками. Граниты, слагающие интрузив, являются мелкозернистыми биотитовыми, иногда с округлыми, элlepовидными зернами кварца. Дайки представлены биотитовыми гранодиорит-порфирами.

В северном направлении от Сухоложского полигона наблюдается серия массивов некрасовского комплекса (Артемовский, Алтынайский).

### 3.3.2.6. Позднепермские-раннетриасовые интрузии

В пределах Алапаевско-Айбыкульской подзоны различными исследователями выделялись маломощные тела и дайки и описывались как пикриты, керсантиты, миненета. Они характеризуются ультраосновным и основным составом в ассоциации с флогопитом, апатитом, иногда ортоклазом. Отличительной особенностью этих пород является высокое содержание редких земель цериевой группы (сумма редких земель 600-900г/т).

В районе р. Шаты среди пород сухоложской толщи изучены дайки мощностью до 2-3 м трахибазальтов с порфиоровыми выделениями клинопироксена и гидробиотита. Структура основной массы интерсертальная, в стекле много апатита и карбоната. Ранее эти дайки диагностировались как керсантиты. Порода имеет темно-серый цвет с зеленоватым оттенком, массивную текстуру, порфиоровую и мелкозернистую структуры. Дайки всегда имеют зоны закалки. Местоположение даек – левый берег р. Пышмы напротив Беленковской плотины и на левом берегу р. Шата в 1100 м от устья.

### 3.3.3. Тектоника

Характерной чертой геологического строения Сухоложского полигона является близмеридиональная ориентировка крупных тектонических структур в плане и слоисто-блоковое глубинное строение. По результатам интерпретации по Асбестовскому сейсмическому профилю, поверхность Мохо находится на глубине 37-39 км.

В изученном районе выделяется два структурных этажа, представленных структурно-тектоническими комплексами: ордовикско-триасовый (позднеуральский) и мезозойско-кайнозойский (урало-сибирский).

Как указывалось ранее, Сухоложский полигон находится на границе Рефтинско-Каменской и Алапаевско-Айбыкульской подзон. Границей подзон является крупный Тыгишский разлом меридиональной ориентировки. Вдоль Тыгишского разлома (ранее именуемое Рефтинской зоной смятия) породы рассланцованы, будинированы, милонитизированы, содержат протрузии серпентинитов (северной полигона), интенсивно переработаны гидротермальными процессами, в меньшей степени – экзогенными (линейное выветривание).

К Тыгишскому разлому торцово примыкает Рефтинский массив и Некрасовско-Маминский блок, представленный вулканогенными формациями среднего девона. Среди вулканитов встречаются пачки осадочных пород тонкозернистых фаций (свидетельство глубоководных условий).

В Алапаевско-Айбыкульской подзоне выделено 4 блока. Для данной подзоны характерна устойчивая линейная форма блоков, близмеридиональная ориентировка, перемежаемость блоков, сложенных девонскими и каменноугольными образованиями.

В западном направлении выделяется Куртугузский блок, представленный осадочно-вулканогенными образованиями нижнего карбона, интенсивно и неравномерно дислоцированными.

Сухоложский блок сложен преимущественно вулканитами среднего девона. Здесь уверенно картируются фации вулканитов, в том числе выделена серия вулканических построек центрального типа. С вулканитами ассоциируют реликты коралловых рифов с обилием колоний строматопор. Положение рифовых построек позволяет отнести их к береговым барьерным рифам. В меньшем объеме представлены верхнедевонские морские образования – кремнистые, сменяющиеся во времени прибрежно-морскими грубообломочными. Толщи осадочных пород неравномерно смяты в систему пологих гребневидных и крутых складок. Вдоль осевых плоскостей складок обычно сформированы зонки дробления и брекчирования.

Кунарский блок сложен нижнекаменноугольными терригенно-угленосными (прибрежными) образованиями. Разрез наращивается морскими карбонатными образованиями того же возраста. На р. Кунара в мелких тектонических блоках локализованы прибрежно-морские отложения среднекаменноугольного возраста. Породы неравномерно смяты в складки, особенно интенсивно вблизи разрывных нарушений.

Буланашский блок представлен вулканитами среднего девона. О его строении мало данных, так как он перекрыт чехлом молодых отложений.

Помимо главных (меридиональных) разломов в описываемом районе широко развиты разрывные нарушения разной ориентировки, возраста и морфологии. Для вулканогенных структур характерна радиально-кольцевая система разломов. Наиболее молодые разломы имеют близширотное простирание. Разломы выражаются зонами смятия, расланцевания, тектоническими брекчиями, зеркалами скольжения, уступами в рельефе, водопадами, логами, линейными карстовыми формами. Нередко разломы залечены дайками и жилами.

Мезозойско-кайнозойский структурно-тектонический комплекс сформирован в условиях платформенного режима и представляет собой чехол молодой платформы. На начальной платформенной стадии континентального рифтогенеза в районе сформировались грабенообразные прогибы, сопровождающиеся образованием риолит-платобазальтовой формацией (за пределами полигона).

С этим этапом, по видимому, связано формирование малых тел лампроитоидов на «плечах» грабенообразных впадин. Впадины выполнены красноцветными угленосными осадками челябинской серии, со сменой сероцветными в верхних частях разреза.

Реликты подобных впадин имеют место в Буланашском блоке в восточной части геополигона.

На водоразделах в юре и мелу сформировались коры выветривания. Синхронно происходило развитие карста. В пределах карстовых полостей произошло накопление меловых отложений (песчано-глинистых). Средняя (основная) часть платформенного чехла представлена морскими отложениями верхнего мела, палеоцена-эоцена. Верхняя часть чехла сформировалась в миоцене, после регрессии моря.

### **3.3.4. Гидрогеология**

Среди подземных вод Сухоложского района выделяются четыре главных типа: трещинные, трещинно-карстовые, пластово-трещинные и пластово-поровые.

Первые два типа подземных вод приурочены к области распределения пород палеозойской эратемы, а пластовые воды фиксируются среди толщ кайнозойских отложений.

**Собственно-трещинные воды** развиты в основном среди толщи эффузивных пород девонского возраста и в меньшей степени среди песчано-сланцевых пород каменноугольного возраста: водообильность указанных пород небольшая, что определяется по дебиту источником, который обычно не превышает 0,1-0,2 л/с. Наибольшая водообильность локальной зоны, тяготеющей к тектоническим нарушениям в массивных породах.

**Трещинно-карстовые воды** приурочены к известнякам визейского яруса, отличаются большим расходом источника, который достигает 15-25 л/с. За счет подземных вод этого типа проектируется водоснабжение города Сухой Лог, здесь дебит скважин, побуренных в визейских известняках, достигает 55 л/с.

**Пластово-поровые воды** концентрируются в четвертичных песках и палеозойских песчаниках, образуя источники с дебетом до 5 л/с.

**Пластово-трещинные воды** карбонатных и терригенных пород дают многочисленные источники с колебаниями дебита от 0,05 до 0,3 л/с.

### 3.3.5. Геоморфология

Согласно геоморфологическому районированию, проведенному А.П.Сиговым (1962, 1969), рассматриваемая территория расположена в пределах двух геоморфологических районов – отпрепарированного Зауральского пенеплена и континентально-морской цокольной равнины Западно-Сибирской низменности. Граница между районами проходит по пос. Алтынай, западной окраине пос. Курьи и восточной окраине д. Кашино.

**Отпрепарированный Зауральский пенеплен** – это почти плоская, иногда слабо волнистая денудационная равнина, полого наклоненная с запада на восток от абсолютных отметок 220 до 160 м. Выравнивание этой поверхности произошло в юрском периоде. В период морских трансгрессий мела и палеогена эта территория покрывалась морем. Затем, под воздействием денудации чехол морских осадков был смыт и на дневную поверхность был снова выведен древний мезозойский пенеплен. За новейший тектонический этап территория испытала поднятие на 150 – 200 м.

**Континентально-морская цокольная равнина** – это типичная равнина с плоскими, часто заболоченными междуречьями. Породы фундамента здесь перекрыты толщей морских и континентальных мезо-кайнозойских отложений. Мощность их увеличивается с запада на восток от первых метров до 70 м.

Основными морфологическими элементами этого района являются плоские котловины, разделенные небольшими грядами с относительным превышением 0,5 – 1,5 м. Возраст цокольной равнины послезоценовый. В неотектонический этап произошло поднятие территории на 100 – 150 м.

В результате проявления неотектонических поднятий на оба типа рельефа наложился эрозионно-аккумулятивный рельеф новейшего этапа. Основными формами рельефа этого типа являются междуречья и речные долины.

**Формы рельефа междуречий** описаны при характеристике поверхностей отпрепарированного Зауральского пенеплена и континентально-морской цокольной равнины Западно-Сибирской низменности. Что касается речных долин, то они четко подразделяются на две группы: долины крупных рек и долины малых рек. К первой группе относятся долины рр. Пышмы, Рефта, Кунары; ко второй – их многочисленные притоки (речки Мокрая, Рудянка, Знаменка, Брусяна, Шата, Усолка и др.).

**Долины крупных рек** прорезают описанные выше геоморфологические районы в широтном и субширотном направлении. Характер речных долин резко меняется в зависимости от положения в том или ином геоморфологическом районе.

В пределах Зауральского пенеппена долины крупных рек глубоко врезаны (45 – 50 м), часто имеют каньонообразный поперечный профиль. Склоны долин слабо террасированы, характерны врезанные меандры. Даже высокая пойма часто бывает цокольной.

В пределах цокольной равнины долины крупных рек расширяются (до 1.5 – 2 км), имеют ящикообразный поперечный профиль. Склоны их террасированы. Наблюдается до четырех надпойменных террас. В придолинных склонах и на междуречьях встречаются “мертвые” долины, не связанные с современной гидросетью.

**Долины малых рек** не в такой степени изменчивы от их положения в пределах разных геоморфологических районов как долины крупных рек, ибо все они имеют, в основном, меридиональное и субмеридиональное направление. В верховьях почти все долины малых рек имеют вид ложбин или лощин, в средней части они, как правило расширяются, появляется террасированность склона (1 – 2, максимум 3 террасы), в низовьях долины малых рек в большинстве случаев сильно сужены, имеют V-образный поперечный профиль. Продольный профиль долин малых рек не выработан (порожистое, каменистое русло, водопады). Расширение и сужение долин связано с особенностями литологического состава пород, а также с проявлениями новейших и современных тектонических движений локального характера.

### 3.3.5.1. Речные террасы

В долинах крупных рек Сухоложского района прослеживается два комплекса террас: пойменные и надпойменные. К пойменным террасам относятся низкая и высокая поймы, а остальные – надпойменным.

**Низкая пойма** прослеживается в виде прерывистых полос по обеим сторонам русла в пределах цокольной равнины и фрагментарно – в пределах пенеппена. Ширина ее от первых метров до первых сотен метров, высота – от 0.5 до 1.0 м. Небольшие острова в руслах рек в большинстве случаев относятся к пойме. Низкая пойма всегда аккумулятивная, сложена осадками русловой фации – песками, галечниками. Возраст отложений низкой поймы позднеголоценовый.

**Высокая пойма** развита повсеместно. Высота ее колеблется от 0.8 до 3 м, ширина достигает 200 м. На поверхности высокой поймы часто прослеживается несколько уступов, высота которых не превышает 0.5 – 0.7 м. Высокая пойма в большинстве случаев аккумулятивная. Наблюдается четкая дифференциация осадков поймы: верхи сложены песчано-глинистыми осадками пойменной фации, а низы – гравийно-песчано-галечными осадками русловой фации. Осадки высокой поймы датируются ранним голоценом (3 – 10 тыс. лет).

**Первая надпойменная терраса.** Ширина террасы достигает 300 м, высота – от 3 до 6 м. Поверхность террасы ровная, обычно слегка наклонена в сторону тылового шва. Прослеживается терраса фрагментарно. Возраст первой надпойменной террасы 12 – 20 тыс. лет (верхи позднего плейстоцена).

**Вторая надпойменная терраса** имеет ограниченное распространение в области Зауральского пенеппена и значительное – в области цокольной равнины.

В пределах Зауральского пенеппена терраса чаще всего эрозионно-аккумулятивная (цокольная), где высота цоколя колеблется от 1 до 5 м.

В пределах цокольной равнины терраса аккумулятивная. Разрез террасы четко дифференцирован на фации (русовая, пойменная). Возраст террасы – низы позднего плейстоцена (70 – 100 тыс. лет).

**Третья надпойменная терраса** имеет весьма ограниченное распространение, слабо изучена. Терраса всегда эрозионно-аккумулятивная. Высота поверхности террасы над урезом реки 12 – 20 м, цоколя – 8 – 15 м. Возраст террасы – верхи среднего плейстоцена.

**Четвертая надпойменная терраса** развита очень широко по крупным рекам района в пределах цокольной равнины. Высота поверхности террасы над урезом реки колеблется от 5 до 35 м. Терраса сложена грубым псчано-гравийным материалом полимиктового состава с диагональной слоистостью. Возраст данной террасы – средний плейстоцен (200 тыс. лет).

**В долинах малых рек** прослеживаются 1 – 2 (максимум 3) террасы голоценового возраста и одна (максимум 2) позднеплейстоценовые террасы.

**Из малых эрозионных форм рельефа** в Сухоложском районе широким развитием пользуются балки, ложбины, лощины, а в пределах цокольной равнины – овраги.

Широким развитием пользуются **конусы выноса**. Их возраст голоценовый.

### 3.3.5.2. Карстовые формы рельефа

Современный карст на территории Сухоложского района развит ограниченно. Небольшие участки его отмечены на междуречье рек Пышмы и Кунары, главным образом, на склонах речных долин, где карстующиеся породы (известняки) непосредственно выходят на дневную поверхность или перекрыты маломощным чехлом четвертичных отложений.

Формы современного карста: западины, воронки, пещеры.

**Западины** – понижения (блюдца) глубиной до 2 м и диаметром до 50 м (суффозионно-карстовый тип рельефа).

**Воронки** – углубления округлой, овальной или неправильной формы. Размер колеблется в широких пределах: глубина – 2 – 15 м, диаметр – до 30 м. Образование карстовых воронок обуславливается наличием зон повышенной трещиноватости и контактов известняков с терригенной толщей. По происхождению различают: провальные воронки, воронки выщелачивания и просасывания.

**Пещеры** – крупные пустоты в породах. Встречаются по рекам Пышме и Кунаре в пределах площадей развития известняков. Пещеры небольшие, обычно в виде ниш (пещера Гебауэра и др.).

Древний погребенный карст в современном рельефе не выражен, вскрывается карьерами, буровыми скважинами. Основные формы древнего карста – воронки и котловины. Воронки выполнены континентальными отложениями мела. Образование древнего карста района происходило, в основном в мезозое.

### 3.3.6. Полезные ископаемые

В описываемом районе имеются месторождения полезных ископаемых различных типов: горючие, металлические, неметаллические и строительных материалов.

### 3.3.6.1. Горючие полезные ископаемые

Горючие полезные ископаемые района представлены месторождениями и проявлениями каменного угля. Открытие каменного угля в районе с. Сухоложского относится к 1947 г. Было установлено, что наиболее значительные скопления каменного угля приурочены к двум горизонтам терригенной толщи ранневизейского возраста. Проявления угля представляют собой линзообразные включения среди углисто-глинистых и углистых сланцев. Хотя подсчитанные запасы угля весьма значительны, изменчивость угленосности по мощности, простиранию и падению, а также интенсивной дислоцированностью слоев не позволяет вести здесь добычу в промышленных масштабах.

### 3.3.6.2. Металлические полезные ископаемые

Металлические полезные ископаемые района представлены проявлениями железных, медных и алюминиевых руд, а также россыпей золота.

**Железные руды** района представлены лимонитами инфильтрационного происхождения (алапаевского типа). Лимониты приурочены к основанию “беликовой” толщи и обычно располагаются в понижениях карстового рельефа нижнекаменноугольных известняков. Лимониты встречаются в Кашинском руднике на левом берегу реки Кунары, в 200 метрах западнее южной окраины села Кашино. Рудник представлен карьером размером 200х300 м. и глубиной до 30 м. Бурые железняки образуют гнездообразные тела, приуроченные к низам беликовой толщи, залегающей на закарстованной поверхности известняков.

Также лимониты имеются в Свято-Чудовском месторождении, который расположен в верхней части правого склона долины реки Кунары против северо-восточной окраины села Кашино. Формы залегания лимонита те же, что на Кашинском руднике.

**Бокситы** (руда на алюминий) были обнаружены южнее курорта Курьи в 1943 году. Данные геологоразведочных работ, проведенных с целью поисков и разведки бокситов, свидетельствует о том, что рудные тела мощностью до 5 метров залегают на глубине 6-20 м. от поверхности и имеют карстовое происхождение.

**Медно-сульфидная минерализация** в районе была впервые отмечена в 1950 г. в риолитах на левом склоне долины р. Пышмы в 520 м. выше Сухоложской плотины. Рудная минерализация представлена в основном пиритом и халькопиритом.

**Полиметаллическая минерализация.** В районе устья реки Каменки в левом борту реки Пышмы встречаются обломки карбонатных пород с пиритом, сфалеритом, халькопиритом и галенитом. В двух км севернее устья реки Каменки была пройдена линия поисковых скважин, в одной из которых среди андезитов и долеритов порфировых и микрокварцевых была встречена сульфидная минерализация, представленная жилками пирита мощностью до двух см., вкрапленники халькопирита, галенита. Серноколчеданная и полиметаллическая минерализация простирается разобщенно. Сфалерит, халькопирит и галенит приурочены к доломитовым прожилкам, представляют полиметаллический тип оруденения.

**Золото** в коренном залегании известно в верхнем течении реки Рефт за пределами исследуемой территории. В шлиховых пробах оно встречено на р.р. Рудянка, Пышма, Брусяна, Каменка.

**Серный колчедан.** Пиритная минерализация широко распространена в ряде пунктов в породах самого различного состава и генезиса. Она известна в порфировых риолитах на р. Рудянке и на правом берегу р. Пышмы у базы практики, в вулканитах на р. Рефт, в риолитах ближе устья р. Шаты, в туфах андезитов, базальтов, а также в

конгломератах левого берега р. Каменки против д. Валовой. Колчеданная минерализация имеет гидротермальное происхождение.

### 3.3.6.3. Неметаллические полезные ископаемые

Неметаллические полезные ископаемые в районе представлены незначительными проявлениями исландского шпата и жильного кварца.

**Исландский шпат.** Кристаллы и друзы прозрачного кальцита встречаются в известняковом карьере на левобережье р. Пышмы в 0,5 км к юго-востоку от пещеры Гебауэра и в известняковом карьере цементного завода (в 2-х км к юго-востоку от ст. Кунара). Размеры кристаллов достигают 3 см.

**Жильный кварц** известен в левом склоне долины р. Пышмы между автодорожным мостом и д. Глядены. Качество его не высокое, запасы не известны

### 3.3.6.4. Строительные материалы

В Сухоложском районе имеются проявления строительных материалов, а также сырья, пригодного для производства строительных материалов. К ним относятся известняки, огнеупорные, цементные и кирпичные глины, опоки, песчано-гравийный материал, природный щебень и бутовый камень.

**Известняки** распространены в районе чрезвычайно широко. Обнажения их прослеживаются вдоль р. Пышмы от г. Сухого Лога до пос. Курьи и по р. Кунара от с. Кашино до с. Заимка. Добыча известняков для производства цемента производилась на Кунарском карьере известняков. На Ново-Сухоложском месторождении производится добыча цементных глин и аргиллитов среди терригенных пород нижнего карбона. На Курьинском месторождении разрабатываются эоценовые трепела и опоки.

**Глины.** Месторождения глин в Сухоложском районе достаточно разнообразны. Цементные и кирпичные глины разведаны на правом берегу р. Пышмы к югу от ж/д линии, где они образуют покров мощностью 6-10 м. огнеупорные глины добывались на водоразделе рек Пышма и Кунара в районе д. Кашино. Разработка шла шахтным, а затем открытым способом. На правом берегу реки Кунара известны белые каолиновые глины.

Кроме того, в районе известны месторождения строительных песков и глин, песчаников и конгломератов, опок и трепелов, минеральных красок.

### 3.3.6.5. Подземные воды

Полоса карбонатных пород шириной около 4,5 км между реками Пышма и Кунара образует самостоятельную гидравлическую систему, которая выделена в качестве Кашинского месторождения подземных вод. Площадь месторождения составляет 24 км<sup>2</sup>. В пределах Кашинского месторождения находится несколько водозаборов и родник Сухоложской бумажной фабрики. Основной водоотбор происходит на Кунарском карьере известняков. На всех водозаборах Кашинского месторождения подземных вод отбирается 7,8 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

## 3.4. Экологическая характеристика района

Оценка экологической ситуации производится на всех стадиях геологоразведочных работ, поэтому на практике студенты обязаны приобрести необходимые навыки подобной оценки.

Сухоложский геополлигон согласно геоморфологическому районированию находится в двух геоморфологических районах: отпрепарированном Зауральском пенеппене (западная часть) и континентально-морской цокольной равнине (восточная часть).

На полигоне выделяется три морфологических типа природных ландшафтов: денудационная равнина, цокольная равнина, долины крупных и малых рек. Из техногенных ландшафтов выделены два типа: техногенно-образованные и техногенно-измененные. К первым относятся карьерные поля, отстойники, торфоразработки. Ко вторым отнесены промышленные зоны городов, поселков, загрязненные участки почвогрунтов, поверхностных вод.

Денудационная равнина характеризуется плоскими междуречьями с пологим уклоном местности от 207 м на западе до 170 м на востоке с узкими коньконообразными долинами. Район имеет сложное геологическое строение. Развита магматическая и осадочная породы. Район относится к лесостепной зоне. Леса сосновые и березово-сосновые. Почвы дерново-подзолистые, реже лугово-болотные.

Цокольная равнина характеризуется плоским рельефом с уклоном от 170 до 137 м. В геологическом строении преобладают осадочные породы, в том числе мезозоя и кайнозоя. Почвы дерново-подзолистые, серые лесные, луговые и болотистые.

Долины рек (Пышма, Рефт, Кунара) проходят транзитом через всю территорию полигона. По долинам развит пойменный и террасовый комплекс. Характерны скальные выходы коренных пород, боковая и глубинная эрозия. Реки часто зарегулированы системой прудов. Почвы в речных долинах аллювиальные и торфяно-подзолистые. Растительность лугово-кустарниково-лесная.

Техногенно-измененные ландшафты – это в основном промышленные и служебные зоны городов и других населенных пунктов. Наиболее крупным населенным пунктом является г. Асбест с промышленными объектами. Наиболее вредным объектом для окружающей среды является цементный завод с большими объемами выбросов пыли. Дорожная сеть развита в основном в черте населенных пунктов. Внешние транспортные артерии представлены автодорогами и железными дорогами местного значения. Вдоль трасс выделяются линейно вытянутые линейные техногенные аномалии.

Естественный режим многих рек изменен созданием на них прудов и водохранилищ, вдоль береговой линии которых развиваются оползневые процессы.

Наиболее загрязненной рекой является р. Пышма из-за промышленных и хозяйственно-бытовых стоков г. Екатеринбурга, Березовска, В.Пышмы. В воде р. Пышма зафиксированы тяжелые металлы, фенолы, фтор, мышьяк, медь с концентрациями превышающими нормы.

К промышленному загрязнению окружающей среды добавляется загрязнение атмосферы, почв, гидросферы выбросами Рефтинской ГРЭС. Протяженность выброса загрязняющих веществ Рефтинской ГРЭС составляет 30 км (след загрязнения зафиксирован в зимний период по космическому снимку), т.е. загрязняются почвы до г. Сухой Лог.

Сельскохозяйственная освоенность территории составляет четвертую часть площади (в основном пригородно-овоще-картофеле-молочные направления). Навозохранилища, склады ГСМ и удобрений, свалки, шлакоохранилища, накопители очистных сооружений дают начало локальным природным и природно-техногенным аномалиям.

Хозяйственно-питьевое водоснабжение производится из скважин и родников. Динамика изменения состава подземных вод в процессе эксплуатации скважин свидетельствует об увеличении минерализации в 1,1-2,3 раза за счет увеличения концентрации хлоридов, сульфатов, нитратов.

Карьерные воды эксплуатируемых месторождений строительных материалов по данным мониторинга также изменяют свой состав. На Кунарском карьере известняков зафиксировано увеличение содержания сульфат иона в результате аэрогенного загрязнения серной кислотой от выбросов завода «Вторцветмет» (г. Сухой Лог) и окисления сульфидных минералов в техногенной зоне аэрации. Загрязнителями подземных вод являются также свалки бытовых отходов. При отработке карьеров в процессе понижения уровня подземных вод формируется техногенная зона аэрации. Восстановительные условия сменяются окислительными, что приводит к окислению сульфидов коры выветривания и загрязняющих соединений в теле свалки и переводу их в растворимые формы.

В затопленный карьер рудника «Белая глина» производится сброс производственных стоков Сухоложского завода мостовых и дорожных конструкций. Стоки содержат повышенные концентрации нефтепродуктов, хлоридов, сульфатов. Вся сбрасываемая вода поступает в подземные воды.

Влияние экзогенных процессов на экологию среды незначительное. На локальных участках наблюдается оврагообразование. В долинах рек происходят малоактивные процессы донной и боковой эрозии. Небольшие оползни зафиксированы по крутым берегам прудов. Вблизи озер и прудов отмечено заболачивание. В пределах развития карбонатных пород установлено карстообразование. При бурении скважин карстовые формы вскрыты до глубины 117 м. Максимальная закарстованность проявлена в верхней части разреза (до 30-50 м), что соответствует глубине вреза долины р. Пышмы – основной дрены района. Карстовые воронки и полости развиваются в известняках по трещинам напластования и кливажа. Наиболее глубоко в толщу известняков проникает мезозойский карст. Он, как правило, залечен глинистым и песчаным материалом. Открытые карстовые полости, образовавшиеся в четвертичное время, встречаются до глубины 45-50 м. Положение карстовых форм необходимо учитывать при строительстве сооружений, мостов, линий ЛЭП.

Студентам предлагается провести экологическое районирование в рамках выделенных полигонов по степени влияния техногенных изменений на природный ландшафт. Для этого рекомендуется использовать классификацию из 4 групп.

1. Изменения не превышают 10% территории (не измененные).
2. Изменения составляют 10-25% территории (слабо измененные).
3. Изменения составляют 25-50% территории (средне измененные).
4. Изменения составляют более 50% территории (сильно измененные).

## Рекомендуемая литература:

### Изданная

1. Горский И.И. **Детальная геологическая съемка с. Сухоложского.** / Тр. Геолкома, вып. 182, 1928.
2. Кейльман Г.А., Желобов П.П. и др. **Учебная геологосъемочная практика.** Учебное пособие. - Свердловск: Изд. СГИ им. В.В.Вахрушева, 1981.
3. Козин А.В. **Геофизические исследования Сухоложского полигона в Зауралье.** Учебное пособие.-Екатеринбург: Изд.УГГГА, 2004.
4. **Методическое руководство по геологической съемке масштаба 1: 50 000.** /Под редакцией Купмана А.С. – Л.: Недра, 1978.
5. Огородников В.Н. и др. **В краю потухших вулканов.** Учебное пособие. -Екатеринбург: Изд. УГГГА, 1997.
6. Огородников В.Н. и др. **Геологические маршруты по Сухоложскому и Каменскому полигонам.** Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2002.
7. **Наставления по сбору и изучению палеозойских кораллов.** – М.: Наука, 1964.
8. **Наставления по сбору и изучению брахиопод.** – М.: Наука, 1962.
9. **Полевая геология: справочное руководство.** - Л., Недра, 1989.
10. Сигов А.П. **Геоморфология Урала.** – В сб.: Геология СССР, т. XII, ч. 1, кн. 2. –М.: Недра, 1969.

### Фондовая

1. Олерский В.П. и др. **Геологическая съемка и геологическое доизучение масштаба 1: 50 000 групповым методом Рефтинской площади.** –Свердловск, 1978.
2. Рыбалко В.А. и др. **Геологическое доизучение масштаба 1: 200 000 Адуйской площади, лист О-41-XXVI (Среднеуральская серия).** – Екатеринбург, 2002.

## Приложение 1

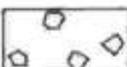
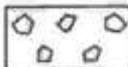
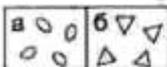
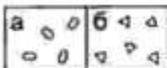
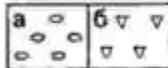
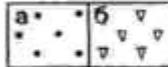
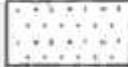
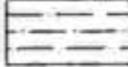
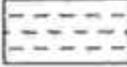
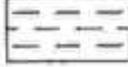
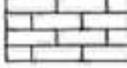
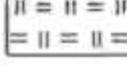
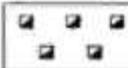
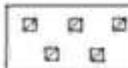
### План описания пород различных типов

Осадочные	Вулканогенные	Магматические
• Характер чередования типов пород по вертикали	• Характер чередования типов пород по вертикали	• Минеральный состав
• Тип переслаивания, ритмичность	• Тип переслаивания, ритмичность	• Полосчатость, линейность, их залегание
• Мощность образований общая	• Мощность образований общая	• Включения, ксенолиты, стяжения, пустоты, размер, ориентировка
• Характеристика специфических образований	• Характеристика специфических образований	• Границы фациальных зон
• Степень литификации	• Элементы залегания флюидалности, порфировых выделений, обломков	• Эндоконтактовые зоны
• Зернистость, размеры и форма зерен, их минеральный состав	• Состав, форма и размеры порфировых выделений, содержание	• Вторичные изменения
• Обломки пород, их состав, форма, окатанность, содержание, сортировка, ориентировка	• Включения, форма, размеры, окатанность, распределение по породе, содержание	
• Пористость, пустоты заполнения	• Основная масса, раскристаллизация, количество стекла, структура	
• Цемент, его состав, тип выполнения, содержание	• Характер дислокаций, трещиноватость	
• Вещественный состав (карбонатность, углистость, прожилки ...)	• Литокристалло-класты, форма, размер, сортированность, содержание	
• Запах, его интенсивность	• Обломки пород, состав, размер, форма, окатанность, содержание	
• Наличие и состав конкреций, стяжений, включений	• Цемент, структура, состав, тип выполнения, содержание	
• Органические остатки, сохранность, внешний облик, распределение	• Вторичные изменения (изменения окраски, структуры, состава, свойств)	

Метаморфические	Метасоматические
• Минеральный состав, форма и размер зерен	• Минеральный состав, форма и размер зерен
• Сланцеватость, кливаж, элементы залегания, соотношение кливажа с полосчатостью	• Метаморфическая зональность, ее направленность, интенсивность
• Изменения минералов и породы	• Название первичной породы
• Фация метаморфизма	
• Первичная порода	
• Ультраметаморфизм	

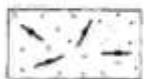
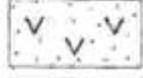
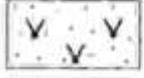
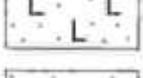
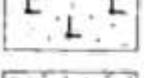
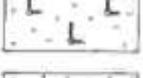
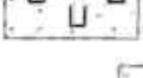
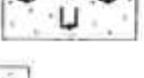
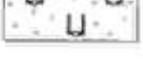
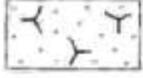
## Условные обозначения:

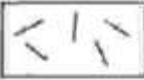
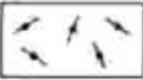
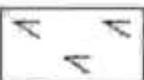
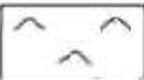
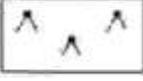
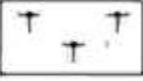
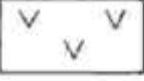
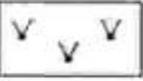
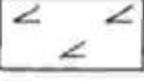
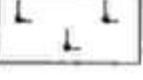
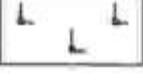
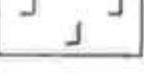
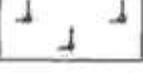
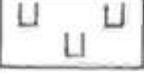
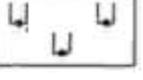
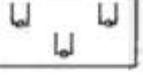
### Обломочные и глинистые породы разного состава

Рыхлые	Сцементированные
	
Глыбы	Глыбовые брекчии
	
Валуны (а), неокатанные валуны (б)	Валунистый конгломерат (а), валунные брекчии (б)
	
Гальки (а), щебень (б)	Галечниковый конгломерат (а), щебенистые брекчии (б)
	
Гравий (а), дресва (б)	Гравийный конгломерат (а), дресвяная брекчия (б)
	
Пески	Песчаники
	
Алевриты	Алевриты
	
Глины	Аргиллиты
	
Известняки	Доломиты
	
Трепалы, диатомиты	Радиолариты, яшмы
	
Сульфатно-галогенные	Ангидрит
Гипс	Ангидрит

## ВУЛКАНОКЛАСТИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ

### Эксплозивно-обломочные породы сцементированные (туфы)

Туфы преобладающего состава	Петрохимические ряды		
	Нормальный	Субщелочной	Щелочной
кислого (риолитов и др.)			
среднего (андезитов и др.)			
основного (базальтов и др.)			
ультраосновного (пикритов и др.)			
Туфы разного состава			

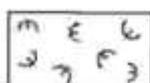
	Петрохимические ряды		
	Нормальный	Субщелочной	Щелочной
состав кислого	 Риолиты	 Трахириолиты	 Комендиты
	 Риодациты	 Трахириодациты	 Пантеллериты
	 Плагиириодациты		
	 Дациты	 Трахидациты	 Щелочные трахидациты
среднего		 Трахиты	 Щелочные трахиты
	 Андезиты	 Трахиандезиты	
	 Андезибазальты	 Трахиандези- базальты, латиты	 Фонолиты
			 Основные фонолиты
основного	 Базальты	 Трахи- базальты	 Щелочные базальтоиды
	 Пикробазальты		 Основные фоидиты
ультра основного	 Пикриты	 Субщелочные пикриты	 Щелочные пикриты

## ВУЛКАНОГЕННО-ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ

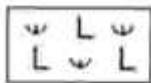
### Осадочно-пирокластические породы (туффиты)

Сцементированные

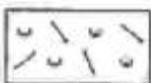
Рыхлые



Псефитовый туффит  
разного состава



Псамитовый туффит  
основного состава



Пелитовый туффит  
преимущественно  
риолитового состава

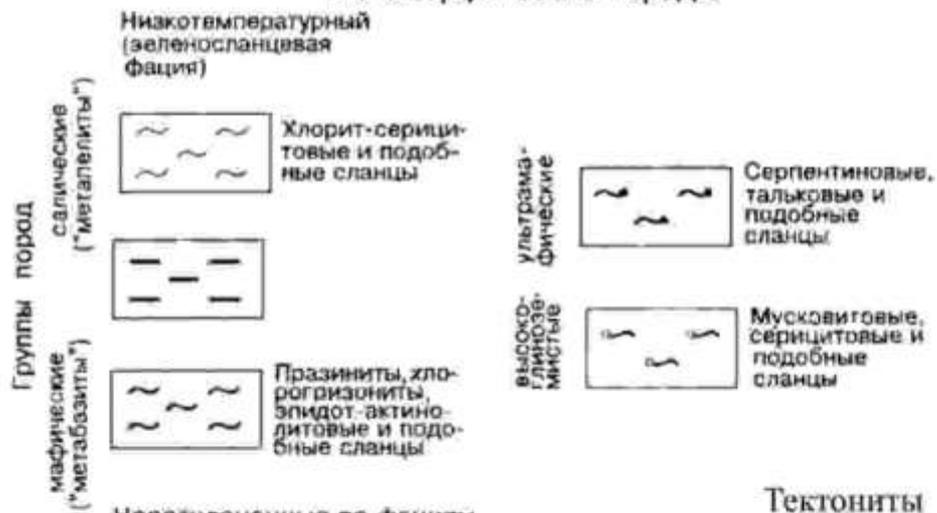
# СЕМЕЙСТВА ИНТРУЗИВНЫХ ПОРОД

## Петрохимические ряды

	Нормальный		Субщелочной		Щелочной	
Кислые		Лейкограниты		Субщелочные лейкограниты		Щелочные лейкограниты
		Граниты		Субщелочные граниты		Щелочные граниты
		Плагиограниты				
Средние		Гранодиориты		Граносиениты		Щелочные граносиениты
		Кварцевые диориты		Сиениты, кварцевые сиениты		Щелочные сиениты
		Диориты		Кварцевые монзониты и кварцевые монцодиориты		Фельдшпатовые сиениты
Основные		Анортозиты		Монзониты, монцодиориты		Основные фельдшпатовые сиениты
		Габброиды		Субщелочные габброиды		Щелочные габброиды
		Перкриты (пироксениты, горнблендиты)				Основные фойдолиты
Ультраосновные		Перидотиты		Кимберлиты		Ультраосновные фойдолиты
		Дуниты				Мелилито-литы
		Ультрамафиты (гипербазиты) без расчленения				Карбонатиты
		Апогипербазитовые серпентиниты				

Порфиновые породы обозначаются комбинацией знаков видов или разновидностей пород с точками

## Метаморфические породы



### Нерасчлененные по фациям



### Тектониты



## СОСТАВ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



**УТВЕРЖДАЮ**

И. о. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### К.М.01.01 УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация:

**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Устьянцева Н.В.

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

\_\_\_\_\_  
(название кафедры)  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.  
(Фамилия И.О.)  
\_\_\_\_\_  
Протокол № 1 от 11.09.2024  
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

\_\_\_\_\_  
факультета геологии и геофизики  
(название факультета)  
Председатель \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.  
(Фамилия И.О.)  
\_\_\_\_\_  
Протокол № 2 от 11.10.2024  
(Дата)

Екатеринбург

## Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Управление проектами» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях:

- ✓ выполнение домашних заданий;  
освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую программу дисциплины [5];
- ✓ подготовка к экзамену;

Самостоятельная работа студентов направлена на развитие интеллектуальных умений, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

Данные методические указания предназначены для организации самостоятельной работы студентов при освоении отдельных тем дисциплины.

### Методические указания к самостоятельной работе студента

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Управление проектами». Здесь указаны наименование и содержание лекционных тем в соответствии с рабочей программой дисциплины [6]. Каждая тема является основой вопросов в зачетном билете. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Основной объем информации по каждой теме содержится в учебнике по курсу [1-3]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература [4, 5]. Для самоконтроля и приобретения навыков решения задач по отдельным разделам дисциплины в последнем разделе приведены контрольные вопросы и упражнения, которые являются основой подготовки к зачету.

При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.
2. По учебным пособиям [1-3] освоите каждый структурный элемент темы. Во всех темах указаны разделы и страницы учебника, содержащие данный материал.
3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.
4. Ответьте на контрольные вопросы и выполните рекомендованные упражнения. 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.

Данное учебно-методическое пособие может быть использовано при подготовке ответов на вопросы во время экзамена.

## Содержание курса

### Тема 1. Введение в управление проектами

История возникновения проектного менеджмента.

*Дополнительная литература:* [1-3, 4].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Какие основные тенденции в развитии практики управления проектами можно выделить в настоящее время?
2. Какие международные стандарты по управлению проектами вы знаете?
3. Какие области в управлении проектами охватывают стандарты PMI?

### Тема 2. Организационная структура проекта.

Основные понятия, подходы к определению и структуре проектного цикла. Предынвестиционная фаза: этапы реализации, состав основных предпроектных документов. Проектный анализ и оценка жизнеспособности и финансовой реализуемости в рамках предынвестиционной фазы. Инвестиционная и эксплуатационная фазы жизненного цикла проекта: состав и этапы разработки проектной документации; строительная фаза проекта; завершение инвестиционно-строительного этапа проекта. Этапы эксплуатационной фазы, ее содержание, период оценки.

*Дополнительная литература:* [1,2, 5].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Что входит в понятие «окружение проекта»?
2. Что такое «жизненный цикл проекта» и для чего он применяется в управлении проектами?
3. Кто относится к участникам проекта?
4. Каковы обязанности и полномочия менеджера проекта? Какие требования предъявляются к менеджеру проекта?
5. Какие группы интересов пересекаются в проекте?
6. Какие проекты можно отнести к нетрадиционному типу?
7. Каковы подсистемы управления проектами?
8. Перечислите управляемые параметры проекта.
9. Какие преимущества и ограничения с точки зрения управления проектами имеют основные типы организационных структур компаний, исполняющих проекты?
10. Чем отличаются фазы жизненного цикла и этапы реализации проекта?
11. Каковы основные риски и факторы успеха проекта внедрения корпоративной системы управления проектами?
12. Что такое «зрелость компании в области управления проектами»?
13. В чем заключаются различия между проектом, программой и портфелем? Каковы взаимосвязи между ними?
14. К какому виду проектов вы бы отнесли:
  - проект перестройки системы высшего образования в России;
  - проект финансовой стабилизации России;
  - запуск межпланетной станции для высадки человека на Марсе;
  - проект строительства пирамид в Древнем Египте;

— постройку железнодорожного вокзала?

15. Что такое проект? Какие признаки характеризуют проект?

16. Перечислите основные отличия проектной деятельности по отношению к функциональной?

### **Тема 3. Процессы и методы управления проектами.**

Планирование проекта: постановка целей и задач проекта; основные понятия и определения; информационное обеспечение; методы планирования; документирование плана проекта. Методы управления проектом: диаграмма Ганта; сетевой график. Контроль и регулирование проекта: цели и содержание контроля; мониторинг работ по проекту; измерение процесса выполнения работ и анализ результатов, внесение корректив; принятие решений; управление изменениями. Управление стоимостью проекта: основные принципы; методы оценки; бюджетирование проекта; контроль стоимости. Управление работами по проекту: взаимосвязь объектов, продолжительности и стоимости работ; принципы эффективного управления временем, формы контроля производительности труда. Менеджмент качества, постановка систем качества. Управление ресурсами проекта: процессы, принципы, управление закупками и запасами, правовое регулирование закупок и поставок, проектная логистика. Управление командой проекта: основные понятия, принципы, организационные аспекты, создание команды, эффективные совещания, управление взаимоотношениями, оценка эффективности, организационная культура, мотивация, конфликты.

*Дополнительная литература:* [2, 3, 5].

#### **Контрольные вопросы и упражнения:**

1. Каким образом процессный подход применяется к управлению проектами? Что дает применение процессного подхода компании, исполняющей проекты?

2. Какие процессы могут быть выделены в проектах? Какие из них могут быть стандартизированы?

3. Как организуется взаимодействие между пятью группами процессов управления проектом согласно стандарту «Руководство РМВОК»?

4. Какие аспекты проекта должны быть рассмотрены при принятии решения об инициации проекта?

5. Какие документы могут быть сформированы на выходе фазы инициации проекта?

6. Для чего в проектах предназначен Устав проекта? Кто, как правило, отвечает за его разработку? Какие разделы может включать данный документ?

7. Каковы критические факторы успеха на стадии планирования проекта.

8. Опишите основные и вспомогательные процессы планирования.

9. Каковы наиболее вероятные риски при планировании проекта и действия для их уменьшения?

10. В чем заключается руководство и управление исполнением проекта?

11. Что включает в себя процесс мониторинга и контроля работ проекта?

Какие показатели целесообразно использовать для мониторинга проекта на разных стадиях его жизненного цикла?

12. Что входит в понятие «цели проекта»?

### **Тема 4 Специальные вопросы управления проектами.**

Организационные структуры управления проектами: принципы построения, виды, современные методы моделирования проектных структур. Организация офиса проекта: понятие, принципы проектирования и организации. Маркетинг проекта. Проектное финансирование: источники и формы. Оценка эффективности инвестиционных проектов: принципы оценки; информационное обеспечение и исходные данные; основные показатели оценки, критерии выбора вариантов проектных решений. Управление рисками: основ-

ные понятия, принципы классификации, методы анализа и снижения проектных рисков, организации управления рисками. Особенности управления проектами при освоении минерально-сырьевой базы: основные понятия; конъюнктура рынков минерального сырья и их виды; принципы и специфика оценки эффективности проектов.

*Дополнительная литература:* [2, 3, 5].

*Контрольные вопросы и упражнения:*

1. Что включает в себя понятие «управление стоимостью проекта»?
2. Какие существуют способы проектного финансирования? Какие вы знаете источники финансирования?
3. Какие показатели могут быть использованы для оценки финансовой эффективности проекта на начальных фазах жизненного цикла?
4. Каким образом проводится оценка стоимости проекта? Какие методы для выполнения данного процесса могут быть использованы?
5. Как может изменяться точность расчетов стоимости проекта в зависимости от фаз жизненного цикла проекта, на которых выполняются расчеты?
6. Какие виды оценок стоимости проекта вы знаете?
7. Какими ресурсами определяется стоимость проекта?
8. Какие типы бюджетов в зависимости от стадии жизненного цикла проекта вы знаете?
9. Как связаны между собой бюджеты проектов и другие бюджеты, формируемые в компании, исполняющей проекты?
10. Чем различаются традиционный метод контроля и метод освоенного объема?
11. Что представляет собой метод управления освоенным объемом и как его можно применить для мониторинга и формирования отчетности по стоимости проекта?

### **Вопросы к зачету по курсу «Управление проектами»**

1. Понятие, особенности проекта
2. Окружение проекта: структура, состав.
3. Классификация проектов.
4. Сущность управления проектами.
5. Базовые понятия управления проектами.
6. Сравнение функций традиционного и проектного управления.
7. Принципиальная модель управления проектами
8. Фазы и этапы жизненного цикла проекта.
9. Функции управления проектами.
10. Цель, стратегия и результаты проекта.
11. Проектный цикл.
12. Участники проекта.
13. Разработка концепции проекта.
14. Проектный анализ
15. Оценка жизнеспособности и реализуемости проекта.
16. Экспертиза проекта.
17. Оценка эффективности проекта с учетом риска.
18. Управление рисками проекта.
19. Управление ресурсами проекта
20. Управление работами проекта.
21. Управление стоимостью проекта.
22. Управление командой проекта.
23. Контроль и регулирование проекта.

## Рекомендуемая литература

1. Рыбалова, Е. А. Управление проектами : учебно-методическое пособие / Е. А. Рыбалова. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2015. — 149 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/72202.html>
2. Рыбалова, Е. А. Управление проектами : учебное пособие / Е. А. Рыбалова. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2015. — 206 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/72203.html>
3. Лебедева, Т. Н. Методы и средства управления проектами : учебно-методическое пособие / Т. Н. Лебедева, Л. С. Носова. — Челябинск : Южно-Уральский институт управления и экономики, 2017. — 79 с. — ISBN 978-5-9909865-1-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/81304.html>
4. Коновальчук, Е. В. Модели и методы оперативного управления проектами : монография / Е. В. Коновальчук, Д. А. Новиков. — Москва : ИПУ РАН, 2004. — 63 с. — ISBN -. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/8516.html>
5. Матюшка, В. М. Управление проектами : учебное пособие / В. М. Матюшка. — Москва : Российский университет дружбы народов, 2010. — 556 с. — ISBN 978-5-209-03896-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/11440.html>
6. Управление проектами: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация «Геология месторождений нефти и газа».



## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Проектно-технологическая практика позволяет заложить у студентов основы навыков практической деятельности для решения *профессиональных задач*:

- производственно-технологические исследования;
- проектирование поисково-разведочных работ на нефть и газ.

Основная цель проектно-технологической практики – закрепление теоретических и практических знаний; овладение на основе полученных теоретических знаний профессиональными навыками и умениями по проектированию основных видов поисково-разведочных работ на нефть и газ; определение круга задач при производственно-технологических исследованиях и выбор оптимальных способов их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений; формирование умения организовать самостоятельный трудовой процесс.

Задачами проектно-технологической практики являются:

- практическое закрепление теоретических знаний, полученных в период обучения;
- закрепление студентами полученных сведений о будущей профессиональной деятельности;
- приобретение опыта профессиональной деятельности путём выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью в составе геологической службы на предприятиях нефтегазового профиля;
- выполнение заданий кафедры.

## ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПРАКТИКИ

Общая трудоемкость учебной проектно-технологической практики составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Общее время прохождения учебной проектно-технологической практики 7 недель.

## ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ПРОХОЖДЕНИЮ ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

Проектно-технологическая практика проводится как в структурных подразделениях УГГУ (возможно посещение профильных организаций с целью изучения их опыта решения конкретных профессиональных и производственных задач в соответствии с заданием практики), так и в организациях – базах практики, с которыми у УГГУ заключены договоры о практике, деятельность которых соответствует видам деятельности, осваиваемым в рамках ОПОП ВО.

Перед прохождением практики обучающихся должен изучить программу, представленную учебно-методическую документацию по практике и обратиться к соответствующим нормативным материалам, литературе с тем, чтобы быть подготовленным к выполнению поручений, данных руководителем практики, к решению задач практики, конкретных практических вопросов.

При необходимости обучающиеся должны подготовить: ксерокопии своих свидетельств о постановке на учет в налоговом органе (ИНН), пенсионного страхования; получить при необходимости медицинскую справку по форме, требуемой предприятием-базой практики, в поликлинике, к которой прикреплены; подготовить фотографии (формат по требованию предприятия-базы практики) и паспортные данные (ксерокопии разворотов с фотографией и регистрацией места жительства) для оформления пропусков на предприятие.

В рамках самостоятельной работы обучающемуся рекомендуется проработать конспекты лекций, учебников и других горнотехнических изданий, технической документации горных предприятий, Контроль качества самостоятельной работы студентов производится при защите отчёта по практике.

При прохождении практики *обучающиеся обязаны:*

своевременно прибыть на место прохождения практики, иметь при себе все необходимые документы, в том числе паспорт, направление на практику;

подчиняться действующим правилам внутреннего трудового распорядка организации – места прохождения практики;

изучить и строго соблюдать правила охраны труда, техники безопасности, производственной санитарии и промышленной безопасности;

полностью выполнять задания, предусмотренные программой практики;

выполнять задания руководителя практики от организации;

быть вежливым, внимательным в общении с работниками;

вести записи о проделанной работе, чтобы в дальнейшем в отчете описать содержание проделанной работы;

в установленный срок отчитаться о прохождении практики руководителю практики от кафедры, подготовить и сдать отчет и другие документы практики на кафедру.

При возникновении затруднений в процессе практики обучающийся может обратиться к руководителю практики от университета либо от организации-базы практики и получить необходимые разъяснения.

## ФОРМА ОТЧЕТНОСТИ ПО ПРАКТИКЕ

По результатам практики студент представляет набор документов: индивидуальное задание и график (план) проведения практики заполненный соответствующим образом (приложение В);

характеристика с места практики (приложение Г);

отчет обучающегося.

Индивидуальное задание, график (план) прохождения практики, характеристика – единый документ.

Документы должны быть подписаны руководителем практики от организации – базы практики и заверены печатью организации–базы практики.

Отчет вместе с документами служит основанием для оценки результатов проектно-технологической практики руководителем практики от университета. Полученная оценка - «зачтено» выставляется в ведомость и зачетную книжку студента.

Содержание отчета должно соответствовать программе практики, в нем обобщается и анализируется весь ход практики, выполнение заданий и других запланированных мероприятий. Отчет должен иметь четкое построение, логическую последовательность, конкретность.

Отчет по проектно-технологической практике имеет следующую структуру: титульный лист (приложение А), индивидуальное задание и график (план) проведения практики заполненный соответствующим образом, содержание, введение, основная часть, заключение, приложения.

*Титульный лист* отчета содержит: указание места прохождения практики, данные о руководителе практики от университета и от организации (образец – приложение А).

После титульного листа помещается индивидуальное задание на практику, содержащее график (план) практики, характеристику с места практики.

*Содержание* отчета о прохождении учебной практики помещают после титульного листа и индивидуального задания. В содержании отчета указывают: перечень разделов (при желании параграфов), номера страниц, с которых начинается каждый из них.

*Во введении* следует отразить: место и сроки практики; её цели и задачи; выполненные обязанности, изученный информационный материал.

Введение не должно превышать 1 страницы компьютерного набора.

#### *Основная часть отчета*

*Основная часть* отчета представляет собой Методический раздел ВКР в виде дипломного проекта или методическую часть ВКР в виде дипломной работы.

Необходимо в начале главы дать обоснование стадийности проектируемых работ и перечислить комплекс методов для решения поставленной задачи.

Объем – 1 страница текста.

Темами части могут быть проведение поисково-оценочной стадии поисково-оценочного этапа работ или производство разведочных работ.

Учитывая, что методический раздел является основой для составления последующих частей дипломного проекта, предлагается разбить главу на подглавы и подразделы. В качестве примера предлагается следующий рубрикатор данной главы:

*Геофизические методы производства работ*: здесь, в зависимости от стадии проектируемых работ, рассматривается вопрос по сгущению сети ранее пройденных сейсморазведочных площадных работ 2D, или же постанов-

ка сейсморазведочных работ 3D. В зависимости от собранного дипломантом на практике материала можно рассматривать вопрос и о применении других видов геофизических исследований. Объем – в зависимости от объема собранного материала, но не более 5 с. текста; рисунки: расчет годографа, местоположение проектируемых работ на местности. При проектировании сейсморазведочных работ 3D необходим демонстрационный чертеж формата А1.

*Геохимические методы производства работ* – комплекс геохимических исследований по уточнению границ залежи (месторождения) дистанционными методами. Дается описание методики производства работ, ожидаемые результаты. Объем текста – 2-4 с.; рисунки – применяемая сеть геохимических наблюдений. При применении данного метода – дать этот же рисунок в качестве демонстрационной графики в формате А1.

*Буровые работы.* Эта подглава, в свою очередь, состоит из ряда подразделов:

1. Выбор места заложения скважины (скважин). В зависимости от задачи дипломного проекта, в соответствии со стадийностью проектируемых работ определяется количество скважин, необходимых для решения задачи, их места заложения, глубина скважин, очередность проходки.

2. Литолого-технологический разрез и ожидаемые осложнения при бурении скважины (скважин). В текстовой или в табличной форме дается поинтервальный сводный разрез проектируемой скважины с указанием ожидаемых литологических разностей пород (поинтервально), а также категории их по буримости. В текстовой или в табличной форме дать ожидаемые осложнения при бурении.

3. Конструкция скважины. На основании литолого-технологического разреза и ожидаемых осложнений при бурении скважины предлагается обосновать принимаемую проектом конструкцию скважины.

4. Отбор проб в процессе бурения скважины керна, флюидов. В соответствии с назначением скважины, ожидаемой мощностью продуктивного горизонта (пласта) определить интервалы проходки с отбором керна, дать объем ожидаемого керна с условием его выноса (раздельно по коллектору и по крышке). Описать отбор проб флюидов.

5. Опробование скважины в открытом стволе и испытание ее в колонне. Дать в текстовой форме описание процесса опробования скважины в открытом стволе и процесс испытания скважины в колонне.

6. Предлагаемый комплекс ГИС. Дается в табличной форме основной комплекс ГИС для данной территории и при необходимости - дополнительный. Рассматриваются масштабы записей; какие зонды будут применяться в открытом стволе (предварительно, окончательно), какие - в колонне. Желательно дать краткое описание методам: для чего он применяется.

7. Работы, сопутствующие полевым. Имеются в виду топографические работы и строительство на буровой.

8. Лабораторные работы. С учетом стадийности работ, объема выне-

сенного керна по коллекторам и по покрышкам, определяется объем образцов для проведения петрофизических и петрографических исследований. Делается вывод о репрезентативности полученной выборки.

9. Подсчет запасов углеводородов объемным методом. При проведении поисково-оценочных работ запасы подсчитываются по категориям  $C_1+C_2$ , при проведении разведочных работ – количество запасов, переведенных из категории  $C_2$  в категорию  $C_1$ .

Объем основной части не должен превышать 30 страниц. В качестве демонстрационного чертежа приводится геолого-технический наряд (ГТН).

В *заключении* студент должен дать характеристику практики (как проходила практика, знания и навыки (компетенции), которые он приобрел в ходе практики), сделать вывод о ее значении для подготовки специалиста-геолога в нефтегазовой отрасли.

Заключение должно быть по объему не более 1-2 стр.

*Характеристика с места практики* должна обязательно содержать Ф.И.О. студента полностью, указание на отношение студента к работе, наличие или отсутствие жалоб на студента, оценку его теоретических знаний, умение применять теоретические знания на практике, степень выраженности необходимых личностных и профессиональных качеств.



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный горный университет»  
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)  
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

**ОТЧЕТ**  
**о прохождении проектно-технологической практики**

---

(наименование организации прохождения практики)

Специальность: 21.05.02  
*ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ*

Студент: Ларкин Н.А.  
Группа: ГН-24

Специализация:  
*ГЕОЛОГИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ  
И ГАЗА*

Руководитель практики от университета:

Оценка \_\_\_\_\_

Подпись \_\_\_\_\_

Екатеринбург  
202\_\_

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И.О. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО МОДУЛЮ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ ПО НАПРАВЛЕННОСТИ  
КМ.02 ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
НЕФТИ И ГАЗА**

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация

**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Липаев А.А., д.т.н., профессор

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 11.09.2024

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

(подпись)

к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 11.10.2024

(Дата)

Екатеринбург  
Введение

Контрольная работа по дисциплине по модулю дополнительной квалификации по направленности «Технологии разработки месторождений нефти и газа» выполняется в рамках освоения дисциплины № 4 «Разработка месторождений нефти и газа». Тема контрольной работы: «Режимы работы пластов. Основы проектирования разработки нефтяных месторождений». Это самостоятельный труд студента, который способствует углублённому изучению пройденного материала.

Задания контрольной работы направлены на оценку уровня умений и навыков, формирующих компетенции:

*профессиональные*

- способен осуществлять геологическое сопровождение разработки месторождений нефти и газа (ПК-2.1).

*Результаты обучения, достижение которых свидетельствует об освоении компетенции:*

*Знать:*

- технологические показатели разработки нефтяных и газовых месторождений;  
 - стадии разработки месторождений и их характеристики;  
 - системы разработки, признаки их оптимальности и рациональности, условия эффективного применения;

- принципы выполнения анализа разработки месторождений;

*Уметь:*

- оценивать текущее состояние разработки нефтяных и газовых месторождений;  
 - вычислять показатели разработки нефтяных месторождений при различных режимах их эксплуатации;

*Владеть:*

- навыками анализа состояния и расчета технологических показателей разработки нефтяных и газовых месторождений;

- навыками подготовки геологической информации для ее использования в качестве исходных данных при составлении проектных документов.

**Цель выполняемой работы:** получить специальные знания по заданной теме.

**Основные задачи выполняемой работы:**

- 1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;
- 2) выработка навыков самостоятельной работы;
- 3) оценка уровня подготовленности студента к будущей практической работе.

### Задания к контрольной работе

Состоит из 2-х задач и одного теоретического вопроса

1. Для площади, по которой данные о пористости, плотности пород и насыщающих их жидкостей приведены в табл. 17.1

Интервал	Толщина, м	Пористость, %	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	
			скелета породы	пластовой жидкости
0-200	200	36	2620	1100
200-400	200	33	2700	1010
400-600	200	30	2660	1040

600-800	200	27	2700	1060
800-1000	200	24	2700	1100
1000-1200	200	24	2660	1100
1200-1400	200	26	2660	1100
1400-1600	200	29	2700	930
1600-1800	200	33	2700	750
1800-2000	200	36	2700	680
2000-2200	200	33	2660	680
2200-2900	700	28	2700	920
2900-3000	100	32	2700	730
3000-3200	200	36	2700	680
3200-3400	200	28	2700	680
3400-3700	300	25	2720	680
3700-3900	200	22	2720	700
3900-4100	200	19	2660	700
4100-4400	300	16	2720	710
4400-4600	200	12	2680	710

1) Оценить значение геостатического давления и объемной плотности толщи горных пород на глубине  $H$ ;

2) В расположенных на глубине  $H$  объектах закрытой скважины при избыточном давлении на ее устье  $P = 12$  МПа определить:

а) пластовое давление

б) коэффициент аномальности

в) относительное давление по воде на глубине  $L$

г) давление на обсадную колонну на глубине  $L$

д) индекс геостатического давления

ж) температуру, если известно, что на глубине 1400 м температура равна 62 °С, а средний геотермический градиент 0,038 К/м.

Варианты:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$H$ , м	1700	1800	1900	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3100	3300	3500	3700	4000	4500
$L$ , м	1200	1300	1400	1600	1650	1700	1730	1760	1800	2000	2100	2300	2500	3000	3200

## 2. Определение нефтеотдачи пласта при водонапорном режиме.

Параметры нефтяной залежи с водонапорным режимом определены в результате исследования образцов кернов и геофизическими методами. При этом установлено, что среднее количество связанной (погребенной) воды и нефтенасыщенность в начальный период эксплуатации соответственно равны  $S_g = 15$  % и  $S_n = 85$  %. В ходе эксплуатации залежи средняя водонасыщенность стала увеличиваться. Через 5 лет она была равна  $S_g = 50$  %, а через 10 лет – 70 %.

Требуется определить средний процент нефтеотдачи для указанных периодов времени.

Варианты исходных данных:

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$S_n$ , %	60	65	70	75	62	64	66	68	72	74	61	63	67	69	73
$S_g$ , %	40	35	30	25	38	36	34	32	28	26	39	37	33	31	27

3. Ответить на нижеизложенные вопросы

Вариант 1

Классификация и типы залежей углеводородного сырья

Вариант 2

Физико-химические свойства пластовых флюидов и пород-коллекторов

Вариант 3

Основы проектирования разработки нефтяных и газовых месторождений

Вариант 4

Объект разработки и критерии его выбора

Вариант 5

Классификация систем разработки

Вариант 6

Разработка газовых и газоконденсатных месторождений

Вариант 7

Основные показатели разработки

Вариант 8

Стадии разработки месторождения

Вариант 9

Разработка месторождений на естественном режиме и с поддержанием пластового давления

Вариант 10

Гидродинамические методы повышения нефтеизвлечения из пластов

Вариант 11

Методы увеличения нефтеизвлечения из пластов

Вариант 12

Методы воздействия на призабойную зону скважин

Вариант 13

Способы эксплуатации нефтяных скважин

Вариант 14

Исследование скважин

Вариант 15

Сбор и подготовка скважинной продукции

### **Порядок выполнения контрольной работы**

Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций прочитанных ранее. Приступать к выполнению работы без изучения основных положений и понятий науки, не следует, так как в этом случае студент, как правило, плохо ориентируется в материале, не может отграничить смежные вопросы и сосредоточить внимание на основных, первостепенных проблемах рассматриваемой темы.

После выбора темы необходимо внимательно изучить методические рекомендации по подготовке контрольной работы, составить план работы, который должен включать основные вопросы, охватывающие в целом всю прорабатываемую тему.

Результат выполнения контрольной работы представляет собой решение задачи, выполненное в рукописном варианте, согласно представленному в задании плану.

Текст работы должен демонстрировать:

- знакомство автора с основными технологическими процессами добычи нефти и газа и их специфическими особенностями;
- умение оценивать текущее состояние разработки нефтяных и газовых

месторождений;

- владение навыками анализа состояния и расчета технологических показателей разработки нефтяных и газовых месторождений;

- приемлемый уровень языковой грамотности, включая владение функциональным стилем научного изложения.

Общий объем контрольной работы не должен превышать 3-5 страниц.

### **Оценивание результатов контрольной работы**

Оценивание результатов контрольной работы должно быть проведено до начала промежуточной аттестации и проводится по традиционной шкале: «зачтено», «не зачтено».

Решение об оценке контрольной работы принимается по результатам проверки предъявленной работы и ответов студента на вопросы в случае неполного ее выполнения.

<i>Критерии оценки контрольной работы</i>	<i>Количество баллов</i>
Оформление работы в соответствии с предъявляемыми требованиями	
Обоснование выбора методики решения задачи	
Логичность изложения материала	
Наличие вывода	
Использование профессиональной терминологии	
Итого	

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И.О. проректора по учебно-методическому комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ПО МОДУЛЮ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ ПО НАПРАВЛЕННОСТИ  
КМ.02 ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
НЕФТИ И ГАЗА**

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация

**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Третьякова Л.И.

Одобрены на заседании кафедры  
*Геологии и геофизики нефти и газа*

(название кафедры)  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. РЫЛЬКОВ С.А.  
(Фамилия И.О.)  
Протокол № 1 от 11.09.2024  
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики  
(название факультета)  
Председатель \_\_\_\_\_  
(подпись)  
к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.  
(Фамилия И.О.)  
Протокол № 2 от 11.10.2024  
(Дата)

Екатеринбург

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Структура и примерный объем .....	3
2. Требования к оформлению (общие требования) .....	4
2.1 Правила оформления наименований и нумерации структурных элементов, глав и параграфов .....	4
2.2 Правила оформления сокращений и аббревиатур .....	5
2.3 Правила оформления перечислений .....	5
2.4 Правила оформления рисунков .....	5
2.5 Правила оформления таблиц .....	7
2.6 Правила оформления примечаний и ссылок .....	9
2.7 Правила оформления списка использованных источников .....	9
2.8 Правила оформления приложений .....	11
Приложение. Образец оформления титульного листа .....	13

Курсовой проект по дисциплине по модулю дополнительной квалификации по направленности «Технологии разработки месторождений нефти и газа» выполняется в рамках освоения дисциплины № 2 «Нефтегазопромысловая геофизика». Исходным материалом служат геологические материалы, привезенные студентом с места прохождения производственной практики.

Защита проводится в виде публичной защиты с презентацией. Презентация структурируется по раскрываемым вопросам и обязательно должна содержать иллюстративный материал.

## 1. Структура и примерный объем курсового проекта

Текст включает в себя:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- собственно содержательную часть;
- заключение;
- список литературы.

При необходимости работа сопровождается графическими и табличными рисунками и(или) приложениями.

**Реферат** в кратком виде отражает основное содержание проекта, и примерно выглядит следующим образом.

КП 40 с., 6 рис., 6 табл., 15 источников

ГИС, РАСХОДОМЕТРИЯ, БАЖЕНОВСКАЯ СВИТА, КОЛЛЕКТОР Ю<sub>2</sub>, ... (8-12 ключевых слов)

Объект исследования – ...

Цель работы – ...

На основании рассмотрения ... установлено ...

Сделано заключение о ...

Собственно **содержательная часть**, как правило, имеет трехчленную структуру.

1. **Геологическая** характеристика объекта, выполненная в предельно сжатой форме в общепринятой последовательности: стратиграфия – тектоника – нефтегазоносность.

2. **Обоснование выбора комплекса геофизических методов** оптимально позволяющих решить задачу, определенную темой курсового проекта

- состояние изученности вопроса (проблемы) – общее; для изучаемого объекта;

- результаты, полученные лично автором;

-обсуждение результатов.

3. **Резюме** (итоги) обычно оценивающее практическое значение полученных результатов.

В конце текста помещается список источников, которыми пользовался автор при составлении данного проекта. Источники располагаются в алфавитном порядке. Ссылки в тексте на источники указывают порядковым номером по списку источников, выделенным двумя квадратными скобками – например, [2]. Фондовые источники даются в конце списка и отмечаются буквой «ф», например [14 ф].

## 2. Требования к оформлению курсового проекта (общие требования)

Оформление курсового проекта осуществляется в соответствии с требованиями государственных стандартов и университета.

Курсовой проект выполняется печатным способом с использованием компьютера.

Каждая страница текста, включая иллюстрации и приложения, нумеруется арабскими цифрами, кроме титульного листа и содержания, по порядку без пропусков и повторений. Номера страниц проставляются, начиная с введения (третья страница), в центре нижней части листа без точки.

Текст работы следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, левое – 30 мм.

Рекомендуемым типом шрифта является TimesNewRoman, размер которого 14 pt (пунктов) (на рисунках и в таблицах допускается применение более мелкого размера шрифта, но не менее 10 pt).

Текст печатается через 1,5-ый интервал, красная строка – 1,25 см.

Цвет шрифта должен быть черным, необходимо соблюдать равномерную плотность, контрастность и четкость изображения по всей работе. Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах и формулах, применяя курсив, полужирный шрифт не применяется.

## **2.1 Правила оформления наименований и нумерации структурных элементов, глав и параграфов**

Текст курсового проекта должен включать следующие структурные элементы: титульный лист, содержание, введение, основной текст, заключение, приложения (является дополнительным элементом). Основной текст может быть разделен на разделы и параграфы.

Каждый структурный элемент работы (титульный лист, содержание, введение, заключение, приложение) и разделы необходимо начинать с новой страницы. Следующий параграф внутри одного раздела начинается через 2 межстрочных интервала на том же листе, где закончился предыдущий.

Расстояние между заголовком структурного элемента и текстом, заголовками главы и параграфа, заголовком параграфа и текстом составляет 2 межстрочных интервала.

Наименования структурных элементов письменной работы («СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «ПРИЛОЖЕНИЕ») служат заголовками структурных элементов. Данные наименования пишутся по центру страницы без точки в конце прописными (заглавными) буквами, не подчеркивая.

Разделы, параграфы должны иметь заголовки. Их следует нумеровать арабскими цифрами и записывать по центру страницы прописными (заглавными) буквами без точки в конце, не подчеркивая. Номер раздела указывается цифрой (например, 1, 2, 3), номер параграфа включает номер раздела и порядковый номер параграфа, разделенные точкой (например, 1.1, 2.1, 3.3). После номера раздела и параграфа в тексте точку не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Переносы слов в заголовках не допускаются. Не допускается писать заголовок параграфа на одном листе, а его текст – на другом.

В содержании работы наименования структурных элементов указываются с левого края страницы, при этом первая буква наименования является прописной (заглавной), остальные буквы являются строчными, например:

Введение

1 Краткая характеристика организации – места прохождения практики

2 Практический раздел – выполненные работы

Заключение

Приложения

## 2.2 Правила оформления сокращений и аббревиатур

Сокращение русских слов и словосочетаний допускается при условии соблюдения требований ГОСТ 7.12–93 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила».

В тексте письменной работы допускаются общепринятые сокращения и аббревиатуры, установленные правилами орфографии и соответствующими нормативными документами, например: год – г., годы – гг., и так далее – и т. д., метр – м, тысяч – тыс., миллион – млн, миллиард – млрд, триллион – трлн, страница – с., Российская Федерация – РФ, общество с ограниченной ответственностью – ООО.

При использовании авторской аббревиатуры необходимо при первом ее упоминании дать полную расшифровку, например: «... Уральский государственный горный университет (далее – УГГУ)...».

Не допускается использование сокращений и аббревиатур в заголовках письменной работы, глав и параграфов.

## 2.3 Правила оформления перечислений

При необходимости в тексте работы могут быть приведены перечисления. Перед каждым элементом перечисления следует ставить дефис (иные маркеры не допустимы). Например:

- «...закключение содержит:
- краткие выводы;
  - оценку решений;
  - разработку рекомендаций.»

При необходимости ссылки в тексте работы на один из элементов перечисления вместо дефиса ставятся строчные буквы в порядке русского алфавита, начиная с буквы а (за исключением букв ё, з, й, о, ч, ь, ы, ь). Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа. Например:

- а) ...;
- б) ...;
- 1) ...;
- 2) ...;
- в) ...

## 2.4 Правила оформления рисунков

В письменной работе для наглядности, уменьшения физического объема сплошного текста следует использовать иллюстрации – графики, схемы, диаграммы, чертежи, рисунки и фотографии. Все иллюстрации именуются рисунками. Их количество зависит от содержания работы и должно быть достаточно для того, чтобы придать ей ясность и конкретность.

На все рисунки должны быть даны ссылки в тексте работы, например: «... в соответствии с рисунком 2 ...» или «... тенденцию к снижению (рисунок 2)».

Рисунки следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые (при наличии достаточного пространства для помещения рисунка со всеми поясняющими данными), или на следующей странице. Если рисунок достаточно велик, его можно размещать на отдельном листе. Допускается поворот рисунка по часовой стрелке (если он выполнен на отдельном листе). Рисунки, размеры которых больше формата А4, учитывают как одну страницу и помещают в приложении.

Рисунки, за исключением рисунков в приложениях, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией по всей работе. Каждый рисунок (схема, график, диаграмма) обозначается словом «Рисунок», должен иметь заголовок и подписываться следующим образом – посередине строки без абзацного отступа, например:



Рисунок 1 – Структура администрации организации

Если на рисунке отражены показатели, то после заголовка рисунка через запятую указывается единица измерения, например:

Рисунок 1 – Структура добычи, %

Рисунки каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения (например, рисунок А.3).

Если рисунок взят из первичного источника без авторской переработки, следует сделать ссылку, например:

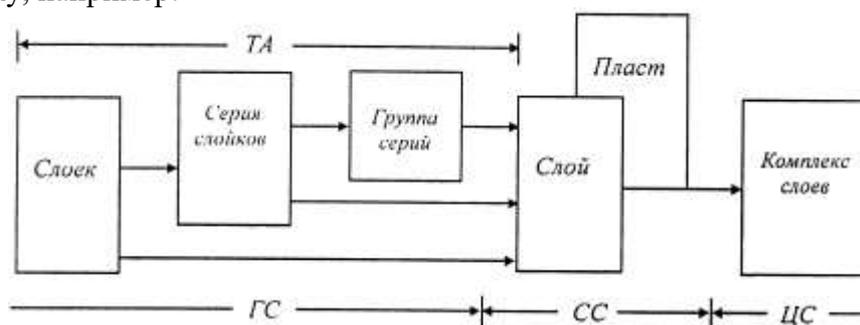


Рисунок 1 - Схема соотношения и соподчиненности слоевых элементов низших рангов в осадочных толщах[8, с. 46]

Если рисунок является авторской разработкой, необходимо после заголовка рисунка поставить знак сноски и указать в форме подстрочной сноски внизу страницы, на основании каких источников он составлен, например:

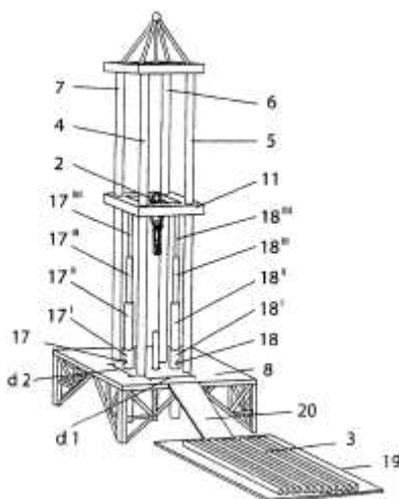


Рисунок 2 – Буровая установка,.....<sup>1</sup>

При необходимости между рисунком и его заголовком помещаются поясняющие данные (подрисуночный текст), например, легенда.

## 2.5 Правила оформления таблиц

В письменной работе фактический материал в обобщенном и систематизированном виде может быть представлен в виде таблицы для наглядности и удобства сравнения показателей.

На все таблицы должны быть ссылки в работе. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера, например: «...в таблице 2 представлены ...» или «... характеризуется показателями (таблица 2)».

Таблицу следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

Таблицы, за исключением таблиц в приложениях, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией по всей работе. Каждая таблица должна иметь заголовок, который должен отражать ее содержание, быть точным, кратким. Заголовок таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире, например:

Таблица 3 – Количество тонн бокситов, добытого шахтами Свердловской области

Наименование организации	2017	2018
ПАО «Бокситы Севера»	58	59
Березниковская шахта	29	51

Если таблица взята из первичного источника без авторской переработки, следует сделать ссылку, например:

Таблица 2 – Динамика основных показателей развития шахтного строительства в России за 2015–2018 гг. [15, с. 35]

<sup>1</sup> Составлено автором по: [15, 23, 42].

	2015	2016	2017	2018
Объем строительства, млрд. руб.				
.....				

Если таблица является авторской разработкой, необходимо после заголовка таблицы поставить знак сноски и указать в форме подстрочной сноски внизу страницы, на основании каких источников она составлена, например:

Таблица 3 – Количество оборудования<sup>1</sup>

Вид оборудования	2016	2017
Буровая машина	3	5
.....	3	7

Располагают таблицы на странице обычно вертикально. Помещенные на отдельной странице таблицы могут быть расположены горизонтально, причем графа с наименованиями показателей должна размещаться в левой части страницы. Слева, справа и снизу таблицы ограничивают линиями.

Таблицу с большим числом строк допускается переносить на другую страницу. При переносе части таблицы на другую страницу слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы. На странице, на которую перенесена часть таблицы, слева пишут «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы» с указанием номера таблицы и повторением шапки таблицы.

Если таблица переносится, то на странице, где помещена первая часть таблицы, нижняя ограничительная линия таблицы не проводится. Это же относится к странице (страницам), где помещено продолжение (продолжения) таблицы. Нижняя ограничительная линия таблицы проводится только на странице, где помещено окончание таблицы.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Примечания к таблице (подтабличные примечания) размещают непосредственно под таблицей в виде: а) общего примечания; б) сноски; в) отдельной графы или табличной строки с заголовком. Выделять примечание в отдельную графу или строку целесообразно лишь тогда, когда примечание относится к большинству строк или граф. Примечания к отдельным заголовкам граф или строк следует связывать с ними знаком сноски. Общее примечание ко всей таблице не связывают с ней знаком сноски, а помещают после заголовка «Примечание» или «Примечания», оформляют как внутритекстовое примечание.

Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте работы, но не менее 10 pt.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице измерения, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа. Если показатели таблицы выражены в разных единицах измерения, то обозначение единицы измерения указывается после наименования показателя через запятую. Допускается при необходимости выносить в отдельную графу обозначения единиц измерения.

<sup>1</sup> Составлено автором по: [2, 7, 10]

Текст, повторяющийся в строках одной и той же графы и состоящий из одиночных слов, чередующихся с цифрами, заменяют кавычками. Если повторяющийся текст состоит из двух или более слов, то при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее – кавычками. Если предыдущая фраза является частью последующей, то допускается заменить ее словами «То же» и добавить дополнительные сведения. При наличии горизонтальных линий текст необходимо повторять. Если в ячейке таблицы приведен текст из нескольких предложений, то в последнем предложении точка не ставится.

Заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначения нормативных материалов, марок материалов не допускается.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире). Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим, если они относятся к одному показателю. В одной графе должно быть соблюдено, как правило, одинаковое количество десятичных знаков для всех значений величин.

Если таблицы размещены в приложении, их нумерация имеет определенные особенности. Таблицы каждого приложения нумеруют отдельной нумерацией арабскими цифрами. При этом перед цифрой, обозначающей номер таблицы в приложении, ставится буква соответствующего приложения, например:

Таблица В.1.– Динамика показателей за 2016–2017 гг.

Если в документе одна таблица, то она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица В.1», если она приведена в приложении (допустим, В).

## **2.6 Правила оформления примечаний и ссылок**

При необходимости пояснить содержание текста, таблицы или иллюстрации в работе следует помещать примечания. Их размещают непосредственно в конце страницы, таблицы, иллюстрации, к которым они относятся, и печатают с прописной буквы с абзацного отступа после слова «Примечание» или «Примечания». Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и примечание печатается с прописной буквы. Одно примечание не нумеруют. Если их несколько, то после слова «Примечания» ставят двоеточие и каждое примечание печатают с прописной буквы с новой строки с абзацного отступа, нумеруя их по порядку арабскими цифрами.

Цитаты, а также все заимствования из печати данные (нормативы, цифры и др.) должны иметь библиографическую ссылку на первичный источник. Ссылка ставится непосредственно после того слова, числа, предложения, по которому дается пояснение, в квадратных скобках. В квадратных скобках указывается порядковый номер источника в соответствии со списком использованных источников и номер страницы, с которой взята информация, например: [4, с. 32]. Это значит, использован четвертый источник из списка литературы со страницы 32. Если дается свободный пересказ принципиальных положений тех или иных авторов, то достаточно указать в скобках после изложения заимствованных положений номер источника по списку использованной литературы без указания номера страницы.

## **2.7 Правила оформления списка использованных источников**

Оформлению списка использованных источников, прилагаемого к отчету, следует уделять самое серьезное внимание.

Сведения об источниках приводятся в следующем порядке:

1) **нормативные правовые акты:** Нормативные правовые акты включаются в список в порядке убывания юридической силы в следующей очередности: международные нормативные правовые акты, Конституция Российской Федерации, федеральные

конституционные законы, федеральные законы, акты Конституционного Суда Российской Федерации, решения других высших судебных органов, указы Президента Российской Федерации, постановления Правительства Российской Федерации, нормативные правовые акты федеральных органов исполнительной власти, законы субъектов Российской Федерации, подзаконные акты субъектов Российской Федерации, муниципальные правовые акты, акты организаций.

Нормативные правовые акты одного уровня располагаются в хронологическом порядке, от принятых в более ранние периоды к принятым в более поздние периоды.

Примеры оформления нормативных правовых актов и судебной практики:

1. Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов власти субъектов Российской Федерации [Текст]: Федеральный закон от 06.10.1999 г. № 184-ФЗ // Собрание законодательства РФ. - 1999. - № 43.

2. О порядке разработки и утверждения административных регламентов исполнения государственных функций (предоставления государственных услуг) [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 11.11.2005 г. № 679. - Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

3. О практике применения судами Закона Российской Федерации «О средствах массовой информации» [Электронный ресурс]: Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 15.06.2010 № 16. - Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

4. Определение судебной коллегии по гражданским делам Верховного Суда Российской Федерации по иску Цирихова // Бюллетень Верховного Суда Российской Федерации. -1994. -№9. - С. 1-3.

2) **книги, статьи, материалы конференций и семинаров.** Располагаются по алфавиту фамилии автора или названию, если книга печатается под редакцией. Например:

5. Абрамова, А.А. Трудовое законодательство и права женщин [Текст] / А.А.Абрамова // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 11, Право. - 2001. - № 5. - С. 23–25.

6. Витрянский, В.В. Договор банковского счета [Текст] / В.В. Витрянский // Хозяйство и право.- 2006.- № 4.- С. 19 – 25.

7. Двинянинова, Г.С. Комплимент: Коммуникативный статус или стратегия в дискурсе [Текст] / Г.С. Двинянинова // Социальная власть языка: сб. науч. тр. / Воронеж.межрегион. ин-т обществ. наук, Воронеж. гос. ун-т, Фак. романо-герман. истории. - Воронеж, 2001. - С. 101–106.

8. История России [Текст]: учеб.пособие для студентов всех специальностей / В.Н. Быков [и др.]; отв. ред. В.Н. Сухов; М-во образования Рос. Федерации, С.-Петербург. гос. лесотехн. акад. - 2-е изд., перераб. и доп. / при участии Т.А. Суховой. - СПб.: СПбЛТА, 2001. - 231 с.

9. Трудовое право России [Текст]: учебник / Под ред. Л.А.Сыроватской. - М.: Юристъ, 2006. - 280 с.

10. Семенов, В.В. Философия: итог тысячелетий. Философская психология [Текст] / В.В. Семенов; Рос.акад. наук, Пущин. науч. центр, Ин-т биофизики клетки, Акад. проблем сохранения жизни. - Пущино: ПНЦ РАН, 2000. - 64 с.

11. Черткова, Е.Л. Утопия как способ постижения социальной действительности [Электронный ресурс] / Е.Л. Черткова // Социемы: журнал Уральского гос. ун-та. - 2002. - N 8. – Режим доступа: <http://www2/usu.ru/philosoph/chertkova>.

12. Юридический советник [Электронный ресурс]. - 1 электрон.опт. диск (CD-ROM) : зв., цв. ; 12 см. - Прил.: Справочник пользователя [Текст] / сост. В.А. Быков. - 32 с.;

3) **статистические сборники, инструктивные материалы, методические рекомендации, реферативная информация, нормативно-справочные материалы.** Располагаются по алфавиту. Например:

13. Временные методические рекомендации по вопросам реструктуризации бюджетной сферы и повышения эффективности расходов региональных и местных бюджетов (Краткая концепция реструктуризации государственного и муниципального сектора и повышения эффективности бюджетных расходов на региональном и местном уровнях) [Текст]. - М.: ИЭПП, 2006. - 67 с.

14. Свердловская область в 1992-1996 годах [Текст]: Стат. сб. / Свердлов. обл. комитет гос. статистики Госкомстата РФ. - Екатеринбург, 1997. - 115 с.

15. Социальное положение и уровень жизни населения России в 2010 г. [Текст]: Стат. сб. / Росстат. - М., 2002. - 320 с.

16. Социально-экономическое положение федеральных округов в 2010 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>

4) **книги и статьи на иностранных языках** в алфавитном порядке. Например:

17. An Interview with Douglass C. North [Text] // The Newsletter of The Cliometric Society. - 1993. - Vol. 8. - N 3. - P. 23–28.

18. Burkhead, J. The Budget and Democratic Government [Text] / Lyden F.J., Miller E.G. (Eds.) / Planning, Programming, Budgeting. Markham : Chicago, 1972. 218 p.

19. Miller, D. Strategy Making and Structure: Analysis and Implications for Performance [Text] // Academy of Management Journal. - 1987. - Vol. 30. - N 1. - P. 45–51;

20. Marry S.E. Legal Pluralism. – Law and Society Review. Vol 22.- 1998.- №5.- p. 22-27

5) **интернет-сайты**. Например:

21. Министерство финансов Российской Федерации: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.minfin.ru>

22. Российская книжная палата: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.bookchamber.ru>

В списке использованных источников применяется сквозная нумерация с применением арабского алфавита. Все объекты печатаются единым списком, группы объектов не выделяются, источники печатаются с абзацного отступа.

Объекты описания списка должны быть обозначены терминами в квадратных скобках<sup>2</sup>:

- [Видеозапись];
- [Мультимедиа];
- [Текст];
- [Электронный ресурс].

При занесении источников в список литературы следует придерживаться установленных правил их библиографического описания.

## 2.8 Правила оформления приложений

В приложения рекомендовано включать материалы, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в основную часть: материалы, дополняющие работу; таблицы вспомогательных цифровых данных; инструкции, методики, описания алгоритмов и программ задач, иллюстрации вспомогательного характера; нормативные правовые акты, например, должностные инструкции. В приложения также включают иллюстрации, таблицы и распечатки, выполненные на листах формата А3.

Приложения оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах после списка использованных источников.

---

<sup>2</sup> Полный перечень см. в: Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления [Текст]: ГОСТ 7.1-2003.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь (ПРИЛОЖЕНИЕ А, ПРИЛОЖЕНИЕ Б, ПРИЛОЖЕНИЕ В и т.д.). Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O. В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Само слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» пишется прописными (заглавными) буквами.

Если в работе одно приложение, оно обозначается «ПРИЛОЖЕНИЕ А».

Каждое приложение следует начинать с новой страницы. При этом слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» и его буквенное обозначение пишутся с абзацного отступа.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают на следующей строке после слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» с абзацного отступа. Заголовок пишется с прописной буквы.

В тексте работы на все приложения должны быть даны ссылки, например: «... в приложении Б...». Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте работы.

Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

Образец оформления титульного листа курсового проекта



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный горный университет»  
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)  
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**  
**на тему:**

---

Направление: 21.05.02  
*ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ*

Студент: Христофоров В.Б.  
Группа: ГН-22

Специализация:  
*ГЕОЛОГИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ  
И ГАЗА*

Руководитель курсового проекта:  
Третьякова Л.И.

Оценка \_\_\_\_\_

Подпись \_\_\_\_\_



## Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью модуля дополнительной квалификации по направленности **КМ.02 «Технологии разработки месторождений нефти и газа»**. Обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях:

- выполнение домашних заданий;
- освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую программу модуля;
- подготовка к квалификационному экзамену;

Самостоятельная работа студентов направлена на развитие интеллектуальных умений, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по вопросам геологического сопровождения разработки месторождений нефти и газа;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

Данные методические указания предназначены для организации самостоятельной работы студентов при освоении отдельных тем дисциплины.

### Методические указания к самостоятельной работе студента

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа модуля «Технологии разработки месторождений нефти и газа». Здесь указаны наименование и содержание лекционных тем в дисциплинах модуля в соответствии с рабочей программой модуля. При чтении лекций по курсам дисциплин модуля преподаватели указывают те темы, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Основной объем информации по каждой теме содержится в учебнике по курсу (см. список литературы в рабочей программе модуля). Для самоконтроля и приобретения навыков решения задач по отдельным разделам дисциплины в последнем разделе приведены контрольные вопросы и упражнения, которые являются основой подготовки к квалификационному экзамену.

При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.
2. По учебным пособиям освоите каждый структурный элемент темы.

Консультацию по использованию литературы Вы можете получить у преподавателя.

4. Ответьте на контрольные вопросы и выполните рекомендованные упражнения. 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.

Данное учебно-методическое пособие может быть использовано при подготовке ответов на вопросы во время экзамена.

## Дисциплина 1

### Инновационные методы контроля разработки месторождений нефти и газа

#### Содержание курса

#### **Тема 1. Характеристика нефтяных и газовых месторождений и процессов их разработки при различных режимах**

Стадии разработки (ОПЭ, Технологическая схема, эксплуатация). Основные понятия о проектировании и разработке месторождений. Основная задача проектирования этапов и вариантов разработки. Эксплуатационный объект (пласт, скважина, группа пластов (залежь), месторождение). Параметры, характеризующие состояние разработки нефтяных и газовых месторождений. Методы ГИС-контроля разработки и эксплуатации.

##### ***Контрольные вопросы и упражнения:***

1. Назовите и охарактеризуйте стадии разработки нефтяных и газовых месторождений.
2. Какие методы ГИС применяют на стадии разработки нефтяных и газовых месторождений?

#### **Тема 2. Энергетические характеристики пласта и залежи.**

Силы, действующие в пластовых системах на эффективность добычи. Неоднородность коллекторов как фактор, влияющий на разработку нефтяных месторождений. Пластовое давление как основной показатель энергетического состояния нефтяной залежи. Приведенное давление. Давление насыщения.

##### ***Контрольные вопросы и упражнения:***

1. Показатели неоднородности коллектора.
2. Контроль за состоянием пластового давления.

#### **Тема 3. Методы получения информации в нефтепромысловой геологии. Методы контроля разработки месторождений**

Цели и задачи нефтепромысловой геологии. Трудноизвлекаемые запасы (ТРИЗ) по геологическим комплексам и типам коллекторов. Свойства пластов и пластовых жидкостей. Расчет основных коэффициентов разработки для льготного налогообложения. Методы и технологии интенсификации притока (ВПЗП) и инновационные методы повышения нефтеотдачи(МУН). Скин-фактор ( $St$ ). Способы перфорирования.

##### ***Контрольные вопросы и упражнения:***

1. Какие коэффициенты разработки рассчитывают для льготного налогообложения?
2. Какие методы и технологии интенсификации применяют для повышения притока нефтеотдачи?

#### **Тема 4. Этапы системы исследований и построений по геолого-технологическому моделированию. Модели 2D-3D-4D.**

Виды, способы, методы и системы контроля разработки месторождений. Параметры статической и динамической модели. Геологическое(статическое) 3D моделирование (ИнБД, ГИС-бурение, корреляция, структурное, литолого-петрофизическая модель). Гидродинамическая модель пласта 3D-4D-5D. Литолого-фациальный анализ. Литологический ряд и его промыслово-геофизическая характеристика (по Муромцеву В.С.). Классификация циклитов (по Ю.Н. Карогадину). Правила выделения границ промыслово-геофизическими методами.

**Контрольные вопросы и упражнения:**

1. Что представляет из себя статическая модель залежи?
2. Какие параметры учитывают при создании динамической модели залежи?
3. Промыслово-геофизическая интерпретация литологических характеристик пласта.

**Тема 5. Оценка и контроль работы коллекторов, скважин и режимов работы залежей.**

Контроль подъёма ГВК, ГНК, ВНК методами ГИС. Карты текущего положения контактов, изобар, изотерм. Коэффициент продуктивности (приемистости  $W$ ), дебит  $Q_g$ ,  $Q_n$ , депрессия (репрессия). Исследование скважин методом установившихся отборов: гидропроводность, проводимость, пьезопроводность.

**Контрольные вопросы и упражнения:**

1. Каким образом контролируют подъем уровня ГВК, ГНК и ВНК?
2. В чем состоит суть метода установившихся отборов?

Вопросы для зачета

1. Стадии разработки (ОПЭ, Технологическая схема, эксплуатация).
2. Основные понятия о проектировании и разработке месторождений. Основная задача проектирования этапов и вариантов разработки.
3. Эксплуатационный объект (пласт, скважина, группа пластов (залежь), месторождение).
4. Параметры, характеризующие состояние разработки нефтяных и газовых месторождений. Методы ГИС-контроля разработки и эксплуатации.
5. Силы, действующие в пластовых системах на эффективность добычи.
6. Неоднородность коллекторов как фактор, влияющий на разработку нефтяных месторождений.
7. Пластовое давление как основной показатель энергетического состояния нефтяной залежи. Приведенное давление. Давление насыщения.
8. Трудноизвлекаемые запасы (ТРИЗ) по геологическим комплексам и типам коллекторов.
9. Свойства пластов и пластовых жидкостей. Расчет основных коэффициентов разработки для льготного налогообложения. Методы и технологии интенсификации притока (ВПЗП) и инновационные методы повышения нефтеотдачи (МУН). Скин-фактор ( $St$ ). Способы перфорирования.
10. Виды, способы, методы и системы контроля разработки месторождений.
11. Параметры статической и динамической модели. Геологическое(статическое) 3D моделирование (ИнБД, ГИС-бурение, корреляция, структурное, литолого-петрофизическая модель).
12. Гидродинамическая модель пласта 3D-4D-5D.
13. Литолого-фациальный анализ. Литологический ряд и его промыслово-геофизическая характеристика (по Муромцеву В.С.).
14. Классификация циклитов (по Ю.Н. Карогодину). Правила выделения границ промыслово-геофизическими методами.
15. Контроль подъёма ГВК, ГНК, ВНК методами ГИС.
16. Карты текущего положения контактов, изобар, изотерм. Коэффициент продуктивности (приемистости  $W$ ), дебит  $Q_g$ ,  $Q_n$ , депрессия (репрессия).
17. Исследование скважин методом установившихся отборов: гидропроводность, проводимость, пьезопроводность.

# Нефтегазопромысловая геофизика

## Содержание курса

### **Тема 1: Введение. Назначение геофизических работ при поисках, разведке, добыче и эксплуатации УВС**

Содержание курса, его значение и связь со смежными дисциплинами. Краткий очерк истории развития ГИС. Классификация методов ГИС по изучаемым физическим параметрам: электромагнитным, ядерно-физическим, акустическим, тепловым, металлическим и по решаемым задачам. Связь между методами скважинной и полевой геофизики. Преимущества скважинных методов. Область применения. Методика работ, интерпретация результатов.

#### **Контрольные вопросы и упражнения:**

1. По какому комплексу геофизических методов проводится картирование.
2. Структуры, залежи, месторождения.
3. Скважины.
4. Типы и виды скважин на промыслах, категории скважин и их назначение.
5. Разница в комплексе разведки ТПИ и УВГ месторождений.
6. Стадии разведки, разработки, добычи, эксплуатации.
7. Комплексы ГИС в различных по своему назначению скважинах (обязательный, типовой, специальный...).
8. Виды поправок при интерпретации каротажа.
9. Круг задач ГИС в открытом и обсаженном стволе.

**Тема 2: Анализ и различие геолого-технических, технологических условий исследований скважин в открытом и обсаженном стволе:** Разница в проведении исследований ГИС в открытом и обсаженном стволе. Параметры, определяемые по данным ГИС в открытом стволе. Назначение геофизических исследований в скважинах эксплуатационного фонда. Практические примеры расчета рентабельности вводимых объектов, геолого-экономическое обоснование.

#### **Контрольные вопросы и упражнения:**

1. Ламинарный и турбулентный режимы течения флюида по стволу
2. Одно- и многофазные флюиды в стволе скважины
3. Различие комплексов ГИС в опорных, разведочных и эксплуатационном фонде скважин.
4. ТЭП, ТЭР и оценка рентабельности разработки месторождений
5. Технология проведения исследований в открытом и обсаженном стволе скважин.
6. Конструктивные особенности проведения ГИС
7. По какому комплексу ГИС определяют значения коэффициентов глинистости?
8. По какому комплексу ГИС определяют значения коэффициентов пористости?
9. По какому комплексу ГИС определяют значения коэффициентов нефтенасыщенности?
10. По какому комплексу ГИС определяют значения коэффициентов проницаемости?

**Тема 3: Характеристика полей в скважине. Эффекты, формирующие температуру, давление, скоростные характеристики движущегося флюида:** Выбор режима исследования. Технология исследования скважины. Особенности технологии исследования скважин различных по назначению. Различие комплексов и режимов исследований в эксплуатационных скважинах. Способы и методы интерпретации ГИС, Этапы интерпретации. Практические примеры. Эксплуатационная скважина, как опасный производствен-

ный объект (ОПО). Основные правила техники безопасности (ТБ) и промышленной безопасности (ППБ).

**Контрольные вопросы и упражнения:**

1. Каковы основные эффекты в стволе скважины, формирующие поле температур и поле давлений
2. Расчет скорости движения флюида по стволу.
3. Факторы, влияющие на конфигурацию кривых ГИС. Понятие пласта-коллектора.
4. Выделение терригенных и карбонатных коллекторов. Разница комплекса ГИС для различных разрезов
5. Цели и задачи обобщающей интерпретации
6. Выбор комплекса ГИС при составлении сводных геолого-геофизических разрезов.

**Тема 4: Классификация, типы и назначения скважин на месторождениях.**

**Основы газодинамических процессов: классификация методов-ГДИ, параметры режима исследования скважин различного назначения. Комплекс для скважин различного назначения (поисковые, разведочные, наблюдательные, нагнетательные, эксплуатационные...):** Классификация методов ГИС для разных типов назначения скважин. Геологический объект, как предмет изучения и технологического воздействия. Месторождения жидких и газообразных полезных ископаемых. ГИС при инженерно-строительных изысканиях, в строительстве скважин и добыче твердых полезных ископаемых и углеродов. Выбор режима исследования. Технология исследования скважины. Особенности технологии исследования скважин различных по назначению. Различие комплексов и режимов исследований в эксплуатационных скважинах. Способы и методы интерпретации ГИС. Практические примеры.

**Контрольные вопросы и упражнения:**

1. Назовите необходимый комплекс ГИ для обсаженных скважин.
2. Комплекс ГИС в необсаженных скважинах.
3. Какова технология исследования скважины?

**Тема 5: Аппаратура и интерпретация метода ВИКИЗ. Особенности интерпретации ВИКИЗ и выделение нефтяных оторочек. Методы ГДИ скважин: Тк, Мн, Расходомерия, влагомерия, Шм (ВЧ-НЧ), Термоанемометрия, ЛМ.** Физические основы метода. Распространение упругих волн в скважине. Количество, размеры зондов, измеряемые параметры. Область применения и решаемые задачи. Определение пористости по акустическому каротажу магнитной восприимчивости. Физическая сущность, область применения. Объемная структура естественных электрических полей, тепловых полей, поля давлений в стволе скважин. Методы применения ГИС при газодинамических исследованиях скважин. Практические примеры.

**Контрольные вопросы и упражнения:**

1. Термометрия скважин: основные эффекты формирующие тепловое поле, адиабатическое расширение (сжатие), дроссель-эффект.
2. Режимы статики (остановки), динамики скважины с установившимся и неустановившимся режимом работы. Типы и назначение скважин.
3. Расходомерия как метод определения интенсивности движения флюида по стволу. Характеристика потока флюида в скважине. Состав флюида (однокомпонентные, многокомпонентные). Структура потока (гомогенная, гетерогенная).
4. Метод ВИКИЗ при решении литологических и геологических задач. Регистрируемые параметры зондами аппаратурой ВИКИЗ Преимущество ВИКИЗ перед ИК.

**Тема 6: Интерпретация ГИС в вертикальных и наклонно-направленных стволах скважин. Режимы исследования скважин (статика/динамика). Параметры устьевых замеров Т и Р-трубное, затрубное-Рзтр, межколонноеРмк1, Рмк2. Примене-**

ние ГИС на нефтяных и газовых месторождениях. Литологическое расчленение разрезов скважин и выделение нефтегазоносных пластов в песчано-глинистых и карбонатных отложениях в вертикальных скважинах и горизонтальных окончаниях стволов. Рассмотрение примеров. Определение элементов залегания при направленном бурении на основе естественного искривления скважин. Построение структурных карт и геолого-геофизических разрезов. Получение данных для подсчета запасов нефти и газа. Режимы исследования скважин различного назначения на промыслах. Параметры устьевых замеров в статическом и динамическом режимах. Практические примеры.

***Контрольные вопросы и упражнения:***

**Тема 7: Применение ГИС для контроля разработки месторождений нефти и газа. Проектные и фактические показатели разработки:**

ГИС и их место в системе недропользования. Проектные-фактические показатели разработки, паспорт объекта (скважина, месторождение, промысел.). Автоматизированная интерпретация и определение Кач ГИС, как инструмента предупреждения ошибок и ликвидации осложнений и аварий при контроле за разработкой месторождения. Применение ГИС для решения различных геолого-технических задач на месторождениях нефти и газа. Практические примеры.

***Контрольные вопросы и упражнения:***

1. Сравнение результатов расчетов для двухмерной и трехмерной модели «скважина-пласт».
2. Профиль притока в интервалах не перекрытых НКТ. Комплекс ГИС-контроль для решения задач.
3. Определение средней скорости движения флюида по стволу —  $W_{ср}$ . Физические свойства режимов течения сред. Динамическая, кинематическая вязкость флюидов.

Вопросы к экзамену

1. Задачи при исследовании воздействия процессов строительства и эксплуатации объектов на компоненты природной среды
2. Цели, причины и направления исследований воздействия процессов строительства и эксплуатации объектов на компоненты природной среды.
3. Составление программы исследований при вскрытии новых горизонтов.
4. Схемы углубления вертикальных стволов скважин.
5. Работы подготовительного и рабочего периодов всех стадий ГРП (ДСП, проектирование, экспертиза, ГРП, интерпретация результатов, отчетность).
6. Дефектометрия обсадных колонн. Назначение аппаратуры (СГДТ -2, СГДТ -3. Определение мест «прихвата» обсадных колонн локатором муфт
7. Закономерности формирования поля скоростей в гетерогенном потоке. Режимы течения: пробковая (снарядная, пузырьковая), кольцевая, дисперсная.
8. Потокметрия, Расходомерия в скважинах. Уравнение Дюпюи. Коэффициент фильтрации.
9. Интерпретация метода ГК (качественная, количественная).
10. Применение термометрии скважин для решения геологических и технических задач. Коэффициент Джоуля-Томпсона.
11. Перфорации обсадных колонн. Типы перфораторов.
12. Определение расхода движущегося флюида. Тахометрический и термокондуктивный датчики скорости.
13. Классификация газодинамических параметров: по типу измеряемого параметра, по характеру изменения параметров во времени (стационарные, нестационарные и квазистационарные условия и режимы).

14. Типы и назначение колонн (направление, кондуктор, техническая (1,2), промежуточная, эксплуатационная, НКТ). Схема и глубина спуска колонн на нефтяных месторождениях.

15. Термометрия скважин: основные эффекты формирующие тепловое поле, адиабатическое расширение (сжатие), дроссель-эффект.

16. Режимы статики (остановки), динамики скважины с установившимся и неустановившемся режимом работы. Типы и назначение скважин.

17. Расходомерия как метод определения интенсивности движения флюида по стволу. Характеристика потока флюида в скважине. Состав флюида (однокомпонентные, многокомпонентные). Структура потока (гомогенная, гетерогенная).

18. Конструктивные особенности скважин нефтяных скважин и газовых: башмак НКТ, пакер (типы), муфта НКТ, забой, интервал перфорации, фильтр.

19. Манометрия. Основные принципы закономерностей формирования поля давлений в скважине. Гидравлический напор. Динамический напор. Статический напор. Уравнение Бернулли.

20. Цементометрия скважин. Изучение степени сцепления цемента. Метод АКЦ.

21. Специальные методы исследования ГИС- шумометрия, а также методы изучения состава флюидов- влагомер, плотностемер.

22. Техническое состояние стволов скважин и колонн: перетоки, негерметичность т/колонны, НКТ. Режимы исследования и комплекс ГИС- контроль для решения технических задач.

23. Метод ВИКИЗ при решении литологических и геологических задач. Регистрируемые параметры зондами аппаратурой ВИКИЗ Преимущество ВИКИЗ перед ИК.

24. Кривые восстановления давления. Определение Рпл. Кривые стабилизации давления (КВД, КВУ).

25. Сравнение результатов расчетов для одномерной и двумерной модели «скважина - пласт».

26. Интервалы притока, работающие мощности, профиль притока в интервалах не перекрытых НКТ. Комплекс ГИС-контроль для решения задач.

27. Сравнение результатов расчетов для двухмерной и трехмерной модели «скважина-пласт».

28. Профиль притока в интервалах не перекрытых НКТ. Комплекс ГИС-контроль для решения задач.

29. Определение средней скорости движения флюида по стволу —  $W_{ср}$ . Физические свойства режимов течения сред. Динамическая, кинематическая вязкость флюидов.

### Дисциплина 3 Нефтегазопромисловая геология

#### Содержание курса

#### **Тема 1: Нефтегазопромисловая геология как наука.**

Предмет дисциплины и ее значение для нефтегазопромисловой отрасли. Два подхода (статический и динамический) нефтегазопромисловой геологии к изучению месторождений углеводородов. Особенности дисциплины и ее связь с другими геологическими и смежными науками. Основные периоды развития нефтегазопромисловой геологии. Цели и задачи нефтегазопромисловой геологии. Методы получения промыслово-геологической информации. Средства получения информации. Методы комплексного анализа и обобщения исходной информации. Метод моделирования.

#### **Контрольные вопросы и упражнения:**

1. Предмет дисциплины и ее значение для нефтегазопромисловой отрасли.

2. Цели и задачи нефтегазопромысловой геологии.
3. Особенности дисциплины и ее связь с другими геологическими и смежными науками.
4. Основные периоды развития нефтегазопромысловой геологии.
5. Методы получения промыслово-геологической информации.
6. Средства получения промыслово-геологической информации.
7. Методы комплексного анализа и обобщения промыслово-геологической информации. Метод моделирования.
8. Промыслово-геологические модели залежей (статические и динамические).

## **Тема 2: Изучение залежей углеводородов в природном состоянии.**

Изучение залежей углеводородов в природном состоянии. Системный подход к изучению залежей углеводородов. Возможные представления и типы систем в геологии. Роль системного подхода при изучении залежей. Породы коллекторы и неколлекторы. Емкостные свойства пород-коллекторов. Типы пустотности, пористость и строение порового пространства. Кавернозность, трещиноватость. Фильтрационные свойства пород-коллекторов. Проницаемость. Нефте-, газо-, водонасыщенность пород-коллекторов. Пластовые флюиды. Классификация нефтей. Основные свойства нефтей в пластовых условиях и определяющие их природные факторы, диапазон изменения по разным залежам. Физические свойства нефти и газа при различных условиях в залежи. Изменчивость свойств нефти в процессе разработки залежи. Индикаторные свойства нефти, используемые для контроля за разработкой залежи. Основные свойства природного газа. Газоконденсат. Гидраты газов. Пластовые воды нефтяных и газовых месторождений. Формы залегания воды в породах. Виды вод нефтяных и газовых месторождений. Химическая классификация подземных вод. Физические свойства пластовых вод. Изучение внутреннего строения залежи. Геофизические методы изучения разрезов скважин. Расчленение продуктивной части разреза скважины. Детальная корреляция разрезов скважин. Основные положения, учитываемые при детальной корреляции. Изучение формы залежей. Геофизические методы. Залежи, месторождения. Изучение структурных поверхностей и дизъюнктивных нарушений. Понятие и виды геологических границ. Формы залегания осадочных пород. Изучение водонефтяного и газонефтяного контактов. Геологическая неоднородность нефтегазоносных пластов. Энергетическая характеристика залежей нефти и газа. Начальное пластовое давление. Залежи с начальным пластовым давлением, соответствующим гидростатическому. Залежи с начальным пластовым давлением, отличающимся от гидростатического. Температура в недрах нефтяных и газовых месторождений.

### ***Контрольные вопросы и упражнения:***

1. Системный подход к изучению залежей углеводородов.
2. Породы коллекторы и неколлекторы.
3. Емкостно-фильтрационные свойства пород-коллекторов.
4. Нефтегазоводонасыщенность пород-коллекторов.
5. Пластовые воды нефтяных и газовых месторождений.
6. Изучение внутреннего строения залежи.
7. Геофизические методы изучения разрезов скважин.
8. Расчленение продуктивной части разреза скважин.
9. Детальная корреляция разрезов скважин.
10. Залежи, месторождения. Изучение структуры поверхностей залежи.
11. Геологическая неоднородность нефтегазоносных пластов.
12. Залежи с начальным пластовым давлением, соответствующим гидростатическому и отличающемся от гидростатического.
13. Температура в недрах нефтяных и газовых месторождений.

### **Тема 3: Системы разработки и их экономическое обоснование. Геологические данные для их проектирования.**

Понятие «система разработки». Классификация систем разработки и их экономическое обоснование. Природные режимы разработки залежей нефти и газа. Нефтяные залежи: водонапорный режим, упруговодонапорный режим. Газонапорный режим, режим растворенного газа, гравитационный режим. Газовые и газоконденсатные залежи: газовый режим, упруговодонапорный режим. Смешанные природные режимы залежей. Системы разработки: геологические данные для их проектирования. Системы разработки нефтяных и газонефтяных залежей при естественных режимах и геологические условия их применения. Традиционный метод заводнения нефтяных пластов. Эксплуатационные объекты. Факторы для выделения эксплуатационных объектов: геологопромысловые, гидродинамические, технические, технологические, экономические. Коэффициенты извлечения нефти, газа, конденсата. Фонд скважин при разработке месторождений. Скважины различного назначения. Сетка скважин нефтяного эксплуатационного объекта. Скважины нефтяного эксплуатационного объекта. Скважины с разной очередностью бурения и изменение в фонде скважин. Геологическое обоснование выбора вида заводнения. Методы увеличения нефтеизвлечения из пластов (МУН) и геологические условия их применения.

#### ***Контрольные вопросы и упражнения:***

1. Понятие «система разработки». Классификация систем разработки и их экономическое обоснование.
2. Природные режимы разработки залежей нефти.
3. Природные режимы газовых и газоконденсатных залежей.
4. Системы разработки. Геологические данные для их проектирования.
5. Системы разработки нефтяных и газонефтяных залежей при естественных режимах и геологические условия их применения.
6. Традиционный метод заводнения нефтяных пластов.
7. Эксплуатационные объекты. Факторы для их выделения.
8. Коэффициенты извлечения нефти, газа, конденсата.
9. Фонд скважин при разработке месторождений. Сетка скважин нефтяного эксплуатационного объекта.
10. Геологическое обоснование выбора вида заводнения.
11. Методы увеличения нефтеизвлечения из пластов (МУН) и геологические условия их применения.
12. Нетрадиционные методы разработки нефтяных залежей и геологические условия их применения.

### **Тема 4: Геолого-промысловый контроль при разработке залежей.**

Контроль за дебитом и приемистостью скважин, обводненностью продукции, газовым фактором. Учет показателей работы скважин. Документация. Геолого-промысловая документация по объектам разработки в целом. Контроль эксплуатационного процесса. Исходные данные для построения карты охвата вытеснением однопластового объекта. Контроль заводнения продуктивных пластов. Вытеснение нефти водой в разных геолого-физических условиях. Геологические основы управления процессами разработки. Комплексы методов контроля разработки. Промыслово-геологический анализ разработки.

#### ***Контрольные вопросы и упражнения:***

1. Контроль за дебитом и приемистостью скважин, обводненностью продукции, газовым фактором.
2. Учет показателей работы скважин. Документация.
3. Геолого-промысловая документация по объектам разработки в целом.
4. Контроль эксплуатационного процесса.
5. Исходные данные для построения карты охвата вытеснением однопластового объекта.

6. Контроль заводнения продуктивных пластов. Вытеснение нефти водой в разных геолого-физических условиях.
7. Геологические основы управления процессами разработки.
8. Комплексы методов контроля разработки.
9. Промыслово-геологический анализ разработки.

#### **Тема 5: Запасы нефти, газа, газоконденсата.**

Категории запасов, перспективных и прогнозных ресурсов нефти и газа и их назначение. Группы запасов нефти и газа и основные принципы их подсчета. Методы подсчета запасов нефти и газа. Объемный метод подсчета запасов нефти и газа. Объемный метод подсчета запасов свободного газа. Метод подсчета запасов свободного газа по падению давления. Подсчет запасов газа, растворенного в нефти.

##### ***Контрольные вопросы и упражнения:***

1. Общие сведения о запасах нефти, газа, конденсата.
2. Категории запасов, перспективных и прогнозных ресурсов нефти и газа и их назначение.
3. Группы запасов нефти и газа и основные принципы их подсчета.
4. Методы подсчета запасов нефти и газа.
5. Объемный метод подсчета запасов нефти и растворенного в ней газа.
6. Объемный метод подсчета запасов свободного газа.
7. Метод подсчета запасов свободного газа по падению давления.
8. Подсчет запасов газа, растворенного в нефти.

#### **Тема 6: Охрана недр и окружающей природной среды при разведке и разработке месторождений углеводородов.**

Правила охраны недр при разведке и разработке месторождений углеводородов. Условия разработки, необходимые для выполнения требований по охране недр.

##### ***Контрольные вопросы и упражнения:***

1. Правила охраны недр при разведке и разработке месторождений углеводородов.
2. Условия разработки, необходимые для выполнения требований по охране недр.
3. Основные мероприятия по охране недр при разработке газовых месторождений.

#### **Вопросы к экзамену**

1. Микронеоднородность нефтегазоносных пластов
2. Общие сведения о запасах нефти, газа и конденсата
3. Макронеоднородность нефтегазоносных пластов
4. Коэффициенты извлечения нефти, газа, конденсата. Методы увеличения нефтеизвлечения
5. Геологическая неоднородность нефтегазоносных пластов
6. Геологическое обоснование выбора вида заводнения
7. Изучение структуры поверхностей залежи. Понятие и виды геологических границ
8. Контроль за дебитами и приемистостью скважин, обводненностью продукции, газовым фактором
9. Детальная корреляция разрезов скважин
10. Эксплуатационные объекты
11. Расчленение продуктивной части разреза скважины
12. Системы разработки нефтяных и газонефтяных залежей при естественных режимах и геологические условия их применения
13. Геофизические методы изучения разрезов скважин
14. Геологические модели нефтяных месторождений

15. Пластовые воды нефтяных и газовых месторождений
16. Системы разработки. Геолого-промысловое обоснование технологических решений
17. Нефте-, газо-, водонасыщенность пород-коллекторов
18. Природные режимы газовых и газоконденсатных залежей
19. Емкостно-фильтрационные свойства пород-коллекторов
20. Природные режимы залежей нефти и газа
21. Методы комплексного анализа и обобщения промыслово-геологической информации
22. Температура в недрах нефтяных и газовых месторождений
23. Методы и средства получения промыслово-геологической информации
24. Начальное пластовое давление
25. Цели и задачи нефтегазопромысловой геологии
26. Энергетическая характеристика залежей нефти и газа
27. Геологические и геофизические методы поисков и разведки нефтяных и газовых залежей.
28. Принципиальные схемы разработки нефтяных и газовых месторождений.
29. Геологическое и экономическое обоснование методов и систем разработки нефтяных, газовых и газоконденсатных залежей.
30. Методы увеличения нефтеизвлечения и их экономическая эффективность.
31. Геолого-промысловый контроль за добычей нефти и газа, обводненность продукции скважин.
32. Федеральное законодательство, посвященное охране недр и окружающей природной среды.

## Дисциплина 4 Разработка месторождений нефти и газа

### Содержание курса

#### **Тема 1: Основы нефтегазопромыслового дела.**

Роль нефти и газа в жизни человека. Краткая история развития нефтегазодобычи. Этапы добычи нефти и газа. Предмет: «Разработка нефтяных и газовых месторождений». Роль нефтегазопромысловой геологии. Геолого-физическая характеристика нефтяных и газовых залежей. Условия залегания нефти, газа и воды в продуктивных пластах. Источники пластовой энергии. Вскрытие пластов. Вызов притока нефти и газа в скважины. Экологические проблемы при добыче углеводородов.

#### ***Контрольные вопросы и упражнения:***

1. Роль запасов углеводородного сырья в мировой экономике, их распределение и классификация
2. Нефть и газ – ценное сырье для переработки
3. Расскажите о развитии нефтяной и газовой промышленности России
4. Какой состав (элементный, фракционный и групповой) нефти и газа?
5. Геолого-промысловая характеристика продуктивных пластов
6. Условия залегания нефти, газа и воды в продуктивных пластах
7. Расскажите об условиях притока нефти и газа
8. Каковы этапы добычи нефти и газа
9. Дайте определение системы разработки месторождений углеводородов
10. Классификация способов эксплуатации нефтяных и газовых скважин
11. Сбор и подготовка скважинной продукции
12. Система подготовки и закачки воды в продуктивные пласты

## **Тема 2: Разработка нефтяных месторождений.**

Объект, система и технология разработки. Классификация систем разработки месторождений нефти. Показатели разработки. Этапы разработки. Разработка нефтяных месторождений без воздействия на пласт. Разработка нефтяных месторождений с воздействием на пласт. Системы заводнения. Модели пласта и процессы вытеснения нефти. Опыт и проблемы разработки месторождений с применением заводнения. Основы проектирования разработки нефтяных месторождений.

### ***Контрольные вопросы и упражнения:***

1. Что такое объект разработки и каковы критерии его выделения?
2. Дайте классификацию систем разработки нефтяных месторождений
3. Разработка месторождений на естественном режиме и с поддержанием пластового давления
4. Дайте классификацию и схемы размещения скважин систем разработки месторождений с искусственным поддержанием пластового давления
5. Расскажите об основных технологических показателях разработки
6. Каковы стадии разработки нефтяных месторождений?
7. Расскажите о моделях пласта и процессах вытеснения нефти
8. Особенности разработки месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти
9. Расскажите о видах и системах заводнения
10. Каковы проблемы разработки месторождений с применением заводнения?
11. Расскажите об основах проектирования разработки нефтяных месторождений

## **Тема 3: Разработка газовых и газоконденсатных месторождений.**

Основные положения и принципы разработки. Разработка газовой залежи при газовом и водонапорном режимах. Разработка газоконденсатных месторождений.

### ***Контрольные вопросы и упражнения:***

1. Расскажите об основных положениях и принципах разработки газовых и газоконденсатных месторождений
2. Разработка газовых залежей при газовом режиме
3. Разработка газовой залежи при водонапорном режиме
4. Расскажите об особенностях разработки газоконденсатных месторождений
5. Расскажите о конструкции и режиме эксплуатации газовых скважин
6. Экономика разработки газовых месторождений
7. Прогноз добычи и запасы газа

## **Тема 4: Методы повышения нефте-, газо-, конденсатоотдачи пластов.**

Факторы, влияющие на нефтеизвлечение. Понятие и классификация МУН. Методы повышения нефтеизвлечения: гидродинамические, химические, газовые, тепловые, микробиологические, физические. Выбор МУН для применения на объекте разработки.

### ***Контрольные вопросы и упражнения:***

1. Дайте понятие МУН, расскажите об их особенностях, критериях выбора и технологической эффективности применения
2. Расскажите о классификации методов повышения нефтеизвлечения из пластов
3. Расскажите о выборе МУН для применения на объекте разработки
4. Что представляют собой гидродинамические методы повышения нефтеизвлечения из пластов
5. Расскажите о химических методах повышения нефтеизвлечения из пластов
6. Дайте общие сведения об использовании газовых МУН
7. Каковы основные предпосылки применения тепловых МУН
8. Расскажите о технологии SAGD
9. Расскажите об опыте применения технологий внутрислоевого горения

10. Что представляют собой микробиологические методы увеличения нефтеизвлечения?

**Тема 5: Эксплуатация нефтяных и газовых скважин. Способы эксплуатации скважин.**

Фонтанная и газлифтная эксплуатация скважин. Эксплуатация скважин глубинно-насосными установками. Эксплуатация скважин погружными центробежными электронасосами. Методы воздействия на призабойную зону пласта. Ремонт скважин.

***Контрольные вопросы и упражнения:***

1. Расскажите о фонтанной и газлифтной эксплуатации скважин
2. Эксплуатация скважин глубинно-насосными установками
3. Эксплуатация скважин погружными центробежными электронасосами
4. Дайте классификацию методов воздействия на призабойную зону пласта
5. Расскажите о кислотной обработке пласта
6. Расскажите о гидравлическом разрыве пластов
7. Что представляет собой гидropескоструйная перфорация?
8. Расскажите о теплофизических методах воздействия на призабойную зону скважин
9. Как осуществляют текущий и капитальный ремонт скважин
10. Как осуществляют борьбу с осложнениями при эксплуатации нефтяных и газовых скважин

**Тема 6: Управление разработкой нефтяных и газовых месторождений.**

Система контроля за разработкой нефтяных месторождений. Геолого-промысловые методы. Гидродинамические методы. Промыслово-геофизические методы. Регистрация и анализ показателей разработки (геолого-промысловая документация). Компьютерное воспроизведения и постоянно действующие модели разработки нефтяных месторождений. Регулирование разработки нефтяных месторождений. Цели регулирования разработки. Классификация и характеристики методов регулирования. Регулирование без изменения запроектированной системы разработки. Регулирование путем совершенствования и частичного изменения системы разработки.

***Контрольные вопросы и упражнения:***

1. Расскажите о необходимости управления разработкой нефтяных месторождений
2. Что представляют собой геолого-промысловые методы контроля за разработкой нефтяных и газовых месторождений
3. Расскажите об исследовании скважин при установившемся режиме их эксплуатации
4. Исследования при неустановившемся режиме работы скважин
5. Какие задачи решаются с помощью промыслово-геофизических методов?
6. Что представляют собой постоянно действующие модели разработки нефтяных месторождений?
7. Каковы цели регулирования разработки нефтяных месторождений?
8. Расскажите о регулировании без изменения запроектированной системы разработки
9. Расскажите и регулировании путем совершенствования и частичного изменения системы разработки
10. Каковы особенности контроля и регулирования тепловых процессов в нефтяном пласте

## Вопросы к зачету

1. Понятие о науке РНМ и ее связь с дисциплинами «Физика пласта», «Подземная гидромеханика» и «Нефтегазопромысловая геология»
2. Виды пластовой энергии. Режимы работы пластов
3. Объект разработки. Выделение объектов разработки. Примеры.
4. Внутриконтурное заводнение. Примеры применения
5. Геолого-физические условия применения методов увеличения нефтеизвлечения из пластов
6. Проектные документы, составляемые на разработку нефтяных и газовых месторождений
7. Содержание и классификация негативных воздействий на экологию районов производства поисков, разведки, разработки нефтяных, газовых, газоконденсатных месторождений
8. Перечень мероприятий по защите окружающей среды при разработке нефтяных и газовых месторождений
9. Состояние экологии в регионах поисков, разведки, разработки месторождений углеводородов
10. Методы прогноза экологического ущерба в результате производства поисков, разведки, разработки месторождений нефти и газа
11. Основные требования, предъявляемые к технической экспертизе действий, работ и процессов

## Дисциплина 5

### Разработка трудноизвлекаемых запасов углеводородного сырья

#### Содержание курса

#### **Тема 1: Общие представления о ТРИЗ; терминология.**

Понятие «трудноизвлекаемые запасы» (ТРИЗ) в традиционном аспекте. Их трансляция и соотношение с понятием «нетрадиционные ресурсы» (unconventional resources). Принципиальное различие в традиционных и нетрадиционных коллекторах, основанное на принципиально различающихся технологических подходах.

#### **Контрольные вопросы и упражнения:**

1. Какие категории запасов называют «трудноизвлекаемыми»?
2. Отличия традиционных и нетрадиционных коллекторов.

#### **Тема 2: Сланцевый газ: геология и технология.**

Сланцевый газ. Тонкозернистая «жесткая» порода с неэмигрировавшим (находящимся *in situ*) газом в силу изначальной замкнутости системы. Технологические приемы разработки (гидроудар, деструкция реагентами).

#### **Контрольные вопросы и упражнения:**

1. Что представляет собой сланцевый газ?
2. Технологические приемы разработки месторождений сланцевого газа.

#### **Тема 3: Сланцевая нефть: геология и технология.**

Сланцевая нефть. Тонкозернистая либо массивная терригенная (карбонатная, кремнистая) порода с микронептью, сформированной *in situ* (на месте) и не иммигрировавшей. Скрытая трещиноватость, разрушаемая технологическими способами (гидроразрыв, реагенты) и позволяющая осуществлять добычу, часто являющуюся кратковременной.

#### **Контрольные вопросы и упражнения:**

1. Какую нефть называют сланцевой?
2. Технологические приемы разработки месторождений сланцевой нефти.

#### **Тема 4: Угольный метан и газогидраты.**

Угольный метан. Газоугольные бассейны. Твердые растворы газа в угле (клатраты), энергетические затраты на их разьединение. Газогидраты, их обусловленность дегазацией недр и концентрация в глубинных океанических зонах (частично в подошве многолетне-мерзлых пород).

#### **Контрольные вопросы и упражнения:**

1. Что такое клатраты?
2. Перспективы промышленной добычи газогидратов.

#### **Вопросы к экзамену**

1. Основные понятия в области трудноизвлекаемых и нетрадиционных ресурсов нефти и газа.
2. Отечественная и англоязычная терминология в области нетрадиционных ресурсов (сланцевые нефть и газ).
3. Основные подходы к изучению газа, содержащегося в малых и микроколичествах в «жестких» терригенных, карбонатных и кремнистых породах.
4. Основные представления о распределении нетрадиционных ресурсов сланцевого газа в конкретных геологических объектах, ограниченных тектоническими нарушениями и заведомо непродуктивными интервалами.
5. Трудноизвлекаемые запасы сланцевой нефти: пути повышения эффективности разработки.
6. Трудноизвлекаемые запасы сланцевого газа: пути повышения эффективности разработки.
7. Низкопроницаемые коллекторы: пути повышения эффективности разработки.
8. Нерационально освоенные коллекторы: пути повышения эффективности разработки.
9. Низконапорный газ: пути повышения эффективности разработки.
10. Водорастворенные УВ-газы и газогидраты.
11. Высоковязкие нефти и битумы: пути повышения эффективности разработки.
12. Основные подходы к изучению микронефти, содержащейся *in situ* в терригенных, карбонатных, кремнистых и(или) смешанных породах.
13. Закономерности распределении нетрадиционных ресурсов сланцевой нефти в геологических объектах.
14. Основные понятия, связанные с угольным метаном и газоугольными месторождениями; клатраты.
15. Оценка ресурсов сланцевой нефти в конкретных геологических объектах.

#### **Рекомендуемая литература**

1. Петраков, Д. Г. Разработка нефтяных и газовых месторождений : [Электронный ресурс] : учебник / Петраков Д. Г. - Санкт-Петербург : Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2016. - 526 с. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/71703.html> . - ISBN 978-5-94211-753-5
2. Дворинович, А. С. Источники воздействия на окружающую среду объектов нефтегазодобывающего и перерабатывающего комплексов: [Электронный ресурс]: учебное пособие / Дворинович А. С. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2019. - 124 с. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/100028.html> . - ISBN 978-5-7638-4280-7
3. Тетельмин, В. В. Нефтегазовое дело. Полный курс. В двух томах. Т. 1 : учебник / В. В. Тетельмин. — 2-е изд. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 416 с. —

ISBN 978-5-9729-0552-2, 978-5-9729-0556-0 (т. 1). — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115145.html>

4. Ладенко, А. А. Геофизические исследования скважин на нефтегазовых месторождениях : учебное пособие / А. А. Ладенко, О. В. Савенок. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 260 с. — ISBN 978-5-9729-0650-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115115.html> (дата обращения: 01.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5. Ладенко, А. А. Теоретические основы разработки нефтяных и газовых месторождений : учебное пособие / А. А. Ладенко, О. В. Савенок. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 244 с. — ISBN 978-5-9729-0445-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98472.html> (дата обращения: 01.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6. Еремин Н.А. Современная разработка месторождений нефти и газа. Умная скважина. Интеллектуальный промысел. Виртуальная компания: учебное пособие / Н. А. Еремин ; Российский государственный университет нефти и газа им. И. М. Губкина. - Москва : Недра-Бизнесцентр, 2008. - 244 с: ил. - (Приоритетные национальные проекты "Образование"). - Библиогр.: с. 241-242. - ISBN 978-5-8365-0311-6

7. Исследование нефтяных скважин и примеры установления технологического режима их эксплуатации: производственно-практическое издание / Народный комиссариат нефтяной промышленности, Технический отдел; под ред. Ф. А. Требина. – Москва- Ленинград: Гостоптехиздат, 1940. - 96 с. : вкл. л., ил. -

8. Уральский геофизический вестник: научный журнал. - Екатеринбург: Институт геофизики УрОРАН, 2000 - настоящее время. - Выходит ежеквартально. - ISSN 1991-0223

9. Гридин В.А. Нефтегазопромысловая геология [Электронный ресурс] : учебное пособие (курс лекций) / В.А. Гридин, Н.В. Еремина, О.О. Луценко. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 249 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66032.html>

10. Нефтегазопромысловая геология [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / . — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 144 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63105.html>

11. Каналин В.Г. Справочник геолога нефтегазоразведки. Нефтегазопромысловая геология и гидрогеология [Электронный ресурс] : учебно-практическое пособие / В.Г. Каналин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2015. — 416 с. — 5-9729-0001-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/5066.html>

12. Мусин, М. М. Разработка нефтяных месторождений : учебное пособие / М. М. Мусин, А. А. Липаев, Р. С. Хисамов ; под редакцией А. А. Липаева. — 2-е изд. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. — 328 с. — ISBN 978-5-9729-0314-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/86634.html> (дата обращения: 01.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

13. Липаев, А. А. Разработка месторождений тяжелых нефтей и природных битумов / А. А. Липаев. — Москва, Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2019. — 484 с. — ISBN 978-5-4344-0682-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/92089.html> (дата обращения: 01.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

14. Сизов, В. Ф. Управление разработкой залежей нефти с трудноизвлекаемыми запасами [Электронный ресурс] : учебное пособие. Курс лекций / В. Ф. Сизов. — Электрон.

текстовые данные. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2014. — 136 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63148.html>

15. Сажин, В.В. Трудноизвлекаемые запасы и «тяжелые нефти» России / В.В. Сажин, И. Селдинас, В.Б. Сажин // Успехи в химии и химической технологии. — 2008. — № 12(92) том 22. — С. 56-68. — ISSN 1506-2017. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/292845> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

16. Багиров, Б.А. Перспективы разработки залежей с трудноизвлекаемыми запасами нефти / Б.А. Багиров // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. — 2016. — № 6. — С. 9-14. — ISSN 0536-1028. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/299212> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ  
И.о. проректора по  
учесно-методическому  
комплексу

В.В. Зубов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ**

**ФТД.01 ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ТРУДА**

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация:

**Геология месторождений нефти и газа**

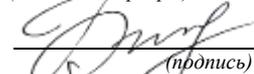
Автор: Полянок О.В., к.психол.н.

Одобен на заседании кафедры

Управления персоналом

(название кафедры)

Зав. кафедрой



(подпись)

Беляева Е.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 06.09.2024

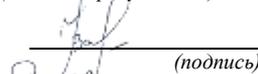
(Дата)

Рассмотрен методической комиссией  
факультета

геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель



(подпись)

Вандышева К.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 11.10.2024

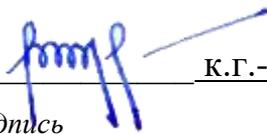
(Дата)

Екатеринбург

**Методические указания по дисциплине согласованы с выпускающей  
кафедрой геологии и геофизики нефти и газа**

Заведующий кафедрой ГГНГ

*подпись*



к.г.-м.н., С.А. РЫЛКОВ

*И.О. Фамилия*

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	5
2 Методические указания по подготовке к опросу	9
3 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	10
4 Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	11
5 Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	12
Заключение	15
Список использованных источников	16

## 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, 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 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<sup>1</sup>. 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-ориентированным 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,

---

<sup>1</sup> Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolgov.net/case/case.study.html/>

необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированными 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-ориентированными 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-ориентированному заданию 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-ориентированным заданием.

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 «дирижует» 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 эффективна, 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 избежать 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 групповой 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, имеющих 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 метода

## **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***

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<sup>2</sup>.

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).

---

<sup>2</sup>Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: [http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii\\_dlya\\_studentov\\_21.pdf](http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf)

5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременности и эффективности 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)<sup>3</sup>.

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.

### **3. 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 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 помочь 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

---

<sup>3</sup>Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: [http://priab.ru/images/metod\\_agro/Metod\\_Inostran\\_yazyk\\_35.03.04\\_Agro\\_15.01.2016.pdf](http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf)

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.

#### **4. 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 имеющихся 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.).

## **5. 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 неувоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на то, что это не попадет 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 неустойчивый 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 в 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 нормальный 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 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.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368с.
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: Учеб.пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.
5. Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа:[http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii\\_dlya\\_studentov\\_21.pdf](http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf)

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ  
И. о. проректора по  
учебно-методическому  
комплексу

В.В. Зубов

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

### ФТД.02 СРЕДСТВА КОММУНИКАЦИИ В УЧЕБНОЙ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация:

**Геология месторождений нефти и газа**

Автор: Полянок О.В., к.психол.н.

Одобен на заседании кафедры

Управления персоналом

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

Беляева Е.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 06.09.2024

(Дата)

Рассмотрен методической комиссией  
факультета

геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Вандышева К.В.

(Фамилия И.О.)

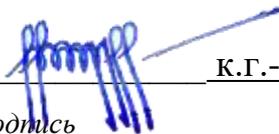
Протокол № 2 от 11.10.2024

(Дата)

Екатеринбург

**Методические указания по дисциплине согласованы с выпускающей  
кафедрой геологии и геофизики нефти и газа**

Заведующий кафедрой ГГНГ

  
*подпись*

К.Г.-М.Н., С.А. РЫЛЬКОВ

*И.О. Фамилия*

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	5
2 Методические указания по подготовке к опросу	9
3 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	11
4 Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	13
5 Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	14
Заключение	17
Список использованных источников	18

## 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, 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 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 <sup>1</sup>. 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-ориентированным 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,

---

<sup>1</sup> Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html/>

необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированными 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-ориентированными 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-ориентированному заданию 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-ориентированным заданием.

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливаются 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 эффективна, 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 избежать 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

## 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*

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 изучать 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 избежать 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 неизвестными терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии<sup>2</sup>.

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. Своевременности 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).

---

<sup>2</sup>Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: [http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii\\_dlya\\_studentov\\_21.pdf](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)<sup>3</sup>.

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.

---

<sup>3</sup>Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]:  
[http://priab.ru/images/metod\\_agro/Metod\\_Inostran\\_yazyk\\_35.03.04\\_Agro\\_15.01.2016.pdf](http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf)

### 3. 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 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 помочь 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.

#### 4. 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.).

## 5. 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 неувоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на

то, что это не попадет 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 неустойчивый 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 и 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 в 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 нормальный 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 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.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368с.
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: Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.
5. Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: [http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii\\_dlya\\_studentov\\_21.pdf](http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf)

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ  
И. о. проректора по  
учебно-методическому  
комплексу

В.В. Зубов

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

### ФТД.03 ОСНОВЫ СОЦИАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ И ПРАВОВЫХ ЗНАНИЙ

Специальность:

**21.05.02 Прикладная геология**

Специализация:

**Геология месторождений нефти и газа**

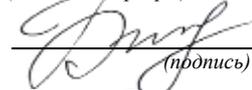
Автор: Полянок О.В., к.психол.н.

Одобен на заседании кафедры

Управления персоналом

(название кафедры)

Зав. кафедрой



(подпись)

Беяева Е.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 06.09.2024

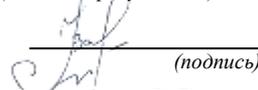
(Дата)

Рассмотрен методической комиссией  
факультета

геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель



(подпись)

Вандышева К.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 11.10.2024

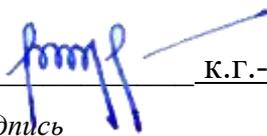
(Дата)

Екатеринбург



**Методические указания по дисциплине согласованы с выпускающей  
кафедрой геологии и геофизики нефти и газа**

Заведующий кафедрой ГГНГ



К.Г.-М.Н., С.А. РЫЛЬКОВ

*подпись*

*И.О. Фамилия*

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	5
2 Методические указания по подготовке к опросу	9
3 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	11
4 Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	13
5 Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	14
Заключение	17
Список использованных источников	18

## 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, 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 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 <sup>1</sup>. 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-ориентированным 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,

---

<sup>1</sup> Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html/>

необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированными 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-ориентированными 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-ориентированному заданию 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-ориентированным заданием.

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливаются 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 эффективна, 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 избежать 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

## 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*

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 изучать 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 избежать 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<sup>2</sup>.

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. Своевременности 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).

---

<sup>2</sup>Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: [http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii\\_dlya\\_studentov\\_21.pdf](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)<sup>3</sup>.

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.

---

<sup>3</sup>Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]:  
[http://priab.ru/images/metod\\_agro/Metod\\_Inostran\\_yazyk\\_35.03.04\\_Agro\\_15.01.2016.pdf](http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf)

### **3. 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 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 помочь 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.

#### 4. 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.).

## 5. 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 непонятым, 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 неувоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на

то, что это не попадет 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 неустойчивый 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 и 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 в 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 нормальный 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 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.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368с.
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: Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.
5. Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: [http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii\\_dlya\\_studentov\\_21.pdf](http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf)