

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.Б.2.07 ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН, ЧАСТЬ 2

Специальность:
21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:
Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Третьякова Л.И.

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.03.2020
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020
(Дата)

Екатеринбург
2020

Введение

Учебным планом специальности 21.05.02 Прикладная геология по дисциплине «Геофизические исследования скважин, часть 2» предусматривается написание контрольной работы на тему «Построение инклинограммы». Это самостоятельный труд студента, который способствует углублённому изучению пройденного материала.

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

ПК-5: способность осуществлять геолого-экономическую оценку объектов изучения.

Результаты обучения, достижение которых свидетельствует об освоении компетенции:

Знания: современные методы проектирования и ведения геологоразведочных работ, геолого-промышленной оценки месторождений полезных ископаемых; подходы к оценке экономической эффективности и рентабельности разработки и эксплуатации месторождений УВ

Умения: применять современную научную методологию интерпретации исследований ГИС, и решать конкретные производственные задачи проведенного комплекса в скважине на качественном и количественном уровне; анализировать комплекс методов и составлять программу исследований на любом этапе процесса бурения скважины в открытом стволе и при спуске колонн

Владения: методикой определения экономической эффективности управленческих решений; навыками прогнозировать на основе анализа геологической ситуации вероятный промышленный тип полезного ископаемого, формулировать благоприятные критерии его нахождения, выделять перспективные площади для постановки дальнейших работ.

ПСК-3.8: осуществлять экологическую экспертизу проектов, составлять экологический паспорт, оценивать, предотвращать экологический ущерб на производственных объектах и ликвидировать его последствия.

Знания: современные методы анализа, математического моделирования, компьютерных технологий для решения профессиональных задач; основы принципов экологической экспертизы документации, геологических проектов, мероприятий по безопасному проведению геологоразведочных работ, защите персонала и окружающей среды, на всех стадиях производства

Умения: применить знания в решении отдельных задач при исследованиях воздействия процессов строительства и эксплуатации объектов на компоненты природной среды; работать на предприятиях малого и среднего бизнеса, в крупных российских и международных компаниях, занимающихся геологическими и инженерно-геологическими исследованиями, разработкой, добычей и переработкой полезных ископаемых

Владения: теоретическими знаниями при выполнении производственных, технологических и инженерных исследований в соответствии со специализацией; навыками ОВОС (экологическая экспертиза и оценка воздействия любой намечаемой деятельности на окружающую среду) при решении вопросов картирования, поисков, разведки, технологии разработки и переработки минерального сырья.

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.

8	150	80	140											
9	160	80	140											
10	170	80	140											

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 основами построения проекции скважины;
- умение решать конкретные производственные задачи проведенного комплекса в скважине на качественном и количественном уровне;
- владение навыками применения на практике базовых знаний в области геофизических исследований скважин;
- 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 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 оценивания контрольной работы</i>	<i>Количество баллов</i>
Оформление работы в соответствии с предъявляемыми требованиями	0-1
Обоснование выбора методики решения задачи, точность при расчетах	0-1
Полнота ответа на вопросы задания, логичность изложения материала	0-2
Наличие обоснования, вывода	0-1
Итого	0-5

5 баллов (90-100%) - оценка «отлично»

4 балла (70-89%) - оценка «хорошо»

3 балла (50-69%) - оценка «удовлетворительно»

0-2 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно».

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если работа оформлена аккуратно, в соответствии с требованиями; методика решения задачи правильная, все расчеты

выполнены верно; логичное изложение материала, выводы по работе полные и обоснованные – 5 баллов.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если работа оформлена аккуратно, с незначительными замечаниями (отступлениями от требований); методика решения задачи правильная, в расчетах имеются ошибки, изложение материала в целом логичное, имеется вывод по задаче – 4 балла.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа оформлена с существенными замечаниями (отступлениями от установленных требований); методика решения задач правильная, в расчетах имеются ошибки; ответ неполный, выводы по задаче неверны – 3 балла.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа оформлена неаккуратно, со значительными отступлениями от требований; методика решения задач не правильная ответ нелогичен, нет вывода по задаче – 0-2 балла.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Проректор по учебно-методическому комплексу

С.А. Упоров



**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.Б2.07 ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН,
ЧАСТЬ 2**

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Третьякова Л.И.

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.03.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

(подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. Метод высокочастотного электромагнитного каротажа (ВЭМК)	5
2. ВИКИЗ - ОБОСНОВАНИЕ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ	6
2.1. Вопросы обоснования и разработки аппаратуры ВИКИЗ и интерпретации.	6
2.2. Вопросы интерпретации ВИКИЗ.	11
2.2.1. Интерпретация ВИКИЗ в вертикальных скважинах	13
2.2.2. Интерпретация ВИКИЗ в горизонтальных скважинах.	15
2.3. Об ограниченности ВИКИЗ в глубинности исследования.	17
2.4. О преимуществах ВИКИЗ.	18
3. ОБЩЕТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И РАЗРАБОТКА НОВЫХ МЕТОДИК	18
3.1. Геологические модели нефтегазовых залежей Западной Сибири ...	18
4. ОСОБЕННОСТИ ВИКИЗ В СЛОЖНОПОСТРОЕННЫХ СРЕДАХ ...	20
4.1. Синтетические диаграммы ВИКИЗ в трехмерных моделях: анализ и основные особенности.	20
4.2. Численное исследование высокочастотных сигналов в моделях горизонтальных скважин	25
4.2.1. Метод моделирования.	26
4.2.2. Численные результаты.	27
4.3. Приближенные решения двумерных задач	28
5. РАЗВИТИЕ ИНТЕРПРЕТАЦИОННОЙ БАЗЫ ВИКИЗ	32
5.1. Экспресс-интерпретация данных ВИКИЗ, полученных в наклонно-горизонтальных скважинах.	32
5.2. Автоматизированная оценка радиального распределения электропроводности в пластах-коллекторах по данным высокочастотных индукционных каротажных зондирований.	34
6. ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ МАКРОАНИЗОТРОПИИ ТОНКОСЛОИСТЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ПО ДАННЫМ ВИКИЗ В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ	37
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	41
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.	42

ВВЕДЕНИЕ

Повышение требований к информативности, достоверности и точности результатов ГИС при изучении широкого спектра нефтегазовых месторождений обуславливает необходимость развития всего комплекса электрических и электромагнитных методов. В настоящее время наиболее широкое распространение имеют методы постоянного тока и низкочастотного (10-300 кГц) индукционного каротажа (ИК).

История развития ИК насчитывает около полувека. Теория геометрического фактора, являющаяся основой ИК, позволила обосновать и эффективно использовать многокатушечные фокусирующие системы, частично исключая влияние скважины и прилегающей к ней измененной зоны. По мере развития компьютерной техники, элементной базы и вычислительных технологий фокусирующие зонды уступили место многокатушечным системам с измерением реальных и мнимых составляющих сигналов на различных частотах и при разных расстояниях между генераторными и измерительными элементами. Быстрый прогресс в создании программных средств инверсии всего комплекса измеренных данных позволил добиться практически полного извлечения содержащейся в них информации о распределении геоэлектрических характеристик разрезов, вскрытых скважинами. Таким образом, во многом достигнут предел дальнейшего расширения области применимости ИК.

Дальнейшее развитие методов низкочастотного индукционного каротажа будет, вероятно, происходить за счет *технологических усовершенствований и, частично, - за счет усложнения интерпретационной модельной базы*. Возможны варианты совместной интерпретацией комплекса данных по постоянному току и низкочастотной индукции (например, БКЗ+ИК или БКЗ+БК+ИК). Однако на этом направлении существует целая область нерешенных теоретических проблем, связанных с учетом микростроения геологических отложений и неоднородностей пространственного распределения физических характеристик. Вследствие этих причин единая петрофизическая модель флюидонасыщенных осадочных пород может трансформироваться в разные и даже несовместимые по удельному электрическому сопротивлению (УЭС) эффективные геоэлектрические модели для постоянного и низкочастотного переменного токов. Такого рода эффекты могут быть обусловлены как различием масштабов пространственного осреднения, так и разными механизмами генерации постоянного электрического и переменного магнитного полей.

Существенно более скромные практические результаты получены с использованием электромагнитных сигналов другой крайней области частотного (выше нескольких десятков мегагерц) диапазона - диэлектрического каротажа.

Как известно, *глубина проникновения* электромагнитных волн *сильно зависит от электропроводности* горных пород и в терригенном разрезе (с сопротивлением единицы-десятки Ом·м) *не превышает нескольких сантиметров*. Следовательно, в этих случаях может идти речь об изучении либо глинистой корки, либо прилегающих к скважине областей зоны проникновения. Несомненно, одним из факторов, сдерживающих развитие диэлектрического каротажа, является сложность расчетов электромагнитных откликов и построения инверсионных процедур для полной системы уравнений Максвелла. Вместе с тем отметим, что в отличие от низкочастотной области, где может быть измерена и изучается только реальная часть электропроводности, в волновой области электропроводность носит комплексный характер

1. Метод высокочастотного электромагнитного каротажа (ВЭМК)

ВИКИЗ – это метод высокочастотного индукционного каротажно-изо-параметрического зондирования. Метод разработан в Институте геологии и геофизики Сибирского отделения РАН под руководством проф. Ю.Н. Антонова. ВИКИЗ - одна из модификаций ВЭМК, использует промежуточный (между ИК и ДК) частотный диапазон (от 800кГц до 40 МГц). Этим обстоятельством определяются как его возможности, так и принципы построения зондов. Аналогично индукционному каротажу в ВЭМК используется принцип частотно-геометрических зондирований. Как и в диэлектрическом каротаже, в ВЭМК измеряются приращения относительных характеристик (фаз и относительных амплитуд между двумя сближенными приемными катушками). Сочетание высокочастотного возбуждения и измерения приращений относительных характеристик позволяет оптимально согласовать повышение вертикального разрешения при сохранении приемлемой радиальной глубинности. ***Действительно, повышение в 5-10 раз частот по сравнению с ИК обеспечивает значительное (до 3 раз) улучшение пространственного разрешения.*** Измерение относительных сигналов позволяет ***существенно подавить влияние скважины*** в этом сравнительно высокочастотном диапазоне. К настоящему времени остаются нереализованными многие возможности ВЭМК. Очевидна технологическая линия развития - увеличение количества измеряемых характеристик на большом числе частот и зондов. Наибольшего эффекта можно ожидать при переходе от оценки УЭС к определению реальной и мнимой частей комплексной электропроводности горных пород. Вероятно, в этом случае удастся значительно уточнить критерии для оценки типа флюидонасыщения, разделения глинистых нефтесодержащих и водонасыщенных коллекторов, а также решить некоторые другие за-

дачи. Успех в этой области будет во многом связан с петрофизическим обоснованием и постановкой достаточно точных измерений комплексной электропроводности на представительных выборках кернового материала. В настоящее время разработаны высокоэффективные алгоритмы имитации высокочастотных электромагнитных полей и их инверсии, основанные на синтезе приближений Борна и Рытова, а также программы двумерного и трехмерного моделирования диаграмм ВИКИЗ в реальных ситуациях. Таким образом, существуют все предпосылки для быстрого развития и резкого повышения геологической эффективности ВЭМК как в вертикальных, так и в наклоннонаправленных скважинах.

Вместе с тем существует ряд весьма актуальных задач, для решения которых целесообразно объединить ВЭМК с другими методами.

Так, для целей каротажа в процессе бурения весьма информативным будет комплекс высокочастотного электромагнитного и диэлектрического зондов. Действительно, *в первые моменты* времени после вскрытия пласта скважиной *практически отсутствует зона проникновения* и становится возможной оценка удельного электрического сопротивления и диэлектрической постоянной отложений, слагающих пласт-коллектор.

В связи с необходимостью детального изучения трещиноватых коллекторов *большой интерес вызывает оценка азимутальной анизотропии*. Как известно, электромагнитные системы имеют слабо зависящие от азимутального угла диаграммы направленности и не могут отдельно использоваться для решения этой задачи. Представляется весьма перспективным использование комплекса ВЭМК и разноглубинного бокового каротажа с азимутальной фокусировкой. В этом случае *удастся сочетать высокое вертикально-радиальное разрешение ВЭМК и вертикально-азимутальное БК*.

В настоящее время эти и многие другие из направлений развития ВЭМК находятся на стадиях экспериментальной проверки в Институте геофизики СО РАН и фирме «Луч».

2. ВИКИЗ - ОБОСНОВАНИЕ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

2.1. Вопросы обоснования и разработки аппаратуры ВИКИЗ и интерпретации

Вертикальные и радиальные электрические неоднородности горных пород с наибольшей достоверностью отражаются теми методами ГИС, в которых заложены *принципы зондирования с высокой разрешающей способностью*.

Метод ВИКИЗ отличается от всех методов индукционного каротажа *вы-*

сокой локальностью откликов, которая обеспечивается не только размерами зондов (от 0,5 до 2 м), но и высокими частотами (от 14 до 0,875 МГц). Особенно важными условиями также являются:

- измерение относительных характеристик магнитных полей;
- применение подобных зондов и размещение зондовых элементов в соответствии с коэффициентом геометрического подобия;
- использование частот зондов с последовательным их уменьшением по мере увеличения их длин (принцип частотно-геометрического подобия).

Огромные по масштабам нефтепромысловые работы в Западной Сибири, выполненные к концу 70-х годов, дали обширный материал, на основе которого были созданы соответствующие геологические модели. По результатам ГИС и петрофизическим измерениям были установлены основные закономерности и диапазоны физических величин, характеризующих осадочные породы по их пористости, проницаемости, насыщению и другим параметрам.

На рис. 2.1 приведена схема обоснования и интерпретации ВИКИЗ, исходным пунктом которой являются геологические модели и физические свойства пород. Для обоснования основных параметров ВИКИЗ были использованы известные к тому времени геолого-геофизические и петрофизические сведения по моделям электрического каротажа и лабораторным измерениям [1].

Скоростное бурение скважин в районах Сургутского свода требовало значительных усилий от геофизических служб. Все большее усложнение геоэлектрических разрезов, связанное с необходимостью вовлечения в разработку продуктивных пластов малой мощности, и широкое развитие наклонно-вертикального бурения требовали новых более технологичных и экономически эффективных средств измерений электрических свойств пород. Новые технические решения, реализованные в методе ВИКИЗ, в какой-то мере базировались на предшествующих разработках диэлектрического и высокочастотного индукционных методов [2-4]. Уже первые опытные работы с макетами аппаратуры **ВИКИЗ** показали, что данный метод *может решать задачи электрокаротажа в сложных геоэлектрических условиях за одну спускоподъемную операцию.*

Безусловным ядром разработки ВИКИЗ явились *исследования по теоретическому обоснованию метода* (см. рис.2.1). Математическим моделированием были исследованы не только традиционные вертикальные и радиальные характеристики ВИКИЗ. На основе этих работ были оптимизированы конструктивные параметры зондового комплекса (изопараметры) с ориентацией на геоэлектрические условия Среднего Приобья. *На первом этапе работ на основе математического моделирования были разработаны методические рекомендации по интерпретации данных ВИКИЗ (палетки).* С появлением компьютерных технологий создана специализированная система обработки и интерпретации

данных **ВИКИЗ** (**ЭРА-ВИКИЗ** и **ЭРА-ВИКИЗ-ПЛЮС**).

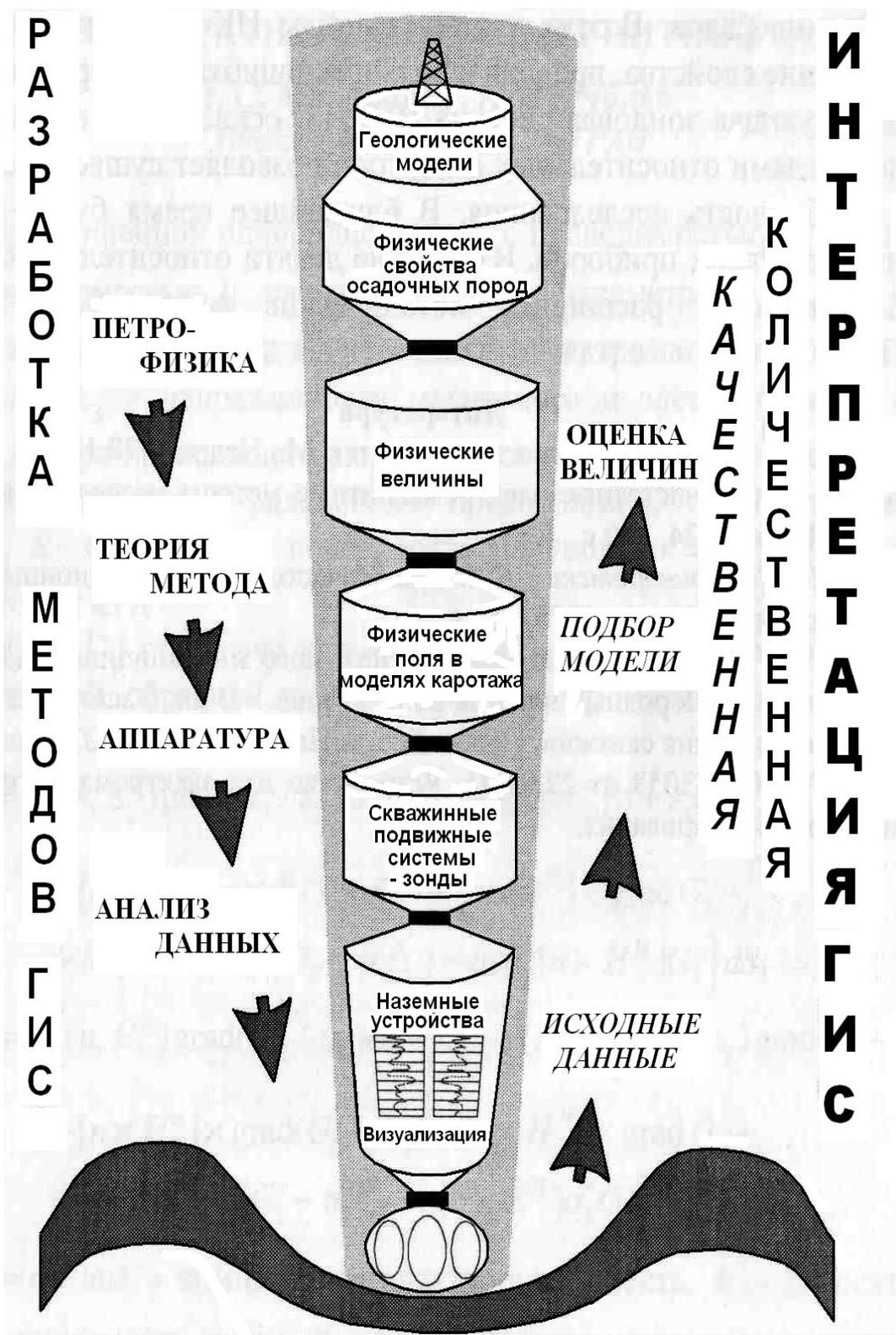


Рис. 2.1. Схема обоснования и интерпретации ГИС

Возвращаясь к схеме (см. рис. 2.1), отметим **один из самых важных**

блоков в разработке метода - это **подвижные скважинные устройства – зонды**. Отметим некоторые их особенности. Измерительные катушки зондов размещены в нижней части скважинного прибора, а генераторные – вверху, ближе к электронному блоку. Все генераторные и измерительные элементы (катушки индуктивности) размещены внутри длинного двухметрового зонда. Время работы каждого зонда в одном цикле переключения всех пяти зондов составляет 1/50 секунды. Это позволяет одну и ту же катушку измерительной пары зонда меньшей длины (наиболее удаленную в зонде) использовать в зонде последовательно большей длины в качестве ближней. Такое дублирование измерительных элементов позволило упростить конструкцию зонда - вместо десяти измерительных катушек применено шесть. Наиболее важным элементом зондовой системы является М-индуктивный фильтр. Здесь М – число транзитных проводов, проходящих от электронного блока через генераторные катушки к измерительным системам. В зондовой системе, непосредственно около катушек, размещаются электронные блоки и соответствующие переключающие устройства.

Измеренные сигналы в цифровом коде передаются на поверхность и регистрируются в каротажных устройствах. Последний блок на рис.2.1 соответствует этому этапу.

По своей сути ВИКИЗ является вариантом боковых каротажных зондирований БКЗ в индукционном исполнении. В методе используется принцип частотно-геометрического зондирования, в котором увеличение глубины исследования достигается, во-первых, за счет увеличения длины зонда и, во-вторых, за счет уменьшения частоты электромагнитного поля.

Аппаратура ВИКИЗ содержит 5 трехкатушечных зондов разной длины, работающих каждый на своей частоте, которые поочередно подключаются к измерительной линии. Измеряемой величиной является разность фаз сигнала в двух приемных катушках, которая передается на поверхность в виде цифрового кода.

Применение двух измерительных катушек позволяет минимизировать влияние на результаты измерений самой скважины.

Изопараметричность понимается как сохранение одинаковых показаний всех зондов в одной и той же однородной среде с постоянным значением электропроводности.

Для достижения изопараметричности выполняются два условия:

$$1) L \cdot \sqrt{f} = \text{const}_1;$$

$$2) \frac{\Delta L}{L} = \text{const}_2, \text{ где } L - \text{длина}; \Delta L - \text{база зонда}; f - \text{частота поля.}$$

Если показания разных зондов не совпадают между собой, это свидетель-

ствует о радиальной неоднородности удельного электрического сопротивления (УЭС).

Так как все зонды имеют разную длину и разную частоту электромагнитного поля, то основной вклад в измеряемый сигнал вносят цилиндрические зоны, неодинаково удаленные от оси зонда. Чем меньше частота и чем больше длина зонда, тем больше удалена от оси зонда область, влияющая на его показания.

По этой причине показания малых зондов характеризуют УЭС зоны проникновения, а больших – неизменной части пласта.

Аппаратура ВИКИЗ

Аппаратура ВИКИЗ обеспечивает измерение разности фаз $\Delta\phi$ между ЭДС, индуцируемыми в измерительных катушках 5 трехкатушечных зондов. Соответственно в процессе каротажа регистрируются 5 кривых, характеризующих кажущееся сопротивление среды на разном удалении от оси скважины. Для упрощения конструкции зонда одна и та же приемная катушка используется в двух соседних зондах.

Предусмотрена возможность регистрации только одной диаграммы индукционного каротажа с зондом, который может быть выбран с поверхности. Скважинный снаряд ВИКИЗ имеет специальный электрод для записи ПС.

На рис. 2.2 показано расположение генераторных и измерительных катушек в скважинном приборе ВИКИЗ, а в табл. 2.1 приведены частотно-геометрические характеристики всех зондов.

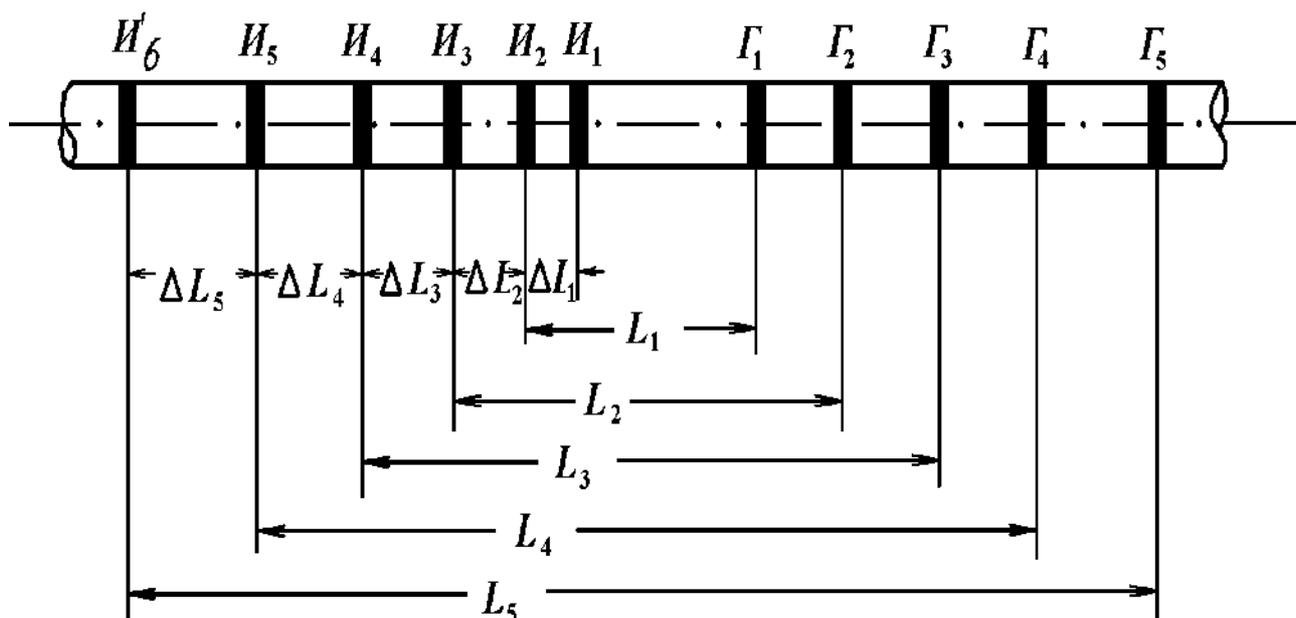


Рис. 2.2. Конструкция многокатушечного зонда ВИКИЗ

Таблица 2.1

Частотно-геометрические характеристики зондов ВИКИЗ

Символ зонда	Длина зонда L , м	База зонда ΔL , м	Частота f , МГц
$I_2 0,1 I_1 0,40 \Gamma_1$	0,50	0,10	20,0
$I_3 0,14 I_2 0,57 \Gamma_2$	0,71	0,14	8,0
$I_4 0,20 I_3 0,80 \Gamma_3$	1,00	0,20	4,0
$I_5 0,28 I_4 1,13 \Gamma_4$	1,41	0,28	2,0
$I_6 0,40 I_5 1,60 \Gamma_5$	2,00	0,40	0,8

Вертикальные и радиальные исследовательские характеристики зондов ВИКИЗ оптимизированы для геолого-технологических условий нефтегазовых месторождений.

2.2. Вопросы интерпретации ВИКИЗ

Результатом каротажа по методу ВИКИЗ являются кривые, отражающие изменение кажущегося удельного сопротивления по разрезу скважины.

Кривые зондов ВИКИЗ обычно совмещаются на одной дорожке бумажной копии и имеют общий масштаб измеряемого параметра (разности фаз). При этом шкалу можно представлять либо в градусах (линейная), либо в Ом·м (логарифмическая). Шкала градусов линейная, логарифмическая шкала сжата в области высоких значений и значительно расширена для средних (5-20 Ом·м) и малых (меньше 5 Ом·м) величин.

При интерпретации результатов ВИКИЗ выделяют в разрезе интервалы, где наблюдается расхождение диаграмм зондов разной длины с превышением показаний малых зондов над показаниями больших. Эти интервалы соответствуют пластам-коллекторам с повышающим проникновением бурового раствора.

Далее осредняют диаграмму каждого зонда в пределах пласта и строят кривую зондирования: $\rho_k = -f(L)$. Если пласты имеют достаточно большую мощность и на результаты измерений мало влияют вмещающие породы, кривые получаются близкими к теоретическим.

Для теоретических расчетов используются цилиндрически слоистые модели (как для БКЗ).

Примеры кривых зондирования для пластов разной литологии приведены на рис. 2.3.

На рис. 2.3, а представлена кривая, полученная для нефтенасыщенного коллектора с повышающим проникновением без окаймляющей водной оторочки. Кажущееся сопротивление малого зонда приблизительно равно сопро-

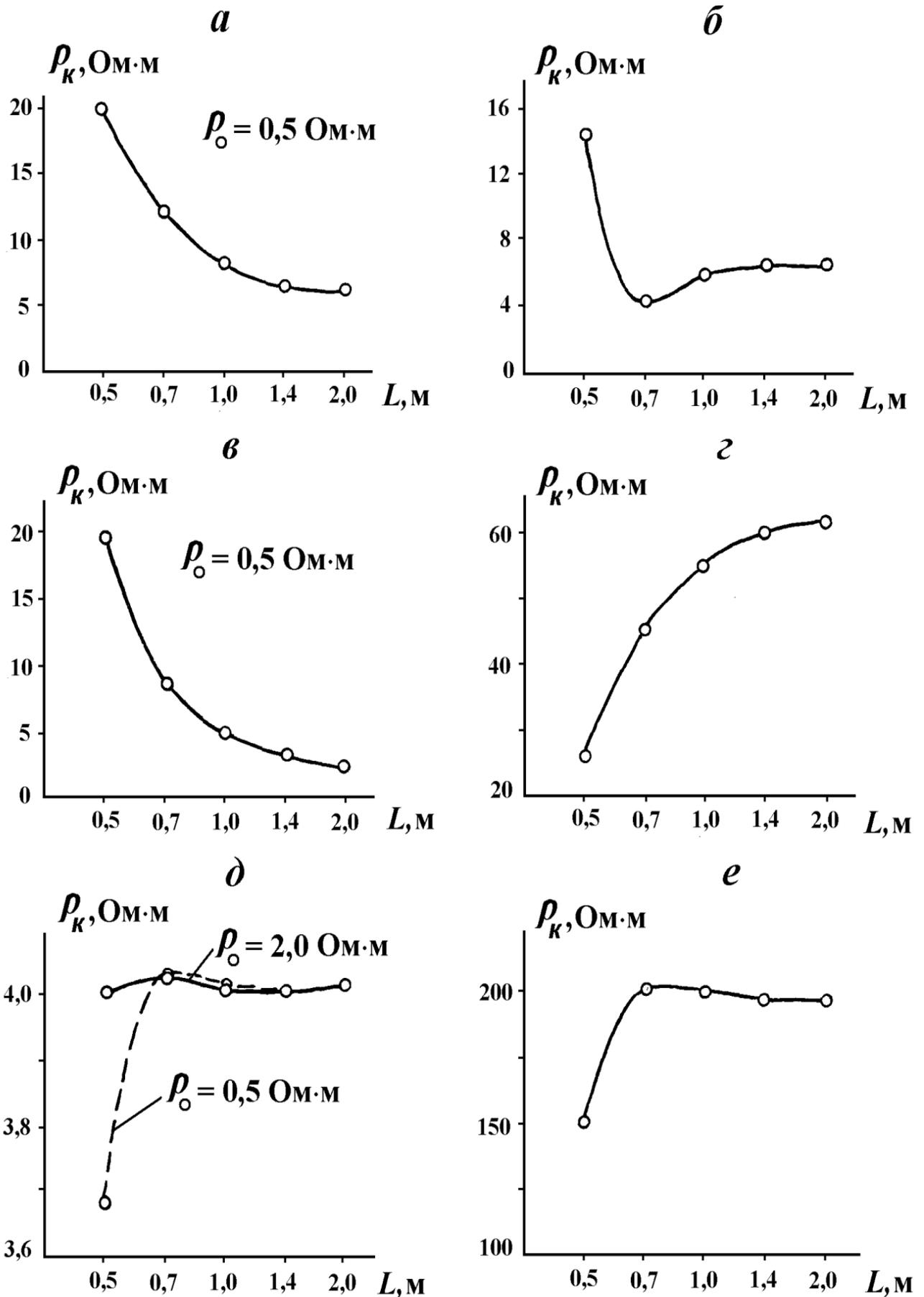


Рис. 2.3. Кривые зондирования над пластами различной литологии и разного насыщения

тивлению зоны проникновения ($\rho_k^{0,5} \approx \rho' = 20 \text{ Ом}\cdot\text{м}$), КС большого зонда приближается к сопротивлению неизменной части пласта ($\rho_k^{2,0} \rightarrow \rho_{\text{нг}} = 6,50 \text{ Ом}\cdot\text{м}$).

На рис. 2.3, б – аналогичная зависимость для нефтенасыщенного пласта, зона проникновения фильтрата в котором имеет водную оторочку. Кривая зондирования имеет явно выраженный минимум между КС 1-метрового и 0,5-метрового зондов. КС зонда 0,7 м соответствует сопротивлению водной оторочки. КС большого 2-метрового зонда характеризует сопротивление неизменной части пласта $\rho_{\text{нг}} = 6,50 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, а КС малого 0,5-метрового зонда – сопротивление зоны проникновения вблизи стенки скважины $\rho' = 14 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

На рис. 2.3, в приведена кривая зондирования для водонасыщенного коллектора с повышающим проникновением. КС на ней уменьшается с увеличением длины зонда. Показания больших зондов различаются между собой ($\rho_k^{1,4} > \rho_k^{2,0}$), что свидетельствует о большом диаметре зоны проникновения; $\rho_{\text{вп}} = 2,50 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

На рис. 2.3, г приведена кривая зондирования для газоносного пласта с понижающим проникновением бурового раствора. Сопротивление пласта $\rho_{\text{нг}} = 60 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, зоны проникновения $\rho' = 22 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

На рис. 2.3, д – кривая зондирования для пласта глин. Кривая $\rho_k = f(L)$ ставится прямолинейной начиная с зонда $L = 0,7 \text{ м}$, на уровне невысоких показаний $\rho_{\text{пл}} = 4,0 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

Понижение КС на малом 0,5 м зонде при $\rho_0 = 0,5 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ объясняется неглубоким проникновением раствора в пласт в связи с техногенной трещиноватостью.

На рис. 2.3, е – кривая зондирования над уплотненным непроницаемым пластом.

Показания на больших зондах, начиная с $L = 0,7 \text{ м}$, примерно одинаковы и идут на высоком уровне: они характеризуют УЭС этого пласта ($\rho_{\text{пл}} = 200 \text{ Ом}\cdot\text{м}$). Уменьшение показаний на малом зонде $L = 0,5 \text{ м}$ объясняется влиянием скважины.

Для интерпретации результатов ВИКИЗ разработано программное обеспечение, которое посредством подбора кривых зондирования позволяет определить для каждой радиальной зоны, включая водную оторочку, ее УЭС и толщину (Эпов, Антонов, 2000).

2.2.1. Интерпретация ВИКИЗ в вертикальных скважинах

Учитывая геоэлектрические условия в Западной Сибири и высокую разрешающую способность зондирования зондов ВИКИЗ, можно уже на качественном уровне интерпретации данных получить достаточно убедительные и достоверные сведения о геологическом разрезе. Вопросам количественной интерпретации будут посвящены отдельные сообщения. Мы же остановимся на некоторых важных вопросах качественного анализа и интерпретации ВИКИЗ.

Как известно, зонды ВИКИЗ практически исключают параметры скважины и прилегающие к ней области. Поэтому результаты измерений каждого зонда отражают электрические свойства на различных расстояниях от скважины. Зонды малой длины в большей мере отмечают условия замещения пластовых флюидов фильтратом промывочной жидкости, чем зонды средней и большой длины. В отличие от зондов ИК малой длины, основанных на измерении активных компонент поля и имеющих низкий уровень отношения полезного сигнала к прямому полю, аналогичные по длине зонды ВИКИЗ исследуют ближнюю зону более точно. По результатам зондирования достаточно просто выделяются глина и песчаник. Уверенно выделяются водоносные пласты-коллекторы при контрастной минерализации фильтрата и пластовой воды. Продуктивные коллекторы часто имеют характерные последовательности показаний кажущихся удельных сопротивлений при наличии подвижной пластовой воды. Их распознавание улучшается при совместном анализе с ПС. Плотные непроницаемые пласты, как правило, малой мощности, хорошо выделяются совместно с НГК, а при определенном навыке - и по данным ВИКИЗ. Радиальные характеристики зондов ВИКИЗ практически не зависят от типа проникновения. В целом зонды ВИКИЗ чувствительны к удаленным неоднородностям и сохраняют чувствительность до глубин, примерно равных длине зонда. Этот вывод справедлив как для цилиндрически слоистых сред (скважина вертикальная), так и для плоских границ двух сред, в одной из которых скважина горизонтальная и зонды ВИКИЗ расположены параллельно границе.

Интерпретация кривых с признаками проводящей окаймляющей зоны (когда каротажные кривые инвертируют относительно показаний зондов промежуточной длины) требует определенной осторожности. Поскольку число измерений совпадает с количеством неизвестных модельных параметров, то на параметры окаймляющей зоны следует вводить априорные физически обоснованные ограничения. Расчеты показывают, что радиальная толщина окаймляющей зоны может быть в пределах 10-20 % от радиального размера зоны проникновения, а ее УЭС не может быть меньше, чем у водоносных пластов примерно той же пористости. Такая априорная информация позволяет корректно определить параметры зоны проникновения. Опыт показывает, что истинное УЭС нефтесодержащего пласта определяется с высокой точностью, независимо от введения априорных данных для окаймляющей зоны.

Достоверность результатов радиального зондирования в пластах-коллекторах зависит от влияния вмещающих пласт пород. Моделированием установлено, что изопараметрические зонды начинают отмечать границу между пластами на расстоянии, равном приблизительно 0,9 от длины зонда. При этом генераторная катушка находится на границе пластов. Резкое изменение кривой начи-

нается с момента перехода измерительных катушек через границу. Когда зонд полностью находится в пласте, экстремум соответствует значению УЭС пласта.

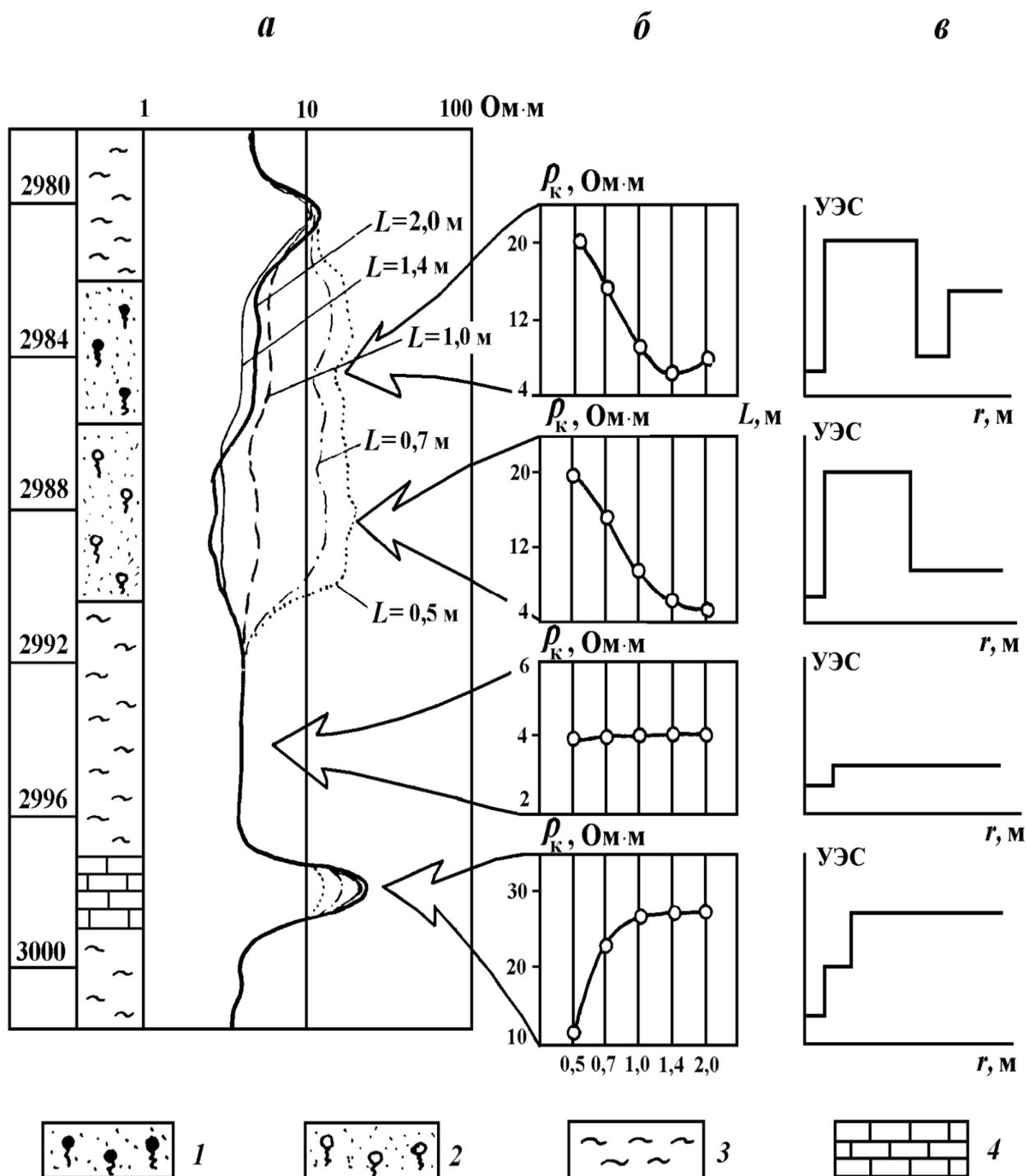


Рис.2.4. Диаграммы ВИКИЗ (а), кривые зондирования (б), результаты машинной интерпретации (в) в одной из нефтеразведочных скважин:

1 – песчаник нефтенасыщенный; 2 – песчаник водонасыщенный; 3 – глина; 4 – известняк

Таким образом, если толщина пласта равна или больше 1,4 длины зонда, то экстремальные показания в пласте соответствуют его удельному сопротивлению. Интерпретировать чередование тонких пластов различного удельного

сопротивления позволяет компьютерная программа, учитывающая всю совокупность взаимного влияния вертикальных и радиальных неоднородностей на зонды ВИКИЗ.

На рис. 2.4 приведен фрагмент геологического разреза одной из скважин в Тюменской области с диаграммами ВИКИЗ (*а*), кривыми зондирования для нескольких пластов (*б*) и результатами их машинной интерпретации (*в*).

Сопоставление результатов ВИКИЗ и БКЗ показывает, что по величине сопротивления пласта оба метода дают очень близкие показания, а вот по сопротивлению и диаметру зоны проникновения имеются большие расхождения. При этом ВИКИЗ позволяет более детально изучить строение зоны проникновения и определить УЭС ее различных частей, включая полностью промытые породы и окаймляющую зону «водной оторочки» в нефтенасыщенных коллекторах.

Неблагоприятными условиями для метода ВИКИЗ являются наличие высокоомных пород и сочетание низкоомного бурового раствора ($\rho_0 < 0,01 \text{ Ом}\cdot\text{м}$) и его глубокого понижающего проникновения.

2.2.2. Интерпретация ВИКИЗ в горизонтальных скважинах

Полученные в горизонтальных скважинах данные удовлетворительно интерпретируются с использованием программ для скважин вертикально-наклонного бурения.

Вместе с тем слоистость формации создает макроанизотропию удельного сопротивления продуктивного пласта. При малых углах встречи со слоистыми структурами малый зонд ВИКИЗ отмечает такого рода чередование пропластков.

Формирование асимметричных зон проникновения не оказывает заметного влияния на диаграммы. Соответствующее математическое моделирование подтверждает этот факт.

Характерные изменения формы кривых ВИКИЗ наблюдаются при приближении скважины к границам *латеральных неоднородностей внутри пласта* и при пересечении скважиной *субвертикальных высокоомных уплотнений*. Эти два типа неоднородностей по-разному отражаются на кривых зондирований.

Если скважина пересекает латеральное уплотнение под малым углом, то кривые существенно расширяются от короткого зонда к длинному, *поскольку длинные зонды обнаруживают неоднородность в первую очередь*.

При пересечении скважиной субвертикальных неоднородностей (типа «залеченный разлом» внутри пласта) *форма кривых отличается крутыми фронтами* и в ряде случаев одинаковыми показаниями УЭС для всех зондов (если мощность неоднородности превышает длину самого большого зонда). Не исключено, что эти уплотнения могут быть весьма протяженными внутри залежи.

Оба этих вывода подтверждаются соответствующим математическим моделированием.

Другой пример особого поведения кривых зондирования в горизонтальных скважинах связан с инверсией показаний длинного зонда (или нескольких зондов) в зависимости от расстояния скважины до границы пласта более высокого удельного сопротивления. Отмечаемые аномалии могут прослеживаться на довольно больших интервалах (сотни метров).

Трактовать и интерпретировать такие аномалии можно двояко.

В первом случае инверсия кривых - ***признак окаймляющей зоны*** (скважина находится в нефтеносном пласте), во втором - ***как признак приближения скважины к латеральной границе пласта более высокого удельного сопротивления*** (газоносный или уплотненный). Во втором случае ***может помочь анализ временных замеров***. Обычно показания длинного зонда при временных измерениях остаются неизменными, а показания малых зондов изменяются (на одном и том же интервале), поскольку возможно продолжение фильтрации промывочной жидкости в пласт. Однако следует учитывать и внимательно сопоставлять ранние замеры с поздними. В сериях повторных измерений ***нефтеносные интервалы слабо реагируют на фильтрацию из скважины, в отличие от водоносных***. При этом показания длинного зонда не изменяются. ***Расчетами показано, что для двух сред, в одной из которых скважина и зонды ВИКИЗ расположены параллельно границе, чувствительность зондов к латеральным границам проявляется на расстояниях, равных длине зонда.***

2.3. Об ограниченности ВИКИЗ в глубинности исследования

Этот вопрос обсуждается и в профессиональной печати, когда сопоставляют методы низкочастотного каротажного зондирования, и в устных беседах, при обсуждении методов электрометрии.

При исследовании скважин эксплуатационного бурения имелась большая потребность в новейших приборах для электромагнитного зондирования. Разработчики ВИКИЗ учитывали специфические геоэлектрические условия основных нефтедобывающих регионов Западной Сибири. *Уже первые испытания макетов аппаратуры подтвердили его лучшие характеристики по сравнению с другими методами зондирования.* Однако глубина исследования самого длинного двухметрового зонда ВИКИЗ соизмерима с аналогичным по длине градиент-зондом, а также уступает более длинным зондам БКЗ и низкочастотным индукционным зондам с высокой степенью фокусировки (8И1.4) при повышающем проникновении.

Однако в каких условиях эти глубинные зонды проигрывают ВИКИЗ?

Безусловно, при исследовании неоднородных пластов относительно малой мощности. При всех типах проникновения зонды ВИКИЗ мало изменяют свои радиальные характеристики, в отличие от традиционных зондов ИК.

2.4.О преимуществах ВИКИЗ

Изначальное противоречие между глубиной исследования и вертикальной разрешающей способностью - это известная в каротаже проблема. Преодоление этих противоречий требует компромиссного поиска для оптимального решения. Такое оптимальное сочетание вертикальных и радиальных характеристик найдено и реализовано в методе ВИКИЗ.

Необходимо отметить, что бурение на хорошо изученных площадях ведется ускоренными темпами, и технология обычно не требует смены режимов при бурении. Поэтому, при соблюдении согласованных с геофизиками требований к промывочным жидкостям, глубокого проникновения фильтрата в пласты-коллекторы не наблюдается. *Количество методов ГИС при эксплуатационном бурении ограничено требованиями заказчика. ВИКИЗ, с учетом его удачно сочетающихся характеристик, может быть инструментом для решения задач, возникающих при эксплуатационном бурении.*

Метод ВИКИЗ рекомендован Государственным комитетом по запасам МПР РФ для широкого применения.

ВИКИЗ обладает преимуществами перед низкочастотными методами индукционного каротажа, когда буровой раствор утяжелен железорудным концентратом с большим количеством магнетита и ему подобных минералов. В этих условиях зонды ИК не сохраняют свои фокусирующие свойства, приводя к большим ошибкам измерения.

Существующая зондовая система ВИКИЗ, оснащенная специальными измерителями относительных амплитуд, позволяет существенно увеличить глубинность исследования. В ближайшее время будут начаты испытания опытных приборов. Измерение девяти относительных характеристик позволит расширить методические возможности метода ВИКИЗ.

3. ОБЩЕТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И РАЗРАБОТКА НОВЫХ МЕТОДИК

3.1. Геологические модели нефтегазовых залежей Западной Сибири

К настоящему времени в Западной Сибири открыто 600 месторождений нефти и газа (около 1600 залежей). Значительная часть месторождений разраба-

тывается более 25 лет. Первоначальные геологические модели ограничивались представлением о чрезвычайно простом строении западносибирских месторождений с набором стандартных параметров. Эти модели отражены во многих публикациях, книгах, отчетах.

Геологические и геофизические параметры отражали сугубо статические модели и недостаточно характеризовали залежь как динамическую открытую систему с анизотропией всех ее свойств. В период разработки эта система «возмущена» техногенным воздействием и становится то **квазистабильной**, то **хаотической**. Резко изменяются многие свойства системы, в том числе и геофизические поля. Меняются минеральный состав, параметры коллекторов и насыщающие их флюиды.

Последующие исследования доказали, что палеозойские, юрские и даже меловые отложения во многих районах Западной Сибири подвержены глубокой флюидной переработке. Вследствие этого продуктивные резервуары представлены трещиноватыми и кавернозными породами.

Выявлен **сложный нестационарный геотермический режим** базальных отложений с резкими взаимопереходами, что отражается в контрастных значениях катагенетической преобразованности органического вещества (от протокатагенеза ПК₃ до апокатагенеза АК₁). Это особенно характерно для трещиноватых песчаников с вторичной пористостью и ярко выраженной гидротермальной минерализацией. Колебания показателей углефикации (катагенеза) определяются не глубиной залегания пород, а интенсивностью наложенной флюидной переработки.

Высокодебитные притоки нефти наблюдаются в скважинах, наиболее приближенных к зонам (очагам) субвертикальной трещиноватости или находящихся в пределах этих зон.

Флюидодинамическая активность носит, как правило, очаговый характер, сопровождается физико-химическими процессами и образованием новых минеральных ассоциаций. Это создает вещественную, геохимическую и геофизическую мозаику, часто осложняет палеорекострукции и предопределяет неуверенность в структурном картировании, особенно поверхности палеозоя (акустический хаос). «Возмущенная» система обладает всеми признаками неупорядоченности (хаоса). **Например, соотношение температуры, давления и объема, особенно изменчивое в зонах деструкции (разуплотнения пород), характеризует состояние системы.**

Обозначились новые направления в изучении нефтенасыщенных объектов как открытых динамических систем с быстро меняющимся состоянием, то резко "возбужденным", то близким к стабильному, что особенно характерно в период наложенных техногенных процессов (разведка и разработка).

При изучении таких систем можно использовать фрактальный аппарат как инструмент для познания скрытого порядка в «беспорядочных» анизотропных системах, каковыми являются залежи нефти. Известно, что многие вещества ведут себя как системы с фрактальной структурой. Фрактальные представления упрощают анализ турбулентного движения жидкости или газа, а также процесса протекания, что важно для технологии разработки месторождений.

При моделировании (по Н. П. Запивалову ИНГГ СО РАН) предполагается, что мозаичная (очаговая) продуктивность имеет фрактальную («рваную») структуру. Анализ данных по пластовым и горным давлениям с использованием кривых восстановления давления (КВД) в пластах с крупномасштабной фрактальной структурой является необходимым условием получения информации для *моделирования напряженно-деформированного состояния геосистемы*.

Проблема определения структурности фракталов, представленных неупорядоченными упругими средами, решается путем измерения фрактальной размерности сейсмоакустических сигналов. Результаты изучения связи между фрактонным спектром и фрактальными характеристиками упругих сред могут быть использованы для развития методов геологоразведки и геофизического мониторинга. Разрабатываемые в настоящее время на основе современных достижений физики фракталов, геофизики и математической физики принципиально новые методы комплексного анализа нефтегеологических систем позволяют конкретизировать информацию о них с учетом сложной топологии нефтяных коллекторов, пористой структуры нефтеносных слоев, изменения состояния месторождений в процессе их разработки.

С позиций фрактальной геофлюидодинамики можно предложить новое определение: залежь нефти - это открытая флюидодинамическая система, ограниченная порогом протекания и массо-энергопереносом, за пределами которого распространяется другая система (среда).

4. ОСОБЕННОСТИ ВИКИЗ В СЛОЖНОПОСТРОЕННЫХ СРЕДАХ

4.1. Синтетические диаграммы ВИКИЗ в трехмерных моделях: анализ и основные особенности

Детальный анализ диаграмм *ВИКИЗ* в скважинах *наклонно-направленного бурения* должен базироваться на *трехмерном моделировании*. Решения одномерных или осесимметричных двумерных задач могут быть использованы при инверсии только при оценке области их применимости. А такие ситуации, как *пересечение пласта неизометричной скважиной, наличие зоны проникновения сложной формы, расположение прибора на*

стенке скважины, могут быть адекватно промоделированы лишь при помощи алгоритмов, дающих решения существенно трехмерных задач.

Метод решения. Электромагнитное поле в трехмерной среде не допускает разделения на индукционную и гальваническую моды и редукции задачи к одному уравнению для потенциала (или одной из компонент поля). Поэтому для моделирования поля в произвольной среде использовали непосредственно систему уравнений Максвелла. Учитывая диапазон частот ВИКИЗ и характер убывания поля с удалением от генератора, ограничили расчетную область и поставили на ее границах условия равенства нулю всех компонент поля. Уравнения поля на неравномерной сетке аппроксимируются разностной противоточковой схемой второго порядка. Для решения системы разностных уравнений применен итерационный метод установления. Разностный оператор, стоящий в левой части построенной неявной разностной схемы, факторизуется на два треугольных оператора, которые допускают обращение по схеме бегущего счета.

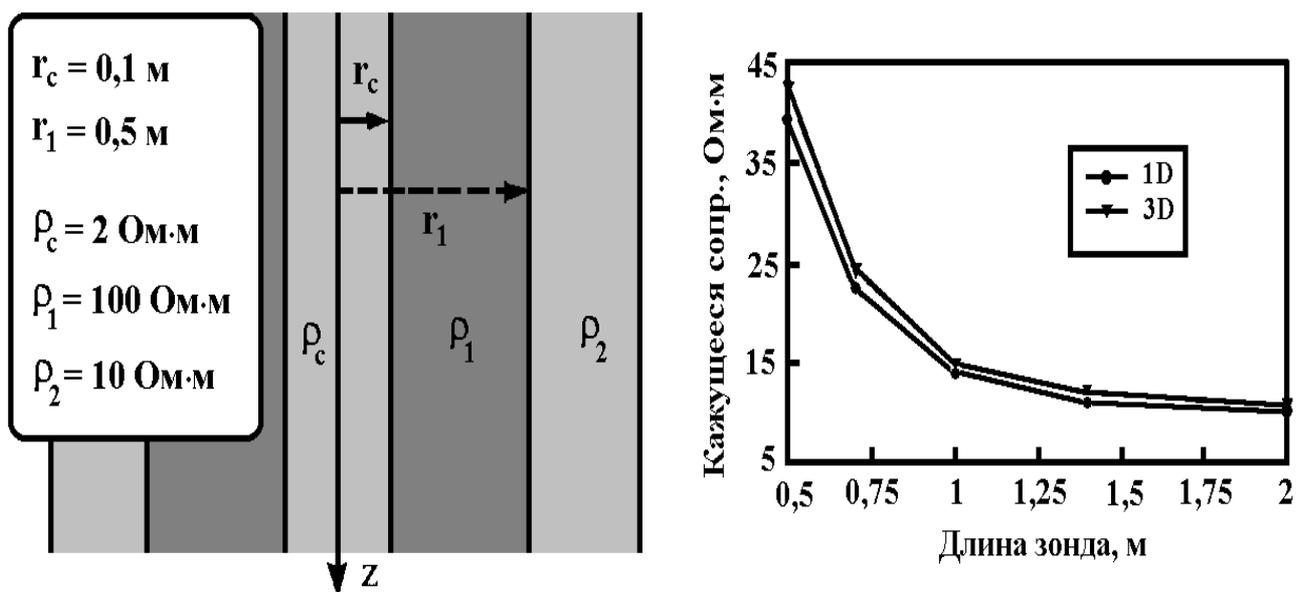


Рис. 4.1. Сравнение результатов расчетов для одномерной модели среды

Тестирование. Для подтверждения достоверности результатов моделирования в трехмерных средах было проведено сравнение рассчитанных компонент полей (и других характеристик) по указанному выше алгоритму и по независимым программам моделирования полей в одномерных и двумерных средах.

На рис. 4.1 приведены кривые зондирования ВИКИЗ для одномерной цилиндрически-слоистой среды. Конечно-разностное решение вычислено по программе трехмерного моделирования (кривая 3D), «точное» решение (1D) - через интегральные представления полей в цилиндрически-слоистой среде [6].

Результаты расчетов для двумерной осесимметрической модели скважины,

пересекающей границу раздела двух полупространств, приведены на рис. 4.2 (при $\alpha = 90^\circ$). Прямые 1D показывают асимптотические значения кажущегося сопротивления в моделях «скважина – пласт» вдали от границы, полученные как решение одномерной задачи. Линии, обозначенные 2D, есть кривые профилирования, рассчитанные по программе двумерного моделирования в осесимметрической среде. Кривые 3D рассчитаны по программе трехмерного моделирования при $\alpha = 90^\circ$. Результаты расчетов для всех зондов ВИКИЗ совпадают с практической точностью (до 5%). Максимальное отклонение кривых приходится на области с большим контрастом сопротивлений, причем форма кривых повторяется.

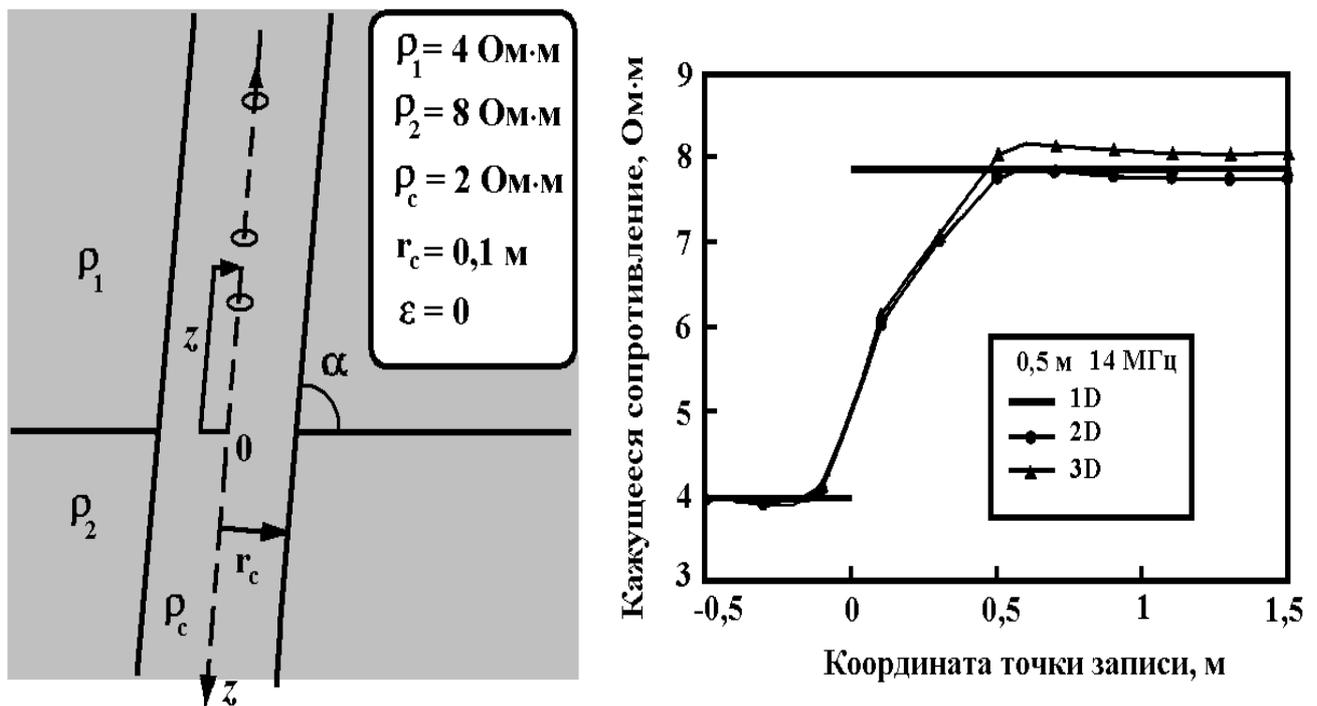


Рис. 4.2. Сравнение результатов расчетов для двумерной модели

Эта погрешность в областях с высокими значениями сопротивления вызвана недостаточным размахом и подробностью сетки, обусловленными имеющейся мощностью вычислительной техники. Расчеты на сетке из $45 \times 45 \times 61$ узлов требуют около 30 мегабайт оперативной памяти и час-полтора времени счета на компьютере (например, Pentium/266).

Результаты моделирования. Одной из наиболее важных с точки зрения инверсии является задача выделения интервалов пересечения наклонной скважиной кровли и подошвы изучаемого коллектора, а также водонефтяного контакта. Анализ результатов одномерного моделирования (пересечение зондом плоских границ коллектора) и их сравнение с реальными диаграммами показывают хорошее совпадение модельных и экспериментальных данных вдали от области пересечения. Причем область резкого различия одномерных модельных и скважинных диаграмм зависит от контраста сопротивлений, мощности

коллектора и более всего - от зенитного угла встречи. На рис. 4.3 изображены синтетические кривые профилирования зондов ВИКИЗ для тестовой модели,

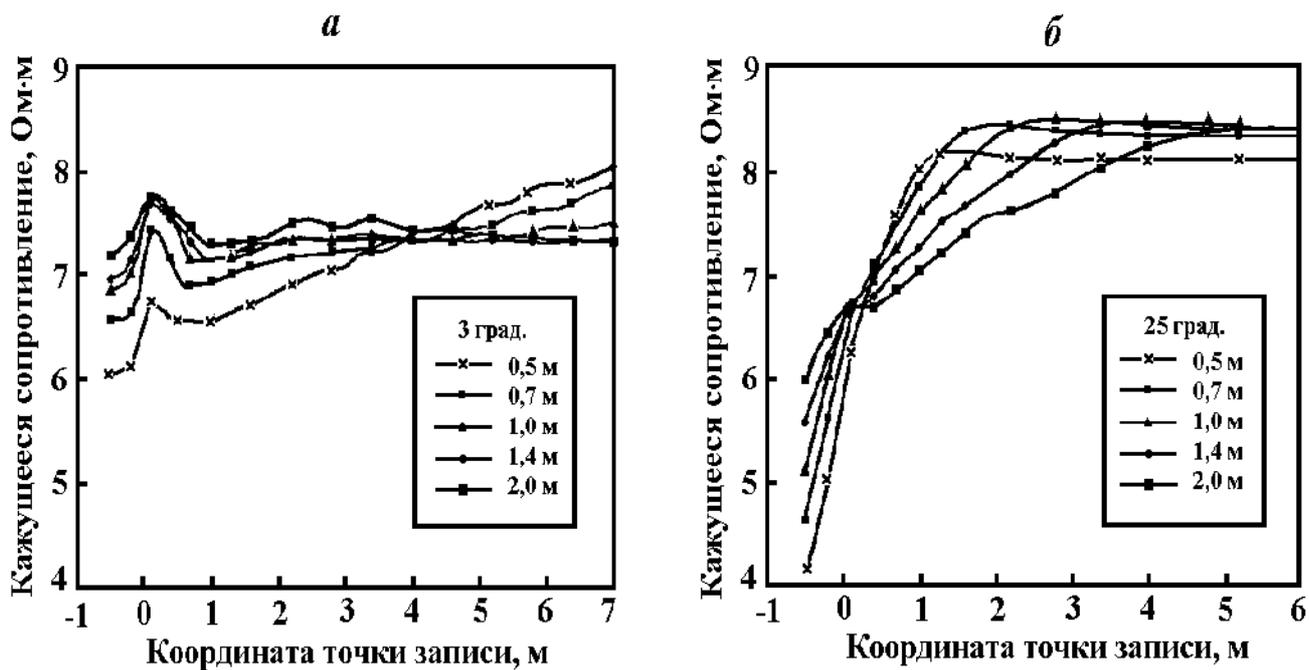


Рис. 4.3. Синтетические диаграммы ВИКИЗ. Зенитный угол 3° (а) и 25° (б)

когда наклонная скважина пересекает горизонтальную границу раздела двух сред под различными углами (см. рис. 4.2). Характерной особенностью формы

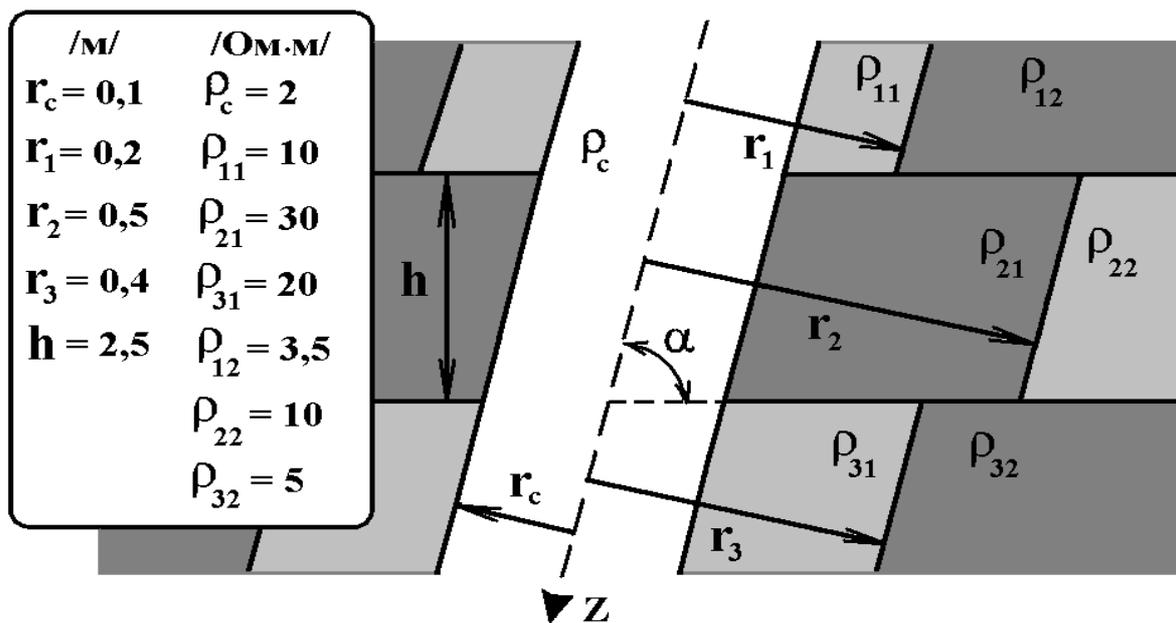


Рис. 4.4. Реальная трехмерная модель среды

кривых является наличие локальных экстремумов в окрестности границы при малых углах наклона. Следует отметить, что наличие скважины существенно сглаживает величину экстремумов, имеющих ярко выраженный характер в ее отсутствие. По-видимому, наличие зоны проникновения повлечет полное исчезновение экстремумов, что соответствует виду каротажных диаграмм.

Следующая модель (рис. 4.4), с характерными реальными значениями параметров была рассмотрена для того, чтобы исследовать, какие погрешности вносятся при замене слабонаклонной скважины вертикальной. Приведенные на рис. 4.5 результаты расчетов для двух зондов ВИКИЗ показывают, что отклонение скважины от вертикали до 10° не оказывает существенного влияния на кривые профилирования. Изменения, вносимые малыми углами наклона, вызваны лишь некоторым увеличением эффективной мощности пласта.

В настоящее время конечно-разностным методом решена задача моделирования сигналов ВИКИЗ в широком диапазоне трехмерных сред. Это дает возможность проводить анализ диаграмм ВИКИЗ в наклонных и горизонтальных скважинах.

4.2. Численное исследование высокочастотных сигналов в моделях горизонтальных скважин

Значительный рост числа скважин с субгоризонтальным завершением, предназначенных для увеличения ореола сбора нефти, побуждает к совершенствованию геофизических каротажных технологий. Приток углеводородов в горизонтальных стволах по сравнению с вертикальными возрастает от 4 до 20 раз.

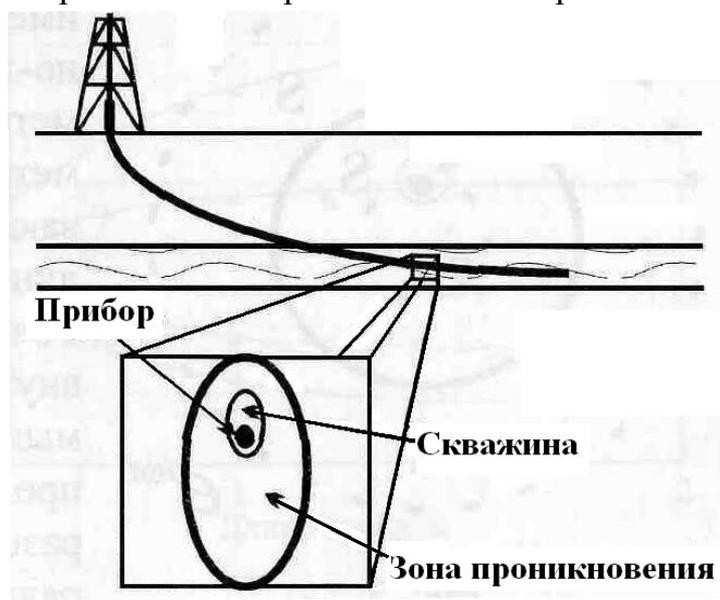


Рис.4.6. Асимметричность скважинного пространства

Особые условия, связанные с направленным бурением и процессом измерений (*асимметричность скважинного пространства, зоны проникновения и глинистой корки, совместное влияние плоских и квазицилиндрических границ, анизотропия, смещение зондов с оси скважины*), не позволяют использовать в полной мере уже разработанные интерпретационные подходы (рис. 4.6).

Содержание работы связано с моделированием электромагнитного поля применительно к аппаратному комплексу высокочастотного индукционного зондирования (ВИКИЗ). На основе эвристических заключений, литературных данных, анализа практических диаграмм и непосредственного производственного опыта выполнена типизация геоэлектрических моделей [7, 8 и др.]. Неоднородная структура околоскважинного пространства формируется под воздействием двух основных факторов – гравитационного (*a*) и капиллярного (*б*) (рис. 4.7).

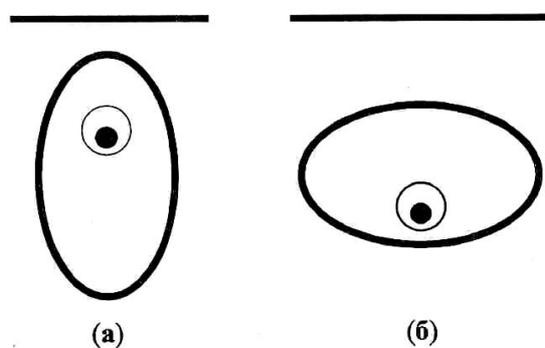


Рис. 4.7. Факторы неоднородности структуры околоскважинного пространства

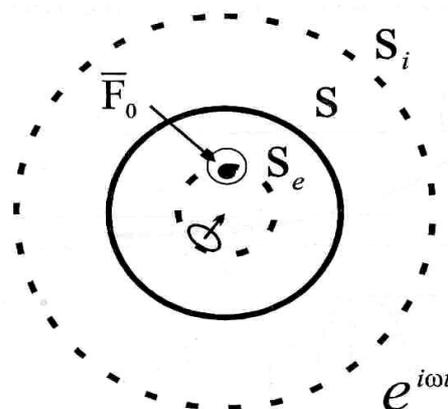


Рис. 4.8. Структура вспомогательных источников

Зенитный угол встречи с границами вскрытого пласта, трещиноватость коллектора и наличие контролирующих плотных пропластков определяют динамику развития вторичных зон (промытой, переходной и, как правило, окаймляющей).

4.2.1. Метод моделирования

Численное моделирование высокочастотных откликов основано на использовании метода поверхностных интегральных уравнений. Непрерывность касательных компонент электромагнитного поля на поверхностях скачкообразного изменения свойств определяет плотности аномальных токов и зарядов. Согласно принципу эквивалентности мы можем определить структуру вспомогательных источников на фиктивных поверхностях (рис. 4.8) и найти величины

их амплитудно-фазовых плотностей [9, 10]. Дискретный аналог соответствующей системы интегральных уравнений имеет вид неособенной матрицы блочно-диагонального типа и разрешается методом наименьших квадратов. Параметры пространственных сеток оказывают главное влияние на регуляризацию линейной алгебраической системы. Точность решения контролируется как внутренними тестами, так и независимыми результатами, полученными по программам, использующим конечные разности и разложения в гармонические ряды.

4.2.2. Численные результаты

Рассмотрена последовательность двумерных моделей околоскважинного пространства для изучения отдельного и совместного количественного вклада присутствия различных факторов. Представлены синтетические примеры диаграмм ВИКИЗ для следующих случаев.

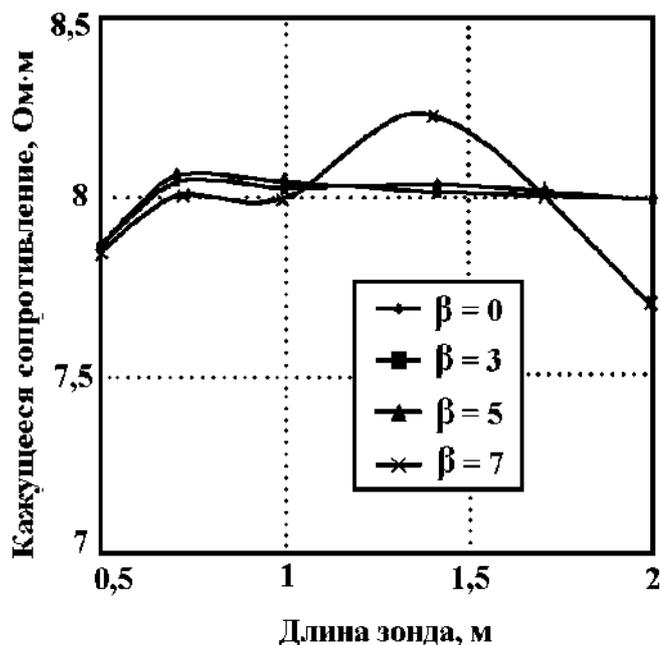
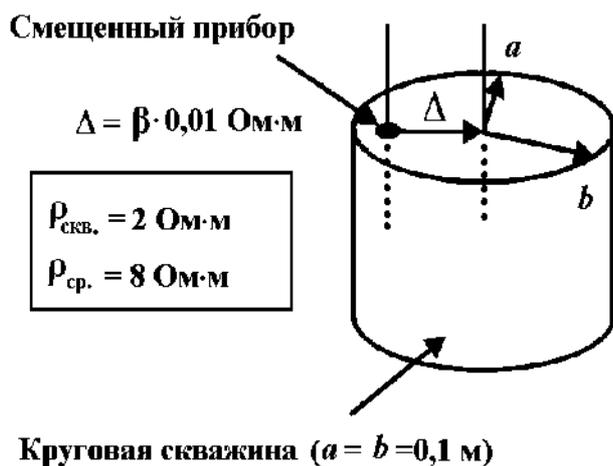


Рис. 4.9. Схема смещения зондирующей системы

Рис. 4.10. Сопротивление пласта

1. Смещение зондирующей системы с оси скважины (рис.4.9). Для смещений 0-0,06 м кривые зондирования полностью выходят на асимптоту (сопротивление пласта), начиная со второго зонда (рис. 4.10). Для смещения более 0,07 м результат становится неустойчивым, и требуется переход к локально-неравномерной организации сеток. Отклонения от асимптоты не превышают 3 %.

2. Вариация контраста для эллиптической зоны проникновения (рис.4.11). Положение зондов – центральное. Все кажущиеся сопротивления монотонно изменяются с увеличением длины зонда. Значения для первого зонда примерно

соответствуют сопротивлению зоны проникновения, а значения на длинных зондах выходят на сопротивление пласта.

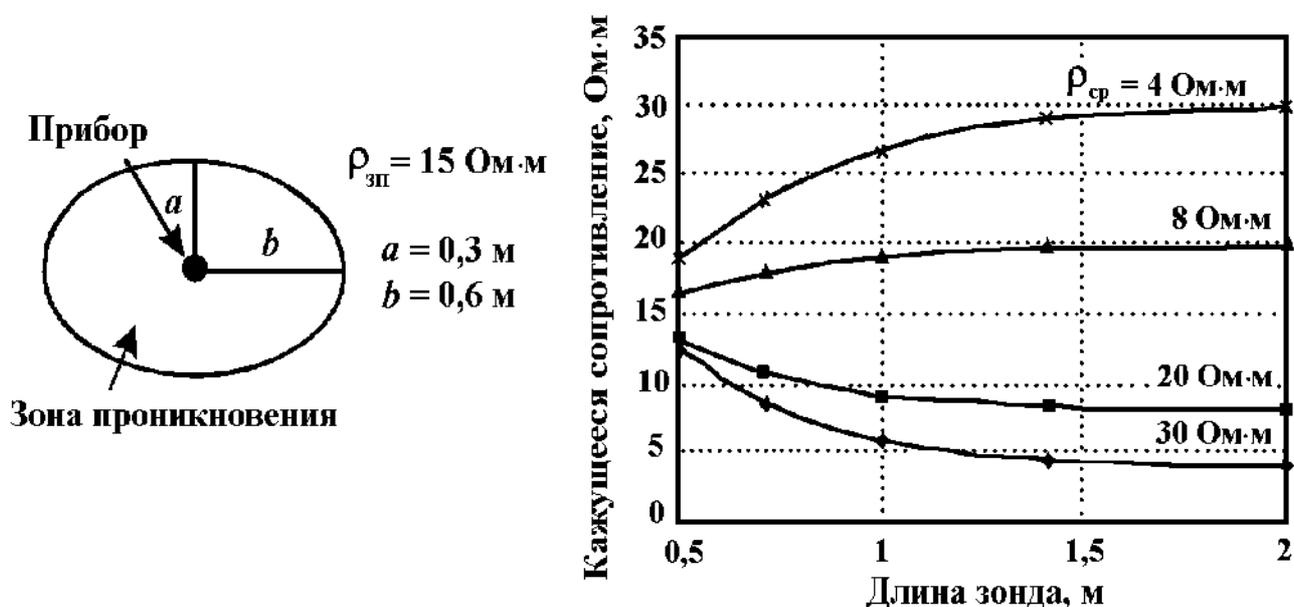


Рис. 4.11. Пример центрального положения зондов (эллиптическая зона проникновения)

3. Субгоризонтальный профиль через контакт двух слоев с учетом скважины и зоны проникновения (рис.4.12). На рис. 4.12 не рассматривается участок шириной, равной диаметру зоны проникновения, поскольку используемый нами алгоритм не позволяет рассчитывать модели с взаимным пересечением горизонтальной и цилиндрической границ. При переходе через плоскую границу функции кажущегося сопротивления для разных зондов переворачиваются, пересекаясь во внутренних точках профиля.

В целом в ходе численных экспериментов проведен обширный анализ синтетических сигналов ВИКИЗ, выявлены типы характерного поведения диаграмм в осложненных ситуациях. Так, для случаев, когда влияние гальванической моды становится сравнимым с вкладом вихревых токов, кажущиеся сопротивления по однородной среде не отражают истинного сопротивления и приводят к большим ошибкам в оценках распределения электрических свойств.

4.3. Приближенные решения двумерных задач

Переход к изучению и эксплуатационной разработке маломощных нефтегазоносных пластов (до 0,5 м) усиливает практический интерес к двумерному моделированию и требует увеличения доли двумерной инверсии в интерпретационном комплексе каротажных методов. Традиционно при одномерной инверсии совместное влияние нескольких границ, находящихся в зоне чувствитель-

ности зондовой системы, ограничивает возможности корректной оценки параметров зоны проникновения и пласта.

Развитие численного анализа для двумерных задач связано с переходом к новой параметризации среды. Базовая двумерная модель является объединением двух одномерных слоистых моделей с цилиндрическими и плоскопараллельными горизонтальными границами. Численные решения дву- и трехмерных задач требуют значительных вычислительных ресурсов. Эффективным подходом к решению многомерных задач высокочастотного зондирования, по нашему мнению, является использование сеточных и приближенных методов.

Концептуальный подход. Исходная идея подхода приближенных решений состоит в описании электромагнитного поля обобщенным разложением Неймана (ряд последовательных уточнений). На первом этапе нами выполнены численные расчеты и сравнение результатов моделирования с использованием линейных (первых) приближений Борна и Рытова (рис. 4.13). Применительно к методу высокочастотного индукционного зондирования (диапазон частот 0,5-40 МГц, относительные фазовые измерения) показана большая адекватность приближения Рытова как способа коррекции фазовой функции [11].

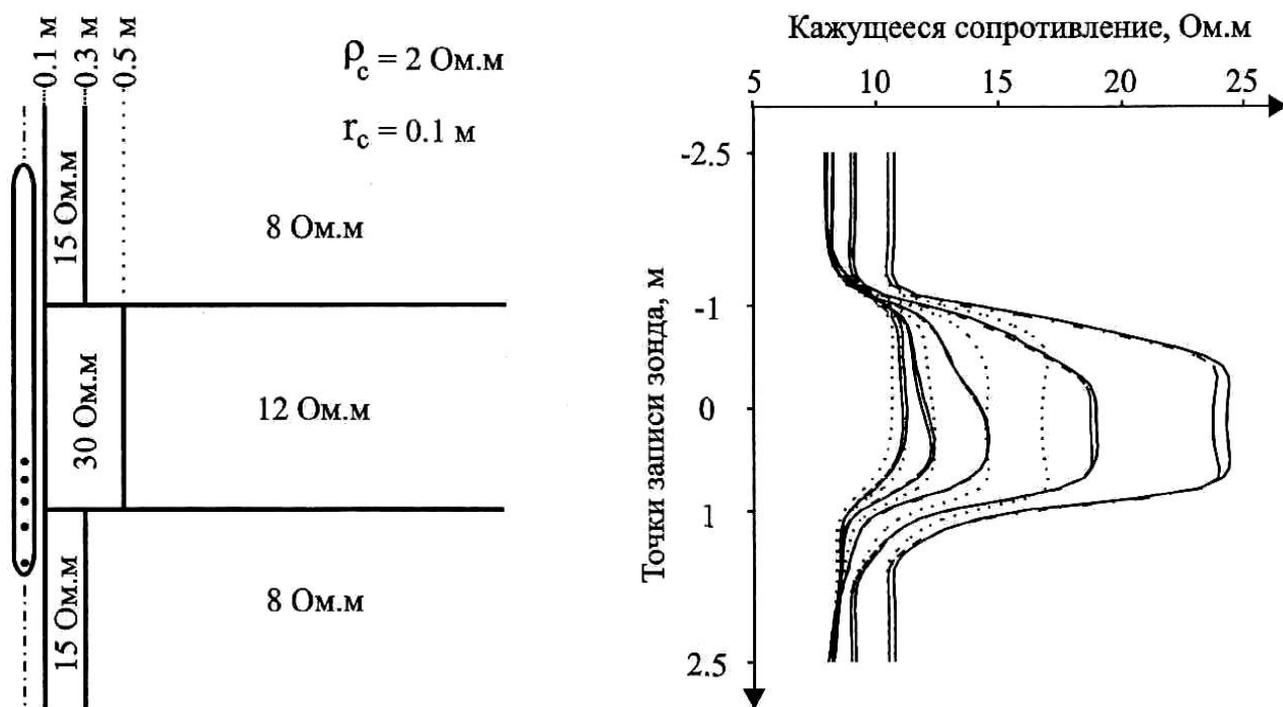


Рис.4.13. Сравнительная характеристика результатов моделирования и первых приближений Борна и Рытова

Точность линейного представления зависит от выбора модели фоновой среды, размера и относительного контраста областей с возмущенными функ-

циями электрического сопротивления и диэлектрической проницаемости. В частности, в аксиальных моделях с присутствием только индукционной моды результат устойчив (с погрешностью не более 5 %) в диапазоне 4-кратного контраста сопротивлений относительно однородной фоновой среды. Оценка параметров фоновой среды строится по эффективным кажущимся величинам и является функцией профильного окна. Большая точность может быть достигнута либо усложнением фоновой среды и, соответственно, функции Грина, либо использованием нелинейного подхода в рамках однородной фоновой среды. Это позволяет точно учесть влияние скважины при экстремально низком сопротивлении бурового раствора или горизонтально-слоистую структуру пласта при резком ее преобладании над радиальным изменением в переходной зоне. На этом пути созданы программы для экспресс-расчета диаграмм модифицированного прибора ВИКИЗ в многослойном разрезе с развитыми зонами проникновения. Построены два варианта исполнения для кусочно-постоянного и непрерывного распределения сопротивления. Здесь приведены синтетические диаграммы для модели нефтеносного пласта с гладкой радиальной функцией сопротивления переходной зоны и присутствием окаймляющей зоны, сформированной отесненной пластовой водой (рис. 4.14). Пунктирными линиями показаны диаграммы для эквивалентного кусочно-постоянного радиального распределения сопротивления.

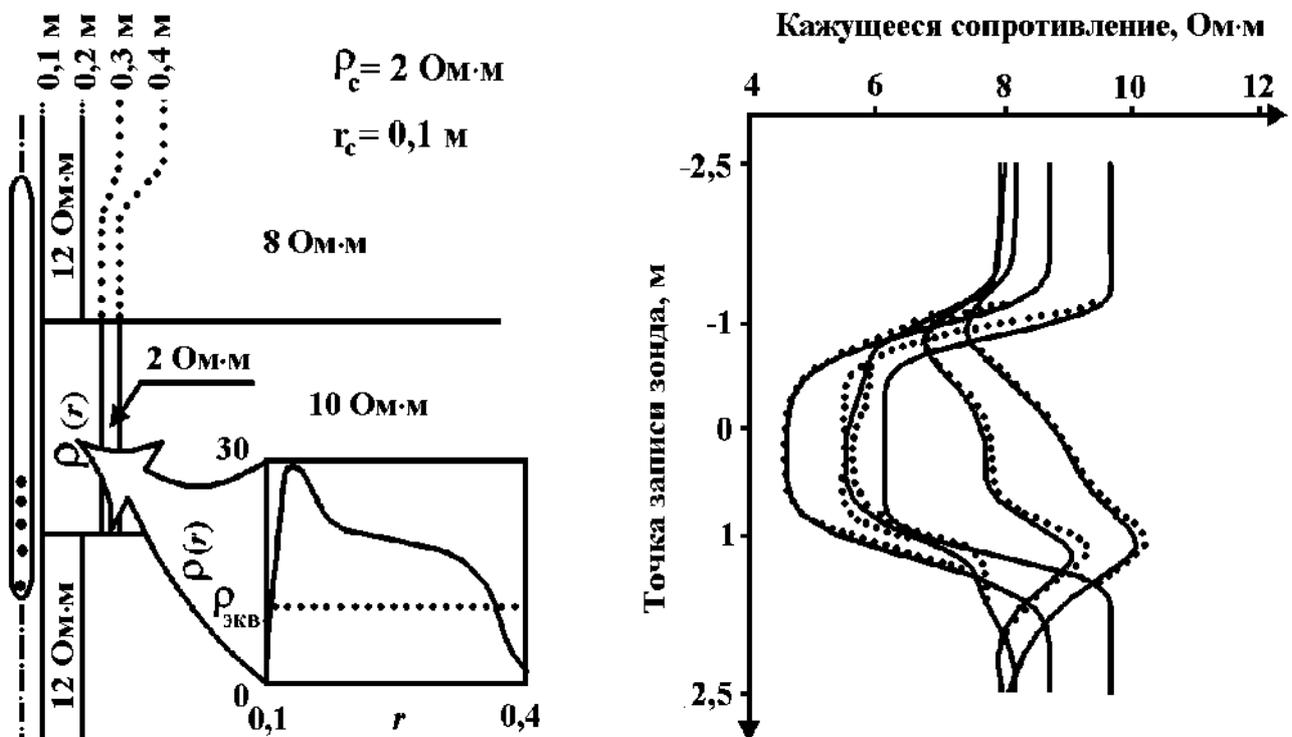


Рис.4.14. Сравнительная характеристика непрерывного и кусочно-постоянного распределения сопротивления

Нелинейная аппроксимация состоит не в ограничении числа членов разложения Неймана, а в построении тензора рассеяния на основе локально-нелинейного представления полей внутри аномальных областей. Вычисление тензора рассеяния сводится к численно-аналитическому решению интегрального уравнения с логарифмической особенностью в ядре. Результаты вычисленных экспериментов позволяют надеяться на существенное увеличение точности для контрастных моделей, особенно при наличии в сигнале гальванической моды. Ресурсные затраты резко сокращаются при использовании асимптотических разложений, техники адаптивных сеток и двумерной интерполяции.

5. РАЗВИТИЕ ИНТЕРПРЕТАЦИОННОЙ БАЗЫ ВИКИЗ

5.1. Экспресс-интерпретация данных ВИКИЗ, полученных в наклонно-горизонтальных скважинах

В лаборатории электромагнитных полей Института геофизики СО РАН разработана многофункциональная система обработки и интерпретации данных ВИКИЗ, полученных в скважинах *с горизонтальным завершением*.

Инверсия данных основана на базовой модели среды с плоскопараллельными границами, в которой зонды ВИКИЗ расположены наклонно. В результате инверсии определяются удельные сопротивления пластов и вмещающих пород, положение границ, а также оцениваются зенитные углы наклона.

Недостаточно высокая скорость обработки практических диаграмм, а также невозможность в рамках существующей версии проводить непрерывную интерпретацию выбранных интервалов обусловили необходимость создания быстрых алгоритмов и программ поточечной интерпретации, где переход от одного отсчета к следующему происходит автоматически.

Созданная быстрая прямая задача для модели среды с одной и двумя границами основана на линеаризации сигнала в пространстве модельных параметров. Коэффициенты линейной функции (производные по соответствующим параметрам) вычисляются с помощью рассчитанных в узлах некоторой сетки значений разности фаз. Точность расчета как сигнала, так и его производных составляет в среднем 0,5 %, время – миллисекунды.

Целенаправленный подбор параметров модели осуществляется с помощью метода сингулярного разложения. Для каждого шага интерпретации выбирается окно шириной от 5 до 10 дискретов по показаниям двух длинных (1,4 и 2 м) зондов, в значительной степени свободных от влияния скважины и зоны проникновения. Полученный результат (сопротивления и положения границ) служит начальным приближением при интерпретации в следующем окне,

сдвинутом по сравнению с предыдущим на 1-2 отсчета. Таким образом, достигаются плавность изменения параметров среды при движении зонда вдоль скважины и постепенное улучшение соответствия теоретической и экспериментальной кривых, если стартовая модель была задана с большими погрешностями.

В качестве исходных данных используются разности фаз для заданного интервала зондирований, данные инклинометрии, начальные значения для сопротивлений пластов и примерное расположение границ.

Результатом интерпретации диаграмм на интервале скважины является информация о распределении сопротивления пластов, пересекаемых скважиной, координаты их границ (может быть наклонных), а также построение доверительных интервалов изменения параметров модели.



Рис. 5.1. Экспериментальные данные

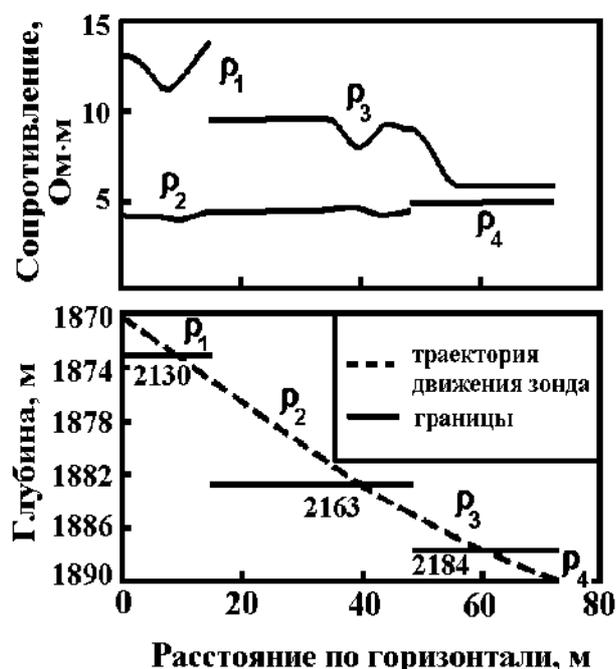


Рис.5.2. Результаты интерпретации

На рис.5.1 показан участок скважины № 5141 Федоровского месторождения; на рис. 5.2— результаты инверсии данных.

Разработанная система экспресс-интерпретации является удобным инструментом быстрой инверсии данных ВИКИЗ в наклонно-горизонтальных скважинах. Разработчиками решены также не менее важные задачи:

- предварительная обработка экспериментальных кривых (*разбивка на пласты, сглаживание, построение стартовой модели*);
- внесение поправок в теоретические кривые при пересечении границ слабонаклонной скважиной.

5.2. Автоматизированная оценка радиального распределения электропроводности в пластах-коллекторах по данным высокочастотных индукционных каротажных зондирований

Высокочастотное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование (ВИКИЗ) в последние годы заняло прочные позиции в комплексе электрических методов каротажа разведочных скважин в терригенных разрезах Западной Сибири и в районах с аналогичным геологическим строением. Одними из основных составляющих успеха ВИКИЗ на насыщенном рынке геофизических исследований скважин (ГИС) являются безусловные технологические преимущества нового метода и его интерпретационной базы. Разработчики уделили внимание теоретическим и методическим аспектам выделения пластов-коллекторов по данным ВИКИЗ и количественной оценке электропроводности радиальных зон проникновения фильтрата буровой жидкости и неизменных частей пластов с целью прогноза флюидонасыщения. Результатом выполненных исследований является технология *автоматизированной интерпретации каротажных диаграмм*, которая включает этапы препроцессинга и визуализации, выделения и идентификации пластов, построения приближенной стартовой модели, инверсии на выделенных интервалах, синтеза геоэлектрического разреза околоскважинного пространства.

Для выделения и идентификации пластов-коллекторов построено решение прямой задачи ВИКИЗ для **горизонтально-слоистой модели**: «*пласт-коллектор между надпорным и подстилающим слоями*». Получено частное решение для одной границы. На основе математического моделирования проанализировано влияние границ на поведение каротажных диаграмм ВИКИЗ в типичных геоэлектрических моделях. Выработаны формальные критерии определения минимально допустимых мощностей пластов для применяющейся в настоящее время модификации пятizonдовой системы измерений. Опробованы дифференциальный и интегральный подход к определению местоположения границ геологических пластов. Построены численные алгоритмы попластовой разбивки.

Адекватная оценка параметров радиальных зон вокруг скважины осложняется неоднородностью выделенных пластов по вертикали и влиянием вмещающих пород. Для уменьшения искажающего влияния перечисленных факторов был разработан специальный алгоритм снятия характерных значений.

Тестирование алгоритмов выделения пластов и снятие характерных значений проводилось на синтетических каротажных диаграммах, полученных математическим моделированием сигналов ВИКИЗ для двумерных моделей сред (рис. 5.3). Параметры двумерных моделей для расчета синтетических диаграмм выбирались на основе результатов количественной интерпретации экспери-

ментальных данных зондирований на скважинах Федоровского месторождения.

Рассматривались фрагменты разрезов скважин, содержащих до пятнадцати пластов различной контрастности по электрическому сопротивлению, достигающей двух порядков, мощностью от 1,0 до 4 м. Число радиальных границ составляло от одной (на непроницаемых участках) до трех (на интервалах с выраженной окаймляющей зоной). Тестирование показало хорошее восстановление реальных параметров моделей в подавляющем большинстве численных экспериментов. Исключение составили пласты очень высокого сопротивления (более 100 Ом·м), выделение которых затруднено в рамках данной системы измерений.

Пример применения созданной технологии для интерпретации практических каротажных диаграмм ВИКИЗ на нефтяных месторождениях Западной Сибири (рис. 5.4).

6. ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ МАКРОАНИЗОТРОПИИ ТОНКОСЛОИСТЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ПО ДАННЫМ ВИКИЗ В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ

На каротажных диаграммах ВИКИЗ в *слабонаклонных интервалах хорошо выявляются участки развития тонкослоистого коллектора*. Отличительными признаками в этом случае являются короткопериодные вариации показаний высокочастотных коротких зондов, в то время как *показания длинных зондов изменяются более плавно*. Один из теоретически обоснованных подходов к оценке соотношения суммарной мощности прослоев разных сопротивлений в пределах одной тонкослоистой пачки базируется на эквивалентности электромагнитных полей в тонкослоистых и электрически макроанизотропных средах. Ранее подобная методика была обоснована для низкочастотного индукционного каротажа с поперечными датчиками в вертикальных скважинах.

При понижении частоты и увеличении расстояния между источником и приемником магнитное поле в тонкослоистой среде становится эквивалентным магнитному полю в однородном макроанизотропном пространстве. Основные критерии эквивалентности электромагнитных сигналов в тонкослоистой и макроанизотропной средах:

$$\delta/h > 5, \quad L/h > 15, \quad (6.1)$$

здесь S – толщина скин-слоя в соответствующем пропластке мощности h ; L – расстояние между источником и приемником (длина зонда). При среднем сопротивлении $\rho \approx 4-5$ Ом·м и средней мощности $h \approx 0,05$ м прослоев для зонда 0,5 м критерии (6.1) не выполняются и измеряемый сигнал соответствует сигналу в тонкослоистой среде. Для зонда 2,0 м критерии (6.1) выполнены и изме-

ряемый сигнал соответствует сигналу в макроанизотропном пространстве.

Таким образом, сигналы, измеряемые разными зондами ВИКИЗ, можно описать в рамках двух геоэлектрических моделей – тонкослоистой и макроанизотропной.

Оценка параметров тонкослоистого разреза. Слоистая пачка, представленная ритмичным переслаиванием тонких пропластков двух разных пород, может быть охарактеризована четырьмя параметрами (ρ_1 и ρ_2 – удельные электрические сопротивления пропластков; h_1, h_2 – их мощности). Свойства эквивалентной макроанизотропной среды могут быть параметризованы двумя величинами (ρ_i – сопротивление в горизонтальной плоскости, ρ_n – в вертикальном направлении).

При выполнении условий (6.1) существует связь между микропараметрами тонкослоистой модели и макропараметрами анизотропного пространства

$$\rho_t = \frac{h_1+h_2}{h_1/\rho_1+h_2/\rho_2}, \rho_n = \frac{\rho_1 h_1 + \rho_2 h_2}{h_1+h_2}. \quad (6.2)$$

Введем безразмерные коэффициенты $k_p = \rho_2/\rho_1, k_h = h_2/h_1$.

Учитывая соотношения (2), можно записать

$$k_n = \frac{(\rho_n - \rho_1)(\rho_t - \rho_1)}{\rho_1(\rho_n - \rho_t)}, \quad k_p = \frac{\rho_n - \rho_1 \rho_t}{\rho_t - \rho_1 \rho_1}. \quad (6.3)$$

В периодической среде величина k_h характеризует относительную долю суммарной мощности, занимаемую каждым из прослоев.

Относительные доли мощности пласта, занимаемые пропластками с сопротивлениями ρ_1, ρ_2 : $\Delta h_i = \frac{1}{1+k_h}, \quad \Delta h_i = \frac{k_h}{1+k_h} \quad (6.4)$

Из соотношений (6.2)-(6.4) следует, что по оценкам горизонтального и вертикального сопротивлений можно установить сопротивления прослоев в тонкослоистой среде и соотношение их суммарных мощностей. В частности, в пластах, представленных песчано-глинистым переслаиванием, можно определить эффективную мощность песчанистого коллектора и его сопротивление (а, следовательно, и характер флюидонасыщения).

О возможности оценки параметров электрической макроанизотропии. Для анализа возможностей оценки параметров анизотропии по показаниям зондов в слабонаклонных интервалах рассмотрим типичную геоэлектрическую модель: сопротивление вмещающих пород $\rho_1 = \rho_3 = 3$ Ом·м, горизонтальное сопротивление пласта $\rho_2 = 8$ Ом·м, мощность пласта $h = 1,0$ м, коэффициент анизотропии $\Lambda = 1,05-1,20$. Зенитный угол встречи скважины с границей $\varphi = 80-89^\circ$. Составляющие модель породы слабомагнитны, влияние скважины и зоны проникновения считается достаточно малым.

Для изучения степени зависимости показаний зонда (разности фаз $\Delta\varphi$) к

модельному параметру ρ используются функции чувствительности [13]

$$\eta_{\rho} = \frac{\partial \ln \Delta \varphi}{\partial \ln \rho}.$$

Условием успешной оценки параметра является превышение функцией чувствительности порогового значения 0,15, при котором относительная ошибка определения параметра примерно в 6,5 раз больше относительной ошибки измерения.

На рис.6.1 представлены расчетная диаграмма ВИКИЗ (вверху, шифр кривых - длины зондов) и функции чувствительности сигнала длинного зонда к сопротивлениям слоя (внизу, t - к горизонтальному, n - к вертикальному) при $\Lambda = 1,1$, $\varphi = 80^\circ$. По горизонтальной оси отложено расстояние по скважине относительно верхней границы слоя. Подошва пласта пересекается в точке $s = 5,76$ м.

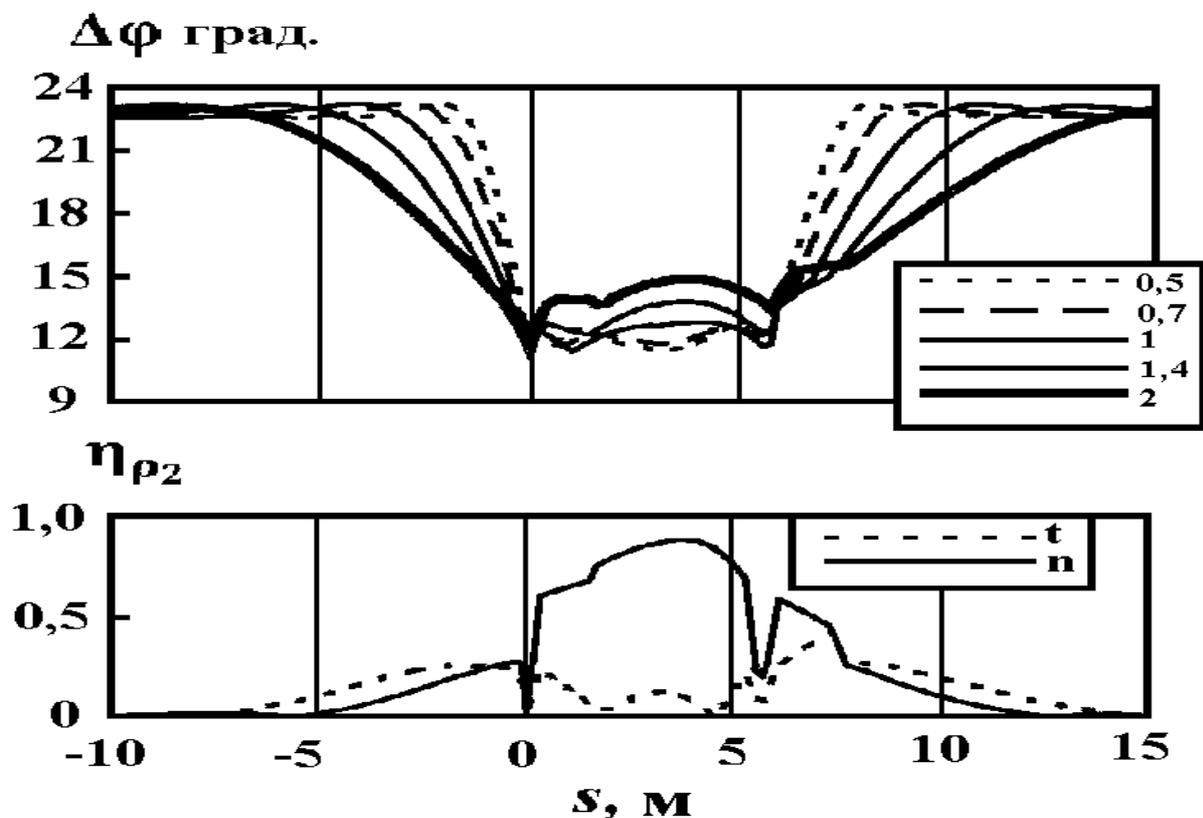


Рис.6.1. Расчетная диаграмма ВИКИЗ и функции чувствительности сигнала

Чувствительность к горизонтальному сопротивлению пласта значительна (выше 0,15) в области границ и когда зонд находится во вмещающих породах. Чувствительность к вертикальному сопротивлению во много раз превосходит пороговое значение. Это свидетельствует о хороших возможностях оценки степени электрической анизотропии пласта. То же самое отмечается и при субгоризонтальном расположении зонда ($\varphi \approx 89^\circ$).

Оценка параметров тонкослоистых коллекторов по характеристикам макроанизотропии. Предлагаемая методика оценки состоит из нескольких

взаимосвязанных этапов:

- по каротажным диаграммам двух коротких зондов визуально выделяются интервалы «высокочастотных» изменений небольшой амплитуды;
- по измерениям видимой мощности тонких прослоев и данным инклинометрии оцениваются их мощности и соотношение кажущихся сопротивлений;
- выполняется автоматическая инверсия каротажной диаграммы длинного зонда с оценкой горизонтального и вертикального сопротивлений макроанизотропного пласта;
- в соответствии с соотношениями (6.4)-(6.6) сопротивления макроанизотропного пласта пересчитываются в параметры тонкослоистой пачки.

На рис.6.2 показан фрагмент практической диаграммы, полученной на одном из месторождений Сургутского региона (вверху, шифр кривых – длины зондов). В диапазоне 2240-2258 м отмечаются «высокочастотные» изменения показаний двух коротких зондов, с периодом около 3,3 м и амплитудой сигнала 1-1,5 градуса. Этот интервал выделяется визуально по критериям периодичности, превышения периода колебаний над шагом измерений, а амплитуды - над погрешностью измерений.

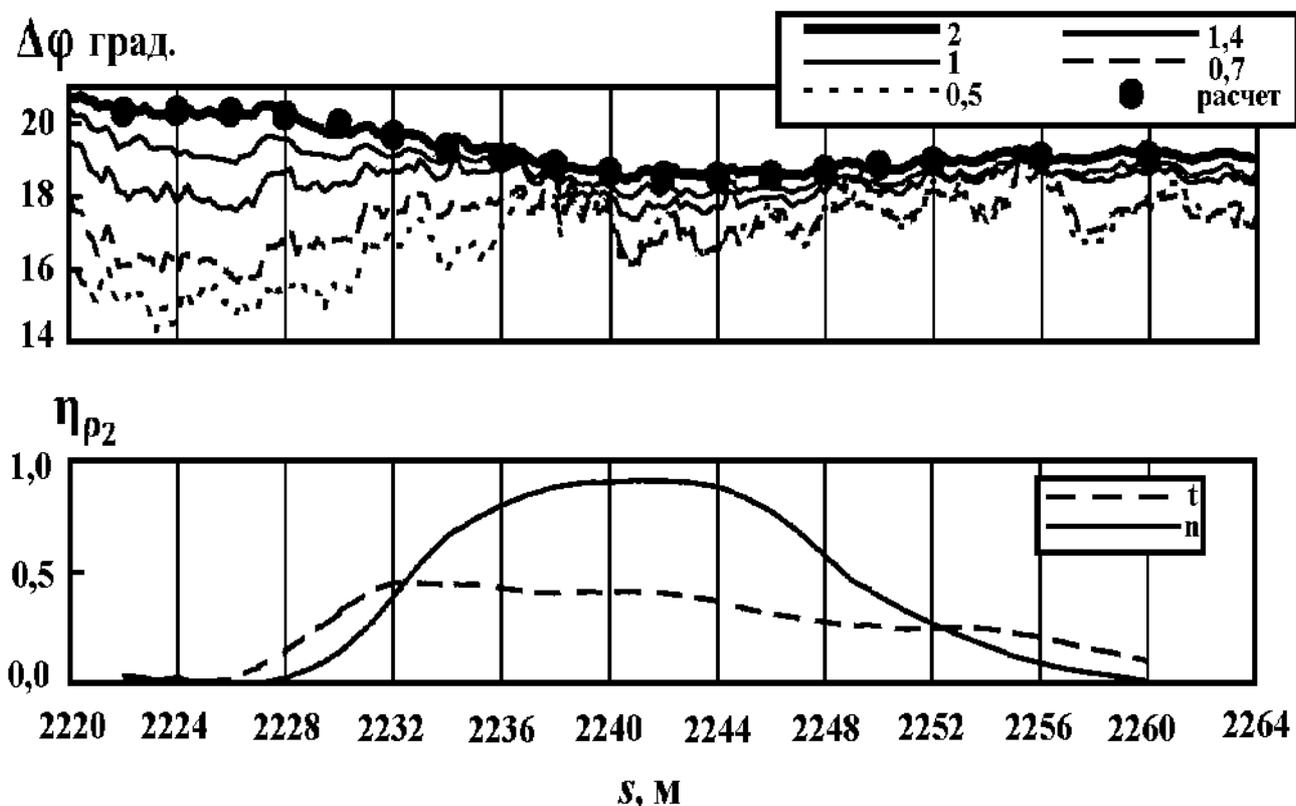


Рис. 6.2.Результаты инверсии длинного зонда

На спектральных амплитудах, подвергнутых быстрому преобразованию Фурье сигналов коротких зондов, наблюдается экстремум при пространственной

частоте около 0,3 м. Это соответствует периоду 3,33 м по скважине и составляет 0,3 м по нормали к пласту (при среднем на интервале зенитном угле $\varphi = 85^\circ$). Следовательно, мощность одного элемента, состоящего из двух пропластков разного сопротивления, равна $h_k = 0,29$ м.

Далее выполняется инверсия каротажной диаграммы длинного зонда путем минимизации функции невязки. На рис. 6.2 (вверху) точками нанесены результаты численного расчета в модели, полученной в результате инверсии. Графики чувствительности к сопротивлениям слоя (внизу) показывают, что практически весь интервал содержит информацию для оценивания параметров макроанизотропии.

В результате инверсии получены следующие оценки параметров: $\rho_1 = 3,63$ Ом·м; $\rho_{2l} = 3,90$ Ом·м; $\rho_{2n} = 4,55$ Ом·м; $h = 1,4$ м, $\Lambda = 1,08$; $\rho_3 = 4,03$ Ом·м. Если предположить, что один из чередующихся прослоев является глиной, то можно принять его сопротивление $\rho_{2l} = 3,40$ Ом·м. Используя формулы (6.4)-(6.6) пересчета характеристик макроанизотропии в параметры тонкослоистой среды, получаем: $k_h = 0,26$, $k_p = 2,63$. Следовательно, $\rho_{22} \approx 9,00$ Ом·м, $h_{22} \approx k_h \cdot h_K = 0,08$ м.

Таким образом, эффективная относительная мощность песчанистых прослоев на указанном интервале составляет около 26 % (0,36 м), а по величине удельного электрического сопротивления можно предположить, что они являются нефтенасыщенными.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Как расшифровывается метод ВИКИЗ?
2. Является ли ВИКИЗ вариантом БКЗ в индукционном исполнении?
3. Каков диапазон частот, применяемых при регистрации метода?
4. Как толкуется изопараметричность авторами метода?
5. Что даёт увеличение уровня частот (в 5-10 раз) в методе ВИКИЗ по сравнению с ИК?
6. Количество зондов, размер и частота метода ВИКИЗ?
7. Какие специализированные программы разработаны для интерпретации материалов регистрации ВИКИЗ?
8. Каково расположение генераторных и измерительных катушек в скважинном приборе ВИКИЗ?
9. Дайте частотно-геометрические характеристики всех зондов ВИКИЗ?
10. Изменение какого параметра является результатом регистрации каротажа по методу ВИКИЗ?
11. Какую шкалу регистрации имеют диаграммы ВИКИЗ (логарифмическую или линейную)?

12. В чем преимущество метода ВИКИЗ перед другими методами каротажа?
13. Оказывает ли влияние на диаграммы регистрации ВИКИЗ формирование асимметричных зон проникновения?
14. Когда наблюдаются характерные изменения формы кривых ВИКИЗ?
15. Перечислите задачи, решаемые методом ВИКИЗ?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Леонтьев, Е. И.* Моделирование в петрофизике/Е. И. Леонтьев. –М.: Недра, 1978. – 125 с.
2. *Даев, Д. С.* Высокочастотные электромагнитные методы исследования скважин /Д. С. Даев. – М.: Недра, 1974.– 190 с.
3. *Антонов, Ю. Н.* Высокочастотный индукционный каротаж / Ю. Н. Антонов, Б. И. Приворотский. – Новосибирск: Наука, 1975.– 260 с.
4. *Антонов, Ю. Н.* К обоснованию высокочастотного индукционного каротажа для изучения неоднородных пластов-коллекторов / Ю. Н. Антонов // Электромагнитные методы исследования скважин. – Новосибирск: Наука, 1979. – С. 3-33.
5. *Мартышко, П. С.* Интегродифференциальные уравнения обратных задач для переменных электромагнитных полей / П. С. Мартышко// Изв. АН СССР. Физика Земли. –1991. – № 5. – С. 55-62.
6. *Табаровский, Л. А.,* Электромагнитные поля гармонических источников в слоистых анизотропных средах / Л. А. Табаровский, М. М. Эпов// Геология и геофизика.– 1977. – № 1.– С. 101-109.
7. *Вержбицкий, В. Г.* Прямые задачи электрокаротажа горизонтальных скважин / В. Г. Вержбицкий // Физика Земли. – 1997. – № 3. – С. 71-74.
8. *Swindell, G. S.* Horizontal Wells Show Varied Production Performance/G. S.Swindell// O.G.J. – 1996. № 25. – Pp. 66-69.
9. *Табаровский, Л. А.,* Математическое моделирование электромагнитного поля для анизотропных неоднородных сред / Л. А. Табаровский, А. Б. Черяука// Геология и геофизика. – 1989. – № 3. – С. 84-89.
10. *Zolla, F.* Electromagnetic theory of diffraction by a system of parallel rods / F. Zolla, R. Petit, M. Cadilhak//J. Opt. Soc. Am. – 1994. – Vol.11. – № 3. – Pp. 1087-1096.
11. *Cheryauka, A. B.* Near-Borehole Studies by High Frequency Induction Logging for Horizontal Wells / A. B.Cheryauka, M. I. Eпов, A. V. Gribenko// Proc. 60th EAGE Conf, Leipzig, Germany, 1998. – Paper P-102.
12. *Рытов, С. М.* Электромагнитные свойства мелкослоистой среды / С. М. Рытов// ЖЭТФ. – 1955. – Т. 29. Вып. 5. – С. 605-616.

13. *Табаровский, Л. А.* Оценка разрешающей способности электромагнитных методов и подавление помех в системах многократного наблюдения (теория, алгоритмы, программы) /Л. А. Табаровский, М. И. Эпов, О. Т. Сосунов. – Новосибирск, 1985. – 48с.

14. *Табаровский, Л. А.* Геометрическая и частотная фокусировка при изучении анизотропных пластов / Л. А. Табаровский, М. И. Эпов// Электромагнитные методы исследования скважин.– Новосибирск: Наука, 1979. – С. 67-129.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Проректор по учебно-методическому комплексу

С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.Б.2.08 СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ СТРАТИГРАФИИ

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Устьянцева Н.В.

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.03.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

(подпись)

д.р.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

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 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 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 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, 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 экзамену.

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 из себя проградационный пакет парасеквенсов?
4. Что представляет из себя агградационный пакет парасеквенсов?
5. Что представляет из себя 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. Сейсмостратиграфический метод исследования: сущность метода, области применения
2. Магнитостратиграфический метод исследования: сущность метода, области применения.
3. Радиологические методы определения абсолютного возраста.
4. Событийная стратиграфия: определение, сущность метода, области применения.
5. Глобальные абиотические события: определение, виды, примеры.
6. Глобальные биотические и биологические события: определение, виды, примеры.
7. Региональные события: определение, виды, примеры.
8. Секвенс-стратиграфия карбонатных комплексов.
9. Секвенс-стратиграфия терригенных комплексов.
10. Терминология и основные понятия секвенсстратиграфии.
11. Секвенс-стратиграфический метод: суть метода, области применения.
12. Два типа секвенсов: две седиментационные модели.
13. Значение секвенсстратиграфического метода для бассейнового анализа.
14. Парасеквенс: определение, типы пакетов.
15. 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>. — Загл. с экрана. Электронный ресурс
- 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> Электронный ресурс

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> Электронный ресурс

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 № 3 Геология нефти и газа / Н.В. Устьянцева. Екатеринбург: УГГУ, 2019. 10 с.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Б1.Б.2.09 НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВАЯ ГЕОЛОГИЯ

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Липаев А.А., д.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.034.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Нефтегазопромысловая геология» 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 геологического сопровождения нефтегазопромысловых исследований;
- 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 «Нефтегазопромысловая геология». 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, 3]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература [2, 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 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: Нефтегазопромысловая геология как наука. [1, 3]

Предмет дисциплины и ее значение для нефтегазопромысловой отрасли. Два подхода (статический и динамический) нефтегазопромысловой геологии к изучению месторождений углеводородов. Особенности дисциплины и ее связь с другими геологическими и смежными науками. Основные периоды развития нефтегазопромысловой геологии. Цели и задачи нефтегазопромысловой геологии. Методы получения промыслово-геологической информации. Средства получения информации. Методы комплексного анализа и обобщения исходной информации. Метод моделирования.

Дополнительная литература: [2, 4, 5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Предмет дисциплины и ее значение для нефтегазопромысловой 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. [1, 3]

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.

Дополнительная литература: [2, 4, 5].

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 отличающемуся от гидростатического.
13. Температура в недрах нефтяных и газовых месторождений.

Тема 3: Системы разработки и их экономическое обоснование. Геологические данные для их проектирования. [1, 3]

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.

Дополнительная литература: [2, 4, 5].

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. [1, 3]

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.

Дополнительная литература: [2, 4, 5].

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. [1, 3]

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.

Дополнительная литература: [2, 4, 5].

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. [1,3]

Правила охраны недр при разведке и разработке месторождений углеводородов. Условия разработки, необходимые для выполнения требований по охране недр.

Дополнительная литература: [2, 4, 5].

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 по курсу «Нефтегазопромысловая геология»

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.

Рекомендуемая литература

1. 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>

2. 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>

3. 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>

4. Трофимов Д.М. Методы дистанционного зондирования при разведке и разработке месторождений нефти и газа [Электронный ресурс] / Д.М. Трофимов, М.Д. Каргер, М.К. Шуваева. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2015. — 80 с. — 978-5-9729-0090-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40233.html>
Электронный ресурс

5. Нефтегазопромысловая геология: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация № 3 Геология нефти и газа / А.А. Липаев. Екатеринбург: УГГУ, 2019. 14 с.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Проректор
по учебно-методическому
комплексу



С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.Б.2.10 ПОДЗЕМНАЯ ГИДРОМЕХАНИКА

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Тагильцев С.Н., д.г.-м.н.

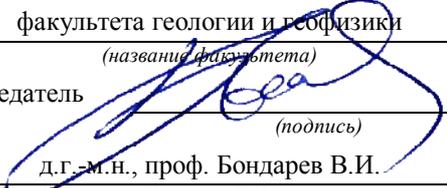
Одобрены на заседании кафедры
*Гидрогеологии, инженерной геологии
и геоэкологии*

Зав. кафедрой 
(подпись)

д.г.-м.н., проф. Тагильцев С.Н.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 19 от 12.02.2020
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики
(название факультета)
Председатель 
(подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 209.03.2020
(Дата)

Екатеринбург
2020

Методические рекомендации по дисциплине «ПОДЗЕМНАЯ ГИДРОМЕХАНИКА» согласованы с выпускающей кафедрой **ЛИТОЛОГИИ И ГЕОЛОГИИ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ**

Заведующий кафедрой ЛГГИ



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 РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Проректор по
комплексу



С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.Б.2.11 ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ И ОЦЕНА РЕСУРСОВ НЕФТИ И ГАЗА

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Рыльков С.А., к.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры

Литологии и геологии горючих ископаемых

Зав. кафедрой

(название кафедры)

(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.03.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

(подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

Введение

Учебным планом специальности 21.05.02 Прикладная геология по дисциплине «Оценка макронеоднородности пласта-коллектора» предусматривается написание контрольной работы на тему «Подсчет запасов нефти и газа объемным методом». Это самостоятельный труд студента, который способствует углублённому изучению пройденного материала.

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

*профессионально-специализированные
в производственно-технологической деятельности*

способность производить оценку ресурсов и подсчет запасов нефти, горючих газов, газового конденсата (ПСК-3.5).

Результат изучения дисциплины:

Знать:

- основные параметры подсчета запасов, реализуя полученные знания о нефтеизвлечении;
- группы запасов нефти и газа, имеющих промышленное значение;
- способы расчета геологических и извлекаемых запасов нефти, свободного и растворенного газа объемным методом;

Уметь:

- выделять основные параметры подсчета запасов нефти, газа и газоконденсата;
- создавать статические и динамические модели залежей УВ;
- определять подготовленность месторождений для промышленного освоения;
- определять подсчетные параметры по комплексу исходных геолого-геофизических данных;
- применять формулы для подсчета запасов и оценки ресурсов для геологических объектов, на разных этапах геологоразведочных работ;

Владеть:

- способностью подсчитывать запасы нефти объемным методом;
 - методикой подсчета свободного газа по падению давления;
 - методикой подсчета запасов растворенных в нефти газа и других полезных компонентов.
- навыками проведения оценки ресурсов и подсчета запасов нефти и растворенного газа на нефтегазоносных объектах с разной степенью изученности и на разных этапах и стадиях геологоразведочных работ и разработки.

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

Провести определение макронеоднородности пласта-коллектора, рассчитав коэффициент расчлененности и коэффициент песчанистости пласта.

Неоднородность – показатель отображающий изменчивость пород коллекторов. Выделяются два типа неоднородности: – микро- и макронеоднородность. Микронеоднородность отображает неоднородность пород на уровне размеров частиц,

слагающих коллекторские породы. Макронеоднородность отображает изменчивость пород коллекторов в объеме пласта [5].

Макронеоднородность отображается в следующих числовых параметрах.

1. Коэффициент расчлененности.

$$K_{\text{расчл}} = \frac{\sum n_i}{N}, \quad (3.1)$$

где n_i – число прослоев в i -той скважине; N – число скважин.

Для пласта ПК₁ $K_{\text{расчл}}$ составил 14,5.

2. Коэффициент песчанистости.

$$K_{\text{песч}} = \frac{\sum h_{\text{эфф}}}{h_{\text{общ}}}, \quad (3.2)$$

где $h_{\text{эфф}}$ – эффективная толщина в скважине; $h_{\text{общ}}$ – общая толщина в скважине; N – число скважин.

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 параметрами подсчета запасов;
- умение оценивать неоднородность пласта-коллектора;
- владение навыками оценки макронеоднородности пласта-коллектора.
- приемлемый уровень языковой грамотности, включая владение функциональным стилем научного изложения.

Общий объем контрольной работы не должен превышать 1-3 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.

Критерии оценивания контрольной работы	Количество баллов
Правильность расчетов параметров макронеоднородности пласта	0-2
Полнота и правильность выводов по работе	0-2
Использование профессиональной терминологии	0-1
Итого	0-5

- 5 баллов (90-100%) - оценка «отлично»
- 4 балла (70-89%) - оценка «хорошо»
- 3 балла (50-69%) - оценка «удовлетворительно»
- 0-2 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно».

Критерии оценки:

оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если в работе правильно рассчитаны параметры неоднородности, сделаны полные и правильные выводы, работа выполнена с использованием профессиональной терминологии (5 баллов);

оценка «хорошо» если в работе в целом правильно рассчитаны параметры неоднородности, сделаны правильные выводы, работа выполнена с использованием профессиональной терминологии (4 балла);

оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если в параметры неоднородности рассчитаны с ошибками, сделаны выводы, работа выполнена с использованием профессиональной терминологии (3 балла);

оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если в работе неправильно рассчитаны параметры неоднородности, выводы неверные или отсутствуют, работа выполнена с использованием или без использования профессиональной терминологии (0-2 балла).

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 курсового проекта.....	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 курсового проекта служат геологические материалы, привезенные студентом с места прохождения производственной практики.

Защита курсового проекта 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;
- 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 Ю₂,
... (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 курсовой работы (общие требования)

Оформление курсовой работы 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 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:

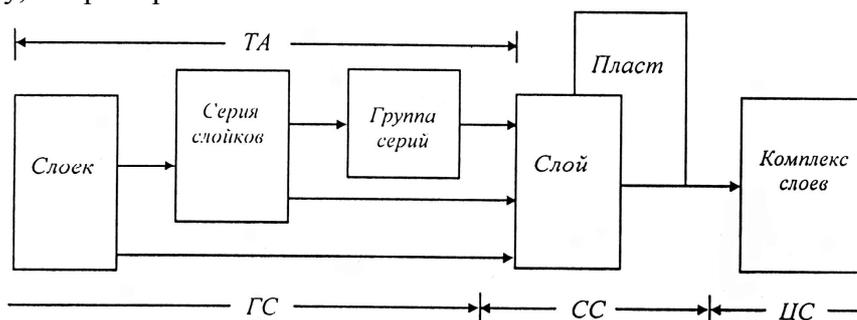


Рисунок 1 - Схема соотношения и соподчиненности слоевых элементов низших рангов в осадочных толщах[8, с. 46]

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:

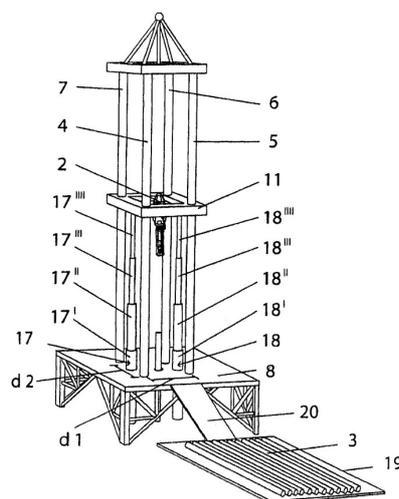


Рисунок 2 – Буровая установка,.....¹

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]

¹ 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 оборудования¹

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

¹ 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, Пушин. науч. центр, Ин-т биофизики клетки, Акад. проблем сохранения жизни. - Пушино: 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](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 скобках²:

- [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

² 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 Б1Б.2.13 – «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 НЕФТИ И ГАЗА

Студент: Христофоров В.Б.
Группа: ГН-12

Руководитель курсовой работы:
Алексеев В.П.

Оценка _____

Подпись _____

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Проректор по учебно-методическому комплексу

С.А. Усторов

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.Б.2.11 ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ И ОЦЕНКА РЕСУРСОВ НЕФТИ И ГАЗА

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Рыльков С.А., к.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.03.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

(подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

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] 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. 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, Ккв, 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. Геология нефти и газа. Геоинформмарк. ISSN: 0016-7894 (online). Доступный архив: 2010-2014.
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 № 3 Геология нефти и газа / С.А. Рыльков. Екатеринбург: УГГУ, 2019. 11 с.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Проректор по учебно-методическому комплексу

С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.Б.2.12 РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Липаев А.А., профессор, д.т.н.

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

Зав. кафедрой

(название кафедры)

(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.03.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

(подпись)

д.т.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

Введение

Учебным планом специальности 21.05.02 Прикладная геология по дисциплине «Разработка месторождений нефти и газа» предусматривается написание контрольной работы на тему «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:

ПСК-3.6: способность осуществлять геологическое сопровождение разработки месторождений нефти и газа.

Результаты обучения, достижение которых свидетельствует об освоении компетенции:

Знания: перечень основных технологических процессов добычи нефти и газа и их специфические особенности; подходы к рациональному выделению эксплуатационных объектов и стадийности их ввода в разработку; 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; перечень проектных документов, составляемых на разработку нефтяных и газовых месторождений; этапность составления и содержания проектных документов; стандарты, руководящие документы и другие нормативные документы, регулирующие процесс разработки залежей УВ

Умения: оценивать текущее состояние разработки нефтяных и газовых месторождений; использовать проектный документ, как источник получения информации о разработке нефтяных и газовых месторождений; ориентироваться в проблематике разработки нефтяных и газовых месторождений; вычислять показатели разработки нефтяных месторождений при различных режимах их эксплуатации; собирать и обобщать материалы о геологическом строении нефтяных и газовых месторождений; вычислять основные технологические показатели разработки для различных гидродинамических режимов; строить и анализировать различные виды характеристик вытеснения

Владения: навыками анализа состояния и расчета технологических показателей разработки нефтяных и газовых месторождений; навыками работы с проектными документами на разработку нефтяных и газовых месторождений; навыками выработки решений по рационализации процессов разработки нефтяных и газовых месторождений; навыками подготовки геологической информации для ее использования в качестве исходных данных при составлении проектных документов; навыками экспресс-оценки начальных извлекаемых (подвижных) запасов нефти с применением характеристик вытеснения.

ПСК-3.8: способность осуществлять экологическую экспертизу проектов, составлять экологический паспорт, оценивать, предотвращать экологический ущерб на производственных объектах и ликвидировать его последствия.

Знания: содержание и классификацию негативных воздействий на экологию районов производства поисков, разведки, разработки нефтяных, газовых, газоконденсатных месторождений; перечень мероприятий по защите окружающей среды при разработке нефтяных и газовых месторождений; состояние экологии в регионах поисков, разведки, разработки УВ; методы прогноза экологического ущерба в результате производства поисков, разведки, разработки нефти и газа; основные требования, предъявляемые к технической документации при экологической экспертизе действий, работ и проектов

Умения: включать меры по охране окружающей среды; анализировать виды и объёмы экологического ущерба на нефтегазодобывающих предприятиях, при

транспортировке различных видов УВ; рассчитать экономическую составляющую экологического ущерба

Владения: методами выполнения экологической экспертизы проектов разработки залежей нефти и газа; методами составления экологических паспортов на объекты нефтегазового комплекса; методами предотвращения и ликвидации последствий негативного воздействия на окружающую среду поисков, разведки и разработки залежей и месторождений УВ.

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 ³	
			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
$H, \text{ м}$	1700	1800	1900	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3100	3300	3500	3700	4000	4500
$L, \text{ м}$	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 $S_e = 15 \%$ и $S_n = 85 \%$. В ходе эксплуатации залежи средняя водонасыщенность стала увеличиваться. Через 5 лет она была равна $S_e = 50 \%$, 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
$S_e, \%$	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	0-1
Обоснование выбора методики решения задачи	0-1
Логичность изложения материала	0-1
Наличие вывода	0-1
Использование профессиональной терминологии	0-1
Итого	0-5

3-5 баллов (50-100%) - «зачтено»

0-2 балла (0-49%) - «не зачтено».

Критерии оценки:

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если:

- работа оформлена аккуратно, в соответствии с требованиями; методика решения задач правильная и все действия обоснованы; все расчеты выполнены верно; ответ полный, имеется вывод по задаче, материал изложен профессиональным языком, логично – 7-8 баллов.

работа оформлена аккуратно, с незначительными замечаниями (отступлениями от требований); методика решения задач правильная и все действия обоснованы; в расчетах имеются ошибки; ответ полный, имеется, вывод по задаче или его нет, материал изложен профессиональным языком, логично – 5-6 баллов.

работа оформлена с существенными замечаниями (отступлениями от установленных требований); методика решения задач правильная, однако действия не обоснованы; в расчетах имеются ошибки; ответ неполный, не имеет вывода по задаче, материал изложен без использования профессиональной терминологии, логично – 3-4 балла.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если работа оформлена неаккуратно, со значительными отступлениями от требований; методика решения задач не правильная и (или) действия не обоснованы; ответ полный или неполный, нет вывода по задаче, материал изложен без использования профессиональной терминологии, нелогично – 0-2 балла.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Б1.Б.2.12 РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Липаев А.А., д.т.н.

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

Зав. кафедрой

(название кафедры)

(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.03.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

(подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

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 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 дисциплины «Разработка 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 [2, 3]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература [1, 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 учебным пособиям [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: Основы нефтегазового промыслового дела. [2, 3]

Роль нефти и газа в жизни человека. Краткая история развития нефтегазодобычи. Этапы добычи нефти и газа. Предмет: «Разработка нефтяных и газовых месторождений». Роль нефтегазового промыслового геологического. 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.

Дополнительная литература: [1, 4, 5].

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. [2, 3]

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.

Дополнительная литература: [1, 4, 5].

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. [2, 3]

Основные положения и принципы разработки. Разработка газовой залежи при газовом и водонапорном режимах. Разработка газоконденсатных месторождений.

Дополнительная литература: [1, 4, 5].

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. [2, 3]

Факторы, влияющие на нефтеизвлечение. Понятие и классификация МУН. Методы повышения нефтеизвлечения: гидродинамические, химические, газовые, тепловые, микробиологические, физические. Выбор МУН для применения на объекте разработки.

Дополнительная литература: [1, 4, 5].

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 внутривластового горения
10. Что представляют собой микробиологические методы увеличения нефтеизвлечения?

Тема 5: Эксплуатация нефтяных и газовых скважин. [2, 3]

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.

Дополнительная литература: [1, 4, 5].

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. [2, 3]

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.

Дополнительная литература: [1, 4, 5].

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 по курсу «Разработка месторождений нефти и газа»

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. Геоолого-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

Рекомендуемая литература

1. 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> Электронный ресурс
2. Липаев, А. А. Разработка месторождений тяжелых нефтей и природных битумов / А. А. Липаев. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2013. — 484 с. — ISBN 978-5-4344-0127-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/28912.html>
3. Разработка нефтяных месторождений [Текст] : учебное пособие / М. М. Мусин, А. А. Липаев, Р. С. Хисамов ; под ред. А. А. Липаева. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 328 с.
4. Разработка месторождений нефти и газа: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация № 3 Геология нефти и газа / А.А. Липаев. Екатеринбург: УГГУ, 2019. 17 с.
5. Трофимов Д.М. Методы дистанционного зондирования при разведке и разработке месторождений нефти и газа [Электронный ресурс] / Д.М. Трофимов, М.Д. Каргер, М.К. Шуваева. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2015. — 80 с. — 978-5-9729-0090-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40233.html> Электронный ресурс

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Проректор по учебно-методическому комплексу

С.А. Журав

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.Б.2.13 НЕФТЕГАЗОВАЯ ЛИТОЛОГИЯ

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Алексеев В.П., д.г.-м.н., профессор

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.03.2020
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020
(Дата)

Екатеринбург
2020

Введение

Учебным планом специальности 21.05.02 Прикладная геология по дисциплине «Нефтегазовая литология» предусматривается написание контрольной работы на тему «Построение литологической колонки по заданному описанию керна». Это самостоятельный труд студента, который способствует углублённому изучению пройденного материала.

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

ПСК-3.6: Способность осуществлять геологическое сопровождение разработки месторождений нефти и газа.

Результаты обучения, достижение которых свидетельствует об освоении компетенции:

Знания: оценка и типизация коллекторов, включая основные параметры фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) при разработке месторождений; процессы формирования пустотного пространства и его заполнения флюидами различного состава; вторичные (наложенные) процессы преобразования осадочных толщ

Умения: определять и описывать состав, структуру и текстуру основных типов осадочных горных пород; анализировать основные коллекторские свойства горных пород

Владения: навыками и приемами работ с керном, определения основных диагностических признаков; навыками установления фаций (условий формирования отложений); навыками построения колонок скважин, разрезов, карт, с определением генезиса пород; навыками установления зависимости ФЕС от особенностей литологического и фациального состава отложений

ПСК-3.9: Способность ориентироваться в современном состоянии мировой экономики, оценивать роль нефти и газа в ее развитии.

Знания: методы изучения состава, строения и условий образования отложений, формирующих нефтегазоносные комплексы; основные литологические типы пород, слагающие нефтегазоносные толщи

Умения: ориентироваться в современном состоянии отечественной и мировой седиментологии, оценивать ее значение для мировой экономики нефти и газа.

Владения: навыками анализа коллекторских свойств горных пород с учетом роли нефти и газа в мировой экономике

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

По исходным данным строится колонка скважины, пример которой приведен на рисунке 1. Она отстраивается в масштабе 1:200 на миллиметровой бумаге. Обобщающая гранулометрическая кривая вычерчивается «в стиле» фациально-тектонического анализа Г.А. Шванова, что показано на соответствующем детальном рисунке 2.

К построенной колонке дается краткая пояснительная записка, в которой основное внимание уделяется интервалам с потенциальным значением для содержания углеводородов (коллекторов). Приводится их характеристика с точки зрения приемистости и потенциального экономического значения.

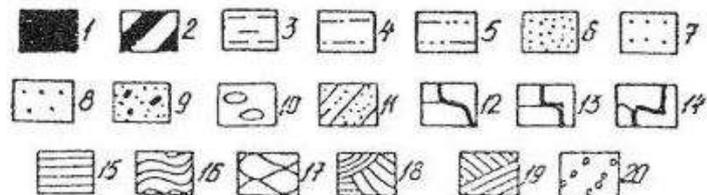
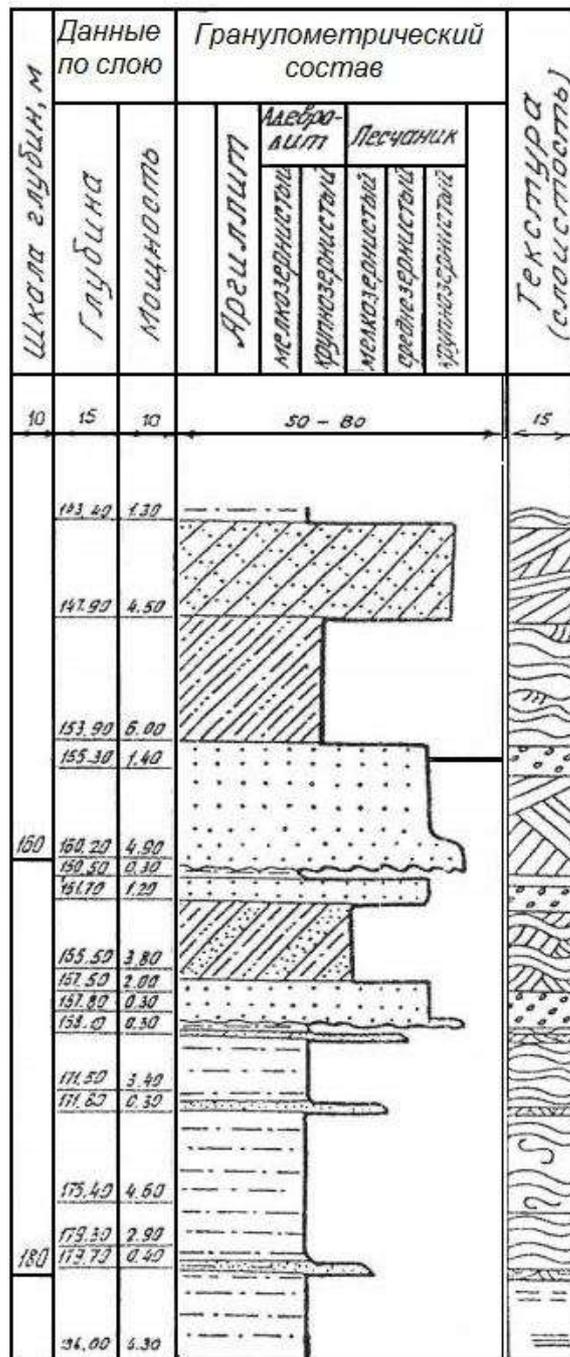


Рис. 1. Фрагмент детальной колонки скважины (пример):
 1-11 – гранулометрические: 1 – уголь, 2 – углистые породы, 3 – аргиллит, 4 - мелкозернистый и 5 – крупнозернистые алевриты, 6 – мелкозернистый, 7 - среднезернистый и 8 – крупнозернистые песчаники, 9 – гравелит, 10 – конгломерат, 11 - переслаивание разновидностей; 12-14 – контакты: 12 – постепенный, 13 – четкий (резкий), 14 – эрозионный; 15-20 – текстуры: 15 – горизонтальная, 16 – пологоволнистая, 17 – линзовидно-волнистая, 18 – косо-волнистая, 19 – косая, 20 - слоистость

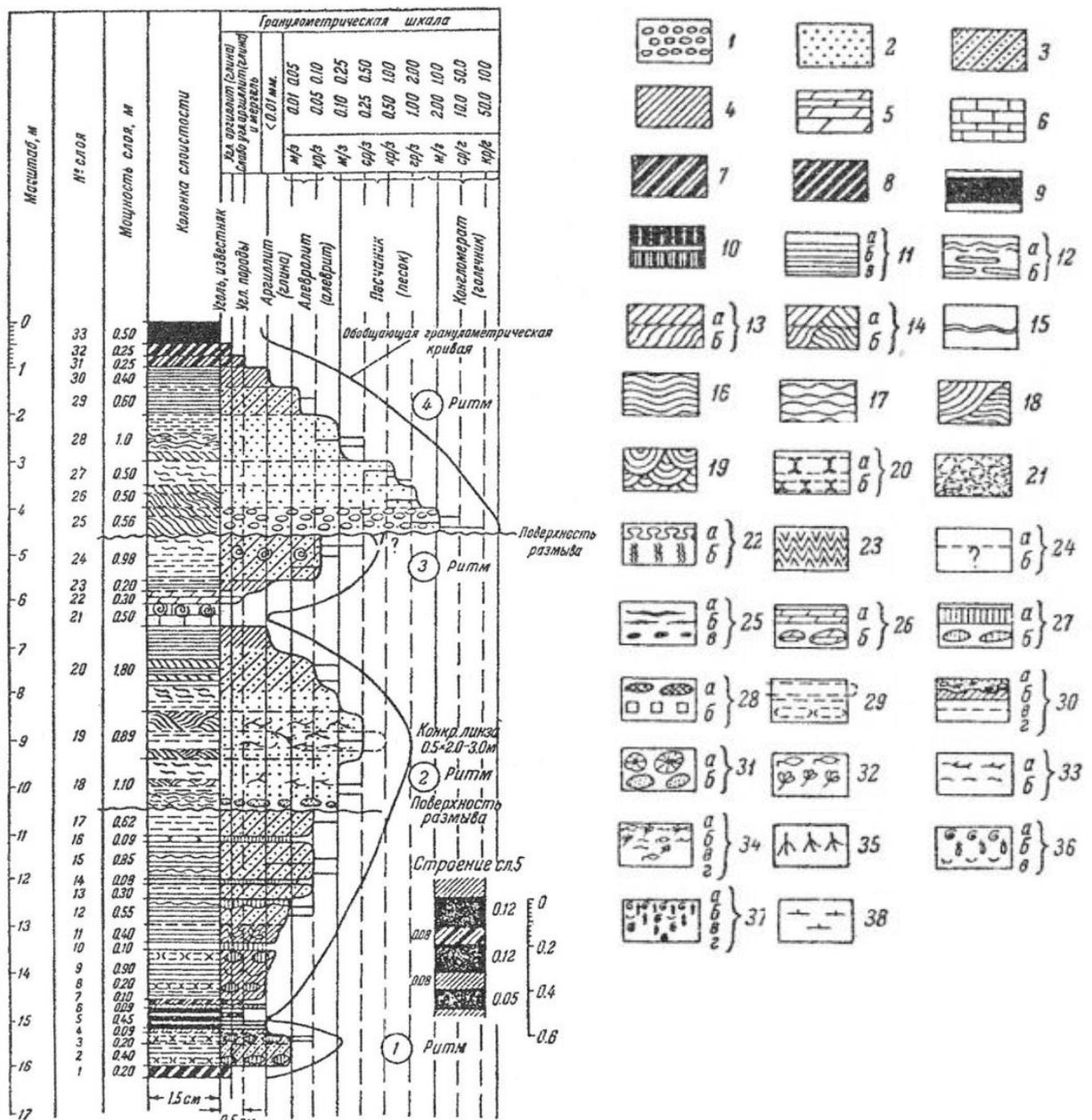


Рис. 2. Пример вычерчивания нормального разреза с гранулометрической кривой (Г.А. Шванов, 1967):

Породы: 1 - галечник, конгломерат (коричневый); 2 - песок, песчаник (желтый); 3 - алеврит, алевролит (красный); 4 - глина, аргиллит (зеленый); 5 - мергель (голубой); 6 - известняк (синий); 7 - слабоуглистая глина (аргиллит); 8 - углистая глина (аргиллит); 9 - уголь гумусовый; 10 - сверху: уголь сапропелевый, внизу: горючий сланец. Типы слоистости. Горизонтальная: 11а - толстая (чертит через 3 мм), 11б - тонкая (через 2 мм), 11в - очень тонкая (через 1 мм), 12а - неровно (волнисто)-горизонтальная, 12б - линзовидно-горизонтальная. Косая: однонаправленная (13а - прямолинейная, 13б - криволинейная); разнонаправленная (14а - прямолинейно-перекрестная, 14б - криволинейно-перекрестная). Волнистая: 15 - волноприбойные знаки ряби; 16 - правильно-волнистая; 17 - линзовидно-волнистая; 18 - линзовидно-волнисто-перекрестная; 19 - линзовидно-волнистая мультислойно-перекрестная. Прочие текстуры: 20а - конкреционное сложение, 20б - полуконкреционное сложение; 21 - комковатость породы; 22а - текстура взмучивания, 22б - следы деятельности илоядных; 23 - "конус в конусе"; 24а - породы неслоистые, 24б - слоистость не ясна. Для тех же типов слоистости, неясно выраженных - пунктирные линии.

Включения: угля (25а - линзы, 25б - включения, 25в - гальки); мергеля (26а - прослои, 26б - линзы); сидерита (27а - прослои, 27б - линзы); пирита (28а - конкреции, 28б - включения); 29 - участки цементации; 30а - гальки глины и других пород, 30б - контакт с размывом, 30в - контакт резкий, 30г - постепенный переход. Стволы: 31а - минерализованные, 31б - с песчаным ядром; 32 -

растительные остатки хорошей сохранности; 33а - растительные остатки плохой сохранности, 33б - растительный шлам. Растительный детрит; 34 - количество флоры (а - обилие, б - много, в - средне, г - мало); 35 - корневые остатки; 36а - морская фауна, 36б - лингулы, 36в - пеллециподы; 37 - количество фауны (а - обилие, б - много, в - средне, г - мало); 38 - известковистость пород.
Примечание. Цвета (коричневый, желтый и другие) употребляются при раскраске пород

Вариант 1

№№ слоев	Глубина, м	Описание
1	123,0-124,10	Алевролит мелкозернистый с горизонтальной слоистостью. Контакт четкий.
2	124,10-125,20	Песчаник среднезернистый с косо-волнистой слоистостью. Контакт постепенный.
3	125,20-126,40	Песчаник крупнозернистый с косою слоистостью. Контакт резкий.
4	126,40-128,20	Алевролит крупнозернистый с линзовидно-волнистой слоистостью. Контакт постепенный.
5	128,20-128,90	Алевролит мелкозернистый, массивный. Контакт постепенный.
6	128,90-130,40	Песчаник тонкозернистый с полого-волнистой слоистостью. Контакт четкий.
7	130,40-130,70	Аргиллит массивный, до углистого. Контакт с корневой системой.
8	130,70-133,10	Алевролит мелкозернистый с полого-волнистой слоистостью. Контакт четкий.
9	133,10-135,40	Песчаник среднезернистый с косою слоистостью. Контакт резкий.
10	135,40-138,00	Алевролит мелкозернистый с горизонтальной слоистостью.

Вариант 2

№№ слоев	Глубина, м	Описание
1	244,00-246,20	Алевролит мелкозернистый, массивный. Контакт четкий.
2	246,20-247,80	Песчаник среднезернистый с косою сильно срезанной слоистостью. Контакт резкий, с размывом.
3	247,80-248,10	Алевролит мелкозернистый, углистый. Контакт постепенный.
4	248,10-249,70	Алевролит крупнозернистый, с линзовидно-волнистой слоистостью. Контакт постепенный.
5	249,70-250,60	Песчаник тонкозернистый, с косо-волнистой слоистостью. Контакт постепенный.
6	250,60-251,80	Песчаник мелкозернистый, с косо-волнистой слоистостью. Контакт постепенный.
7	251,80-254,20	Песчаник крупнозернистый с косою слоистостью. Контакт четкий.
8	254,20-254,60	Гравелит массивный. Контакт резкий.
9	254,60-257,20	Алевролит мелкозернистый, массивный Контакт резкий.
10	257,20-260,00	Алевролит крупнозернистый, с косо-солнистой слоистостью.

Вариант 3

№№ слоев	Глубина, м	Описание
1	367,00-369,10	Алевролит мелкозернистый с тонкой горизонтальной слоистостью. Контакт четкий.
2	369,10-371,20	Песчаник крупнозернистый с косою слоистостью. Контакт постепенный.
3	371,20-373,00	Песчаник среднезернистый с косою слоистостью. Контакт

		четкий.
4	373,00-374,60	Песчаник тонкозернистый линзовидно-волнистой слоистостью. Контакт четкий.
5	374,60-375,00	Аргиллит массивный. Контакт четкий.
6	375,00-376,70	Алевролит крупнозернистый, с косо-волнистой слоистостью. Контакт четкий.
7	376,70-379,80	Песчаник мелкозернистый с косо-волнистой слоистостью. Контакт постепенный.
8	379,80-380,00	Песчаник тонкозернистый с косо-волнистой слоистостью. Контакт резкий.
9	380,00-381,30	Алевролит мелкозернистый с полого-волнистой слоистостью. Контакт постепенный.
10	381,30-382,00	Алевролит крупнозернистый с косо-волнистой слоистостью.

Вариант 4

№№ слоев	Глубина, м	Описание
1	415,00-416,40	Алевролит мелкозернистый, массивный. Контакт четкий.
2	416,40-417,80	Песчаник среднезернистый с косой, слабо срезанной слоистостью. Контакт постепенный.
3	417,80-419,00	Песчаник средне-мелкозернистый с косо-волнистой слоистостью. Контакт четкий.
4	419,00-419,40	Аргиллит массивный. Контакт постепенный, с корневыми остатками.
5	419,40-420,30	Алевролит мелкозернистый, слабо углистый, с полого-волнистой слоистостью. Контакт постепенный.
6	420,30-422,10	Песчаник тонкозернистый с косо-волнистой слоистостью. Контакт постепенный.
7	422,10-423,60	Песчаник среднезернистый с косой однонаправленной слоистостью. Контакт четкий.
8	423,60-427,80	Песчаник крупнозернистый, слоеватый. Контакт резкий, эрозионный.
9	427,80-429,30	Алевролит мелкозернистый. Слоистость горизонтальная, ритмичная. Контакт постепенный.
10	429,30-431,40	Алевролит крупнозернистый. Слоистость линзовидно-косоволнистая

Вариант 5

№№ слоев	Глубина, м	Описание
1	523,00-524,20	Алевролит мелкозернистый с горизонтальной слоистостью. Контакт четкий.
2	524,20-525,10	Алевролит крупнозернистый с полого-волнистой слоистостью. Контакт четкий.
3	525,10-526,60	Песчаник среднезернистый. Слоистость косая, слабо срезанная. Контакт постепенный.
4	526,60-528,20	Песчаник мелкозернистый с косо-волнистой слоистостью. Контакт четкий.
5	528,20-528,90	Аргиллит массивный. Контакт четкий.
6	528,90-530,40	Алевролит крупнозернистый с косо-волнистой слоистостью. Контакт четкий.
7	530,40-530,70	Алевролит мелкозернистый, слабо углистый. Слоистость полого-волнистая. Контакт четкий.

8	530,70-534,40	Песчаник тонкозернистый с линзовидно-волнистой слоистостью. Контакт постепенный.
9	534,40-536,70	Песчаник среднезернистый с крупной косою слоистостью. Контакт резкий, эрозионный.
10	536,70-538,00	Алевролит мелкозернистый с горизонтальной слоистостью.

Вариант 6

№№ слоев	Глубина, м	Описание
1	644,30-646,10	Аргиллит массивный. Контакт четкий.
2	646,10-648,00	Песчаник среднезернистый с косою, сильно срезанной слоистостью. Контакт постепенный.
3	648,00-648,40	Песчаник тонкозернистый с косо-волнистой слоистостью. Контакт постепенный.
4	648,40-650,20	Песчаник разномзернистый. Слоеватость. Контакт четкий, эрозионный.
5	650,20-651,00	Алевролит мелко-крупнозернистый, слоистость полого-линзовидно-волнистая. Контакт постепенный.
6	651,00-652,40	Песчаник тонкозернистый с тонкой косо-волнистой слоистостью. Контакт постепенный.
7	652,40-654,10	Песчаник мелко-среднезернистый. Слоистость косая, сильно срезанная. Контакт четкий.
8	654,10-657,30	Песчаник крупнозернистый. Слоеватость. Контакт резкий, с размывом.
9	657,30-658,00	Алевролит мелкозернистый слабоуглистый. Контакт постепенный.
10	658,00-660,70	Алевролит крупнозернистый. Слоистость полого-линзовидно-волнистая.

Вариант 7

№№ слоев	Глубина, м	Описание
1	758,00-758,60	Алевролит мелкозернистый с горизонтальной слоистостью. Контакт четкий.
2	758,60-760,90	Песчаник среднезернистый с косою слабо срезанной слоистостью. Контакт через переслаивание.
3	760,90-762,20	Песчаник мелко-среднезернистый. Слоистость косо-волнистая, мультислойная. Контакт четкий.
4	762,20-764,10	Песчаник средне-крупнозернистый. Слоистость косая, сильно срезанная. Контакт эрозионный, с размывом.
5	764,10-764,90	Аргиллит массивный. Контакт постепенный.
6	764,90-766,20	Алевролит мелкозернистый с тонкой полого-волнистой слоистостью. Контакт постепенный.
7	766,20-769,70	Песчаник тонкозернистый с косо-волнистой слоистостью. Контакт постепенный.
8	769,70-771,40	Песчаник среднезернистый. Слоистость косая, сильно срезанная. Контакт четкий.
9	771,40-773,20	Песчаник крупнозернистый. Слоеватость. Контакт резкий, эрозионный.
10	773,20-774,90	Алевролит мелко-крупнозернистый. Слоистость полого-волнистая.

Вариант 8

№№ слоев	Глубина, м	Описание
1	864,40-865,70	Алевролит мелкозернистый, массивный. Контакт четкий.
2	865,70-868,10	Песчаник среднезернистый. Слоистость косая, слабо срезанная. Контакт постепенный.
3	868,10-869,70	Песчаник мелко-среднезернистый с косо-волнистой слоистостью. Контакт четкий.
4	869,70-871,20	Алевролит крупнозернистый. Слоистость полого-линзовидно-волнистая. Контакт постепенный.
5	871,20-871,60	Аргиллит массивный. Контакт четкий.
6	871,60-873,10	Алевролит мелко-крупнозернистый, с тонкой полого-линзовидной слоистостью. Контакт постепенный.
7	873,10-875,30	Песчаник тонкозернистый с косо-волнистой слоистостью. Контакт постепенный.
8	875,30-877,90	Песчаник среднезернистый с косой, сильно срезанной однонаправленной слоистостью. Контакт четкий.
9	877,90-880,10	Песчаник средне-крупнозернистый. Слоеватость. Контакт эрозионный.
10	880,10-881,30	Алевролит мелкозернистый с горизонтальной слоистостью.

Вариант 9

№№ слоев	Глубина, м	Описание
1	934,50-936,20	Алевролит мелкозернистый, массивный. Контакт четкий.
2	936,20-939,10	Песчаник мелкозернистый с косо-волнистой слоистостью. Контакт постепенный.
3	939,10-941,20	Песчаник среднезернистый с косой, слабо срезанной слоистостью. Контакт четкий.
4	941,20-942,10	Песчаник крупнозернистый. Слоеватость. Контакт резкий, эрозионный.
5	942,10-943,60	Алевролит крупнозернистый. Слоистость линзовидно-волнистая. Контакт постепенный.
6	943,60-944,00	Аргиллит массивный. Контакт четкий.
7	944,00-946,60	Алевролит мелко-крупнозернистый. Слоистость полого-волнистая. Контакт четкий.
8	946,60-949,20	Песчаник тонкозернистый с косо-волнистой слоистостью. Контакт постепенный.
9	949,20-951,60	Песчаник среднезернистый. Косая, сильно срезанная слоистость. Контакт резкий, с размывом.
10	951,60-953,00	Алевролит мелкозернистый. Слоистость горизонтальная.

Вариант 10

№№ слоев	Глубина, м	Описание
1	464,00-465,80	Аргиллит массивный. Контакт четкий.
2	465,80-467,90	Песчаник среднезернистый. Слоистость косая, слабо срезанная. Контакт четкий.
3	467,90-469,60	Алевролит крупнозернистый. Слоистость косо-волнистая. Контакт постепенный.
4	469,60-471,50	Песчаник тонко-мелкозернистый. Слоистость косо-волнистая. Контакт постепенный.
5	471,50-473,30	Песчаник мелкозернистый, массивный. Контакт резкий.
6	473,30-474,40	Алевролит мелкозернистый с горизонтальной слоистостью. Контакт постепенный.

7	474,40-475,70	Алевролит крупнозернистый с линзовидно-волнистой слоистостью. Контакт постепенный.
8	475,70-477,90	Песчаник среднезернистый с косой, сильно срезанной слоистостью. Контакт постепенный.
9	477,90-480,10	Песчаник средне-крупнозернистый. Слоеватость. Контакт резкий, эрозионный.
10	480,10-481,40	Алевролит мелкозернистый, массивный.

Вариант 11

№№ слоев	Глубина, м	Описание
1	510,40-511,80	Алевролит мелкозернистый. Горизонтальная слоистость. Контакт четкий.
2	511,80-513,50	Песчаник средне-мелкозернистый с косо-волнистой слоистостью. Контакт постепенный.
3	513,50-516,10	Песчаник среднезернистый с косой, слабо срезанной слоистостью. Контакт резкий.
4	516,10-516,70	Аргиллит массивный. Контакт четкий.
5	516,70-518,10	Алевролит мелко-крупнозернистый. Слоистость полого-линзовидно-волнистая. Контакт постепенный.
6	518,10-520,30	Песчаник тонкозернистый. Слоистость косо-волнистая. Контакт постепенный.
7	520,30-522,40	Песчаник мелко-среднезернистый. Слоистость косая однонаправленная. Контакт постепенный.
8	522,40-524,30	Песчаник среднезернистый с косой слоистостью. Контакт постепенный.
9	524,30-526,10	Песчаник крупнозернистый. Слоеватость. Контакт эрозионный.
10	526,10-527,60	Алевролит мелкозернистый с горизонтальной слоистостью.

Вариант 12

№№ слоев	Глубина, м	Описание
1	609,30-610,70	Алевролит мелкозернистый, массивный. Контакт четкий.
2	610,70-613,20	Песчаник среднезернистый. Слоистость косая, слабо срезанная. Контакт через переслаивание.
3	613,20-615,10	Песчаник мелко-среднезернистый с косо-волнистой слоистостью. Контакт четкий.
4	615,10-615,60	Алевролит мелко-крупнозернистый со сложной линзовидно-косо-волнистой слоистостью. Контакт четкий.
5	615,60-617,40	Песчаник тонкозернистый с косо-волнистой слоистостью. Контакт постепенный.
6	617,40-620,20	Песчаник среднезернистый со сложной линзовидно-косо-волнистой слоистостью. Контакт четкий.
7	620,20-620,50	Аргиллит массивный. Контакт постепенный.
8	620,50-623,00	Песчаник тонко-мелкозернистый с полого-волнистой слоистостью. Контакт постепенный.
9	623,00-625,10	Песчаник мелкозернистый с косо-волнистой слоистостью. Контакт четкий.
10	625,10-626,40	Алевролит мелкозернистый с горизонтальной слоистостью.

Вариант 13

№№ слоев	Глубина, м	Описание
1	715,40-716,80	Аргиллит массивный. Контакт четкий.
2	716,80-718,40	Песчаник крупнозернистый. Слоистость косая

		однаправленная, сильно срезанная. Контакт постепенный.
3	718,40-720,10	Песчаник среднезернистый с косой слабосрезанной слоистостью. Контакт через переслаивание.
4	720,10-722,40	Песчаник мелко-среднезернистый с косо-волнистой слоистостью. Контакт резкий, эрозионный.
5	722,40-722,80	Алевролит мелкозернистый с горизонтальной слоистостью. Контакт постепенный.
6	722,80-725,10	Алевролит мелко-крупнозернистый. Слоистость полого-линзовидно-волнистая. Контакт четкий.
7	725,10-728,00	Песчаник тонкозернистый. Слоистость косо-волнистая. Контакт постепенный.
8	728,00-731,40	Песчаник среднезернистый. Слоистость косая, сильно срезанная. Контакт четкий.
9	731,40-733,00	Песчаник крупнозернистый. Слоеватость. Контакт резкий, эрозионный.
10	733,00-734,10	Алевролит мелкозернистый с горизонтальной слоистостью.

Вариант 14

№№ слоев	Глубина, м	Описание
1	841,50-843,10	Аргиллит массивный. Контакт четкий.
2	843,10-847,00	Песчаник среднезернистый с косой, слабо срезанной слоистостью. Контакт через переслаивание.
3	847,00-848,40	Песчаник мелко-среднезернистый с косо-волнистой слоистостью. Контакт четкий.
4	848,40-850,30	Алевролит мелко-крупно-зернистый с полого-линзовидно-волнистой слоистостью. Контакт четкий.
5	850,30-850,80	Алевролит мелкозернистый с горизонтальной слоистостью. Контакт постепенный.
6	850,80-853,10	Песчаник тонкозернистый с косо-волнистой слоистостью. Контакт постепенный.
7	853,10-854,70	Песчаник мелко-среднезернистый с косой слоистостью. Контакт постепенный.
8	854,70-856,20	Песчаник среднезернистый с косой слоистостью. Контакт постепенный.
9	856,20-857,10	Песчаник крупнозернистый. Слоеватость. Контакт резкий, эрозионный.
10	857,10-858,30	Алевролит мелкозернистый, слабо углистый с горизонтальной слоистостью.

Вариант 15

№№ слоев	Глубина, м	Описание
1	964,40-965,90	Алевролит мелкозернистый, массивный. Контакт четкий.
2	965,90-967,10	Песчаник среднезернистый с косо-волнистой слоистостью. Контакт постепенный.
3	967,10-969,20	Песчаник средне-крупнозернистый с косой однаправленной слоистостью. Контакт четкий.
4	969,20-970,40	Песчаник мелкозернистый с косой, слабо срезанной слоистостью. Контакт четкий.
5	970,40-972,10	Алевролит круп Аргиллит массивный. Контакт четкий. нозернистый с косо-волнистой слоистостью. Контакт постепенный.
6	972,10-973,60	Аргиллит массивный. Контакт четкий.
7	973,60-975,10	Алевролит мелко-крупнозернистый, с полого-

		волнистой слоистостью. Контакт постепенный.
8	975,10-977,20	Песчаник тонко-мелкозернистый с линзовидно-косо-волнистой слоистостью. Контакт постепенный.
9	977,20-979,40	Песчаник средне-крупнозернистый с косою однонаправленной слоистостью. Контакт резкий, эрозионный.
10	979,40-981,30	Алевролит мелкозернистый с горизонтальной слоистостью.

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 методами изучения состава, строения и условий образования отложений, формирующих нефтегазоносные комплексы;
- умение оценивать основные коллекторские характеристики горных пород;
- владение навыками построения колонок скважин, разрезов, карт, с определением генезиса пород;
- 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 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 оценивания контрольной работы</i>	<i>Количество баллов</i>
Оформление работы в соответствии с требованиями	0-1
Правильность построения литологической колонки	0-2
Полнота и правильность анализа полученных результатов (выводы по работе)	0-2
Итого	0-5

5 баллов (90-100%) - оценка «отлично»

4 балла (70-89%) - оценка «хорошо»

3 балла (50-69%) - оценка «удовлетворительно»

0-2 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно».

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если работа оформлена аккуратно, в соответствии с требованиями; литологическая колонка построена правильно, проведен полный анализ полученных результатов, сделаны правильные выводы по работе – 5 баллов.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если работа оформлена аккуратно с незначительными замечаниями (отступлениями от требований); при построении литологической колонки допущены неточности, с погрешностями проведен анализ полученных результатов, сделаны выводы по работе – 4 балла.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа оформлена с существенными замечаниями (отступлениями от установленных требований); при построении литологической колонки допущены ошибки, анализ полученных результатов отсутствует, выводы по работе неверные или отсутствуют – 3 балла.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа оформлена неаккуратно, со значительными отступлениями от требований; литологическая колонка построена неправильно, неверный либо отсутствуют анализ и выводы по работе – 0-2 балла.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Проректор по учебно-методическому комплексу

С.А. Удоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.Б.2.13 НЕФТЕГАЗОВАЯ ЛИТОЛОГИЯ

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Алексеев В.П., д.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.03.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

(подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

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 Ю₂,
... (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 принципе. 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:

«...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, ъ, 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:

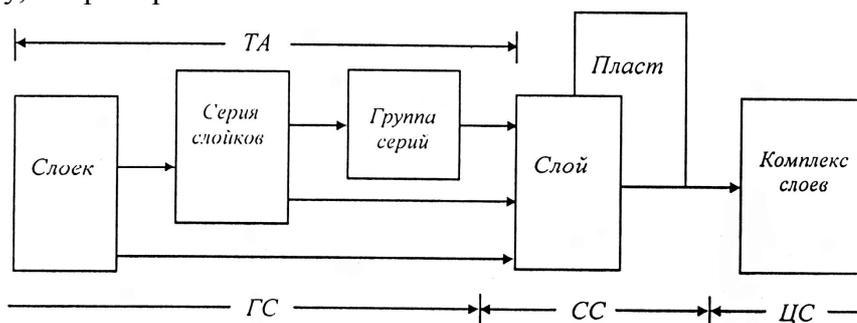


Рисунок 1 - Схема соотношения и соподчиненности слоевых элементов низших рангов в осадочных толщах[8, с. 46]

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:

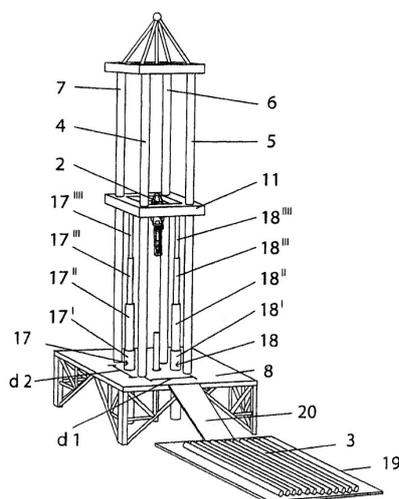


Рисунок 2 – Буровая установка,.....¹

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]

¹ 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 оборудования¹

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

¹ 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, Пушин. науч. центр, Ин-т биофизики клетки, Акад. проблем сохранения жизни. - Пушино: 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 скобках²:

- [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

² 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 Б1Б.2.13 – «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 НЕФТИ И ГАЗА

Студент: Христофоров В.Б.
Группа: ГН-12

Руководитель курсовой работы:
Алексеев В.П.

Оценка _____

Подпись _____

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.Б.2.13 НЕФТЕГАЗОВАЯ ЛИТОЛОГИЯ

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Алексеев В.П., д.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.03.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург

2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Раздел 1. ПОЛЕВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ	5
1. Выделение слоев	5
2. Вещественный и генетический подходы к изучению осадочных комплексов	7
3. Терригенные и карбонатные породы	9
4. Текстуальный анализ	13
5. Ихнофоссилии, карбонатность и др. признаки	15
6. Комплексование диагностических признаков; контакты и перерывы	17
Раздел 2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	19
7. Гранулометрический анализ	19
8. Минералогический анализ	23
9. Стадиальный анализ	26
Раздел 3. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ	28
10. Химический анализ (литохимия)	28
11. Геохимия микроэлементов	30
12. Термический, рентгеноструктурный, люминесцентный, электронно-микроскопический методы	32
13. Фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС)	35
14. Комплексование методов	38
Раздел 4. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ И РЕШЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ	40
15. Отбор проб и обработка результатов исследований	40
16. Строение толщ и корреляция разрезов	42
17. Решение геологических задач	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	46
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	47
Приложение. ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ В ШЛИФАХ	50

ВВЕДЕНИЕ

Осадочные породы пользуются широким распространением, содержат более 90 % полезных ископаемых, используемых человеком, поэтому их всестороннему изучению уделяется пристальное внимание. Во второй половине XX столетия опубликован ряд руководств по исследованию осадочных пород, имеющих комплексный характер. Среди них особенно выделяется двухтомник «Методы изучения осадочных пород» (1957), изданный по инициативе и под редакцией выдающегося советского литолога, академика Николая Михайловича СТРАХОВА. По ряду позиций это издание сохраняет свою актуальность, хотя лабораторное оборудование за прошедшие полвека, естественно, неузнаваемо изменилось.

Вплоть до начала 90-х гг. XX в. в отечественной литературе публиковалось большое количество различных руководств по методам изучения осадочных пород широкого диапазона (какотносительно методов, так и самих пород). Однако, известные события последних двадцати лет показали существенную стагнацию в данном вопросе. В итоге получилось так, что издания прошлых лет либо стали труднодоступны, либо устарели по своей сути.

Создавшуюся лакуну частично заполнило учебное пособие А. В. Маслова «Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных» (2005). В нем впервые в довольно исчерпывающем (хотя и сжатом) виде рассмотрены актуальные вопросы, касающиеся получения и обработки сведений, изложенных во многих работах иностранных исследователей, далеко продвинувшихся вперед за упомянутые выше двадцать лет стагнации российской геологии.

Представленное пособие не претендует на разрешение обозначенных выше проблем. В нем приводятся очень сжатые сведения по основным приемам и способам получения и обработки информации, касающейся свойств и параметров осадочных пород. Отличительной особенностью представленной сводки является ее предельно минимизированный объем, что достигнуто изложением сведений почти исключительно в графическом виде. На каждую из 17 тем отведено, как правило, два листа, каждый из которых содержит (в основном) по 3-5 рисунков. Если учесть известное положение о том, что грамотно выполненный рисунок адекватен двум-трем страницам машинописного текста (естественно, такое соотношение условно), то представленные 35 страниц основной части могут быть соотнесены с 250 – 300 страницами «обычного» учебного пособия. «Развернуть» же познание того или иного кратко обозначенного вопроса или метода можно с помощью литературы, которая приведена в конце пособия.

Основная часть пособия составлена В. П. Алексеевым. Н. С. Носовой написано Приложение (Гранулометрический анализ в шлифах).

Раздел 1. ПОЛЕВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ

1. Выделение слоев

Таблица 1.1

Ранговая шкала геологических тел в нефтегазовой литологии

Уровни организации		Объекты (геологические тела)	Инварианты седиментогенеза (СГ)	Коллекторы (уровни см. на рис. 1.3)	Эмерджентное свойство (свойствоцелого, не сводимое к сумме свойств слагающих элементов)
Группа	Ранг				
Структурно-формационная	6	Формационные комплексы; осадочные бассейны	-	-	-
	5	Формации			Единство геотектонических условий и палеогеографической обстановки
	4	Наборы пород: литоциклы (циклиты)	ЦиклоСГ		Направленность смены типов пород и их комплексов
Минерально-петрографическая	3	Породы; слои ≈ пласты; литоритмы (ритмиты)	СтратоСГ		Устойчивое сочетание минералов; простая повторяемость ограниченного набора слоев и слоев
			ГранулоСГ		
	2	Минералы	-	-	
1*	Молекулы	-		-	

*Справочно, поскольку собственно геологическими телами они не являются

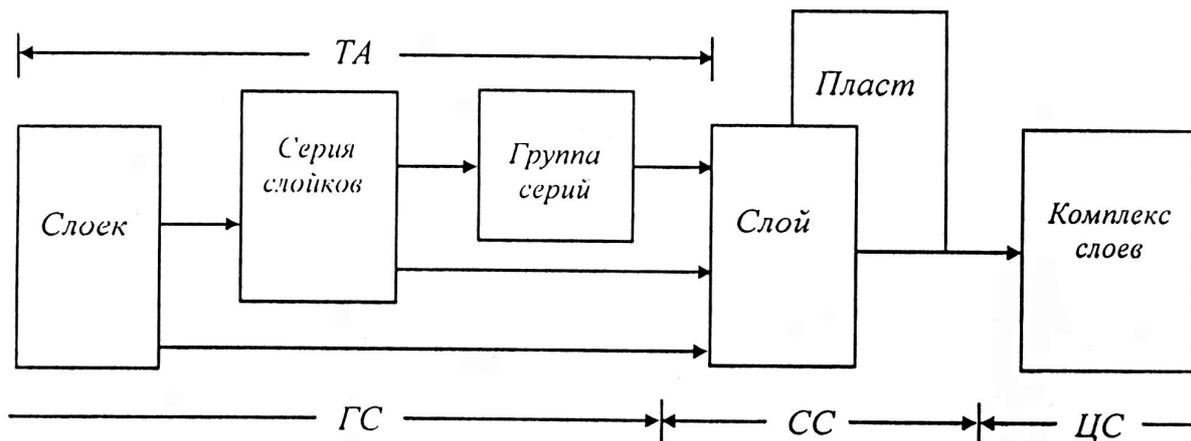


Рис. 1.1. Схема соотношения и соподчиненности слоевых элементов низших рангов в осадочных толщах (по Л. Н. Ботвинкиной, 1962; с дополнениями):

вверху: *ТА* – текстурный анализ; внизу: структурные инварианты седиментогенеза: *ГС* – гранулоседиментогенез, *СС* – стратоседиментогенез, *ЦС* – циклоседиментогенез (по С. И. Романовскому, 1985)

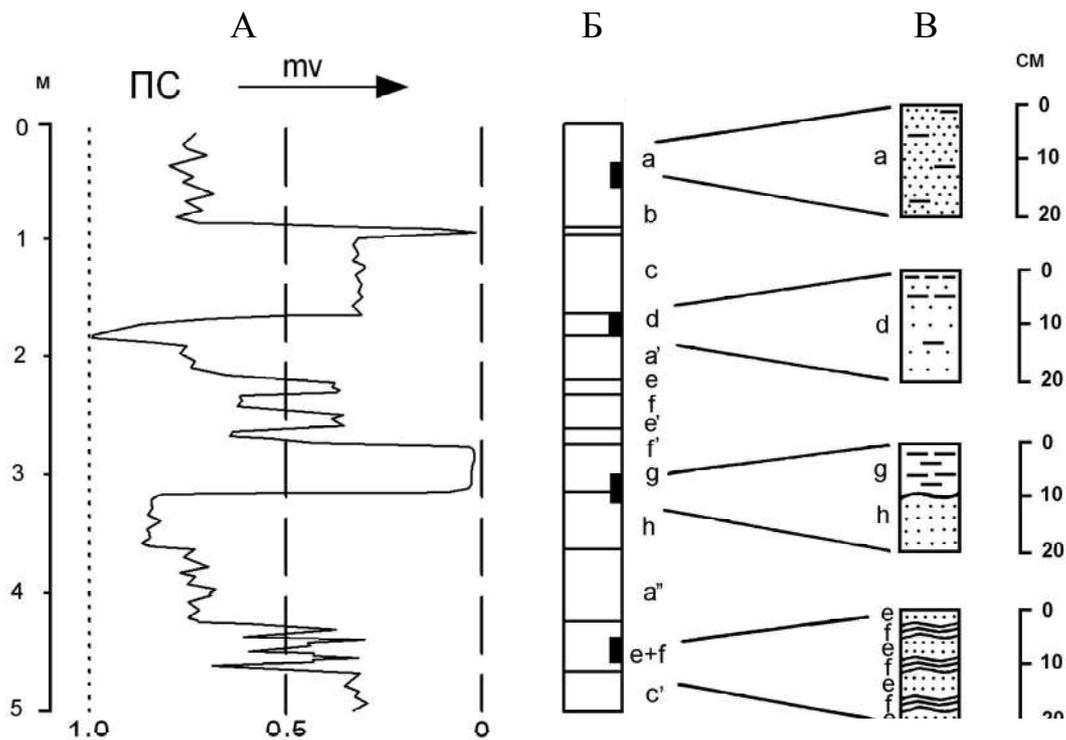


Рис. 1.2. Принципиальная схема выделения слоев:

А – кривая метода потенциалов собственной поляризации (ПС): точками обозначена линия «чистых песков»; штрихами справа – линия «чистых глин»; 0 – 1,0 – интенсивность аномалий в условных единицах;
 Б – выделяемые слои (*a, b, …, h*); при этом знаки ', ' показывают, что данные слои тождественны предыдущим, имеющим то же буквенное обозначение; зачернены интервалы, соответствующие образцам на колонке В;
 В – образцы (сверху вниз): из однородного слоя *a*; слоя с направленно изменяющимися признаками *d*; контакта слоев *g* и *h*; тонкого чередования слоев (слояков, серий слояков) *e* и *f*

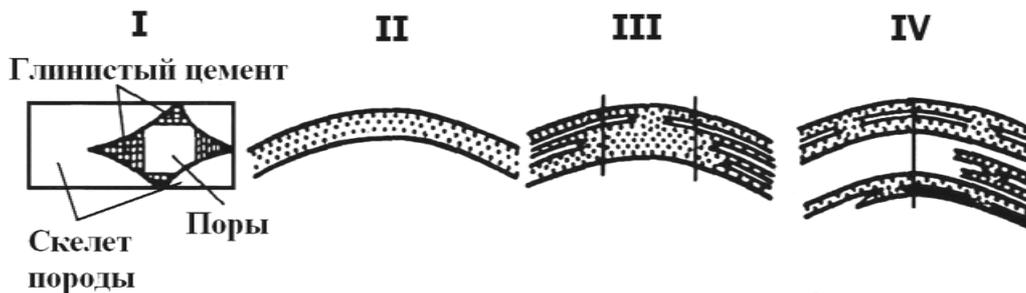


Рис. 1.3. Схема выделения структурных условий геологической неоднородности (В. Г. Каналини др., 2006). Уровни I и II соответствуют горно-породному уровню 3 в табл., а уровни III и IV – над-горнопородному, или циклическому уровню 4 в той же таблице:

- I – уровень элементарного объема породы с оценкой минерального состава скелета и количества цементирующего вещества;
- II – уровень геологических тел, сложенных единым литологическим типом пород, в данном случае уровень песчаных пропластков;
- III – уровень геологических тел, представляющих систему гидродинамически связанных пропластков;
- IV – уровень геологических тел, представляющих систему гидродинамически не связанных пластов, каждый из которых в общем случае представляет систему гидродинамически связанных пропластков

2. Вещественный и генетический подходы к изучению осадочных комплексов

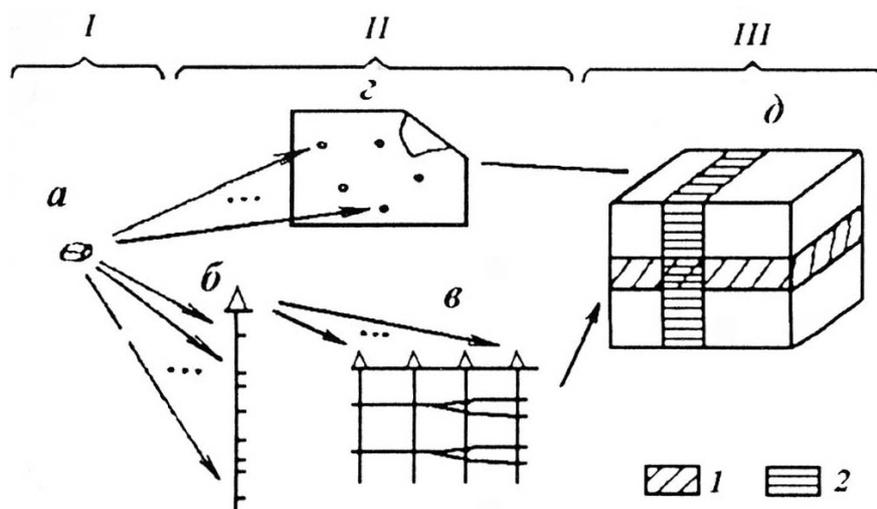
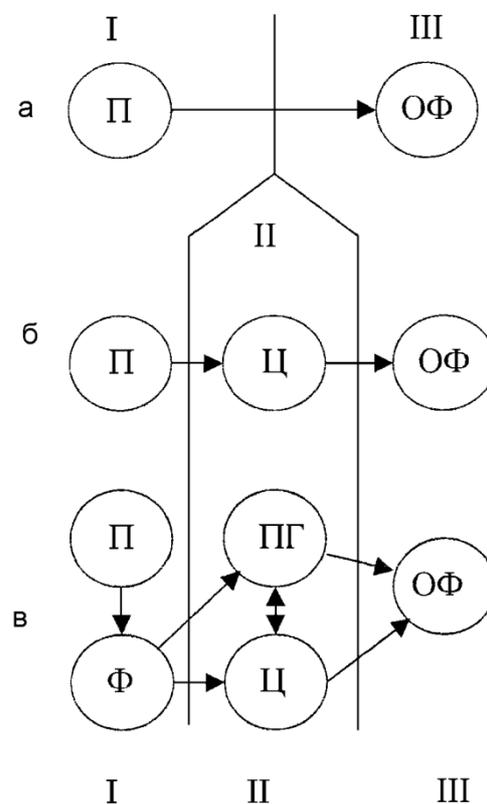


Рис. 2.1. Последовательность литолого-фациальных формационных исследований:
1 – подформации, 2 – градации

Рис. 2.2. Последовательность литологических работ:
Направления: П – структурное (породное, петрографическое); Ф – фациальное (генетическое); Ц – учение о цикличности; ПГ – палеогеография; ОФ – осадочные формации; а – выделение формаций как парагенезиса горных пород (по Н. С. Шатскому, Н. П. Хераскову), б – структурно-вещественный анализ (Шванов, 1992): вещество – первая субстанция, строение – вторая субстанция осадочных формаций, в – литолого-фациальный – фациально-циклический – формационный анализы в понимании Ю. А. Жемчужникова – П. П. Тимофеева



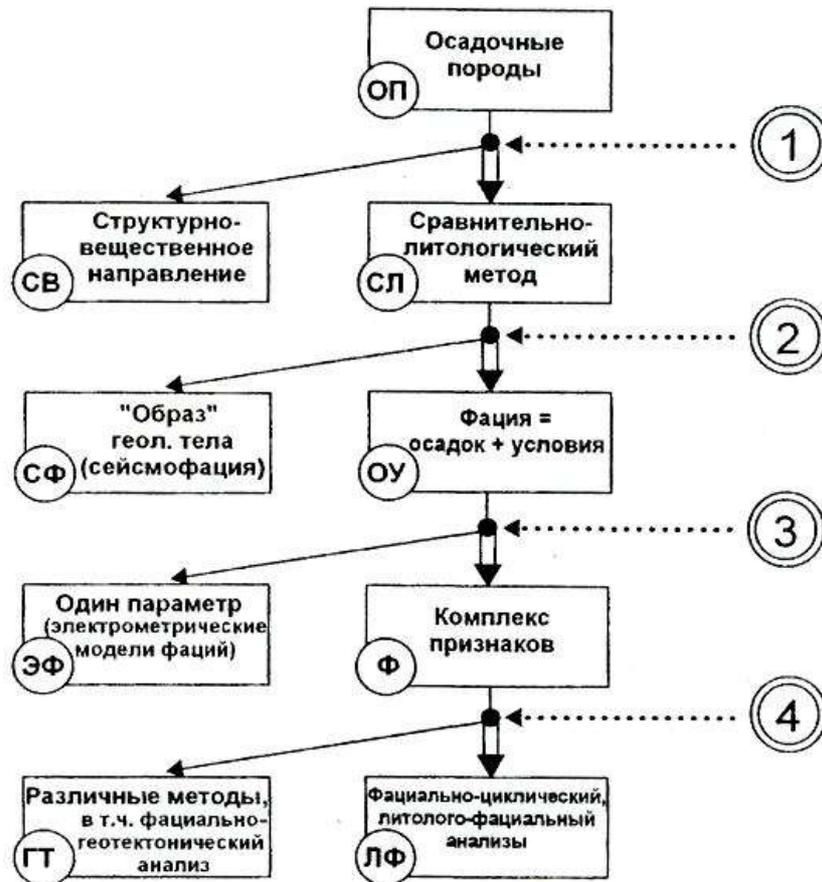


Рис.2.3. Последовательность выбора использованной методики исследований: цифры в двойных кружках – итерации (все пояснения в тексте)

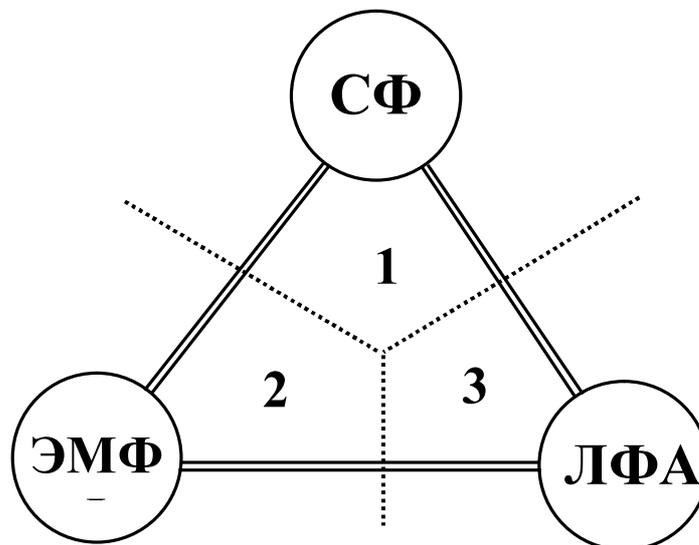


Рис. 2.4. Соотношение основных фашиальных понятий, используемых в нефтегазовой геологии: СФ – сейсмофашия; ЭМФ – электрометрическая модель фашии; ЛФА – литолого-фашиальный анализ; поля: 1 – «образ»; 2 – установление фашии по одному параметру; 3 – то же, по комплексу признаков

3. Терригенные и карбонатные породы



Рис.3.1. Классификация песчано-алевритовых пород по их минерально-петрографическому составу (по В. Н. Шванову, 1987).

Стрелками показаны направления «созревания» обломочного материала в зоне седиментогенеза

Таблица 3.1

Типы пород по их гранулометрической размерности

Линейный размер частиц S, мм	Шкала ф («фи») $\Phi = -\log_2 S$		Породы	Названия в английской литературе		Преобладающий способ перемещения частиц		
	2	2,00		Granule	Gravel			
1,0	2	2,00	Гравий, гравелит	Granule	Gravel	Волочением, качением		
	1	1,00		0	Пески, песчаники		Sand	Сальтацией
0,1	1/2	0,50	1	грубозернистый		Very coarse		
	1/4	0,25	2	крупнозернистый		Coarse		
	1/8	0,125	3	среднезернистый		Medium		
	1/16	0,0625	4	мелкозернистый		Fine		
0,01	1/32	0,0312	5	тонкозернистый	Very fine	Во взвешенном состоянии		
	1/64	0,0156	6	Алевриты, алевролиты	крупнозернистый		Coarse	
					среднезернистый		Medium	
					мелкозернистый		Fine	
1/256	0,0039	8	тонкозернистый	Very fine				
...	...	...	Глина, аргиллит		Clay	Коллоидная суспензия

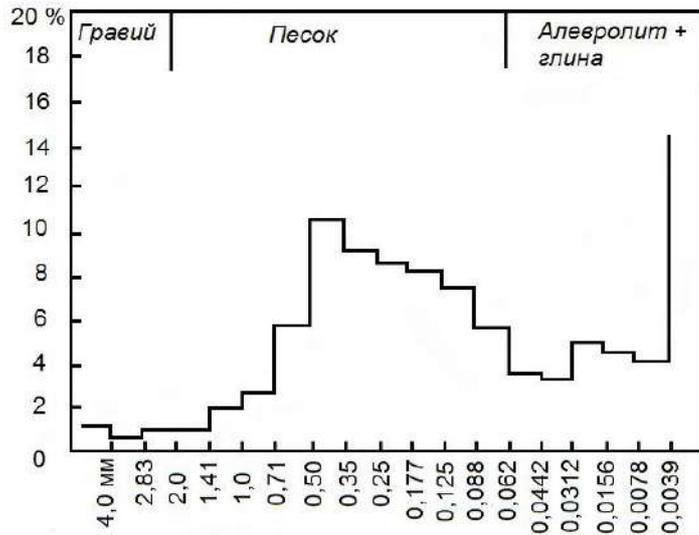


Рис. 3.2. Дефицит фракций (С. И. Романовский, 1977):
 гистограмма, составленная Р. Вольфом (1914) по данным 930 гранулометрических анализов.
 Устойчивый дефицит на рубеже ~ 0,05 мм

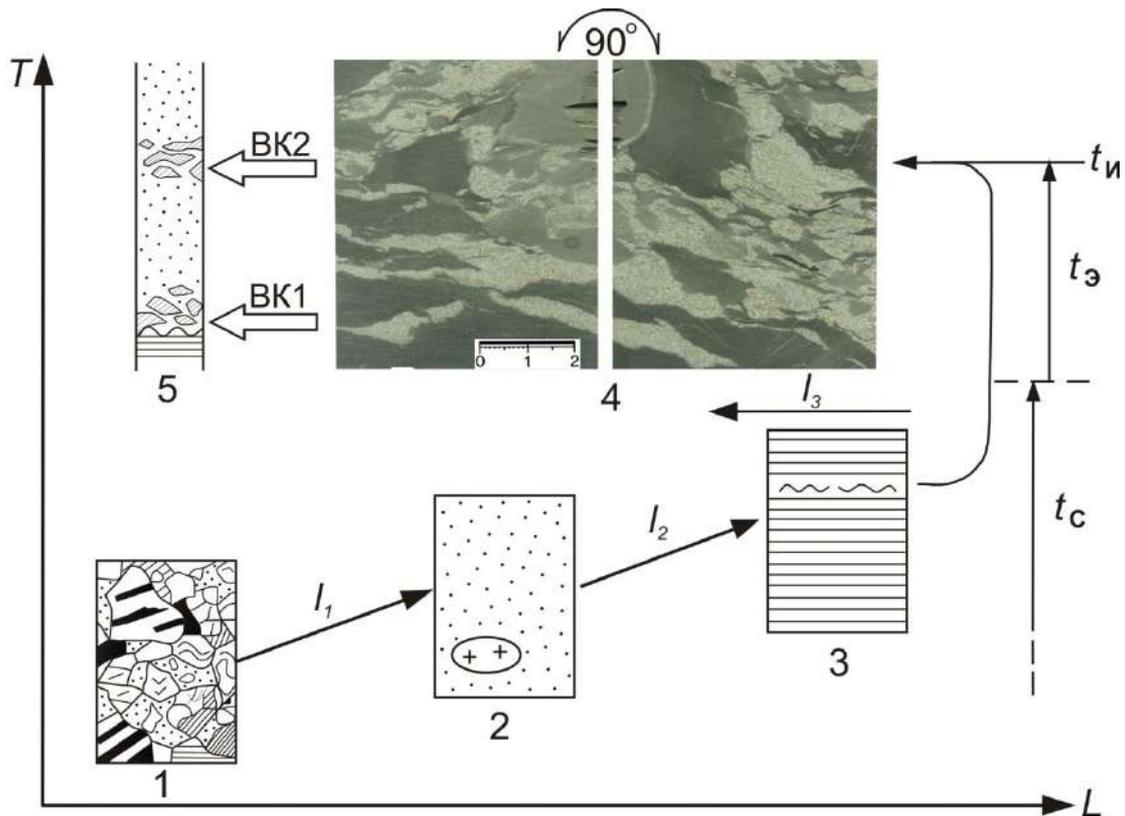


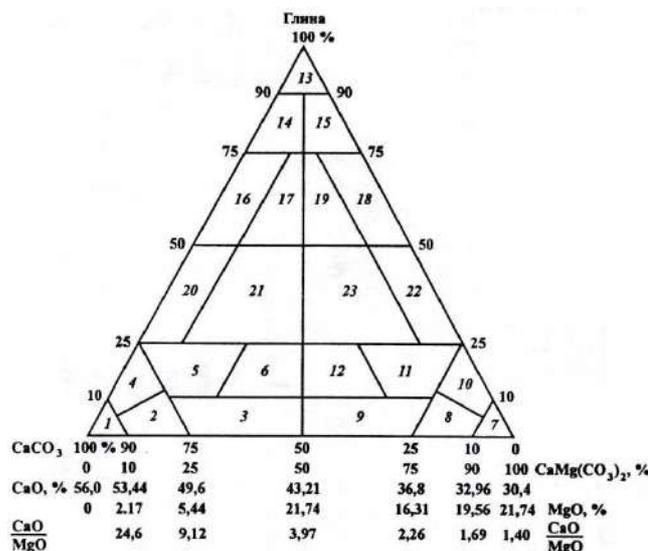
Рис. 3.3. Модель переноса и переотложения осадочного материала:
 L – расстояние транспортировки; T – геологическое время, ВК – внутриформационные конгломераты

Классификация известково-доломитовых пород по химико-минералогическому составу (С. Г. Вишняков и др.)

Порода	Содержание, %		CaO/MgO
	CaCO ₃	CaMg(CO ₃) ₂	
Известняк	90 – 100	10 – 0	24,6 и более
Известняк доломитистый	75 – 90	25 – 10	9,1 – 24,6
Известняк доломитовый	50 – 75	50 – 25	4,0 – 9,1
Доломит известковый	25 – 50	75 – 50	2,3 – 4,0
Доломит известковистый	10 – 25	90 – 75	1,7 – 2,3
Доломит	0 – 10	100 – 90	1,4 – 1,7

Рис. 3.4. Схема классификации глинисто-карбонатных пород (Систематика..., 1998):

Поля: 1 – 6 – известняки; 7 – 12 – доломиты; 13 – 75 – глины; 16 – 23 – мергели; 1 – известняк; 2 – известняк доломитистый; 3 – известняк доломитовый; 4 – известняк глинистый; 5 – известняк глинистый доломитистый; 6 – известняк глинистый доломитовый; 7 – доломит; 8 – доломит известковистый; 9 – доломит известковый; 10 – доломит глинистый; 11 – доломит глинистый известковистый; 12 – доломит глинистый известковый; 13 – глина; 14 – глина известковистая; 15 – глина доломитистая; 16 – мергель глинистый (глина известковая); 17 – мергель глинистый доломитистый (глина известковая доломитистая); 18 – мергель глинистый доломитовый (глина доломитовая или сильно доломитистая); 19 – мергель глинистый известковистый доломитовый (глина известковистая сильно доломитистая); 20 – мергель; 21 – мергель доломитистый; 22 – мергель доломитовый (домерит); 23 – мергель доломитовый известковистый (домерит известковистый)



по Р. Данхему	по Р. Фолку				Цемент
Мадстоун зерен <10%	Микрит, известковый ил, кальциолит, мел Дисмикрит				базальный микритовый с незнач. примесью спарита
	Структурные компоненты (типы зерен): Пеллеты | Биокласты | Оолиты | Интракласты				
Вакстоун зерен >10%	Пелмикрит	Биомикрит	Оомикрит	Интрамикрит	Спарит+микрит
Пакстоун зерен более 20-30% Рудстоун >10% зерен крупнее 2 мм	Пелмикспар.	Биомикспар.	Оомикспарит	Интрамиксп.	
Грейнстоун зерен более 20-30% Рудстоун >10% зерен крупнее 2 мм	Пелспарит	Биоспарит	Ооспарит	Интраспарит	Пороховый Спарит
Баундстоун (подраздел. на бафлстоун, байндстоун, фреймстоун)	Рифовая порода, биолитит (в отечеств. литературе биогермный известняк, харкский известняк)				

Рис. 3.5. Типизация известняков по Р. Фолку (1959) и Р. Данхему (1962) по (Мизенс, 2006)

Таблица 3.3

Принципиальная схема подразделения карбонатных пород по их структуре (Кузнецов В.Г., 2007)

Структуры	Биоморфные (состоящие из целых остатков организмов в положении роста)			Зернистые (граноморфные)		Кристаллические (кристалломорфные, кристаллитовые)		Обломочные (кlastоморфные, кlastолитовые)
	Ветвистые	Пластинчатые (и цементирующие)	Обволакивающие (и цементирующие)	Цельно-раковинные	Скелетные	Нескелетные (форменные)	Разнозернистые (равнокристаллические, гомеомерные, гомеометрические, гомеометрически-зернистые)		Разнозернистые (разнокристаллические, гетероморфные, гетерометрические, гетерометрически-зернистые)
Коралловые, мшанковые, строматопоровые, эпифитовые, серпуловые и др.	Палеоализиновые и литовые и т.д.	Строматолитовые и литовые и т.д.	Ракушечки: фоллиаковые, раковинные, ферровые, устричные, пероподовые, гастроподовые, тектакулитовые, сферовые и т.д.	Органо-обломочные (дегритовые): состоят из определенных обломков органических остатков	Пизолитовые, оолитовые, псевдооолитовые, онколитовые, комковатые, ступчатые, пеллоидные, пеллетовые, сферолитовые, копролитовые, железяковые и т.д.	Пелитоморфные < 0,005 мм Микрозернистые (кристаллические) 0,005 – 0,05 мм Тонкозернистые (кристаллические) 0,05 – 0,1 мм Мелкозернистые (кристаллические) 0,1 – 0,25 мм Среднезернистые (кристаллические) 0,25 – 0,5 мм Крупнозернистые (кристаллические) 0,5 – 1,0 мм Грубозернистые (кристаллические) 1,0 – 2,0 мм Гигантозернистые (кристаллические) > 2,0 мм	Разнозернистые (разнокристаллические, гетероморфные, гетерометрические, гетерометрически-зернистые)	По размеру и частично по окатанности карбонатных обломков
				Включая мел					Включая туфы и травертины, имеющие кристификационную структуру (точнее, текстуру, так как она характеризуется взаимным расположением кристаллов в пространстве)
Полибиогермные, полилитовые								

4.Текстурный анализ

Текстура			Слоистость			
Тип	В и д	Схем. изображение	Тип	В и д	Схем. изображение	
Неслоистая	однородная (массивная)		Косая	параллельная		
	беспорядочная			слабосрезанная		
	пятнистая			сильносрезанная (в т. ч. перекрестная)		
	узловатая		Косо-волнистая	слабосрезанная		
	комковатая			сильносрезанная (мульдообразная)		
	гранулированная			флазерная		
Неяснослоистая	градационная		Линзовидная (линзовидно-волнистая)	слабосмещенная		
	слоеватость	редкими включениями			сильносмещенная	
		слойками			лингоидная	
		сплошная (наслоение)		Полого-волнистая	параллельная	
	скрытая (микрослоистость)		непараллельная слабосмещенная			
Нарушенная	оползанием		Полого-волнистая	непараллельная сильносмещенная		
	взмучиванием, в т.ч. фьямме			Горизонтальная	равномерная	
	следами жизнедеятельности (иллоеды, корневые и пр.)	частичное			направленно изменяющаяся (в т. ч. ритмичная)	
		полное		неравномерная (неоднородная)		

Рис. 4.1. Классификация текстур (по Л. Н. Ботвинкиной, 1962, 1965)

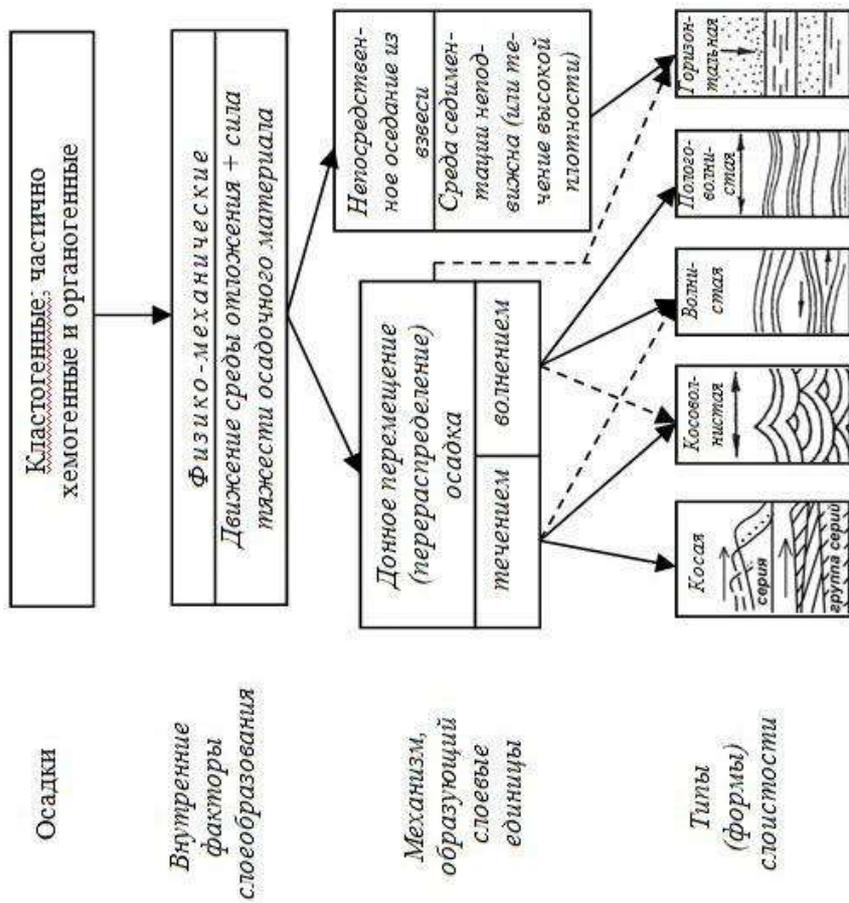


Рис. 4.2. Зависимость типа (формы) слоистости от факторов и механизма слообразования (по Л. Н. Ботвинкиной, 1962, с изменениями)

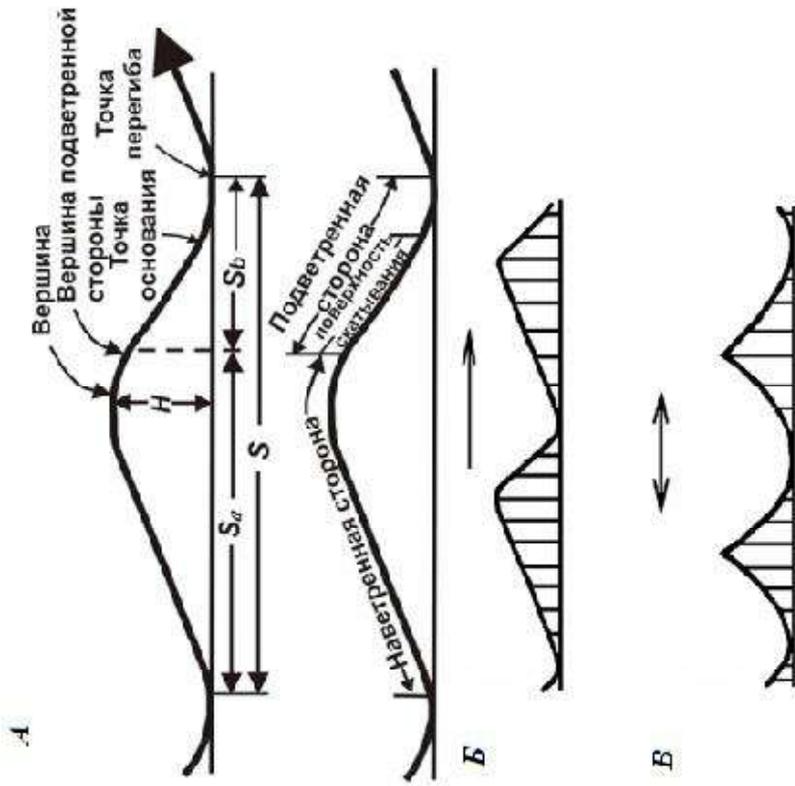


Рис. 4.3. Рябь в осадочных текстурах:
А – схематический разрез знака ряби: сверху – параллельный течения и внизу – перпендикулярный выпянутости гребней (S – длина или интервал между знаками, в т. ч. S_a – пологого склона и S_b – крутого склона; H – высота); Б – рябь течения (стрелкой показано направление течения); В – рябь волнения (стрелкой показано меняющееся направление волн)

5. Ихнофоссилии, карбонатность и др. признаки

Рис. 5.1. Ихнофоссилии в дельтовом комплексе
(из: Чернова О. С., 2007):

A, B – современный аналог активной приливной дельты в Новом Южном Уэльсе, протока Nagawalleе (Австралия). Поверхность затопления (FS), трансгрессивно перекрывающая поверхность эрозии (TSE) с Palaeorhynchus.

C – ихнофашии, характеризующие приливо-отливную дельту, представленные комплексами *Stuziana/Skolithos*, предпочтительно типичные жесткие воды, с изменчивым влиянием приливо-отливной энергии и морской среды: (1) следы бегства, (2) *Thalassinoides*, (3) *Diplocraterion*, (4) *Palaeorhynchus*, (5) *Planolites*.

F– линзовидно-слоистые аргиллиты – прodelьты изолированными знаками ряби *Planolites* (P), *Chondrites* (Ch).

G –кeрн с дистальной части фронта дельты – аргиллиты полосчатые со знаками нагрузки и трещинами синерезиса (sy), средними *Planolites* (P).

H – волнисто- и линзовидно-слоистое переслаивание дистальной части фронта дельты (переход к прodelьте): *Diplocraterion* (D), *Planolites* (P), *Teichichnus* (Te), *Chondrites* (Ch).

I – волнистое переслаивание удаленных частей фронта дельты с запечатанными знаками ряби (*Planolites* (P) и *Chondrites* (Ch)).

J –отложение дистальной части фронта дельты в нижней части объема интенсивно биотурбированные, характеризующие медленную и непрерывную скорость седиментации. Содержатходы *Diplocraterion* (D), *Teichichnus* (Te), *Planolites* (P), and *Palaeorhynchus tubularis* (Pt). В верхней части образца видны запечатанные знаки ряби с илистими драпировками, содержащие трещины синерезиса (sy) и *Planolites* (P); *K*–отложения дистальных частей фронта дельты, характеризующие медленную скорость осадконакопления, на что указывают возросшая интенсивность биотурбаций и удлиненные норы *Diplocraterion* (D), с *Planolites* (P) и *Chondrites* (Ch). Обратите внимание на трещины синерезиса (sy) в верхней части керна.

L – отложения фронта дельты, волнисто-слоистые, с трещинами синерезиса (sy) и темными илистими драпировками включают: *Chondrites* (Ch) и *Planolites* (P), по (Пембертон, 2004)

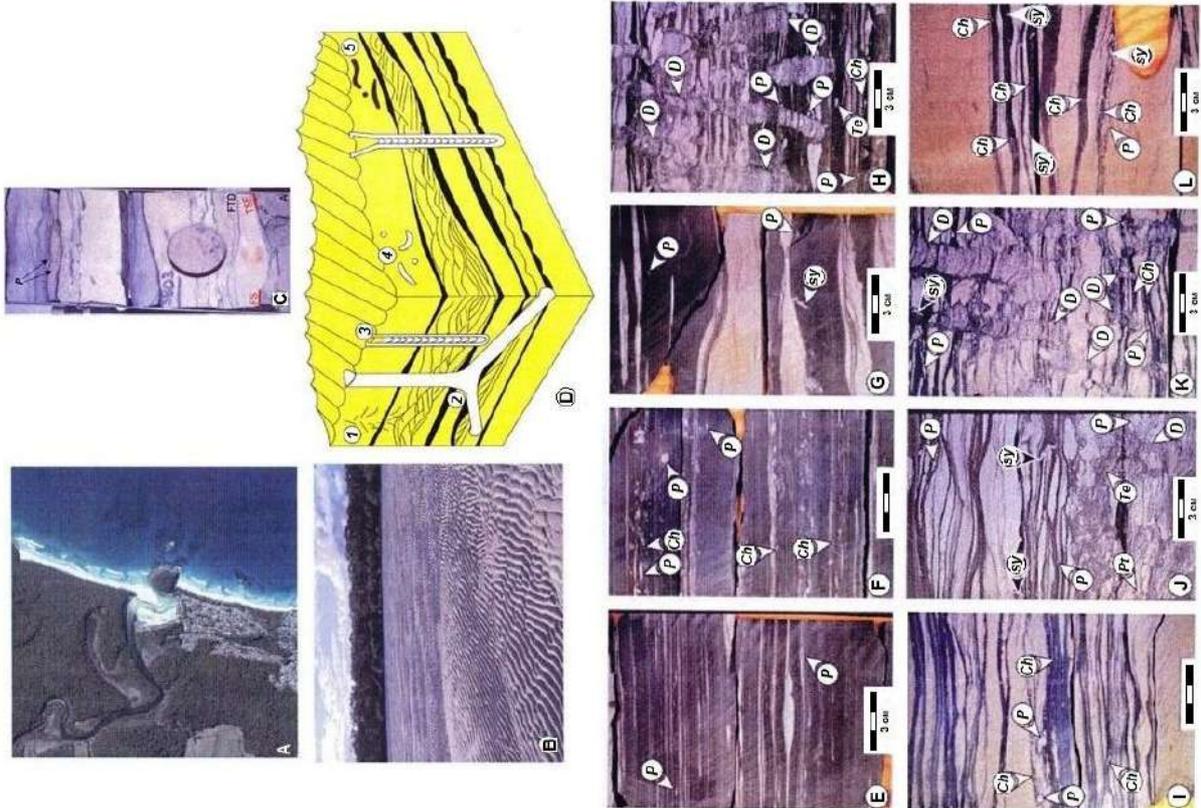


Рис. 5.2. Схемы образования конкреций в современных гумидных фациях и в некоторых древних водоемах (Атлас конкреций, 1988):

а – схема расположения озерных, болотных и почвенных конкреций лесной зоны и путей миграции конкрецтеобразователей; *б* – предполагаемая схема некоторых условий роста современных озерных железистых конкреций; *в* – схема одного из этапов образования конкреций в глинистых донных илах Воркутской лагуны; *г* – предполагаемая схема формирования песчано-анкеритовых конкреционных линз и конкреций в баровом песке Воркутской лагуны в фазу перерыва седиментации в опресненно-лагунном цикле; *1* – направления садки солей железа из наддонной воды; *2* – пути инфильтрации грунтовых вод, относительно богатых Fe, CO₂ и HCO₃; *3* – пути потоков поверхностных вод; *4* – господствующие направления диффузии конкрецтеобразователей (на *б* и *в* – Fe, на *г* – Ca, Mn, Fe); *5* – инфильтрация грунтовых болотных вод, богатых гумусом и CO₂, но бедных Fe; *6* – ортштейны; *7* – ортзанды; *8* – болотный сидерит; *9* – болотный бурый железняк; *10* – виванит; *11* – озерные железистые конкреции; *12* – сулгинки и супеси с еловым лесом; *13* – лес на песчаных, но слабодренированных почвах; *14* – низинный торфяник; *15* – верховой торфяник; *16* – водопроницаемый песчаный грунт; *17* – водонепроницаемый или слабоводопроницаемый грунт; *18* – поверхность осадка; *19* – господствующее положение окислительно-восстановительной границы; *20* – направления инфильтрации грунтовых вод через водопроницаемое ложе; *21* – направление грунтового потока в иле по уклону ложа; *22* – инфильтрация наддонных вод; *23* – корневые системы в иле, облегчающие инфильтрацию; *24* – направление диффузии и движения грунтовых вод; *25* – направление движения CO₂ и H₂S (а) и боковая инфильтрация грунтовых вод с ионами Fe, Mg и Ca (б); *26* – концентрическая зона превращения бикарбоната в карбонат и осадения карбоната; *27* – начало образования диагенетических трещин; *28* – наддонная вода (уровень); *29* – инфильтрация смешанных лагунных и морских вод; *30* – направления инфильтрации опресненно-лагунных вод в баровые пески и диффузии иона Fe; *31* – зона выпадения конкрецтеобразователя; *32* – погребенный торфяник; *33* – глинистые осадки; *34* – алевроито-глинистые осадки; *35* – контакты слоев. *Пак/л* – песчано-анкеритовая конкреционная линза (мегаконкреция)

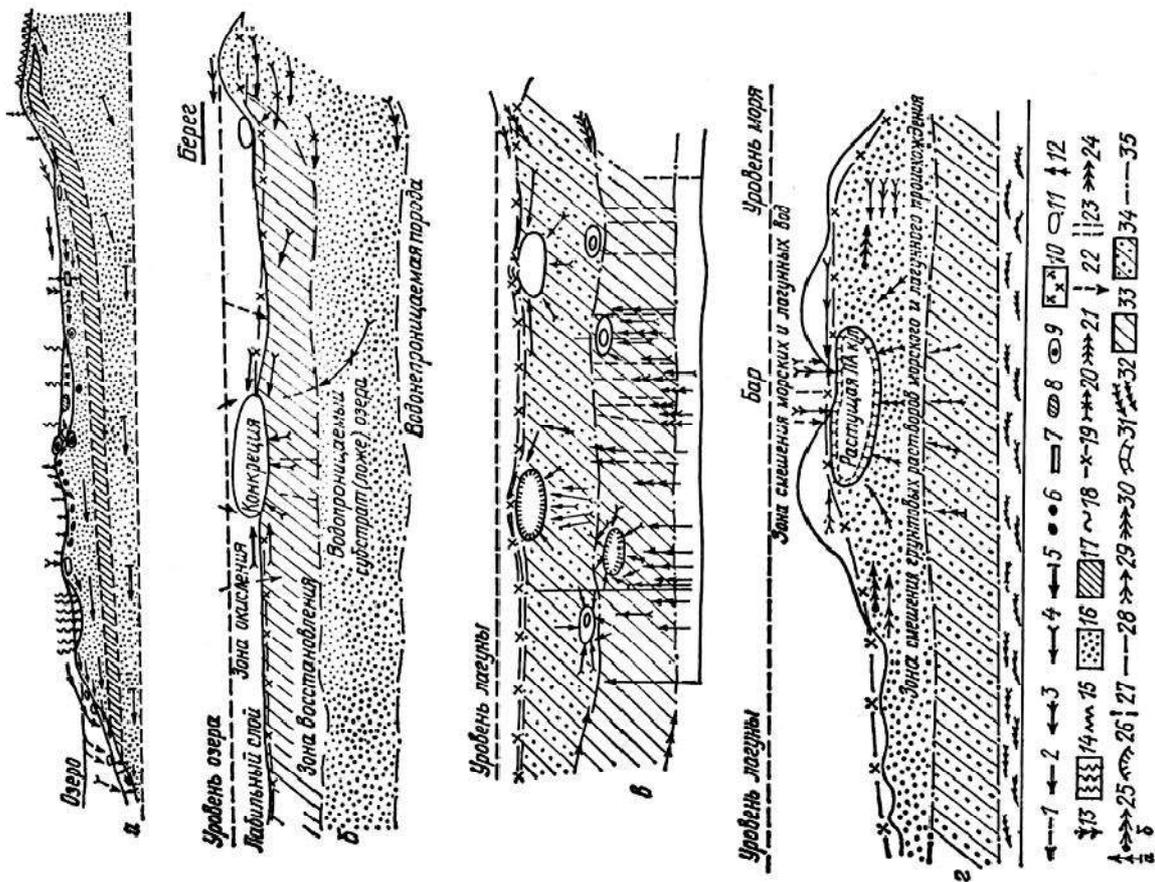


Таблица 6.1

Признаки пород

Группа	Признаки		Методы исследования*	
	название	характеристика	П	Л К
«Внутренние»	1. Состав	Минеральный, химический, количественное соотношение компонентов	+	++
	2. Цвет, внешний вид	Плотность, трещиноватость и пр.	++	+
	3. Структура	Составные структурные компоненты пород, их размер, форма, окатанность, сортировка, количественное соотношение, примеси, степень сохранности	++	+
	4. Текстура	Морфологическое определение внутренней текстуры породы (для слюдой – ее тип, подтип и т. д.; для ритмично построенной – характер строения ритма и слоя в целом)	++	+
«Внешние»	5. Органические остатки (флора и фауна)	Состав, степень сохранности, характер остатков (стебли, листья, споры и т. д.), условия захоронения	++	Спец. исследования
	6. Неорганические включения	Различные, в первую очередь – конкреции	++	То же
«Внешние»	7. Контакты с соседними слоями	Характер верхнего и нижнего контактов (размытые, срезающие, резкая граница, отчетливая граница, постепенный переход и т. д.)	++	+
	8. Парагенезис	Соотношение с другими типами отложений	+	++
Облагодетельские	9. Объемная характеристика тел	Площадь, объем, мощность, форма тел, характер залегания	+	++
	10. Общая характеристика толщ	Строение толщ, соотношение в ней слоев пород, строение слоев, ритм, мощность, соотношение с соседними толщами		++

* П – полевые, Л – лабораторные, К – камеральные; ++ – решающее значение, + – предварительные или дополнительные сведения.

Таблица 6.2

Обработка сведений

а

Кодирование признаков

Признак	Индекс	Метризуемый параметр (по увеличению значений кодов)	Примеры
Гранулометрический состав	S ₁	Средний размер частиц (увеличение)	1 – уголь, 8 – мелкозернистый песчаник ...12 – гравелист
Сортированность	S ₂	Соотношение различных фракций (уменьшение дисперсии)	1 – очень плохая, ..., 5 – средняя, ..., 8 – очень хорошая
Текстура (слоистость)	S ₃	Интенсивность гидродинамики (увеличение)	1 – массивная, ..., 8 – косо-волнистая, 13 – узловатая (беспорядочное наложение)
Органический (растительный) материал	S ₄	Степень сохранности (повышение)	1 – отсутствует (полностью деэтирирован), ..., 3 – детрит, ..., 6 – присутствуют все формы
Условия формирования	S ₅	Количество (увеличение)	1 – отсутствует, ..., 5 – среднее, ..., 8 – обилие (до угля)
	S ₆	Удаленность от области сноса (увеличение)	1 – аллювий горных рек, ..., 5 – застойные озерные водоемы, ..., 8 – открытое мелководье прибрежных водоемов

б

Факторный анализ

Признаки	А		Б	
	F1	F2	F1	F2
Гранулометрический состав	0,94	0,13	0,84	0,27
Сортированность частиц	0,75	0,50	0,61	0,34
Текстура (тип слоистости)	0,91	0,14	0,82	0,02
Растительный материал	0,48	0,61	0,22	0,89
степень сохранности	0,69	0,61	0,05	0,92
Фациальный состав	0,45	0,50	0,55	0,09
Показатели, снимаемые с каротажных кривых	КС, Ом.м. ПГК-П, имп./мин. ГК, мкр/ч	0,27	0,75	0,66
Мощность слоя	0,46	0,39	0,54	0,28
Дисперсия	0,52	0,24	0,61	0,38
	0,23	0,14	0,34	0,30
	37,72	20,95	34,07	20,75

Примечание. А, Б – выборки; F1, F2 – факторы

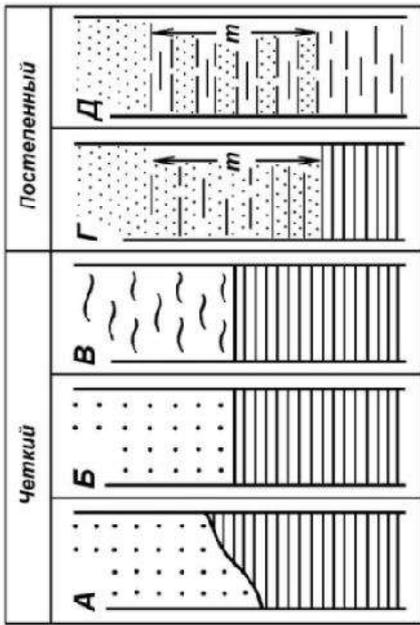


Рис. 6.3. Характеристика основных видов контактов, показанных разными знаками (условно: точки – песчаники, линии – алевролиты и аргиллиты) (см. также рис. 1.3): А – резкий, между совершенно разными типами пород (при налегании грубозернистых осадков на тонкозернистые фиксирует эрозию);

Б – резкий, между существенно отличающимися типами пород, но без явно выраженных следов перерыва; В – отчужденный, между близкими типами пород (часто по изменению текстуры в одном гранулометрическом типе); Г – постепенный, при плавном переходе близких типов в интервале m ; Д – через переослаивание разных типов в интервале m (для породы – ритмит)

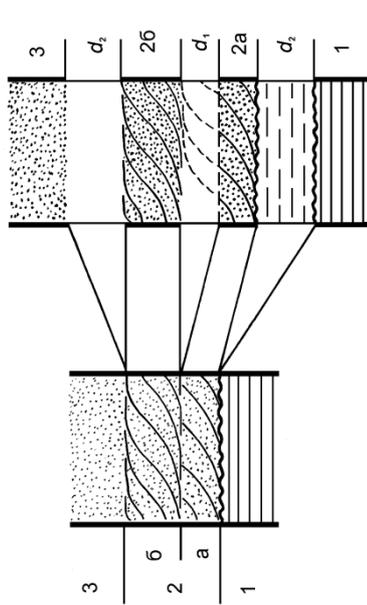


Рис. 6.4. Схематическое изображение соотношения слоев и разделяющих их перерывов (диаптем):

слева: чередование слоев: 1 – горизонтально-слоистый алевролит; 2 – косослоистый песчаник с двумя сериями слоев (а, б); 3 – массивный песчаник; справа: «развертка» во времени последовательности накопления осадков; d_1 – внутрислоевая диастема, показанная посредством «реставрации» серии косых слоев 2а в конфигурацию, аналогичной серии 2б («подобривание голов», по выражению Ю. А. Жемчужникова); d_2 – межслоевые диастемы, обусловленные размытием накопившихся перед этим слоев 1 и 2; размытые слоики – штрихи на правой колонке и отсутствием осадконакопления (контакт слоев 2 и 3)

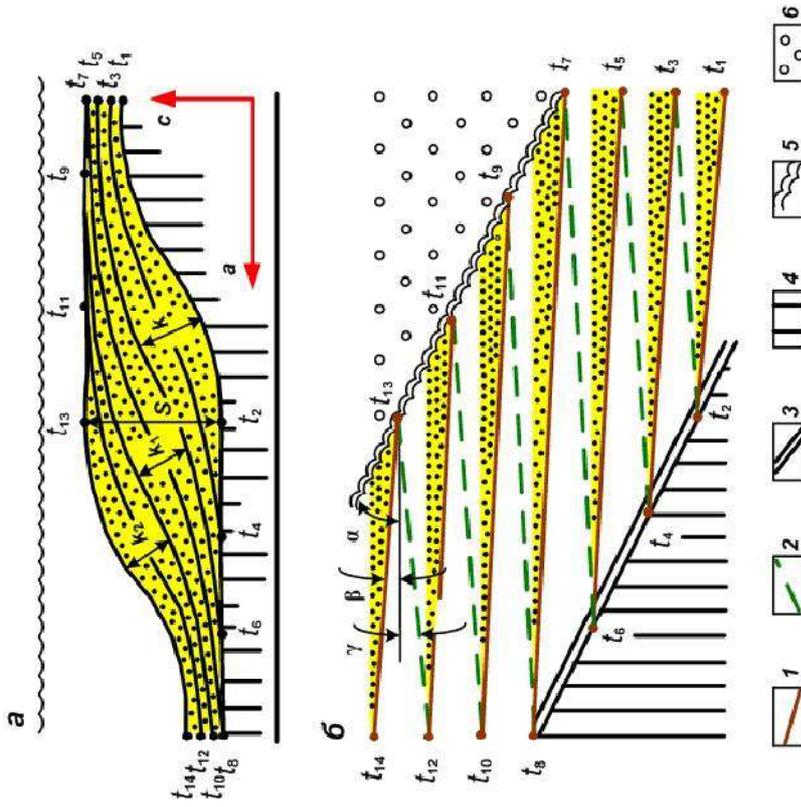


Рис. 6.4. Скольжение слоев:

а – схема соотношения между «геологической» или седиментологической ($k + k_1 + k_2$) и наблюдаемой или «видимой» мощностью (s) осадков: по Т. Чемберлену (Chamberlin, 1914); а – с – латеральное и временное смещение слоев;

б – временная развертка верхней части рисунка (а) по последовательным отсчетам времени $t_1 - t_{14}$:

1 – трансгрессивное налегание слоев; 2 – регрессивный возврат в исходную (на чертеже) точку; 3 – общее трансгрессивное (либо ингрессивное) налегание комплекса с перерывом или размытием ранее сформированных отложений (4); 5 – завершение накопления комплекса, с последующим перерывом или новым этапом осадконакопления (6); пояснения к показанным углам (α, β, γ) см. в тексте

Раздел 2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

7. Гранулометрический анализ

Таблица 7.1

Сопоставление разных шкал размерностей частиц и выделяемых типов пород

Породы по «десятичной» шкале		Шкала Батурина		Φ -шкала: $\varphi = -\log_2 \frac{d}{d_0}$							
		$\gamma = -10 \log_{10} \frac{d}{d_0}$		мм	Φ	$\frac{1}{4} \Phi$	породы				
«простой»	с уточнением	мм	γ	мм							
Гравий (гравелит)		2,00	–	16 4	4	-4 -2	Галька (конгломерат)				
			-3	3,36 2,83 2,38 2,00	2	-1,75 -1,5 -1,25 -1,0	Гравий (гравелит)				
				грубо-зернистый		1,6 1,25 1,000	-2 -1 0	1,68 1,41 1,19 1,00	1	-0,75 -0,5 0,25 0,0	Грубозернистый песок (песчаник)
	крупно-зернистый	0,800 0,630 0,500	1 2 3	0,84 0,71 0,59 0,50	1/2	0,25 0,5 0,75 1,0	Крупнозернистый песок (песчаник)				
				средне-зернистый		0,400 0,315 0,250	4 5 6	0,42 0,35 0,30 0,25		1/4	1,25 1,5 1,75 2,0	Среднезернистый песок (песчаник)
								мелко-зернистый	0,200 0,160 0,125		7 8 9	0,10 0,177 0,149 0,125	1/8	2,25 2,5 2,75 3,0	Мелкозернистый песок (песчаник)
	тонко-зернистый	0,100 0,080 0,063 0,050	10 11 12 13		0,105 0,088 0,074 0,0625							1/16		3,25 3,5 3,75 4,0	Тонкозернистый песок (песчаник)
				Алеврит (алевролит)	0,040 0,031 0,025 0,020 0,016 0,012 0,010 0,0008	14 15 16 17 18 19 20 21	0,053 0,044 0,037 0,031			1/32				4,25 4,5 4,75 5,0	Крупнозернистый алеврит (алевролит)
							0,0156	1/64	6,0		Среднезернистый алеврит (алевролит)
	0,0078	1/128	7,0								Мелкозернистый алеврит (алевролит)
Глина (аргиллит)					–	–	0,0039	1/256	8,0	Тонкозернистый алеврит (алевролит)	
	0,0020 0,00098 0,00049 0,00024 0,00012 0,00006							9,0 10,0 11,0 12,0 13,0 14,0	Глина (аргиллит)		

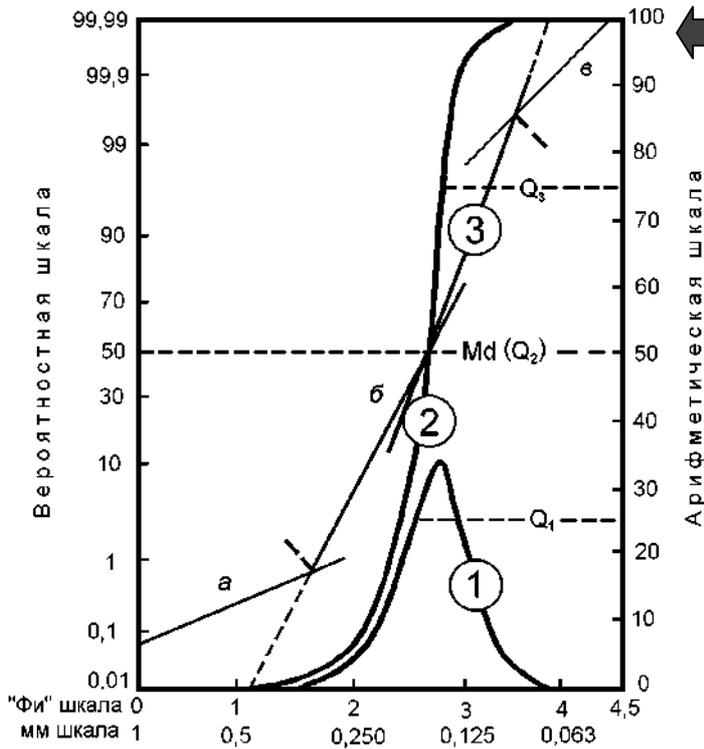
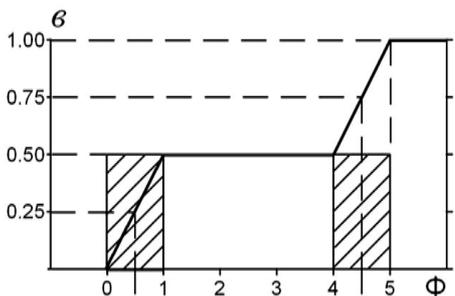
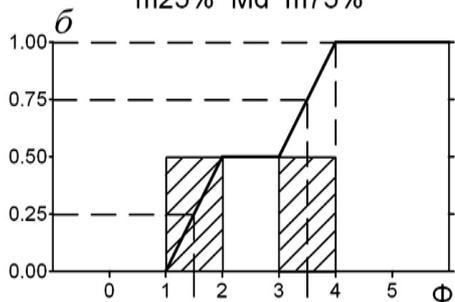
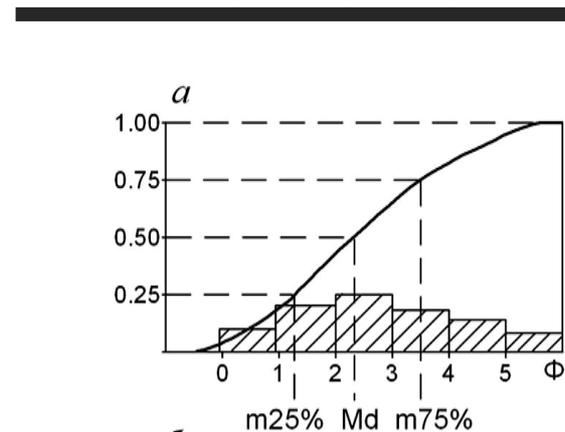


Рис. 7.1. Наиболее распространенные типы кривых распределения фракций, по Дж. Вишеру (Visher, 1969), с дополнениями:

- кривые: 1 – частотная, 2 – кумулятивная (наносятся по арифметической шкале, 3 – логвероятностная (наносится по вероятностной шкале);
- отрезки логвероятностной кривой, соответствующие популяциям: а – волочения, б – сальтации, в – суспензии (взвеси); квартили: $Q_1 = 25\%$, $Q_2 = 50\%$ (медиана), $Q_3 = 75\%$



Популяции: I-II – сальтационная, III – суспензионная; IV – волочения

Рис. 7.2. Различное распределение частиц по фракциям, приводящее к неверной оценке сортировки осадка с помощью коэффициента Траска:

- а – одномодальное распределение плохо сортированного песчаника ($\sigma = 3$);
- б – наличие в породе двух, близких по размеру фракций разных популяций. При их идеальной сортировке по отдельности значение σ примерно соответствует случаю «а» ($\sigma \sim 3$);
- в – то же, что и в случае «б», но с явно не оправданным завышением коэффициента Траска ($\sigma \sim 15$)

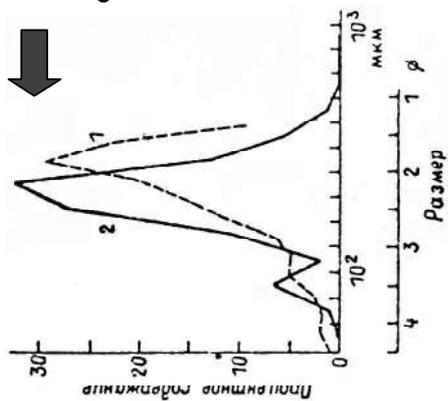


Рис. 7.3. Эмпирические полигоны распределения гранулометрического состава осадков (ЭПР) по Б.Н. Котельникову (1989): 1 – бескварцевый лититовый песок нижнего течения р. Муса, о. Новая Гвинея; 2 – полевошпато-кварцевый песок из террасы р. Лены (близ г. Олекминска)

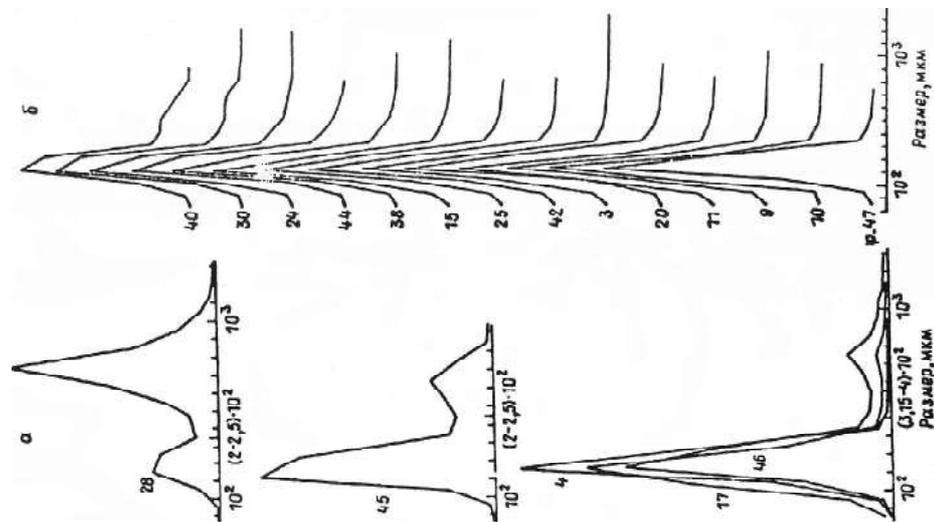


Рис. 7.4. ЭПР песков шьяла Нарвского залива: а – бимодальные распределения, отличающиеся размерностью и вершинной модой; б – одновершинные распределения песков, чередующихся в разрезе канавы с бимодальными

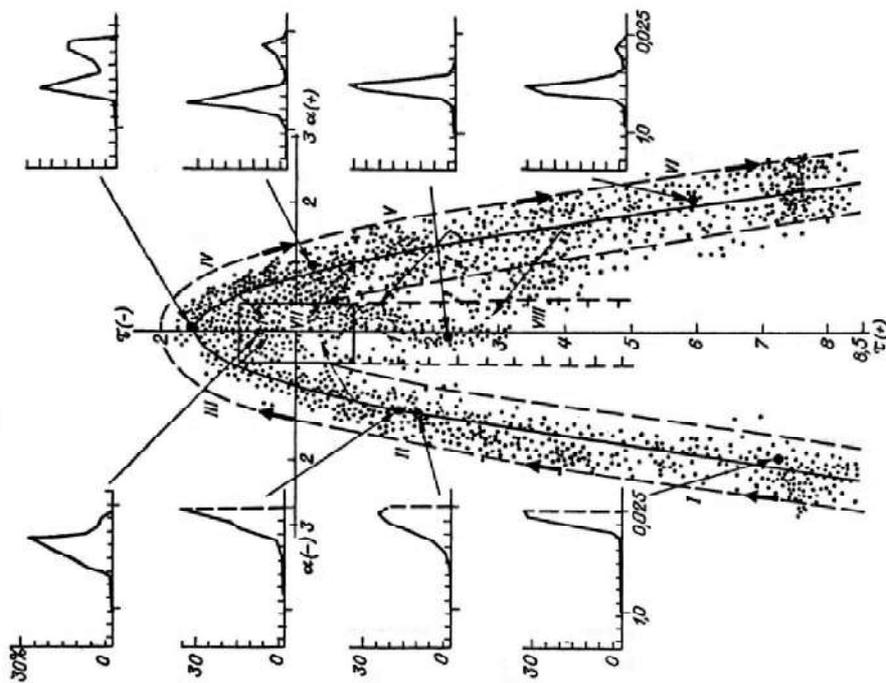


Рис. 7.5. Динамогенетическая диаграмма Г. Ф. Рожкова (1968, 1978): распределение точек-проб современных осадков различных фаций по значениям асимметрии и эксцесса по косвенному счету зерен: I – застойные донные участки; II – донные течения или мутьевые потоки; III – континентальные речные фации; IV – сильные речные или вдольбереговые течения; V – выход волн на мелководье, накат; VI – побережье, сильный накат; VII – золотая переработка речных осадков; VIII – выход волн на мелководье; α – асимметрия; τ – эксцесс

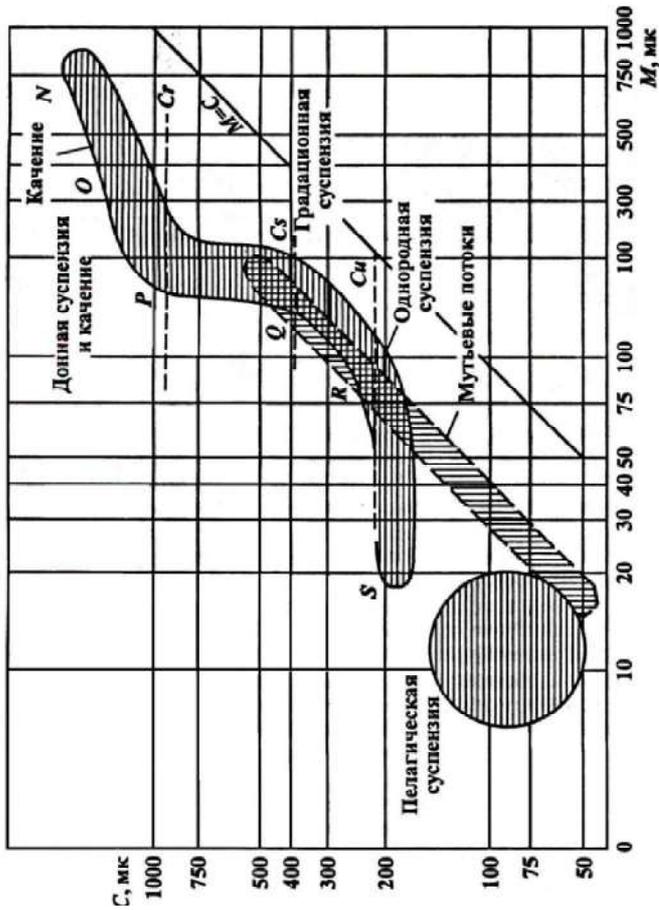


Диаграмма СМ Р. Пассета для определения способа переноса осадков в водной среде

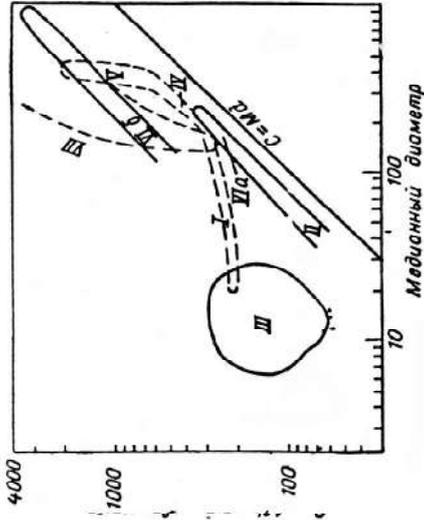


Рис. 7.6. Интерпретация режимов осадконакопления (Романовский, 1977): I, IV, V – реки, донные течения; II, VI – мутьевые потоки; III – осадки «спокойной» седиментации; VII – пляжи

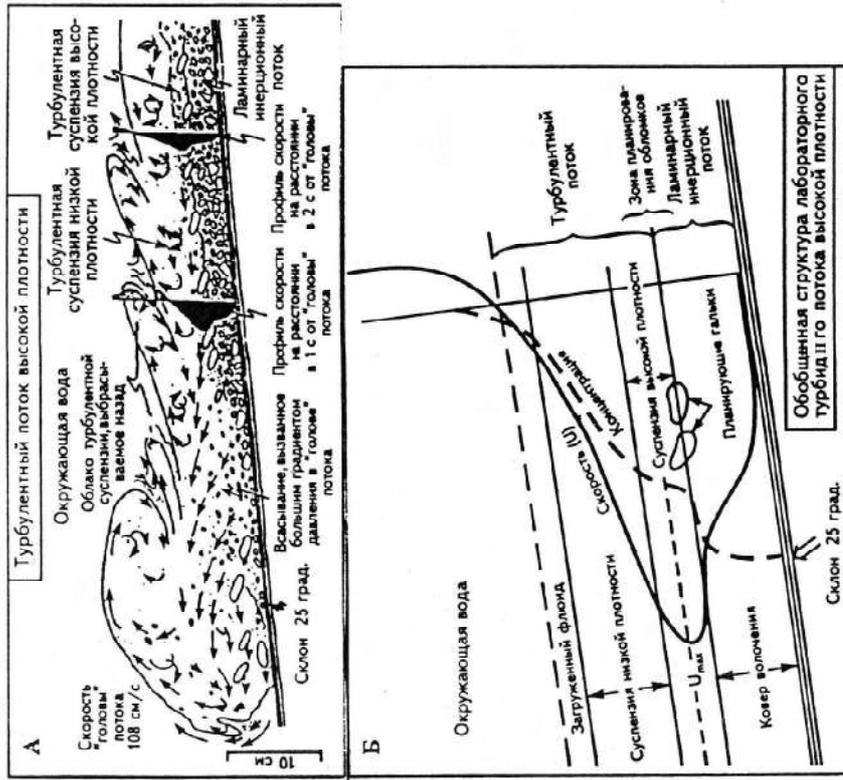


Рис. 7.7. Турбидный поток высокой плотности:

А – диаграмма быстрого изображения экспериментального турбидного течения высокой плотности, показывающая нижний нетурбулентный (инерционный поток) и верхний турбулентный слой; Б – обобщенная схема распределения скорости и концентрации частиц в элементарном турбидном потоке высокой плотности (Постма Г. и др., 1988: из: Поляков, 2001)

8. Минералогический анализ

Рис. 8.1. Схема соотношения объемов понятий: терригенные минералы, тяжелые минералы и акцессорные минералы (М. Бергер, 2009):

минералы: *A* – терригенные; *B* – тяжелые, *C* – акцессорные; 1 – породообразующие терригенные минералы легкой фракции; 2 – породообразующие терригенные минералы тяжелой фракции; 3 – акцессорные терригенные минералы легкой фракции; 4 – акцессорные терригенные минералы тяжелой фракции; 5 – породообразующие аутигенные минералы тяжелой фракции; 6 – акцессорные аутигенные минералы тяжелой фракции; 7 – акцессорные аутигенные минералы легкой фракции

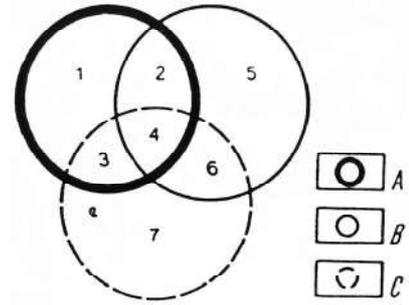


Таблица 8.1

Классификация терригенных минералов тяжелой фракции (М. Бергер, 2009)

Химическая устойчивость (в условиях поверхностного выветривания)	Гидроэродинамическая устойчивость		
	высокая	средняя	низкая
Высокая	I группа Циркон Рутил Ильменит + + лейкоксен (частично) Хромит (хромшпинелиды) Монацит Ксенотим	II группа Лейкоксен (частично) Анализ Брукит Шпинель (алюмошпинели) Ставролит Кванит	III группа Турмалин Силлиманит Андалузит
Средняя	IV группа Альмандин	V группа Пироп Титанит (частично)	VI группа Титанит (частично) Эпидот Цоизит Клиноцоизит Апатит (?)
Низкая	VII группа Магнетит	VIII группа Гранаты-уграндиты Некоторые пироксены (существенно железистые ортопироксены и др.)	IX группа Биотит Амфиболы Большинство пироксенов (диопсид, авгит, энстатит и др.) Оливин (основная часть)

Таблица 8.2

Зависимость ассоциаций минералов в осадочных породах от состава пород в областях сноса (М. Бергер, 2009)

Породы питающих провинций	Характерные ассоциации минералов осадочных пород	
	Породообразующие минералы	Акцессорные минералы
Магматические кислого состава (граниты, габбро, диориты)	Кварц, полевые шпаты (микроклин, ортоклаз, кислый плагиоклаз), мусковит	Циркон, турмалин, апатит, монацит, биотит
Магматические основного состава (габбро, диабазы, базальты)	Обломки пород, основные плагиоклазы	Ильменит, лейкоксен, сфен, рутил, пироксены, амфиболы, минералы группы эпидота
Магматические ультраосновные (пироксениты, перидотиты, дуниты)	То же	Ильменит, магнетит, лейкоксен, пироксены, амфиболы, сфен, пикотит, хромит
Метаморфические (гнейсы, кристаллические сланцы)	Кварц, значительная часть которого имеет волнистое погасание и мозаичное строение	Дистен, ставролит, силлиманит, андалузит, гранаты, хлорит
Осадочные (древние или формировавшиеся в обстановке интенсивного выветривания)	Преимущественно кварц, в основном хорошо окатанный	Циркон, турмалин, рутил (зерна в основном хорошо окатанные)

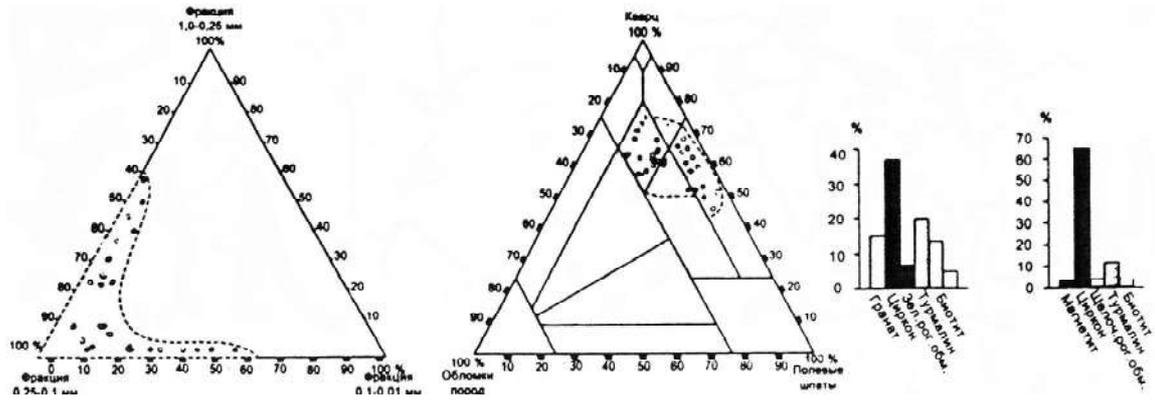


Рис. 8.1. Гранулометрический, вещественный и минералогический состав палеорусловых отложений пласта ЮС₁³. Парабельский мегавал (Л. С. Чернова и др., 2004)

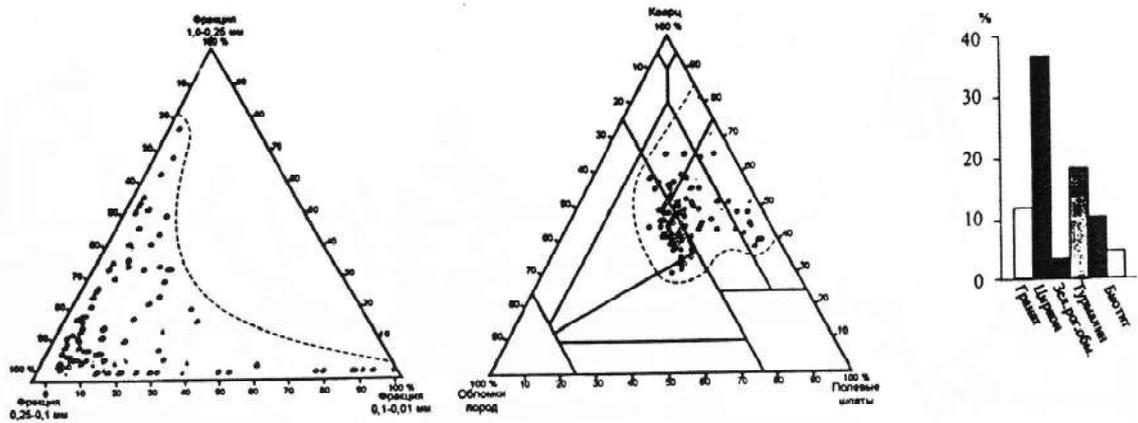


Рис. 8.2. Гранулометрический, вещественный и минералогический состав пород пласта ЮС₁³ аллювиально-дельтового комплекса. Средневажуганский мегавал (Л. С. Чернова и др., 2004)

При изучении минерального состава пород пярнуской серии Прибалтики мы использовали три группы коэффициентов. Во-первых, это *коэффициенты источников сноса* (петрофондовые по М. Г. Бергеру и др. [1979]), к которым были отнесены отношения циркон : рутил (1), циркон : гранаты (2), циркон : турмалин (3), турмалин : рутил (4), циркон : (дистен + ставролит) (5). Это отношения минералов, характерных для кристаллических пород разного происхождения: если циркон чаще связан с гранитоидными изверженными породами, то гранаты, дистен, ставролит имеют метаморфическое происхождение. Кроме того, в различных комплексах изверженных пород могут встречаться различные соотношения акцессорных минералов, которые отражаются в продуктах их разрушения. Коэффициенты источников сноса указывают на разные комплексы пород, размывавшихся в областях сноса. Поэтому коэффициенты 1 – 5 позволяют выделять минералогические комплексы, связанные с разными областями сноса.

Вторая группа коэффициентов – тектонических – включает соотношения пар минералов с различной плотностью. Тектоническими они называются потому, что вследствие механической дифференциации, согласно данным Г. А. Каледы [1969], на вершинах конседиментационных структур концентрируются более тяжелые минералы, а на их склонах – более легкие. Поэтому изучение соотношений пар минералов с различной плотностью может дать указания на местоположение конседиментационных структур. К тектоническим коэффициентам можно отнести отношения таких пар минералов, как циркон : апатит (6), циркон : слюды (7), рудные минералы : турмалин (8), рудные минералы : слюды (9), кварц : слюды (10).

Третья группа коэффициентов – седиментационных – отражает условия отложения осадков, дальность их переноса и степень зрелости. Для этого сопоставляются пары устойчивых и неустойчивых в процессе химического выветривания, переноса и переотложения минералов. Такие коэффициенты представлены отношениями циркон : (пироксены + амфиболы + эпидот) (11), кварц : полевые шпаты (12). Чем выше зрелость и переработанность осадков, тем выше значения этих коэффициентов.

В распределении значений коэффициента циркон : гранаты в пярнуских отложениях Прибалтики наблюдается ярко выраженная закономерность: в западной части они всегда выше 1 и достигают 109, т. е. содержание циркона всегда выше, чем гранатов.

[Методы палеогеографических..., 1984]

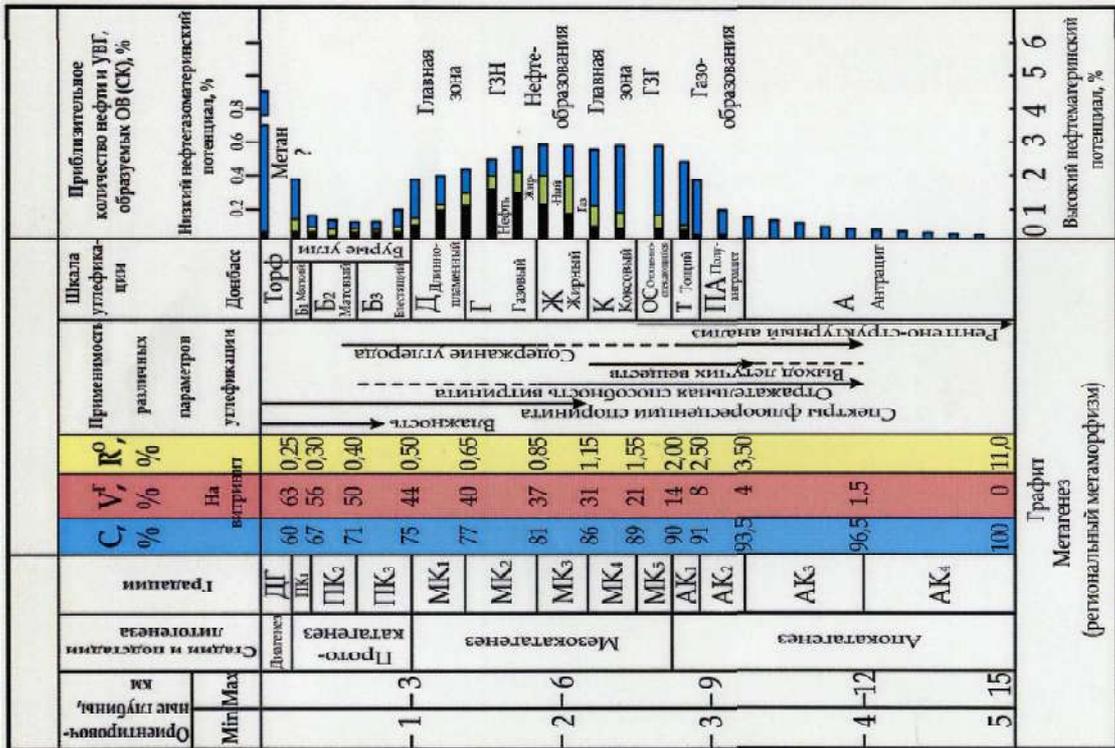


Рис. 9.2. Шкала метаморфизма

Исходный материал	Тип керогена	Vt%Ro → 0.5 0.7 0.9 1.1 1.3				
		Незрелое ОВ	Переходное ОВ	Зрелое ОВ (нефтяное окно)		Высоко-преобразованное ОВ
1. Витринит и инертинит преимущественно аллювиального, дельтового генезиса	III/IV	Биогенный газ		Газ		Газ
2. Обогащенный резинитом (>10%) аллювиальный, дельтовый	III/II	Биогенный газ		Конденсат		Газ
3. Обогащенный липтинитом (>20%) дельтовый, прибрежно-морской	II/III	Биогенный газ		Конденсат		Газ
4. Обогащенный липтинитом, в условиях высокой бактериальной активности в озерах	I/II	Биогенный газ		Сухой газ		Сухой газ
Морской 5. Преимущественно альгинит в условиях внутриконтинентальных водоемов, в т.ч. Морей	II	Биогенный газ		Сухой газ		Сухой газ
6. Преимущественно альгинит - фотосинтезирующие бактерии, в т.ч. гиперсолесеных морях и зонах апвеллинга	II/I	Биогенный газ	Железная сернистая сульфидоносная нефть	Парафино-нафтенная нефть		Сухой газ

Рис. 9.3. Показатель отражения витринита: ключ к моделированию и установлению значений для газово-нефтяного окна

Раздел 3. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

10. Химический анализ (литохимия)

Система литохимических модулей (отношений петрогенных окислов)

Я. Э.Юдович, М. П. Кетрис, (2000 и др.)

Применение при исследовании терригенных пород системы литохимических модулей дает возможность более точно проводить их классификацию, реконструировать состав и особенности преобразования пород в источниках сноса, расшифровывать физико-химические и геодинамические особенности обстановок осадконакопления. Данный подход может быть использован как при исследовании рыхлых несцементированных осадков, так и метаморфизованных осадочных пород. Однако для изучения карбонатных и кремнистых отложений этот метод практически неэффективен, так как содержания большинства петрогенных окислов в названных типах осадочных образований невелики, а набор их ограничен.

Расчет литохимических модулей производится непосредственно по данным классического силикатного (так называемая «мокрая химия») или рентген-флуоресцентного анализа породы, выраженным в массовых процентах. Наиболее часто используемыми и, следовательно, наиболее информативными модулями являются гидролизатный, алюмо-кремниевый, титановый, фемический, натриевый, калиевый, щелочной, модуль общей нормативной щелочности и железный.

Гидролизатный модуль $GM = (Al_2O_3 + TiO_2 + Fe_2O_3 + FeO + MnO)/SiO_2$

Гидролизатный модуль используется при изучении как обломочных, так и глинистых отложений и позволяет разделять породы, содержащие продукты гидролиза (каолинит, оксиды алюминия, железа, марганца) от пород, в которых преобладает кремнезем. Чем выше величина этих модулей в глинистых породах или песчаниках, тем более сильное выветривание претерпели исходные комплексы в областях размыва и тем выше зрелость осадочных пород. По величине GM терригенные и кремнистые породы могут быть разделены на: 1) силициты (кремни, фтанициты, яшмы, лидиты и пр.), мономиктовые кварцевые песчаники и кварциты, $GM < 0,10$; 2) слабоглинистые силициты (глинисто-кремнистые сланцы), олигомиктовые кварцевые песчаники и алевролиты, $GM = 0,10 - 0,20$; 3) глинистые силициты (кремнисто-глинистые сланцы), мезомиктовые и полимиктовые кварцевые песчаники и алевролиты, $GM = 0,20 - 0,30$; 4) глинистые породы, некоторые основные граувакки, $GM = 0,30 - 0,50$; 5) гидролизатные глинистые породы, содержащие каолинит либо свободные оксиды алюминия, железа и марганца, $GM > 0,50$.

Алюмокремниевый модуль $AM = Al_2O_3/SiO_2$

Алюмокремниевый модуль в значительной мере дублирует гидролизатный модуль и указывает на степень химического выветривания пород. Однако иногда такие типичные продукты гидролиза как некоторые железные руды, могут быть бедны Al_2O_3 , но обогащены железом. Из сказанного следует, что GM имеет более универсальное, нежели AM, значение при изучении алюмосиликокластических образований. В терригенных породах для модулей AM и GM обычно характерна хорошо выраженная положительная корреляция. Ее отсутствие иногда дает возможность установить присутствие в породах чуждых примесей. Так, низкие значения AM при высоких величинах GM могут являться индикатором присутствия в породах железистого вулканогенного материала.

Кварцевые песчаники и кремнистые породы имеют величину $AM < 0,10$. В «обычных» песчаниках значение AM находится, как правило, между 0,10 и 0,22. Для глинистых пород типичны значения AM, находящиеся в интервале 0,22 – 0,35. Наконец, при величине $AM > 0,35$ мы имеем дело с породами, испытавшими значительное влияние процессов гидролиза, т. е. сформированными за счет разрушения кор выветривания.

Фемический модуль $FM = (FeO + Fe_2O_3 + MgO)/SiO_2$

Рассматриваемый модуль обычно применяется при разделении граувакк и др. типов песчаников. Так как для граувакк характерно достаточно большое количество темноцветных минералов, они нередко весьма схожи по величине FM с собственно глинистыми породами. Модуль FM имеет важное значение, и при распознавании петро- и пирогенных (вулканогенных) отложений такие породы практически всегда характеризуются значениями $FM > 0,10$.

Фемический модуль нельзя применять при исследовании пород, в состав которых входит доломит.

Титановый модуль $TM = TiO_2/Al_2O_3$

На величину титанового модуля в осадочных породах влияют содержание TiO_2 в осадке и степень механической сортировки кластики. Исходя из этого, максимальные значения TM характерны для зрелых осадочных пород (кварциты и кварцевые песчаники из зон с максимальной подвижностью среды осадконакопления), а минимальные наблюдаются в аргиллитах флиша. Песчаные и глинистые породы, сформированные в различных фациальных и климатических обстановках, имеют различные значения TM.

Натриевый модуль $NM = Na_2O/Al_2O_3$

Натриевый модуль, как и ряд других модулей, характеризует особенности процессов химического выветривания и созревания поступающей в бассейн кластики. Чем меньше величина NM, тем меньше плагиоклазов поступило в область осадконакопления из питающей провинции и, тем самым, NM выступает в определенной мере показателем типа климата, доминирующего на палеоводосборах. Максимальные значения NM характерны для граувакковых песчаников. По величине NM терригенные и кремнистые породы подразделяются на гидролизатные отложения ($NM < 0,010$), собственно кремнистые породы ($NM = 0,010 - 0,050$) и граувакки ($NM > 0,20$). В обычных терригенных породах величина NM варьирует от 0,050 до 0,20 (в песчаниках NM, как правило, выше, чем в аргиллитах).

Щелочной модуль $\text{ЩМ} = \text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$

Данный модуль при совместном использовании с HM и калиевым модулем ($\text{KM} = \text{K}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$) позволяет оценить присутствие в породе Na -содержащих минералов (главным образом породообразующих – высокие значения ЩМ характерны для пород с доминированием кислых плагиоклазов, значительным количеством слюды и калиевых полевых шпатов).

Общая нормативная щелочность $\text{ОНЩ} = (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$

Модуль общей нормативной щелочности (или иначе – «полевошпатовый индикатор») позволяет диагностировать присутствие в осадочных породах камуфлированной пирокластики даже в тех случаях, когда обычными петрографическими методами она не фиксируется. Повышенные значения модуля ОНЩ могут возникать при увеличении количества полевых шпатов в породе и присутствии низкоглиноземистых силикатов (щелочных амфиболов, железистых гидрослюд), в состав которых обычно входят щелочи. Как правило, высокие значения модуля ОНЩ характерны для пород, содержащих примесь вулканогенного материала основного состава.

По значениям модуля ОНЩ терригенные и кремнистые породы могут быть отнесены к следующим классам: 1) $< 0,20$ –низкощелочные; 2) $0,20 - 0,40$ – нормально-щелочные; 3) $0,40-0,70$ – повышенощелочные; 4) $0,70 - 1,00$ –высокощелочные; и 5) $> 1,00$ – гиперщелочные.

Железный модуль $\text{ЖМ} = (\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MnO})/(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2)$

Железный модуль чаще всего используют в паре с гидролизатным, что позволяет получить подробную информацию о тонкозернистых продуктах гидролиза. По величине ЖМ среди терригенных и кремнистых пород выделяются следующие классы: 1) $< 0,20$ –низкожелезистые; 2) $0,20-0,60$ – нормально-железистые; 3) $0,60 - 1,00$ – повышено-железистые; 4) $> 3,00$ –гипержелезистые. Большинство обломочных пород характеризуется величиной ЖМ , варьирующей от $0,20$ до $0,60$. Для Al -пелитов характерны значения $\text{ЖМ} < 0,20$, а $\text{ЖМ} > 0,60$ типичны для Fe -пелитов. Однако высокие значения ЖМ не всегда соответствуют первичной железистостипелитового вещества, так как они подвержены влиянию диа- и эпигенетических процессов.

Диаграмма в координатах $\text{TM} - \text{TiO}_2$

Эта диаграмма позволяет провести достаточно дробное разделение и псаммитов, и пелитов. Кроме осадочных пород указанная диаграмма может быть использована и при анализе пород метаморфических, так как Ti при процессах регионального метаморфизма в большинстве случаев является инертным. Граувакки и туфы основного состава, характеризующиеся максимальными содержаниями TiO_2 и высокими значениями титанового модуля, занимают на диаграмме $\text{TM} - \text{TiO}_2$ принципиально иное поле, нежели аркозы и кварц-полевошпатовые песчаники, для которых типичны наименьшая титанистость и самые низкие значения TM (рис. 10.1). Особое место на данной диаграмме занимают кварцевые песчаники, в которых содержания TiO_2 сопоставимы с теми, что типичны для аркозов, тогда как величина титанового модуля существенно выше, что обусловлено разделением Al и Ti в процессе интенсивного химического выветривания, ведущего к формированию кварцевых аренинов.

Диаграмма $\text{TM}-\text{TiO}_2$ дает также возможность классифицировать по минеральному составу глинистые породы, так как наиболее высокие содержания TiO_2 и высокие значения TM характерны для каолиновых глин, минимальные значения указанных параметров типичны для монтмориллонитовых глин, а гидрослюдистые и гидрослюдисто-хлоритовые глины занимают промежуточное между ними положение (рис. 10.2).

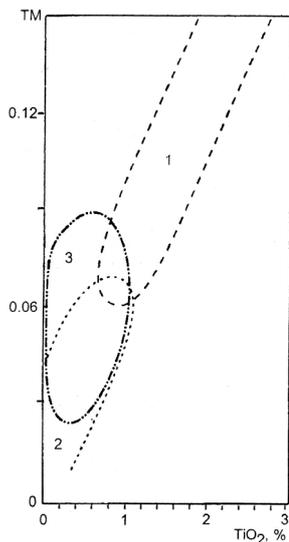


Рис. 10.1. Диаграмма $\text{TM}-\text{TiO}_2$ для песчаников: поля: 1 – граувакк; 2 – аркозов; 3 – кварцевых песчаников

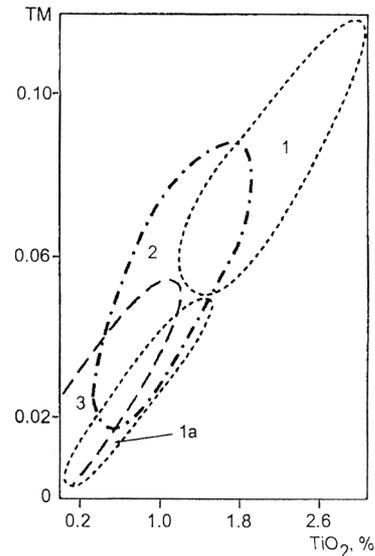


Рис. 10.2. Диаграмма $\text{TM}-\text{TiO}_2$ для глинистых пород: поля: 1 – каолиновых глин; 1а – низко-модульных каолиновых глин - продуктов катагенетических преобразований монтмориллонитового или каолинового субстрата; 2 – существенно гидрослюдистых глин; 3 – существенно монтмориллонитовых глин

11. Геохимия микроэлементов

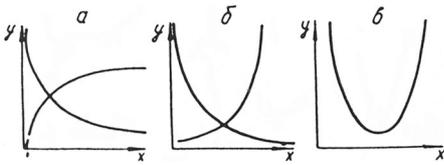


Рис. 11.1. Виды зависимостей:
а – логарифмическая, б – степенная, в – параболическая

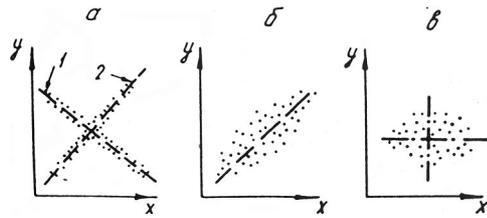
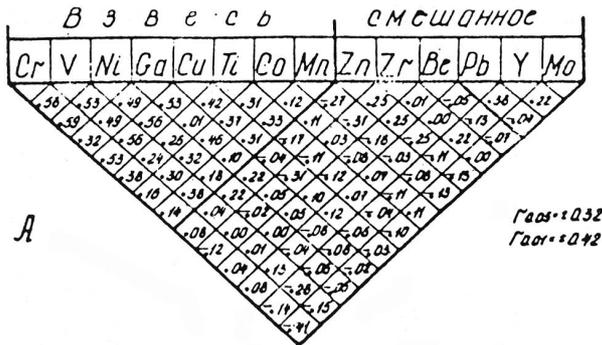
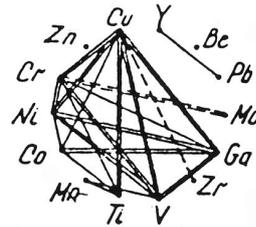


Рис. 11.2. Линейная зависимость:
а – тесная (1 – отрицательная, 2 – положительная),
б – слабая, в – отсутствует



А



Б

Рис. 11.3. Ряды подвижности (слева) и графы связей (справа) по русловым (А) и пойменным (Б) отложениям. Тольинская свита Северо-Сосьвинского района

Таблица. 11.1

Критические значения для выборочного коэффициента корреляции (принимать значения для $f = n - 2$)

f	α		f	α		f	α	
	0,05	0,01		0,05	0,01		0,05	0,01
1	0,997	1,000	16	0,468	0,590	110	0,186	0,242
2	0,950	0,990	17	0,456	0,575	120	0,178	0,232
3	0,878	0,959	18	0,444	0,561	130	0,171	0,223
4	0,811	0,917	19	0,433	0,549	140	0,165	0,215
5	0,754	0,875	20	0,423	0,537	150	0,160	0,210
6	0,707	0,834	25	0,381	0,487	200	0,139	0,182
7	0,666	0,798	30	0,349	0,449	300	0,113	0,148
8	0,632	0,765	35	0,325	0,418	400	0,098	0,129
9	0,602	0,735	40	0,304	0,393	500	0,088	0,115
10	0,576	0,708	50	0,273	0,354	600	0,080	0,105
11	0,553	0,684	60	0,250	0,325	700	0,074	0,097
12	0,532	0,661	70	0,232	0,302	800	0,069	0,091
13	0,514	0,641	80	0,217	0,283	900	0,065	0,086
14	0,497	0,623	90	0,205	0,267	1000	0,062	0,081
15	0,482	0,606	100	0,195	0,254			

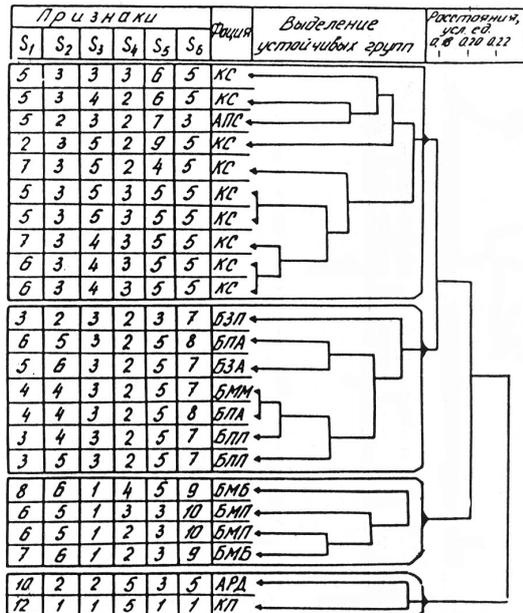


Рис. 11.4. Кластерная диаграмма объектов (слоев) по их диагностическим признакам

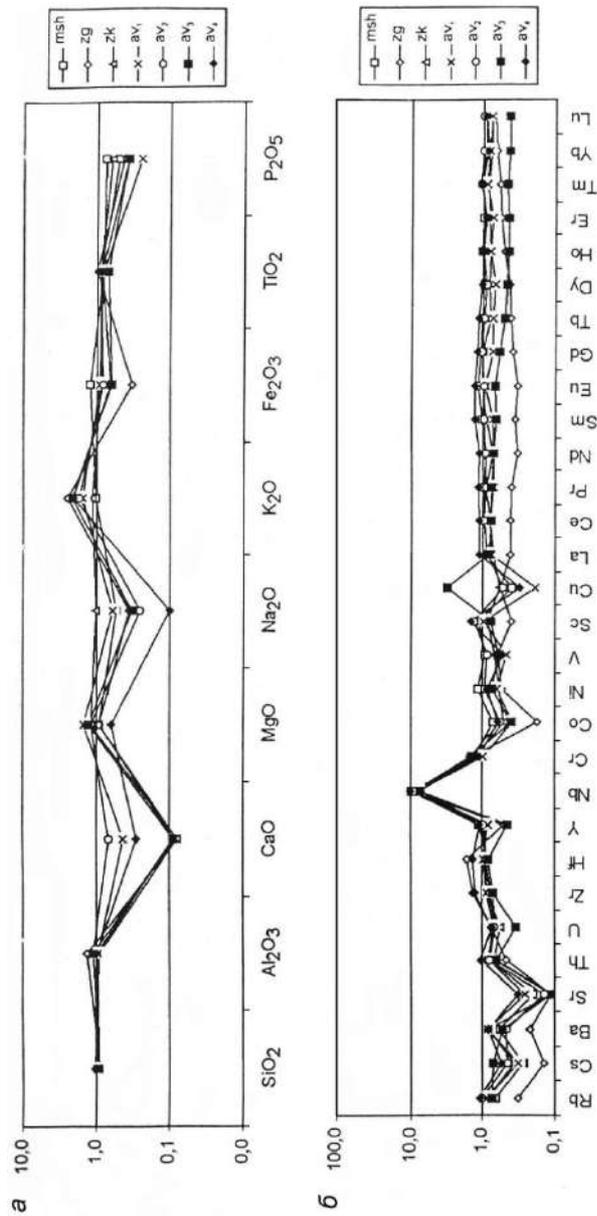


Рис. 11.5. Слайдер-диаграмма нормированных на RAAAS содержаний петрогенных оксидов (а) и малых элементов (б) в глинистых сланцах основных литостратиграфических подразделений юрматинской серии среднего рифея Башкирского мегантиклинория (Маслов и др., 2004): *ms/h* – машакская свита; *zg* – зигальгинская свита; *zk* – зигазино-комаровская свита; авязянская свита: *av1* – катаскинская подсвита, *av2* – малоинзерская подсвита, *av3* – ушаковская подсвита, *av4* – куткурская подсвита

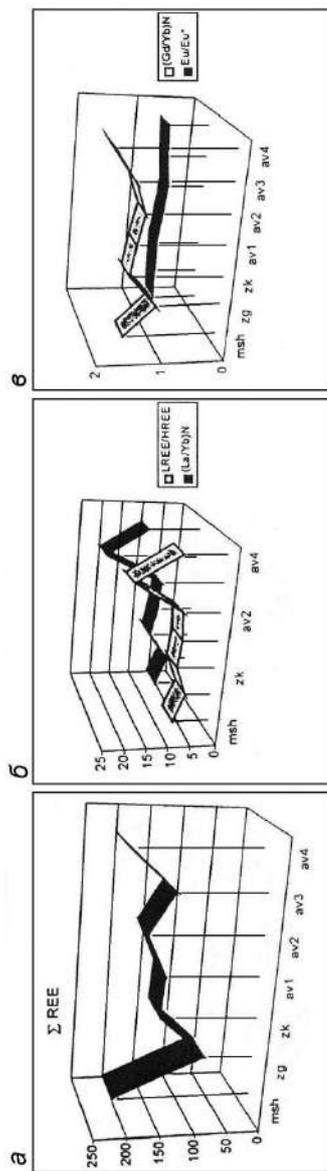


Рис. 11.6. Особенности изменения суммы РЗЭ (а), отношений $LREE/HREE$, La_N/Yb_N (б) и отношений Gd_N/Yb_N и Eu/Eu^* (в) в глинистых сланцах юрматинской серии среднего рифея Башкирского мегантиклинория (Маслов и др., 2004): *ms/h* – машакская свита; *zg* – зигальгинская свита; *zk* – зигазино-комаровская свита; авязянская свита: *av1* – катаскинская подсвита, *av2* – малоинзерская подсвита, *av3* – ушаковская подсвита, *av4* – куткурская подсвита

12. Термический, рентгеноструктурный, люминисцентный, электронно-микроскопический методы



Рис. 12.1. Методы изучения глинистых пород (по М. Ф. Викуловой):
 1 – полевое изучение; 2 – петрографическое изучение шлифа; 3 – гранулометрический анализ; 4 – химический анализ; 5 – термический анализ; 6 – спектральный анализ; 7 – изучение оптических свойств агрегатов ориентированных частиц глинистых минералов размером менее 0.001 мм; 8 – электронная микроскопия; 9 – электронографический анализ; 10 – рентгеновский; 11 – спектрофотометрический анализ; 12 – изучение инфракрасных спектров поглощения; 13 – минералогический анализ неглинистых минералов; 14 – изучение органического вещества; 15 – органические остатки - палеонтологические определения; 16 – изучение поглощенного комплекса катионов; 17 – определение водорастворимых солей; 18 – диализ и электродиализ; 19 – определение pH; 20 – определение Eh

Термический метод

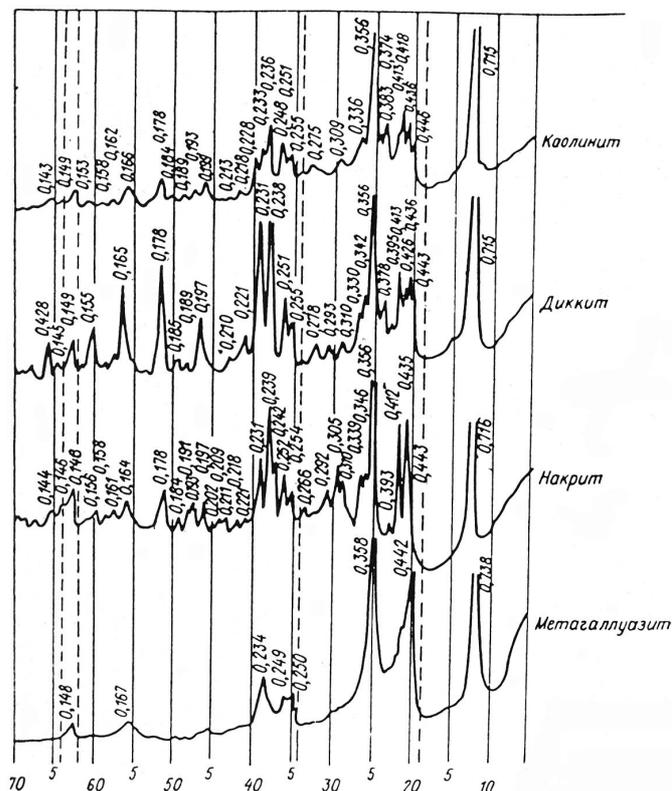
В процессе нагревания в минералах происходят различные изменения: обезвоживание (потеря воды с разрушением решетки и без разрушения в зависимости от типа воды), диссоциация – распад с выделением газовой фазы, плавление, полиморфные превращения, окисление, раскристаллизация, перекристаллизация и т. д. Реакции обезвоживания, диссоциации, плавления и полиморфные превращения происходят с поглощением тепла, являются эндотермическими. Реакции окисления, кристаллизации и перекристаллизации протекают с выделением тепла и называются экзотермическими.



Рис.12.2. Типовые кривые нагревания глинистых и карбонатных минералов

Рентгеновский метод

Рентгеновский метод основан на анализе особенностей дифракции рентгеновских лучей при облучении кристаллов, что упрощенно можно рассматривать как отражение лучей от плоских сеток пространственной решетки. С помощью этого метода можно установить величину межплоскостного расстояния в кристаллах, определить симметрию, размеры элементарной ячейки и по этим данным определить минерал.



Электронная микроскопия

Единицы длины	м	мм	мкм (мк)	нм (ммк)
Метр, м	1	10^3	10^6	10^9
Миллиметр, мм	10^{-3}	1	10^3	10^6
Микрометр, мкм (устар. микрон, мк)	10^{-6}	10^{-3}	1	10^3
Нанометр, нм (устар. миллимикрон, ммк)	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	1

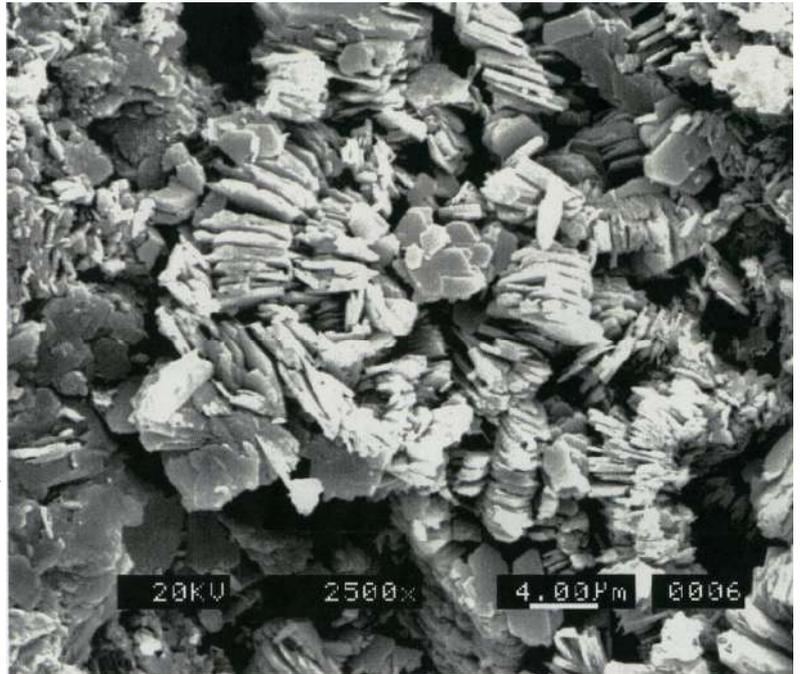


Рис. 12.5. Массивные и вермикулитообразные скопления хорошо образованных мелкотаблитчатых кристаллов каолинита, выполняющие межзерновое пространство с образованием микропор. Сечение кристаллов 2-4 мкм, пор - 4-6 мкм

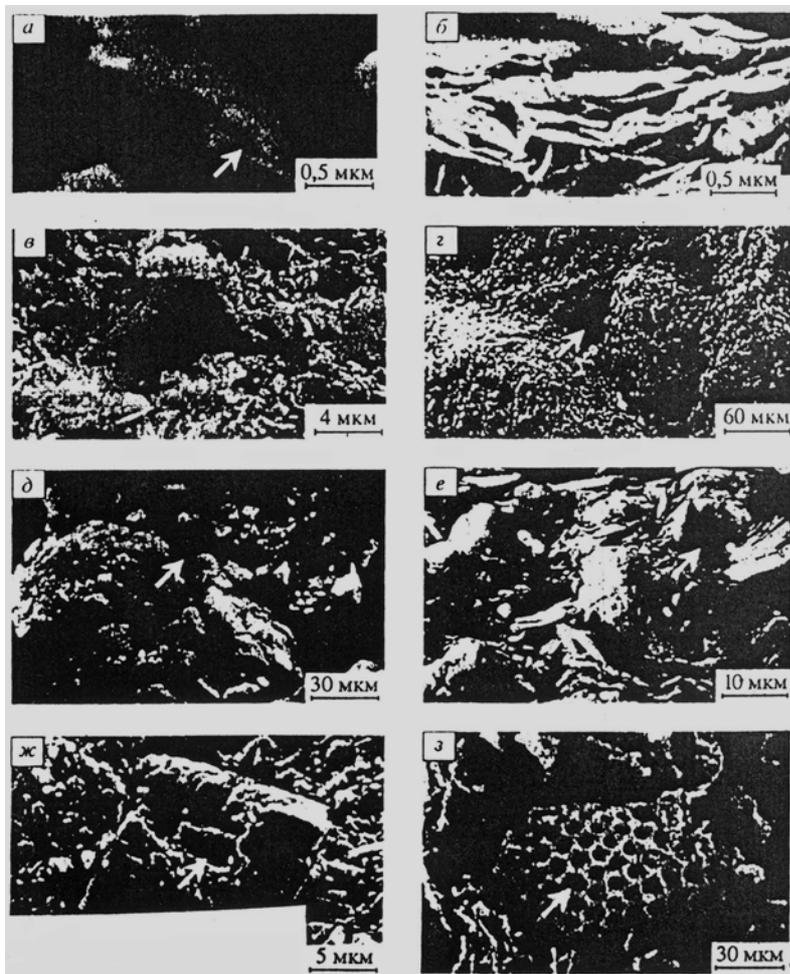


Рис. 12.6. Типы пор в глинистых породах (Осипов и др., 2001): а – межчастичные; б – межультра-микроагрегатные; в – межмикроагрегатные; г – межагрегатные; д – межзернистые; е – межмикроагрегатно-зернистые; ж – внутризерновые; з – поры биогенного происхождения

13. Фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС)

Таблица 13.1

Физические свойства пород (Ломтадзе В. Д., 1990)

Параметр	Определение	Единица измерения	
		СГС	СИ
Плотность	Физическая характеристика тела, вещества, горных пород, численно равная массе единицы объема тела, т. е. отношение массы твердой, жидкой и газовой фаз к его объему	г/см ³	кг/м ³
Минеральная плотность	Отношение массы твердой фазы горной породы (минерала) к объему твердой фазы	г/см ³	кг/м ³
Вес удельный	Параметр, определяющий притяжение горных пород и характер создаваемого или аномального гравитационного поля. Отношение веса горной породы (минерала) к объему породы (минерала)	дин/см ³	Н/м ³
Пористость общая	Совокупность всех сообщающихся и изолированных пустот в минеральном скелете породы	%	%
Пористость открытая	Совокупность пустот в минеральном скелете породы, сообщающихся между собой и с атмосферой	%	%
Пористость эффективная	Часть порового пространства, заполненного движущимся по нему флюидом	%	%
Коэффициент пористости	Отношение объема пор к объему породы	–	–
Остаточная вода	Содержание рыхло и крепко связанной воды, занимающей часть полезного объема открытой пористости	% к объему	%
Проницаемость	Способность пород пропускать через себя жидкости и газ. Физический смысл размерности (м ²) заключается в том, что проницаемость как бы характеризует величину площади сечения каналов пористой среды, по которым в основном происходит фильтрация	миллидарси	1,02·10 ⁻⁴ м ²

Проницаемость ранее измерялась в Дарси по имени Анри Дарси, предложившего в 1856 г. уравнение для определения фильтрации $Q = (KS/M) \cdot (dp/dx)$, где Q – объемный расход жидкости в единицу времени; K – постоянная проницаемости; S – площадь поперечного сечения; M – вязкость жидкости; dp/dx – гидравлический градиент, или разность в давлении в направлении течения x .

Это уравнение дано для ламинарного течения флюидов в пористых средах; при заданном значении K скорость фильтрации через породы прямо пропорциональна перепаду давления. 1 Ланси равно $1 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2$.

Таблица 13.2

Оценочная классификация песчано-алевритовых коллекторов нефти и газа с межзерновой пористостью (по А. А. Ханину, 1956, 1969, 1973)

Класс коллектора	Название породы	Пористость эффективная (полезная емкость), %	Проницаемость по газу, миллидарси	Характеристика коллектора по проницаемости
I	Песчаник среднезернистый Песчаник мелкозернистый Алевролит крупнозернистый Алевролит мелкозернистый	$\geq 16,5$ ≥ 20 $\geq 23,5$ ≥ 29	≥ 1000	Очень высокая
II	Песчаник среднезернистый Песчаник мелкозернистый Алевролит крупнозернистый Алевролит мелкозернистый	15 – 16,5 18 – 20 21,5 – 23,5 26,5 – 29	500 – 1000	Высокая
III	Песчаник среднезернистый Песчаник мелкозернистый Алевролит крупнозернистый Алевролит мелкозернистый	11 – 15 14 – 18 16,8 – 21,5 20,5 – 26,5	100 – 500	Средняя
IV	Песчаник среднезернистый Песчаник мелкозернистый Алевролит крупнозернистый Алевролит мелкозернистый	5,8 – 11 8 – 14 10 – 16,8 12 – 20,5	10 – 100	Пониженная
V	Песчаник среднезернистый Песчаник мелкозернистый Алевролит крупнозернистый Алевролит мелкозернистый	0,5 – 5,8 2 – 8 3,3 – 10 3,6 – 12	1 – 10	Низкая
VI	Песчаник среднезернистый Песчаник мелкозернистый Алевролит крупнозернистый Алевролит мелкозернистый	< 0,5 < 2 < 3,3 < 3,6	< 1	Обычно не имеет промышленного значения

Примечание. Диаметр частиц, мм: песчаник среднезернистый, 0,50 – 0,25, песчаник мелкозернистый 0,25 – 0,10, алевролит крупнозернистый 0,10 – 0,05, алевролит мелкозернистый 0,05 – 0,01.

Оценочная шкала экранирующей способности глинистых пород
(Ханин, 1969)

Группа	Максимальный диаметр пор, мкм	Абсолютная проницаемость по газу, мД	Давление прорыва газа, МПа	Экранирующая способность
А	$\leq 0,01$	10^{-6}	$\geq 12,0$	Весьма высокая
В	0,05	10^{-5}	8,0	Высокая
С	0,30	10^{-4}	5,5	Средняя
Д	2,00	10^{-3}	3,3	Пониженная
Е	10,00	10^{-2}	$< 0,5$	Низкая

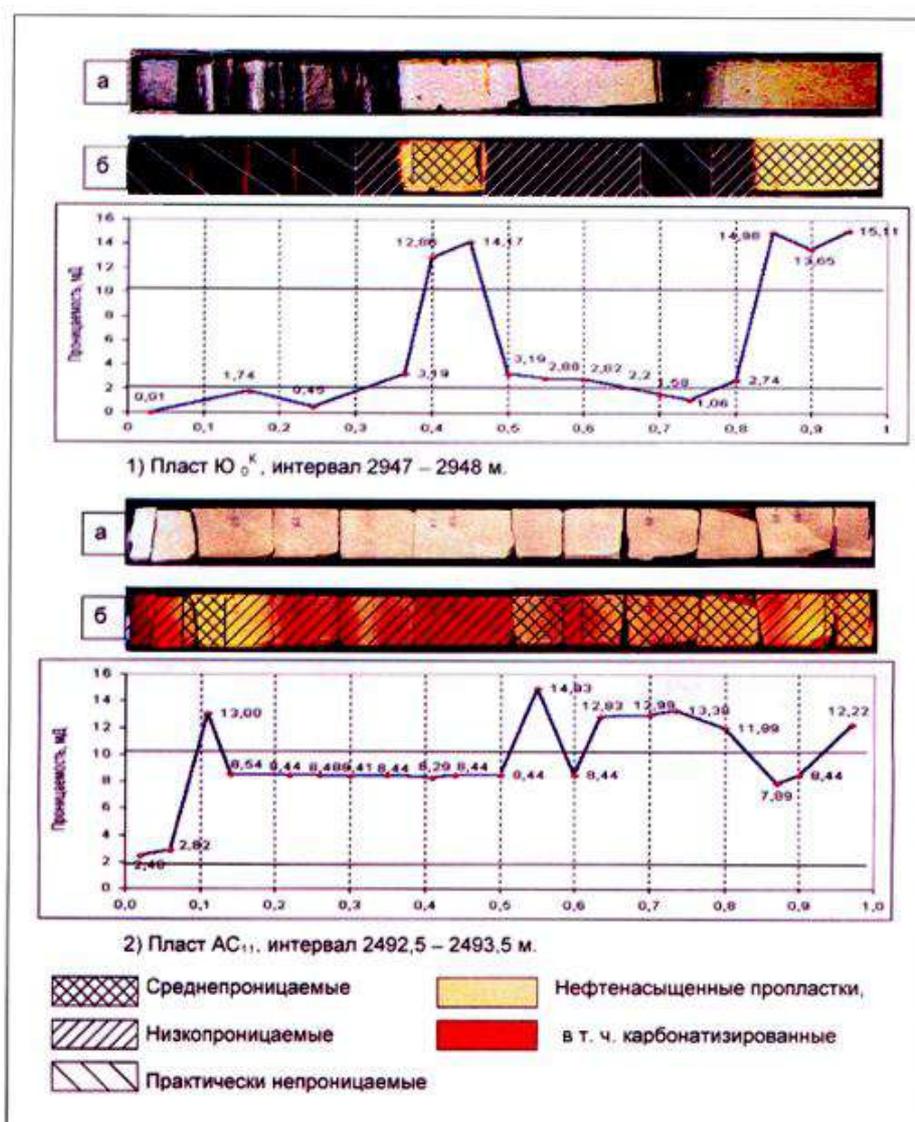


Рис.13.1. Изображение в дневном (а) и ультрафиолетовом (б) свете и проницаемость керна скв. 4453 Восточно-Тромъганского (1) и 554 Западно-Айпимского (2) месторождений (Усманов И. Ш. и др., 2002)

FZI – индикатор гидравлического типа коллектора (FlowZoneIndicator), являющийся трансформантом из уравнения Кармена-Казени и вычисляемый по формуле $\frac{0,0314 \sqrt{\frac{k}{\phi}}}{\phi/(1-\phi)}$, где k – проницаемость (permeability), ϕ – пористость (porosity).

HFU или HU – гидравлическая единица потока (HydraulicFlowUnit), определяемая как «представительный элементарный объем породы, внутри которого геологические и петрофизические свойства, влияющие на течение жидкости, взаимно согласованы и предсказуемо отличимы от других пород».

RQI – индекс качества коллектора (ReservoirQualityIndex) = $0,0314 \sqrt{\frac{k}{\phi}}$.

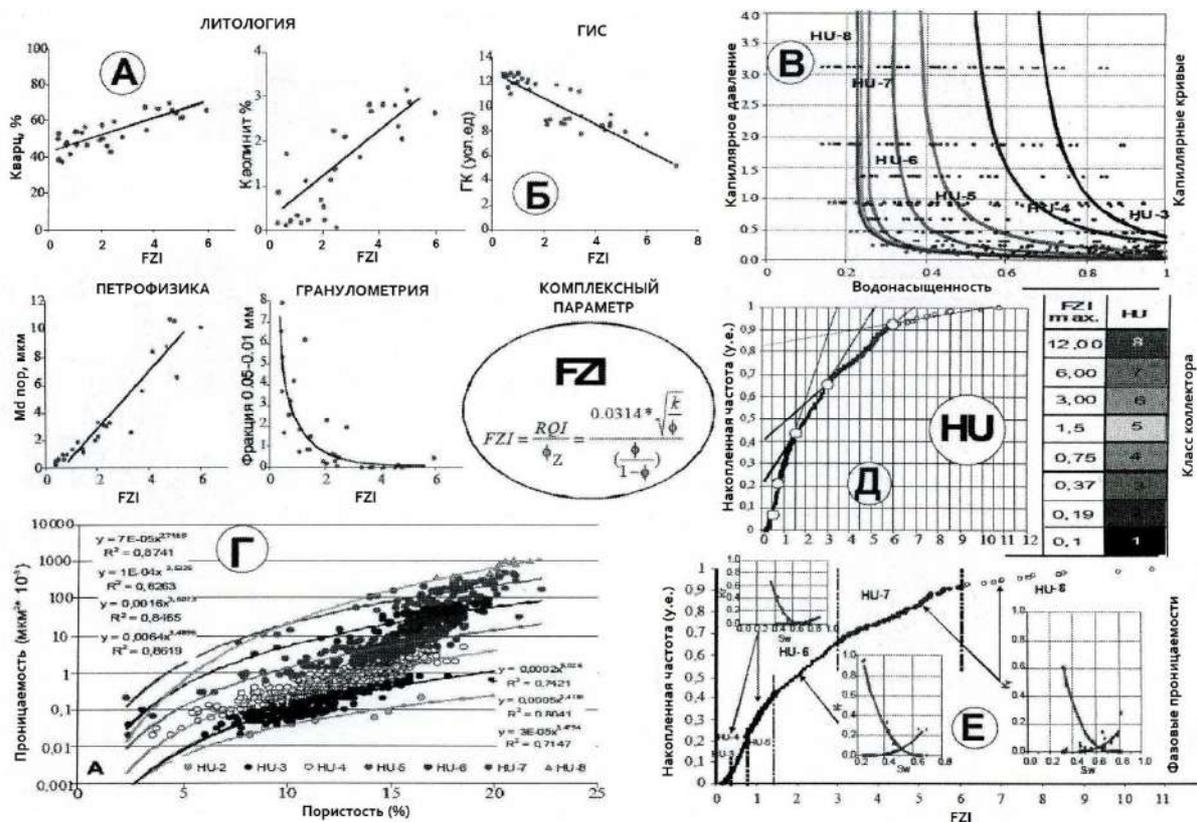
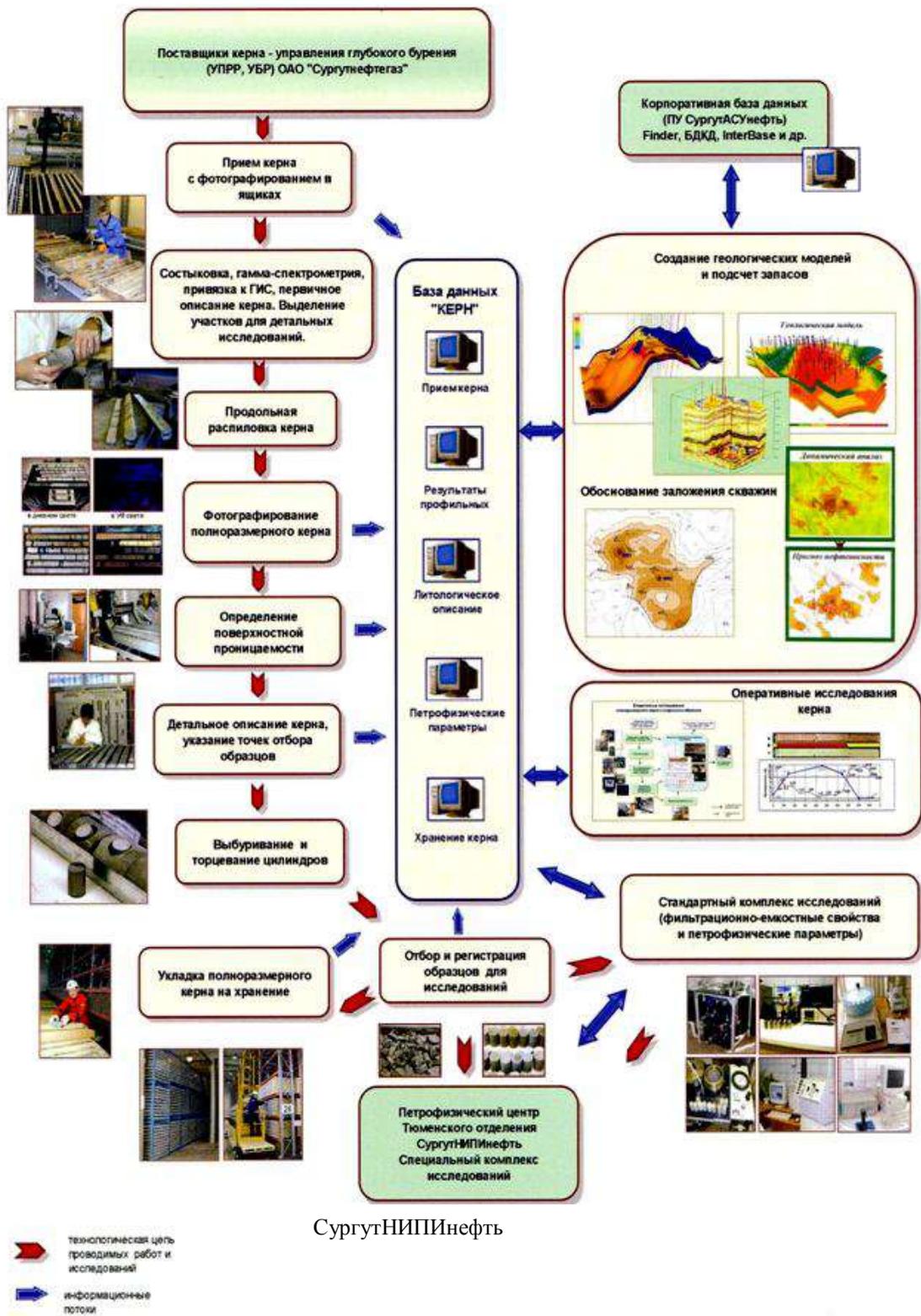


Рис. 13.2. Выделение классов коллектора на примере пласта Ю³ Крапивинского месторождения (Кошовкин, Белозеров, 2007):

- А, Б – корреляционные зависимости FZI с различными свойствами пород;
- В – классы коллекторов, выделяемые по гидродинамическим параметрам;
- Г – положение классов коллекторов в координатах «пористость – проницаемость»;
- Д – систематизация классов коллекторов в единицах FZI;
- Е – гидродинамические характеристики выделенных классов

14. Комплексирование методов



СургутНИПИнефть

Рис.14.1. Основные этапы базового комплекса исследования керна

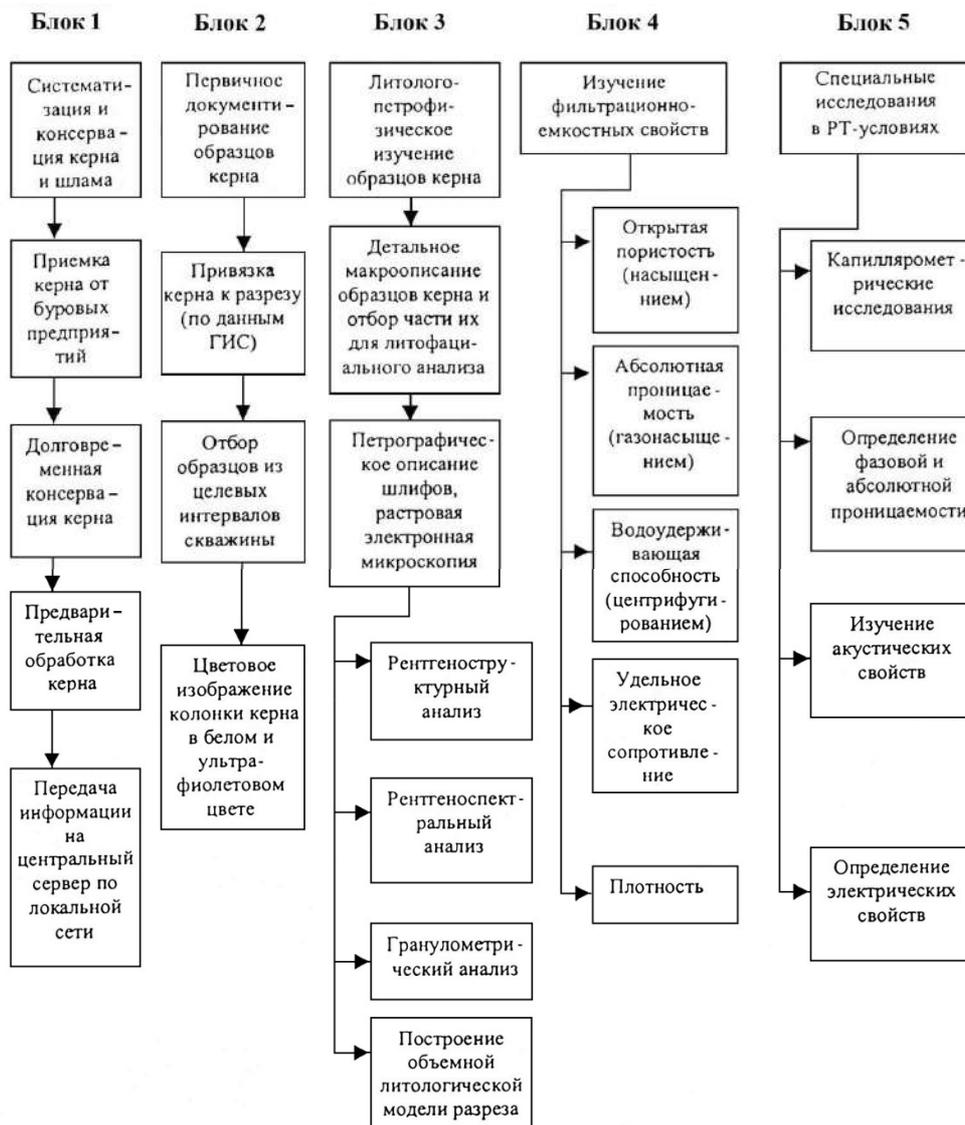


Рис.14.2. Схема обеспечения долговременного хранения и комплексного исследования образцов керна в «КогалымНИПИнефть»

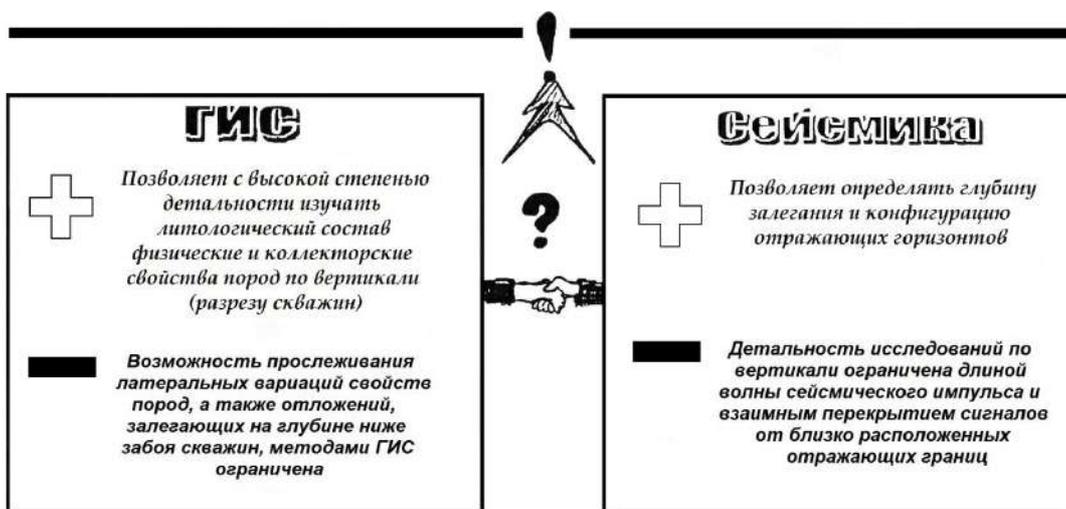


Рис.14.3. Соотношение дистанционных методов (по Е. О. Белякову)

Раздел 4. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ И РЕШЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

15. Отбор проб и обработка результатов исследований

Рис. 15.1. Принципы отбора проб
(стрелками показаны места их взятия):

Вариант А – послойное опробование. При мощности слоя больше некоторого заданного граничного значения пробы отбираются также через заранее заданный интервал. Например, при мощности слоя более 2 м пробы берутся не реже чем через 2 м, и тогда из 7-метрового слоя нужно взять 3 пробы.

Вариант Б – равномерный отбор проб из одного типа пород по заданному интервалу между точками отбора. При этом необходимо стремиться к наиболее близким по значению промежуткам между пробами (что, скорее всего, никогда не будет достигнуто).

Вариант В – равномерное (желательно послойное) опробование уверенно увязанного горизонта по двум или более скважинам.

Вариант Г – отбор единичных проб из одного слоя или горизонта по некоторой, желательно равномерной, сети выработок.

Очевидно, что отбор проб по вариантам А и Б нацелен на выявление вопросов закономерностей в строении толщ (прежде всего повторяемости и направленности изменений показателей свойств); вариант В – на решение проблем корреляции и Г – для площадных (палеогеографических) реконструкций

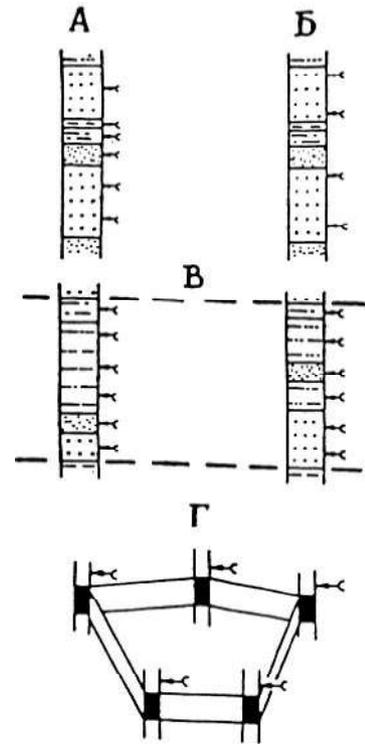


Рис. 15.2. Соотношение основных видов исследований (применительно к литолого-фациальному анализу):

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

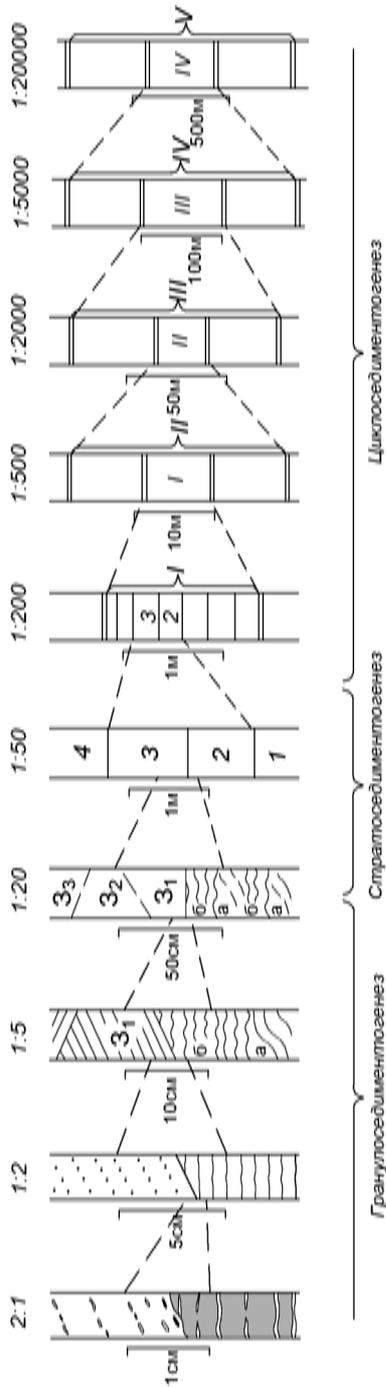
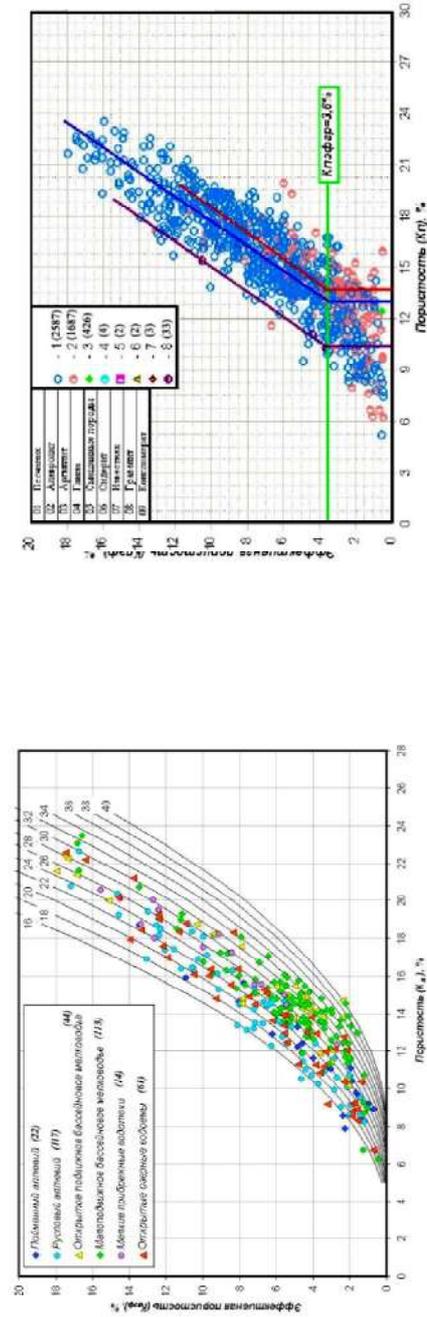


Рис. 15.3. Соподчиненность повторяемости единиц разреза (уровни седиментогенеза (по С. И. Романовскому, 1985, 1988): основной является колонка, на которой выделены слои (1, ..., 4), для терригенных толщ, имеющих среднюю толщину 1–2 м. Слева от нее показаны серии косоугольной слоистости в слое 3 (3₁–3₃) и ритмичное чередование типов «а» и «б» в слое 2, вплоть до визуальной характеристики пород (крайняя слева колонка). Справа – литоциклы от 1-го (I) до 5-го (V) порядков



Сопоставление величин K_p и $K_{пэф}$ между собой для различных типов отложений тюменской свиты Ловинского месторождения (в скобках – количество образцов)

Сопоставление петрофизической модели $K_{пэф}=f(K_{пекс}, K_p)$ с оценками фациальной принадлежности образцов керна, (в скобках – количество определений)

Рис. 15.4. Пример обработки результатов ФЭС с учетом фациального состава отложений

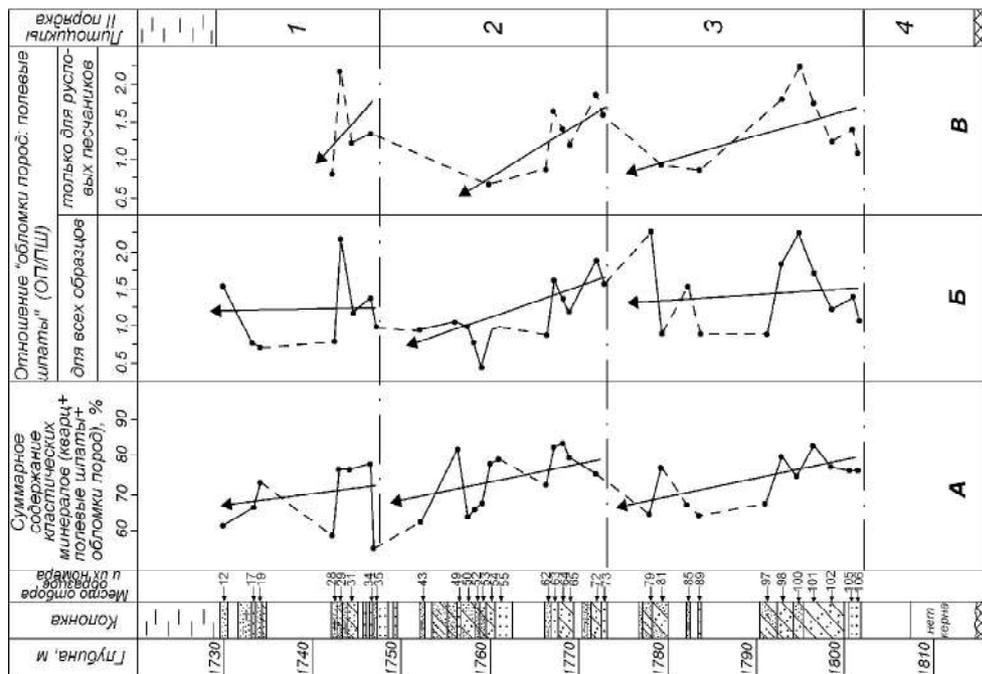


Рис. 16.2. Песчаники в разрезе тюменской свиты по скв.10320
Тальникового месторождения:

1 – подстилающие породы фундамента; 2 – перекрывающие отложения абалакской свиты; 3 – мелко- и 4 – крупнозернистые алевролиты; 5 – тонко-, 6 – мелко-, 7 – средне- и 8 – крупнозернистые песчаники; 9 – переслаивание разных гранулометрических типов слоями менее 0,4 м

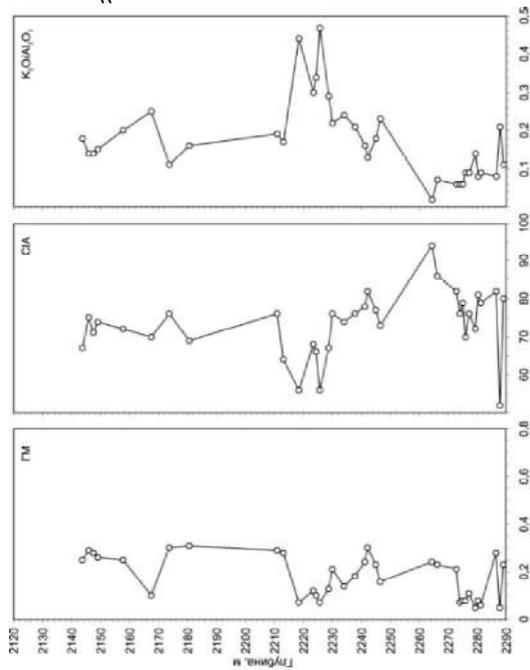


Рис. 16.3. Вариации ГМ, СА и K_2O/Al_2O_3 в песчаниках тюменской свиты в разрезе скв.10628 (Ловинское месторождение)

Таблица 16.1
Применение различных методов корреляции и соответствующих признаков при изучении сложнопостроенных внутриконтинентальных терригенных толщ (Методы, 1968; с существенными изменениями)

Метод, группа методов	Признаки	Стадия изучения	
		поисковая	разведочная
Биостратиграфические	Фаунистические	При наличии	-
	Флористические	+++	-
	Палинологические	+++	-
Вещественно-литостратиграфические	Минералого-петрографические	++	+
	Геохимические	++	+
	Специальные	Нуждается в конкретном обосновании	
Структурно-геометрические	Толщина слоев, горнязгов, анализ юппахит и др.	+	++
	Пролескывание индикаторов (реперов)	+	++
Геофизические (ташюнные)	Сейсморезонда	+++	+
	Геофизические исследования скважин (ГИС)	++	+++

Примечание. (-) – практической роли не играет; (+) – целесообразно к использованию как подсобный; (++) – наиболее пригодный к использованию; (+++) – ведущий, главный метод

17.Решение геологических задач

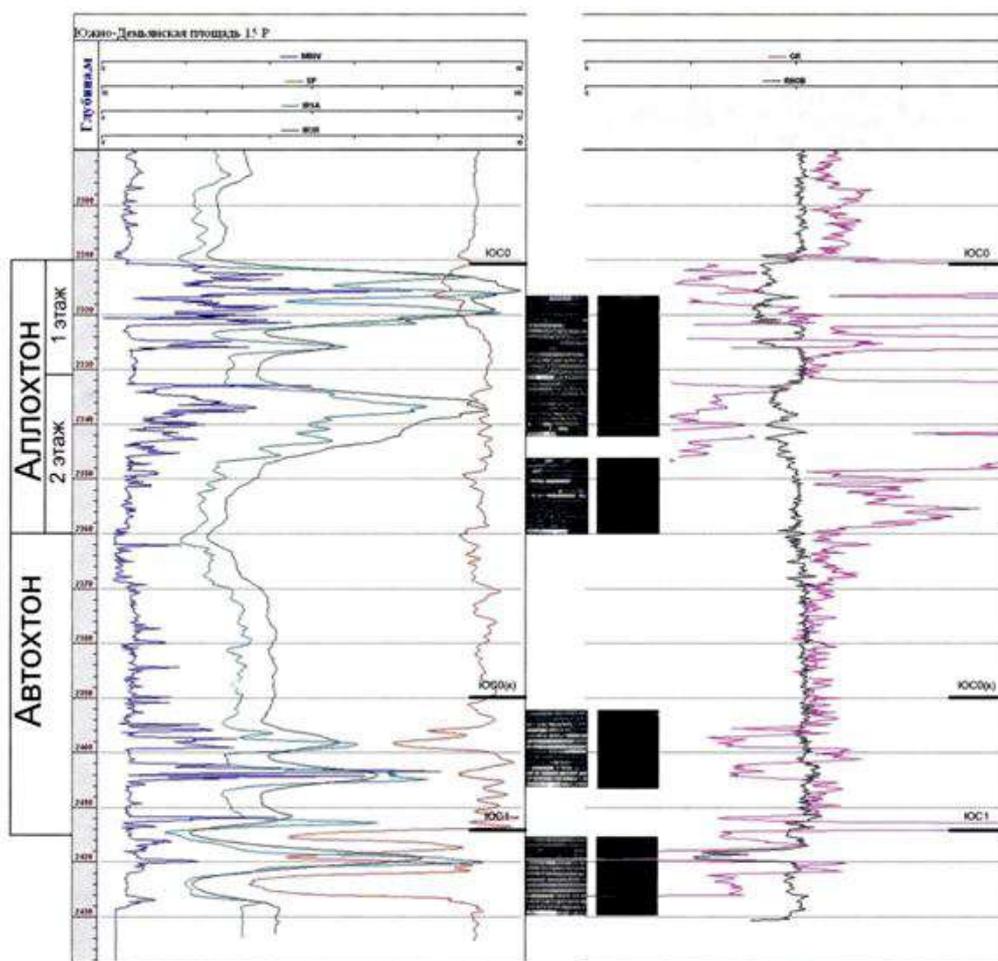
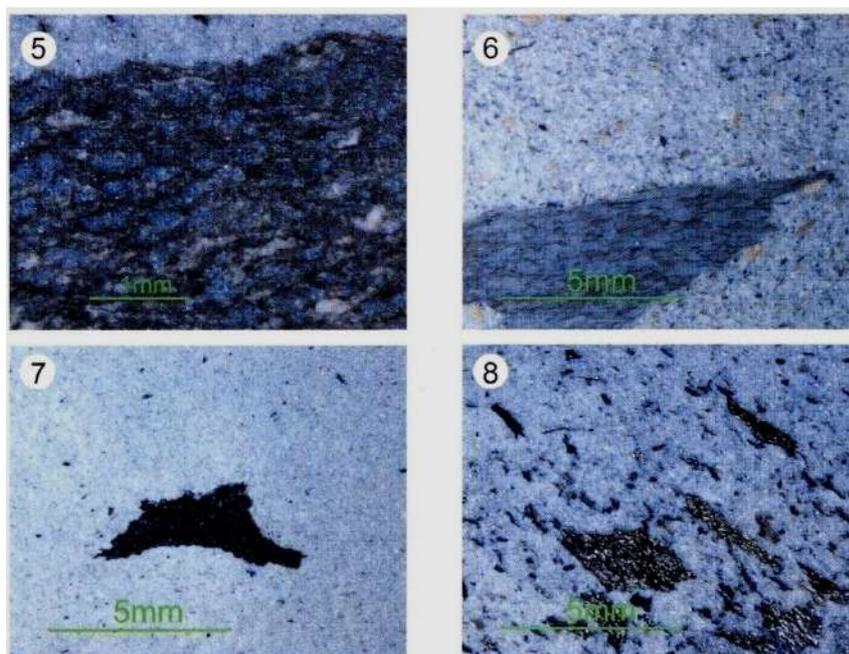


Рис. 17.1. Сводный геолого-геофизический фоторазрез нижнемеловых-верхнеюрских отложений. Южно-Демьянская площадь, скважина 15 (по материалам «СургутНИПИнефть»)

Рис. 17.2. Микротекстурные особенности пород пласта ЮС₀ в фронтальной зоне надвига (Осипов В. С. и др., 2001):

5 – кливажная зона на контакте баженовита и инъекции песчаного материала; 6 – останец милонитизированного баженовита в дилатационно «разжиженной» песчаной массе; 7 – останец и тонкодисперсная взвесь глинистого баженовита в массе милонита; 8 – останцы и тонкодисперсная взвесь глинистого баженовита в дилатационно «разжиженной» песчаной массе»



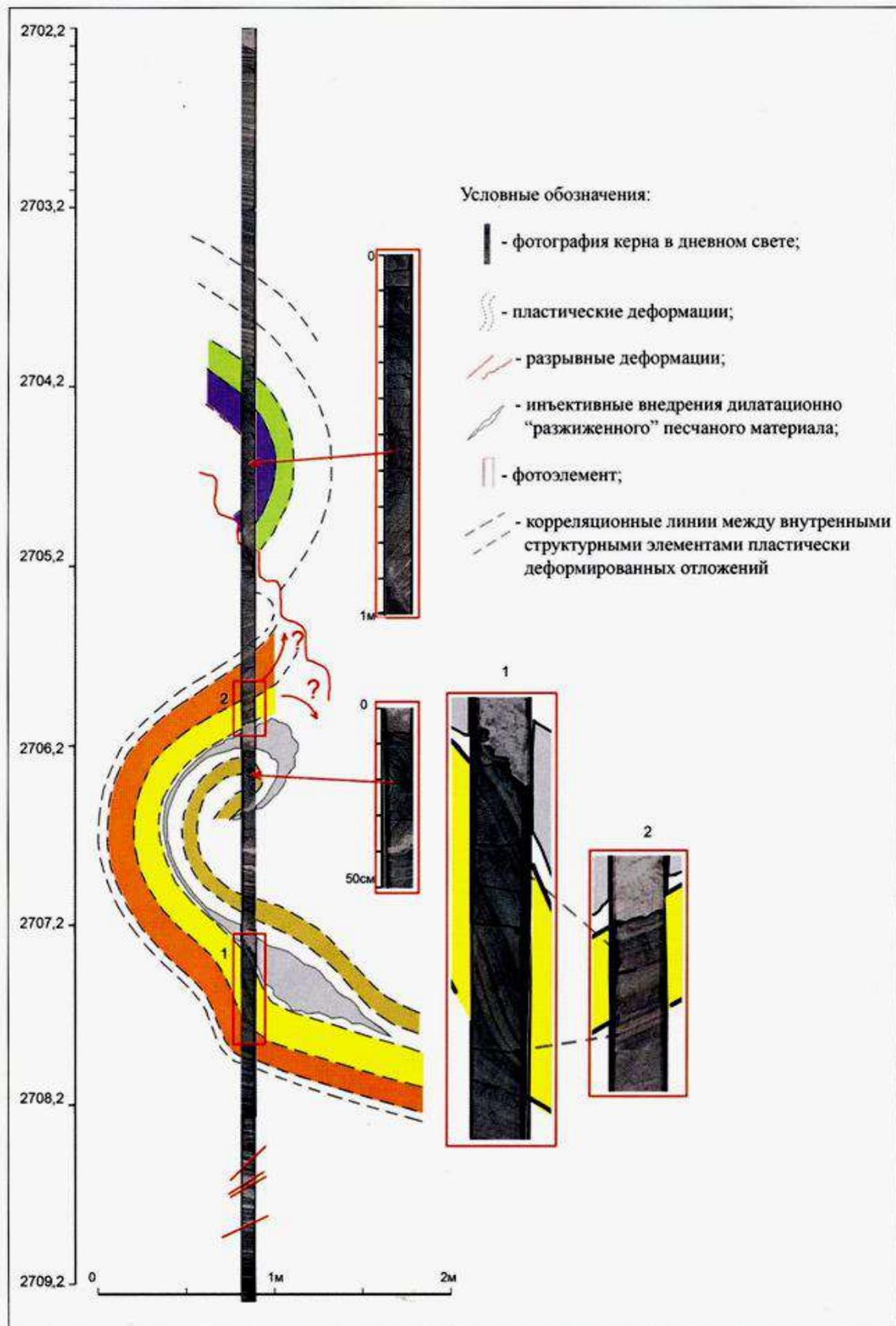


Рис. 17.3. Структурная реконструкция деформаций отложений.
 Восточно-Мыгаяхинское месторождение, скважина 7538р, интервал 2702,2 – 2709,2 м.
 Е. Т. Трофимова и др., 2008 («Сургутнефтегаз»)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Практика изучения осадочных пород, особенно в нефтегазовой литологии, показывает особенную важность **комплексирования** различных методов и методик. При этом важны как апробированные и традиционные исследования (изучение пород в шлифах, определение физических свойств), так и новые методики (РЭМ, *ICP-MS*). Зачастую методы, ранее применявшиеся редко, становятся «рутинными», входя в обязательный комплекс исследований (люминесцентное просвечивание керн). Нередко известные традиционные методы получают новое звучание благодаря нетрадиционной обработке результатов (минералогический анализ → ТМК М. Г. Бергера; химический анализ → литохимия по Я. Э. Юдовичу). В какой-то степени это показано в предложенных методических указаниях.

Использовать представленную информацию можно в любом из трех направлений (векторов):

- как справочный материал, необходимый и достаточный для общего ознакомления с обозначенным предметом;
- как отправную точку в углубленном изучении осадочных пород – увлекательного объекта для глубокого и вдумчивого исследования;
- для выбора какого-то конкретного метода, который может быть положен в основу детальных исследований на конкретном объекте.

По-видимому, именно последний вектор наиболее продуктивен для конкретного студента, будучи положенным им в основу определения темы, сбора материалов и выполнения курсовой или выпускной квалификационной работы. Именно для этого каждая из тем и сопровождается кратким перечнем литературных источников. Поиски изданий более позднего времени целесообразно вести, пользуясь Internet-ресурсами, а также периодическими изданиями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

- Кузнецов В. Г.* Литология. Осадочные породы и их изучение: уч. пособие для вузов. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2007. 511 с.
- Маслов А. В.* Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. 289 с.
- Справочник по литологии. М.: Недра, 1983. 509 с.

Дополнительная

Общего характера

- Логвиненко Н. В., Сергеева Э. И.* Методы определения осадочных пород. М.: Недра, 1986. 240 с.
- Методы изучения осадочных пород.* М.: Геолтехиздат, 1957. Т. I. 612 с.
- Справочное руководство по петрографии осадочных пород.* Л.: Гостоптехиздат, 1958. Т. 1. 486 с. Т. 2. 520 с.

К теме 1 «Выделение слоев»

- Алексеев В. П.* Литолого-фациальный анализ. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2002. 147 с.
- Романовский С. И.* Физическая седиментология. Л.: Недра, 1988. 240 с.
- Шванов В. Н.* Структурно-вещественный анализ осадочных формаций (начала литомографии). СПб.: Недра, 1992. 230 с.

К теме 2 «Вещественный и генетический подходы к изучению осадочных комплексов»

- Алексеев В. П.* Литологические этюды. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. 149 с.
- Казанский Ю. П.* Введение в теорию осадконакопления. Новосибирск: Наука, 1983. 223 с.
- Лидер М.* Седиментология. Процессы и продукты / пер. с англ. М.: Мир, 1986. 439 с.

К теме 3 «Карбонатные и терригенные породы»

- Погромская О. Э.* Микропалеонтологические аспекты литологии. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2004. 116 с.
- Систематика и классификация осадочных пород и их аналогов.* СПб.: Недра, 1998. 352 с.
- Шванов В. Н.* Песчаные породы и методы их изучения. Л.: Недра, 1969. 248 с.

К теме 4 «Текстурный анализ»

- Ботвинкина Л. Н.* Слоистость осадочных пород. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 542 с. (Тр. ГИН АН СССР, вып. 59).
- Осипов Ю. Б., Пономарев В. В., Соколов Б. А.* Текстурный анализ глин. М.: Недра, 1989. 120 с.
- Чернова О. С.* Схема классификации текстур осадочных горных пород // Литология и геология горючих ископаемых. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2012. Вып. VI (22). С. 27 – 45.

К теме 5 «Ихнофоссилии, карбонатность и другие признаки»

Атлас конкреций. Л.: Недра, 1988. 323 с. (Тр. ВСЕГЕИ, нов. сер., т. 340).

Ошуркова М. В. Детальное расчленение угленосных отложений пофитологическим данным: методические рекомендации. Л.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1981. 40 с.

Чернова О. С. Литолого-фациальный и формационный анализ нефтегазоносных толщ. Томск: Изд-во ЦППС НД, 2007. 258 с.

К теме 6 «Комплексование диагностических признаков; контакты и перерывы»

Алексеев В. П. Атлас фаций юрских терригенных отложений (угленосные толщи Северной Евразии). Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. 209 с.

Атлас литогенетических типов угленосных отложений среднего карбона Донецкого бассейна. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 368 с.

Изучение стратиграфических перерывов при производстве геологической съемки: методические рекомендации / Е. Ю. Барабошкин [и др.]. М.: Изд-во МГУ, 2002. 169 с.

К теме 7 «Гранулометрический анализ»

Гранулометрический анализ в геологии. М., 1978. 165 с.

Котельников Б. Н. Реконструкция генезиса песков. Л.: Изд-во ЛГУ, 1989.

Поляков А. С. Гранулированные среды и седиментогенез. М.: Геоинформмарк, 2001. 58 с.

К теме 8 «Минералогический анализ»

Бергер М. Г. Седиментологическая система минералов и фундаментальные основы терригенной минералогии. М.: ЛЕНАНД, 2009. 272 с.

Геологическое строение и нефтегазоносность нижней – средней юры Западно-Сибирской провинции / Ф. Г. Гурари [и др.]. Новосибирск: Наука, 2005. 156 с.

Петрова В. В. Низкотемпературные вторичные минералы и их роль в литогенезе (силикаты, алюмосиликаты, гидрослюда). М.: ГЕОС, 2005. 239 с. (Тр. ГИН РАН. Вып. 525).

К теме 9 «Стадиальный анализ»

Гаррелс Р., Маккензи Ф. Эволюция осадочных пород /пер. с. англ. М.: Мир, 1974. 272 с.

Петрология органических веществ в геологии горючих ископаемых / И. И. Аммосов [и др.]. М.: Наука, 1987. 333 с.

Япаскурт О. В. Генетическая минералогия и стадиальный анализ процессов осадочного пороодо- и рудообразования: уч. пособие. М.: ЭСЛАН, 2008. 356 с.

К теме 10 «Химический анализ (литохимия)»

Ефремова С. В., Стафеев К. Г. Петрохимические методы исследования горных пород. М.: Недра, 1985. 511 с.

Юдович Я. Э. Региональная геохимия осадочных толщ. Л.: Наука, 1981. 276 с.

Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Основы литохимии. СПб.: Наука, 2000. 479 с.

К теме 11 «Геохимия микроэлементов»

Введение в металлогению горючих ископаемых и углесодержащих пород: уч. пособие / В. Н. Волков [и др.]. СПб: Изд-во СПбГУ, 1997. 248 с.

Металлы в осадочных толщах. М.: Наука. Ч. 1, 1964. 446 с. Ч. 2, 1965. 392 с. Ч. 3, 1966. 326 с.

Тейлор С. Р., МакЛеннан С. М. Континентальная кора: ее состав и эволюция: Пер. с. англ. М.: Мир, 1988. 384 с.

К теме 12 «Рентгеноструктурный, люминесцентный, электронно-микроскопический методы»

Котельников Д. Д., Конюхов А. И. Глинистые минералы осадочных пород. М.: Недра, 1986. 247 с.

Логвиненко Н. В., Орлова Л. В. Образование и изменение осадочных пород на континенте и в океане. Л.: Недра, 1987. 237 с.

Фор Г. Основы изотопной геологии /пер. с англ. М.: Мир, 1989. 590 с.

К теме 13 «Фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС)»

Кошовкин И. Н., Белозеров В. Б. Отображение неоднородностей терригенных коллекторов при построении геологических моделей нефтяных месторождений // Известия ГПУ, 2007. Т. 310. № 2. С. 26-32.

Ломтадзе В. Д. Физико-механические свойства горных пород. Методы лабораторных исследований. Л.: Недра, 1990. 327 с.

Чернова О. С., Клименко А. В. Модерирование литолого-петрофизической зональности Двуреченско-Крапивинской зоны нефтегазонакопления // Литология и геология горючих ископаемых. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009. Вып. III (19). С.99-110..

К теме 14 «Комплексирование методов»

Крашенинников Г. Ф., Волкова А. Н., Иванова Н. В. Учение о фациях с основами литологии. М.: Изд-во МГУ, 1988. 214 с.

Методика литолого-фациальных исследований угленосных отложений (на примере триас-юрских угленосных формаций азиатской части СССР): Препринт. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986. 63 с.

Петтиджон Ф., Поттер П., Сивер Р. Пески и песчаники /пер. с англ. М.: Мир, 1976. 536 с.

К теме 15 «Отбор проб и обработка результатов исследований»

Алексеев В. П., Печинина Е. Б. Обработка результатов полевых и лабораторных исследований (с использованием вероятностно-статистических методов). Свердловск: Издание СГИ, 1989. 76 с.

Гриффитс Дж. Научные методы исследования осадочных пород /пер. с англ. М.: Мир, 1971. 420 с.

Харбух Дж., Бонэм-Картер Г. Моделирование на ЭВМ в геологии /пер. с англ. М.: Мир, 1974. 246 с.

К теме 16 «Строение толщ и корреляция разрезов»

Методы корреляции угленосных толщ и синонимии угольных пластов. Л.: Наука, 1968. 381 с.

Периодические процессы в геологии. Л. Недра, 1976. 264 с.

Строение и корреляция отложений тюменской свиты Шаимского нефтегазонаосного района (Западная Сибирь). Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009. 227 с.

К теме 17 «Решение геологических задач»

Литогеодинамика и минерагения осадочных бассейнов. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1998. 480 с.

Методы палеогеографических реконструкций при поисках залежей нефти и газа / В. А. Гроссгейм[и др.]. Л.: Недра, 1984. 271 с.

Состав и генезис отложений тюменской свиты Шаимского нефтегазонаосного района (Западная Сибирь). Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. 209 с.

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ В ШЛИФАХ

Введение

Гранулометрический анализ – один из методов изучения обломочных пород путем разделения зерен по фракциям.

Он проводится:

- 1) в классификационных целях – для правильного определения и названия породы;
- 2) для выявления генетических признаков, необходимых при палеогеографических реконструкциях (способы и дальность переноса, пути миграции обломков, условия отложения и т. п.), для определения генетического типа отложений;
- 3) для оценки пород как коллекторов нефти, газа, воды, т. е. для решения прикладных задач геологии;
- 4) как подготовительная стадия для минералогического анализа.

В настоящее время существует несколько способов гранулометрического анализа терригенных отложений:

- 1) седиментометрические способы, основанные на различной скорости осаждения частиц разной крупности в воде;
- 2) ситовый анализ, заключающийся в просеивании зерен через набор сит с постепенно уменьшающимися отверстиями;
- 3) измерение размера зерен в шлифах;
- 4) использование лазерного дифракционного микроанализатора для автоматического гранулометрического экспресс-анализа материала в сухом состоянии или в суспензии на основе дифракции сходящегося лазерного луча.

В данном приложении описан метод гранулометрического анализа в шлифах, детально охарактеризованный в работах В. П. Батурина (1947), С. И. Романовского (1977), В. Н. Шванова (1969), а также многочисленных трудах российских и зарубежных исследователей.

Определение цены деления окуляр-микрометра

Для измерения величины обломков под микроскопом пользуются окуляром, снабженным линейной шкалой – линейным окуляр-микрометром. Его цена деления вычисляется с помощью объект-микрометра.

Объект-микрометр – это стеклянная пластина со шкалой длиной 1 мм, разделенной на 100 частей. Таким образом, цена одного деления объект-микрометра 0,01 мм (рис. П.1).



Рис. П.1. Объект-микрометр

Объект-микрометр помещается вместо шлифа на столик микроскопа. Фокусируют так, чтобы было ясно видно обе шкалы: окуляр-микрометра и объект-микрометра.

Располагают объект-микрометр на столике таким образом, чтобы обе шкалы находились горизонтально рядом, т. е. были параллельны друг другу.

При сильных и средних объективах в поле зрения попадает только часть шкалы объект-микрометра. В этом случае смотрят сколько ее делений (то есть сотых долей мм) соответствует всей шкале окуляр-микрометра (рис. П.2). Определенную таким образом длину делят на 100 (число делений окулярной шкалы) и получают цену одного деления окуляр-микрометра при данном объективе.

При небольших увеличениях вся шкала объект-микрометра помещается в поле зрения и оказывается короче окулярной шкалы. В этом случае смотрят сколько делений окулярной шкалы соответствует всей шкале объект-микрометра. Разделив длину шкалы объект-микрометра (1 мм) на отвечающее ей число окулярных делений, получают цену одного деления окуляр-микрометра.

В общем случае цену деления определяют по формуле (1):

$$n_{\text{ок}} = \frac{a \cdot 0,01}{b}, \quad (1)$$

где $n_{\text{ок}}$ – цена деления окуляр-микрометра;

a – количество делений объект-микрометра;

b – количество соответствующих делений окуляр-микрометра.

На рис. П.2 $n_{\text{ок}} = \frac{48 \cdot 0,01}{100} = 0,0048$ мм.

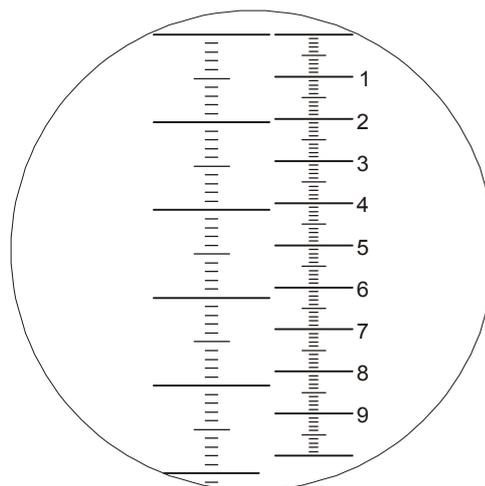


Рис. П.2. Определение цены деления окуляр-микрометра при помощи объект-микрометра

Выбор шкалы и подготовка формуляров для подсчета измеренных зерен

Прежде, чем начинать подсчет зерен в шлифах, необходимо выбрать размерную шкалу, в которой и будет производиться этот подсчет.

В настоящее время существует несколько шкал, сопоставление которых было приведено в табл. 7.1 основного текста.

Шкала ϕ , предложенная У. Адденом в 1898 г., преобразована в 1922 г. С. К. Уэнтвертом, а в 1934 г. в современном виде – У. Крамбейном.

Для перехода от метрической шкалы в ϕ используют формулу

$$\phi = -\log_2 \frac{S}{S_0}, \quad (2)$$

где S – размер зерен в мм; S_0 – размер частицы, равный 1 мм.

Обратный перевод из ϕ -единиц в метрическую шкалу:

$$S = 2^{-\phi}. \quad (3)$$

Единицы меш (mesh) – соответствуют числу отверстий сит на единицу длины (в США и Великобритании – 1 дюйм). Часто употребляемое значение 200 меш соответствует диаметру частиц, проходящих через отверстие 3,75φ или 0,074 мм.

В нефтяной геологии часто используется сокращенная десятичная шкала, где глинистая фракция считается < 0,01 мм, алеврит – от 0,01 до 0,1 мм, а песчаная фракция начинается с границы 0,05 или 0,1 мм и заканчивается 1 или 2 мм. Стоит отметить, что размеры интервалов десятичной шкалы неравномерны и зачастую слишком велики, что не позволяет выявить детали механического состава пород.

В. П. Батулин предложил в 1943 г. шкалу γ , которая не идет в разрез с десятичной классификацией, но лишена ее недостатков – неравномерности интервалов и недостаточной дробности.

Перевод из масштаба линейных единиц в ней реализуется по формуле (4)

$$\gamma = -10 \log_{10} S, \quad (4)$$

где S – размер зерен в мм.

Обратный перевод из γ -единиц в метрическую шкалу: $S = 10^{\gamma/-10}$. На рис. П.3 приведена линейка для сравнения размерности в разных шкалах.

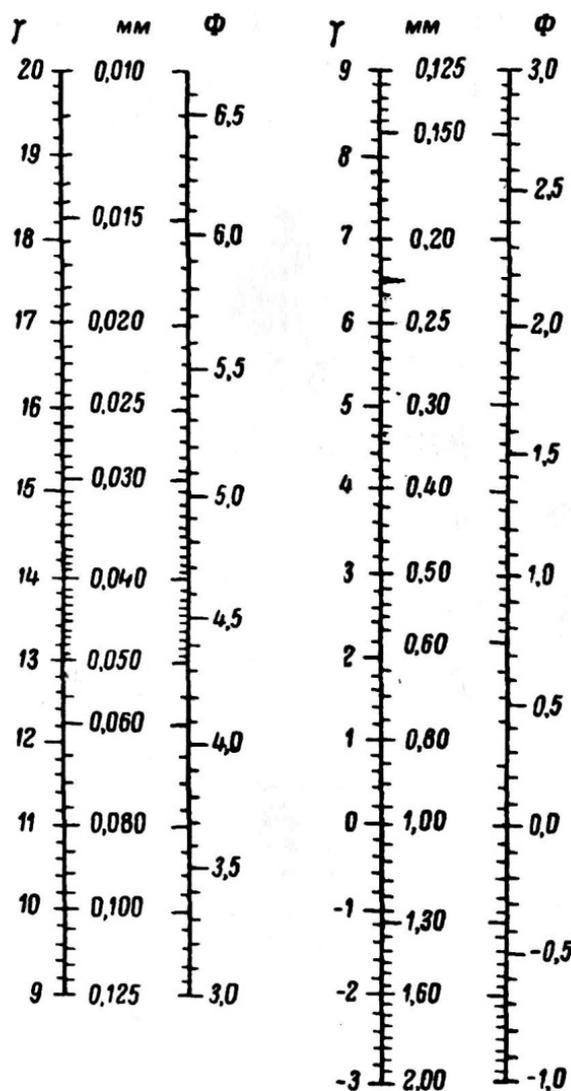


Рис. П.3. Линейка для перевода линейных размеров (в мм) в значения шкалы γ и Φ (В. Н. Шванов, 1969)

Проведение гранулометрического анализа в шлифах

Гранулометрический анализ в шлифах производится путем непосредственного массового измерения поперечников зерен или площадей, занимаемых ими в поле зрения микроскопа, и посредством статистической обработки результатов измерений.

Для гранулометрического анализа изготавливаются шлифы, ориентированные параллельно слоистости. Они имеют толщину 0,02 мм, что по сути является минимальным граничным размером, которое возможно подсчитать.

Для измерения зерен в шлифах удобней на столике микроскопа закрепить препаратодитель, с помощью которого шлиф можно перемещать лишь строго по одной линии. Передвигая шлиф вдоль линий, измеряют все зерна, попавшие на них (рис. П.4).

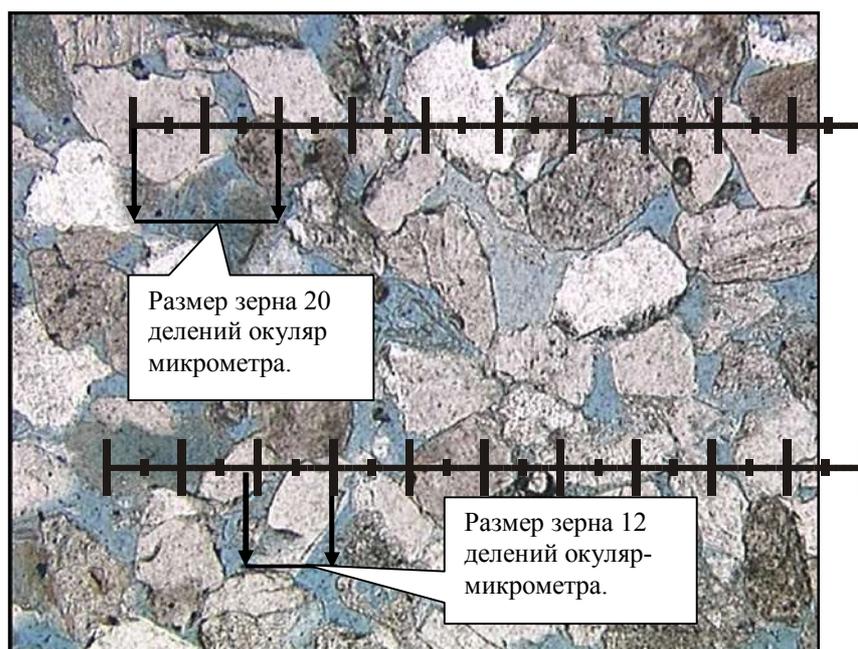


Рис. П.4. Песчаник мелкозернистый алевритистый аркозовый с глинистым цементом. Поры преимущественно остаются свободными. Вид в проходящем свете. Увеличение 100х

Измерив 300 – 500 зерен, распределяют их по отдельным фракциям и затем высчитывают процентное содержание этих фракций, допуская подобное распределение во всей породе. Для обработки измерений используется формуляр (см. табл. П. 1):

Недостатки метода:

1. Пересечение породы плоскостью шлифа приводит к появлению случайных сечений обломочных зерен, диаметры которых, в общем случае, меньше их максимальных поперечников. Поэтому содержание мелких фракций при измерении зерен в шлифах всегда преувеличено по сравнению с действительным, и для установления последнего необходимо ввести поправки, устраняющие эффект срезания.

2. Толщина шлифа позволяет исследовать только песчаную и алевритовую фракцию.

3. Низкая представительность пробы и трудоемкость анализа.

Эффект срезания зерен при подсчете гранулометрического состава в шлифах

Для решения проблемы эффекта срезания необходимо провести полный пересчет видимого гранулометрического состава на истинный.

Для шкалы с шагом $\sqrt[10]{10}$ методику полного пересчета применил А. А. Шантарв 1964 г. Поправочные коэффициенты равны соответственно 51; 21; 10; 7,5; 3,7; 2,8; 1,5;

1. Пересчет производится по формулам (6) – (9):

$$Q_1 = \frac{1}{0,51} F_1 = 1,96 F_1, \quad (7)$$

$$Q_2 = 1,96(F_2 - Q_1 \cdot 0,21), \quad (6)$$

$$Q_3 = 1,96 \cdot (F_3 - (Q_2 \times 0,21 + Q_1 \cdot 0,10)). \quad (8)$$

$$Q_k = 1,96(F_k - (Q_{k-1} \cdot 0,21 + Q_{k-2} \cdot 0,10 + Q_{k-3} \cdot 0,075 + Q_{k-4} \cdot 0,037 + + Q_{k-5} (9) \cdot 0,028 + Q_{k-6} \cdot 0,015 + Q_{k-7} \cdot 0,010)).$$

Более детально данная методика описана Л. Б. Рухиным. Обычно для упрощения расчетов применяется коэффициент 1,27.

Таким образом, для нахождения истинного размера зерна используем формулу (10):

$$x_{\text{ист}} = x_{\text{изм}} \cdot 1,27, \quad (10)$$

где $x_{\text{ист}}$ – истинное значение диаметра зерна; $x_{\text{изм}}$ – непосредственно измеренный диаметр зерна в шлифах.

Пример заполнения формуляра для обработки измерений приведен в табл. П.1.

Таблица П.1
Формуляр для обработки измерений

Классы	Размеры фракций, мм	Шкала γ	Размеры фракций, деления окуляр-микрометра	Количество зерен изм., m
Песчанник	2 – 1,6	-3 – -2		
	1,6 – 1,25	-2 – -1		
	1,25 – 1	-1 – 0		
	1 – 0,8	0 – 1		
	0,8 – 0,63	1 – 2		
	0,63 – 0,5	2 – 3		
	0,5 – 0,4	3 – 4		
	0,4 – 0,315	4 – 5		
	0,315 – 0,25	5 – 6		
	0,25 – 0,2	6 – 7		
	0,2 – 0,16	7 – 8		
	0,16 – 0,125	8 – 9		
	0,125 – 0,1	9 – 10		
Алевролит	0,1 – 0,08	10 – 11		
	0,08 – 0,063	11 – 12		
	0,063 – 0,05	12 – 13		
	0,05 – 0,04	13 – 14		
	0,04 – 0,031	14 – 15		
	0,031 – 0,025	15 – 16		
	0,025 – 0,02	16 – 17		
	0,02 – 0,016	17 – 18	Не определяются	Не определяются
	0,016 – 0,012	18 – 19	То же	То же
	0,012 – 0,01	19 – 20	– // –	– // –
	0,01 – 0,005	20 – 21	– // –	– // –
	<0,005		– // –	– // –

Изображение результатов

Наиболее простым и наглядным способом представления результатов гранулометрического анализа является гистограмма или график распределения массовых долей в процентах по фракциям, где по оси абсцисс откладываются средние значения размерности каждой фракции в миллиметрах (в логарифмической шкале), либо в единицах гамма (γ) или фи (ϕ) (т. е. в единицах, приведенных к логарифмической шкале); по оси ординат – процентное содержание каждой фракции. Обязательным условием репрезентативности данных анализа является равномерность шага границ фракций логарифмической шкалы. Как правило, оно выполняется при использовании шкал гамма или фи. Кумулятивная кривая представляет собой накопленные проценты по фракциям (рис.П.5).

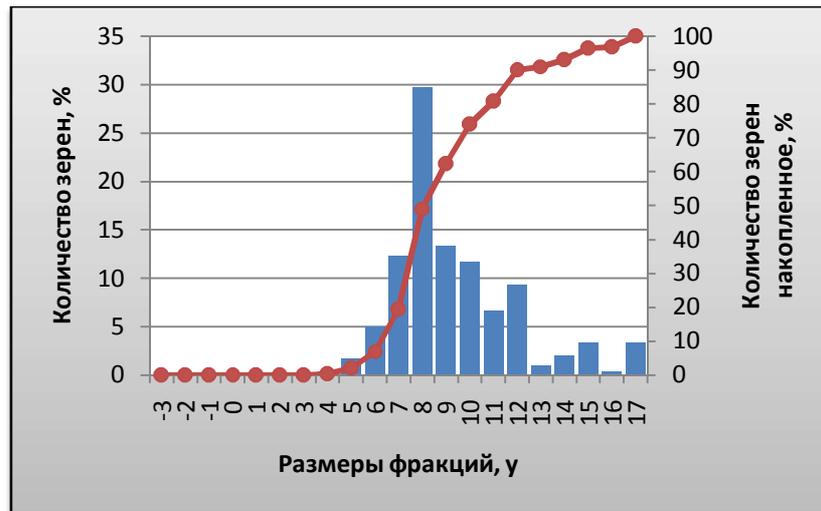


Рис. П.5. Гистограмма распределения зерен по фракциям и кумулятивная кривая

Базовые величины интерпретации

Основными определяемыми величинами являются следующие.

- x_{cp} – средний размер частиц, являющийся важнейшим гранулометрическим параметром. Он хорошо фиксирует положение эмпирического распределения состава на шкале размерностей и характеризует гидродинамический уровень среды седиментации. В качестве x_{cp} обычно выбирается медиана.

Md – медиана, делящая совокупность пополам;

Mo (мода) – это средняя точка наиболее распространенного гранулометрического класса.

- σ – коэффициент сортировки, характеризующий однородность материала (чем меньше значение σ , тем лучше сортированность породы).

Для оценки сортировки частиц по фракциям применяются также: стандартное отклонение, квантильные коэффициенты (S_o), коэффициент вариации (V) и относительная энтропия (H_r).

- A – коэффициент асимметрии.

Параметр асимметрии дает информацию о результатах взаимодействия процессов дифференциации и интеграции различных ассоциаций обломочных частиц песчано-алевритовой размерности.

Положительные значения асимметрии показывают, что модальный размер в эмпирическом распределении больше среднего размера гранулометрического состава. В таких распределениях преобладают классы с большой размерностью частиц, а тонкозернистые составляют так называемые «хвосты» распределений. В случае отрицательной асимметрии модальный размер меньше среднего размера гранулометрического состава. При таком распределении преобладают тонкозернистые классы, а более крупнозернистые составляют его «хвост». В симметричных распределениях модальный и средний размеры равны. Чем больше абсолютное значение отрицательной асимметрии, тем лучше отсортированы тонкозернистые классы по сравнению с более крупнозернистыми. Наоборот, чем больше абсолютное значение величины положительной асимметрии, тем лучше отсортирован крупнозернистый материал.

- E – эксцесс, мера остроконечности графика.

Мера эксцесса характеризуется степенью выпуклости кривой распределения. При эксцессе, равном нулю, кривая распределения совпадает с логнормальной кривой. Пикообразность кривой свидетельствует о том, что модальный и смежные классы характеризуются повышенным процентным содержанием материала. Положительные значения эксцесса указывают на стабильность переработки и пересортировки обломочного материала на относительном уровне, определяющимся средним размером диаметра зерен. Значительный по величине положительный эксцесс указывает, что либо в короткий период времени действовали эоловые или гидродинамические процессы, либо слабые процессы действовали в течение длительного периода. В любом случае, скорость динамической обработки (сортировки) привносимого обломочного материала превышала интенсивность его привноса.

Отрицательные значения эксцесса указывают на то, что привнос обломочного материала значительно превышает интенсивность его динамической переработки.

Если интенсивность привноса обломочного материала и скорость динамической переработки были в равновесном состоянии, то эксцесс характеризуется *нулевыми значениями*.

Сортировка частиц (с учетом дефицита некоторых размерных фракций)

На гистограммах, иллюстрирующих фракционный состав песчано-алевритовых пород, часто отмечаются локальные минимумы – обычно на границе частиц песчаной и алевритовой размерности ($\sim 0,05$ мм), а также на границе «песчаник-гравелит» (~ 2 мм) (см. рис. 3.3). Этот эффект, часто называемый дефицитом частиц, на рис. П.5 четко виден для класса 12 – 13 и намечается для класса 10 – 11. По поводу природы данных дефицитов существует две гипотезы:

1. Первично-магматическая – дефицит закладывается на стадии разрушения магматических пород и связан с особенностями дезинтеграции обломочного материала (Ф. Петтиджон, В. Г. Чистяков).

2. Вторая гипотеза – дефицит формируется на рубеже частиц, отграничивающих разные режимы перемещения кластического материала водными потоками: транспортировка во взвешанном состоянии и сальтация, сальтация и волочение и т. д. (Л. Б. Рухин, В. Н. Шванов, Л. С. Смирнов, О. В. Колобзаров, Г. Ф. Рожков, С. И. Романовский и др.).

Наличие подобного дефицита ставит под сомнение использование для оценки сортировки метода Траска, что было проиллюстрировано рис. 7.3.

Метод П. Траска, или метод квантилей

Метод квантилей разработан с целью приближенной графической оценки требуемых статистических характеристик.

Для получения квантилей предварительно строится кумулятивная кривая, а затем через ординаты, отвечающие 25, 50 и 75 %, проводят горизонтальные линии до пересечения их с кумулятивной кривой. Абсциссы полученных точек пересечения и являются исходными для расчета гранулометрических коэффициентов (рис. П.6).



Рис. П.6. Пример нахождения квантилей по графику распределения гранулометрического состава

Распределение по методу П. Траска оценивается тремя параметрами – медианой (Md), коэффициентом сортировки (S_o) и коэффициентом асимметрии (S_k).

Для вычисления данных параметров используются формулы (11) – (13):

$$S_o = \sqrt{\frac{Q_{25}}{Q_{75}}}, \quad (11)$$

где Q_{25} – 25 %-й квантиль, соответствующий зоне больших размеров, Q_{75} – 75%-й квантиль, лежащий в диапазоне частиц меньшей размерности.

Осадок считается идеально отсортированным, если $Q_{25} = Q_{75}$, что возможно только в том случае, когда все частицы имеют размер какой-то одной фракции, S_o при этом равняется 1, а во всех остальных случаях $S_o > 1$. Коэффициент Траска – это ненормированная величина, изменяющаяся в широком диапазоне – от первых единиц до первых десятков. По результатам расчета коэффициента сортировки Траска можно выделить хорошо отсортированные осадки ($S_o < 2$), среднеотсортированные ($S_o = 2 - 3$) и плохо отсортированные ($S_o > 3$).

$$S_k = \frac{Q_{25} \cdot Q_{75}}{Md^2} \quad (12)$$

где Md – медиана.

Этот коэффициент показывает положение максимальной ординаты, соответствующей преобладающей размерности, называемой модой (Mo) к среднему диаметру или медиане (Md). Если в осадке преобладает мелкая фракция, т. е. мода расположена в тонкозернистой части осадка, то $S_k > 0$. Если $S_k < 0$, то мода расположена в крупнозернистой части осадка и, следовательно, преобладает крупная фракция.

$$Md = Q_{50}, \quad (13)$$

где Q_{50} – квантиль, равный 50 %.

При методе квантилей можно не делать полный пересчет каждой фракции на ее истинное содержание, для этого вводят поправки в квантильные коэффициенты. Md умножается на 1,15, большая квантиль Q_{25} на 1,12, а меньшая Q_{75} на 1,18.

По графику (см. рис. П.6) находим значения квантилей и переводим их из шкалы γ в метрическую по формуле (14):

$$d = 10^{\gamma/-10}, \quad (14)$$

$$Q_{25} = 8,5 = 0,141 \cdot 1,12 = 0,158 \text{ мм}, \quad (15)$$

$$Q_{50} = Md = 9,9 = 0,102 \cdot 1,15 = 0,117 \text{ мм}, \quad (16)$$

$$Q_{75} = 11 = 0,079 \cdot 1,18 = 0,093 \text{ мм}. \quad (17)$$

Далее по выше приведенным формулам рассчитываем интересующие нас характеристики.

$$S_o = \sqrt{\frac{0,158}{0,093}} = 1,3, \quad (18)$$

– порода хорошо сортированная

$$S_k = \frac{0,158 \cdot 0,093}{0,117^2} = \frac{0,015}{0,014} = 1,071. \quad (19)$$

В осадке преобладает мелкая фракция, т. е. мода расположена в тонкозернистой части осадка ($S_k > 0$).

Метод моментов

Метод моментов базируется на строгой вероятностной теории оценивания статистических характеристик.

Для исходных данных, где границы фракций указаны в логарифмических единицах (гамма), используются следующие формулы вычисления среднего, асимметрии и эксцесса.

$$l_i = \frac{(x_i - x_0)}{c}, \quad (20)$$

где x_i – средний диаметр каждой фракции, в ед. γ ; x_0 – средний диаметр нулевой фракции, в ед. γ (обычно с наиболее высоким содержанием, выбирается произвольно); c – диапазон фракции (обычно равен 1).

$$M_1 = \frac{\sum m_i \cdot l_i}{\sum m_i} \quad (21)$$

$$M_2 = \frac{\sum m_i \cdot l_i^2}{\sum m_i}, \quad (22)$$

$$M_3 = \frac{\sum m_i \cdot l_i^3}{\sum m_i}, \quad (23)$$

$$M_4 = \frac{\sum m_i \cdot l_i^4}{\sum m_i}, \quad (24)$$

где $M_1 - M_4$ – первый, второй, третий и четвертый моменты соответственно; m_i – количество зерен i -й фракции; l_i – границы i -й фракции, указанные в логарифмических единицах (гамма).

Дисперсия составляет

$$D = M_2 - M_1^2. \quad (25)$$

Стандартное отклонение (коэффициент сортировки)

$$\sigma = \sqrt{D}. \quad (26)$$

A – коэффициент асимметрии

$$A = \frac{M_3 - 3 \cdot M_1 \cdot M_2 + 2 \cdot M_1^3}{\sigma^3}. \quad (27)$$

E – эксцесс

$$E = \frac{M_4 - 4 \cdot M_3 \cdot M_1 + 6 \cdot M_2 \cdot M_1^2 - 3 \cdot M_1^4}{\sigma^4} - 3. \quad (28)$$

x_{cp} – средний размер частиц

$$x_{cp} = \bar{x}_0 + M_1, \quad (29)$$

где \bar{x}_0 – средней размер нулевой фракции (с наиболее высоким содержанием).

По данным, рассчитанным в таблице П. 2, находим коэффициенты по формулам (21) – (29):

$$M_1 = \frac{414}{300} = 1,38, \quad (30)$$

$$M_2 = \frac{2610}{300} = 8,7, \quad (31)$$

$$M_3 = \frac{15108}{300} = 50,36, \quad (32)$$

$$M_4 = \frac{113022}{300} = 376,74, \quad (33)$$

$$D = 8,7 - 1,38^2 = 6,7956, \quad (34)$$

$$\sigma = \sqrt{6,7956} = 2,61, \quad (35)$$

$$A = \frac{50,36 - 3 \cdot 1,38 \cdot 8,7 + 2 \cdot 1,38^3}{2,61^3} = 1,1, \quad (36)$$

$$E = \frac{376,74 - 4 \cdot 50,36 \cdot 1,38 + 6 \cdot 8,7 \cdot 1,38^2 - 3 \cdot 1,38^4}{2,61^4} - 3 = 1,0, \quad (37)$$

$$x_{cp} = 7,5 + 1,38 = 8,88\gamma, \quad (38)$$

$$x_{cp} = 10^{\gamma/-10} = 10^{\frac{8,88}{-10}} = 0,129 \text{ мм}. \quad (39)$$

Расчетная таблица

Классы	Шкала γ	Размеры фракций, мм (в десятичной шкале)	Количество зерен, m	l	ml	l^2	ml^2	l^3	ml^3	l^4	ml^4
Песчаник	-3	2,0	0	-11	0	121	0	-1331	0	14641	0
	-2	1,6	0	-10	0	100	0	-1000	0	10000	0
	-1	1,25	0	-9	0	81	0	-729	0	6561	0
	0	1,0	0	-8	0	64	0	-512	0	4096	0
	1	0,8	0	-7	0	49	0	-343	0	2401	0
	2	0,63	0	-6	0	36	0	-216	0	1296	0
	3	0,5	0	-5	0	25	0	-125	0	625	0
	4	0,4	1	-4	-4	16	16	-64	-64	256	256
	5	0,315	5	-3	-15	9	45	-27	-135	81	405
Песчаник	6	0,25	15	-2	-30	4	60	-8	-120	16	240
	7	0,2	37	-1	-37	1	37	-1	-37	1	37
	8	0,16	89	0	0	0	0	0	0	0	0
	9	0,125	40	1	40	1	40	1	40	1	40
	10	0,1	35	2	70	4	140	8	280	16	560
	11	0,08	20	3	60	9	180	27	540	81	1620
	12	0,063	28	4	112	16	448	64	1792	256	7168
	13	0,05	4	5	20	25	100	125	500	625	2500
Алевролит	14	0,04	5	6	30	36	180	216	1080	1296	6480
	15	0,031	10	7	70	49	490	343	3430	2401	24010
	16	0,025	1	8	8	64	64	512	512	4096	4096
	17	0,02	10	9	90	81	810	729	7290	6561	65610
Сумма:			300	-21	414	791	2610	-2331	15108	55307	113022

Нормированный энтропийный коэффициент сортировки

Квантильным и моментным мерам сортировки может быть придан «реальный» смысл только для унимодальных кривых, для которых определены статистические приемы оценки значимости стандартного отклонения от среднего. Для бимодальных, а тем более для полимодальных кривых, данные меры сортировки оказываются практически неприемлемыми. Коэффициентом, применимым для оценки би- и полимодальных распределений, является нормированная (или относительная) энтропия, зависящая только от дробности гранулометрического анализа и выбранной масштабной шкалы. Благодаря использованию нормированной энтропии, в этой классификации возможно выделение крайних членов – идеально сортированный осадок ($Hr = 0$) и абсолютно несортированный осадок ($Hr = 1$).

Остальные подразделения достаточно условны, поэтому для них принята равномерная шкала – классификация осадков по степени сортировки.

<i>Степень сортировки осадка</i>	– H_r
Идеально сортированный	– 0 – 0,1
Хорошо	– 0,1 – 0,25
Умеренно	– 0,25 – 0,5
Плохо	– 0,5 – 0,75
Несортированный	– 0,75 – 0,90
Абсолютно несортированный	– 0,9 – 1

Так как гранулометрический анализ выполнен в числе зерен, то дифференциальная энтропия этого распределения может быть вычислена по формуле (40):

$$h_r = \ln N - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n m_i \cdot \ln m_i, \quad (40)$$

где N – общее число зерен; m_i – число зерен, приходящееся на i -ю фракцию; n – число интервалов группирования (число фракций в анализе).

Для вычисления энтропийной меры сортировки справедлива формула 41:

$$H_r = \frac{h_r}{h_{r\max}}, \quad (41)$$

где h_r – дифференциальная энтропия; $h_{r\max}$ – максимально возможное значение дифференциальной энтропии:

$$h_{r\max} = \ln n. \quad (42)$$

Исходя из данных, приведенных в таблице и формул, мы можем рассчитать энтропийную меру сортировки:

$$\begin{aligned} h_r &= \ln N - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n m_i \cdot \ln m_i = \ln 300 - \frac{1}{300} \cdot 1067,07 = \\ &= 5,704 - 3,56 = 2,144, \end{aligned} \quad (43)$$

$$H_r = \frac{h_r}{h_{r\max}} = \frac{2,144}{2,996} = 0,72, \quad (44)$$

где n (в нашем случае) равно 20, тогда $\ln n = \ln 20 = 2,996$; $H_r = 0,72$ – плохо сортированный осадок.

Обработка данных гранулометрического анализа в программе EXCEL

Наиболее простым и доступным средством для работы с данными, полученными при проведении подсчета гранулометрического состава пород, выступает программа MicrosoftOfficeExcel. Он позволяет не только произвести необходимые расчеты, но и визуализировать полученные данные. Кратко осветить некоторые аспекты работы с этой программой.

Для начала создаем новый файл, присваиваем ему имя, создаем таблицу (пример см. на рисунке П. 7).

Для удобной работы с данными необходимо расставить размеры фракции как в шкале « γ », так и в метрической шкале. Занести количество зерен, которое попадает в определенную фракцию. Программа также позволяет производить расчеты, поэтому в столбцах E : L заносим необходимые формулы, как показано на рис. П.7. Таким образом, мы получаем набор промежуточных данных, которые нам пригодятся при определении базовых величин. Готовая таблица приведена на рис. П.8.

Расчет базовых величин производим согласно формулам, указанным выше в разделе «метод моментов». Пример вводимых формул приведен на рис. П.9, полученные цифровые результаты – на рис. П.10.

Классы	Шкала μ	Размеры фракций, мм	Количество зерен, г	l	ml	l ²	ml ²	l ³	ml ³	l ⁴	ml ⁴
	-3	2	0	=B4*B5\$15	=D4*E4	=E4^2	=D4*E4	=E4^3	=D4*E4^3	=E4^4	=D4*E4^4
	-2	1,6	0	=B5*B5\$15	=D5*E5						
	-1	1,25	0								
	0	1	0								
	1	0,8	0								
	2	0,63	0								
	3	0,5	0								
	4	0,4	1								
	5	0,315	5								
	6	0,25	15								
	7	0,2	37								
	8	0,16	89								
	9	0,125	40								
	10	0,1	35								
	11	0,08	20								
	12	0,063	28								
	13	0,05	4								
	14	0,04	5								
	15	0,031	10								
	16	0,025	1								
	17	0,02	10								
Сумма				=СУММ(D4:D24)	=СУММ(E4:E24)	=СУММ(F4:F24)	=СУММ(G4:G24)	=СУММ(H4:H24)	=СУММ(I4:I24)	=СУММ(J4:J24)	=СУММ(K4:K24)

Рис. П.7. Пример составления таблицы и написания формул, которые необходимы для определения расчетных параметров

Классы	Шкала μ	Размеры фракций, мм	Количество зерен, г	l	ml	l ²	ml ²	l ³	ml ³	l ⁴	ml ⁴
	-3	2	0	-11	0	121	0	-1331	0	14641	0
	-2	1,6	0	-10	0	100	0	-1000	0	10000	0
	-1	1,25	0	-9	0	81	0	-729	0	6561	0
	0	1	0	-8	0	64	0	-512	0	4096	0
	1	0,8	0	-7	0	49	0	-343	0	2401	0
	2	0,63	0	-6	0	36	0	-216	0	1296	0
	3	0,5	0	5	0	25	0	125	0	625	0
	4	0,4	1	-4	-4	16	16	-64	-64	256	256
	5	0,315	5	-3	-15	9	45	-27	-135	81	405
	6	0,25	15	-2	-30	4	60	-8	-120	16	240
	7	0,2	37	1	37	1	37	1	37	1	37
	8	0,15	89	0	0	0	0	0	0	0	0
	9	0,125	40	1	40	1	40	1	40	1	40
	10	0,1	35	2	70	4	140	8	280	16	360
	11	0,08	20	3	60	9	180	27	540	81	1620
	12	0,063	28	4	112	16	448	64	1792	256	7168
	13	0,05	4	5	20	25	100	125	600	625	2500
	14	0,04	5	6	30	36	180	216	1080	1296	6480
	15	0,031	10	7	70	49	490	343	3430	2401	24010
	16	0,025	1	8	8	64	64	512	512	4096	4096
	17	0,02	10	9	90	81	810	729	7290	6561	65610
Сумма			300	-21	414	791	2610	-2331	15108	53307	113022

Рис. П.8. Пример готовой таблицы, в которой приведены все необходимые промежуточные значения

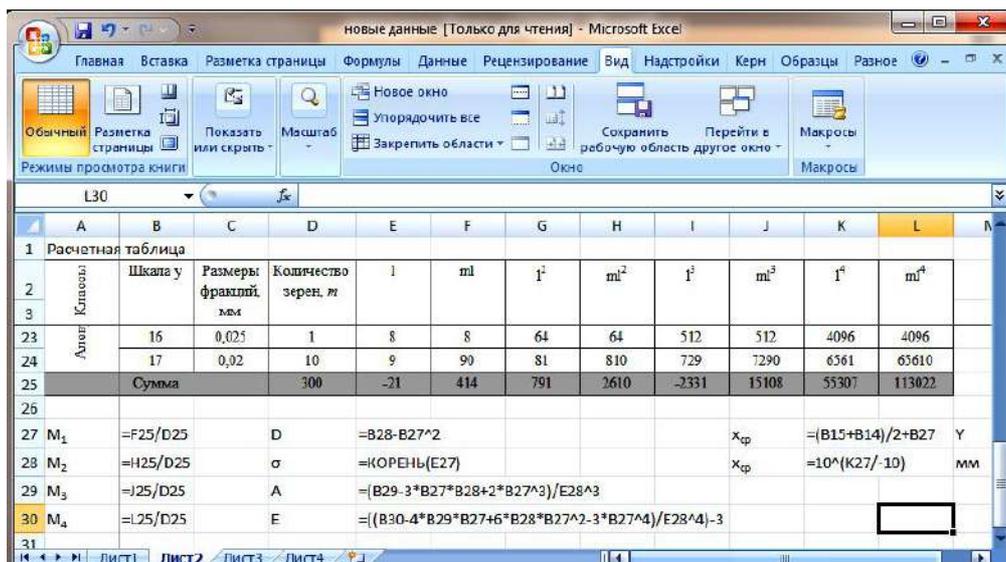


Рис. П.9. Пример расчетных формул для определения базовых величин

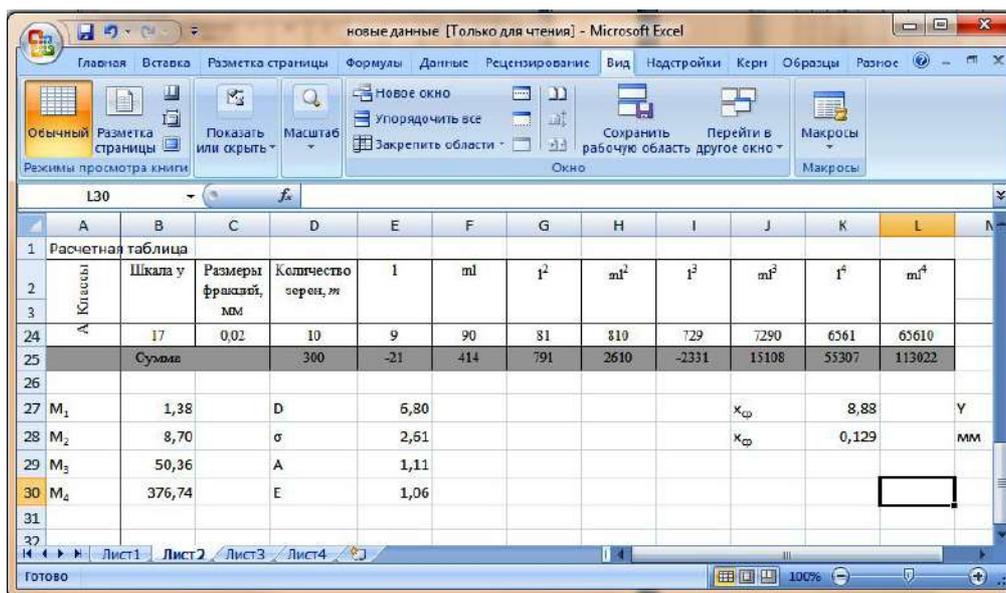


Рис. П.10. Числовые данные базовых величин

Для построения гистограммы и кумулятивной кривой необходимо добавить два столбца с % содержанием зерен и подсчитать накопленные проценты по фракциям, как показано на рис. П.11. Далее выполняем вставку «диаграмма»: тип диаграммы – гистограмма с группировкой; для кумулятивной кривой выбираем график с маркерами (рис. П.12).

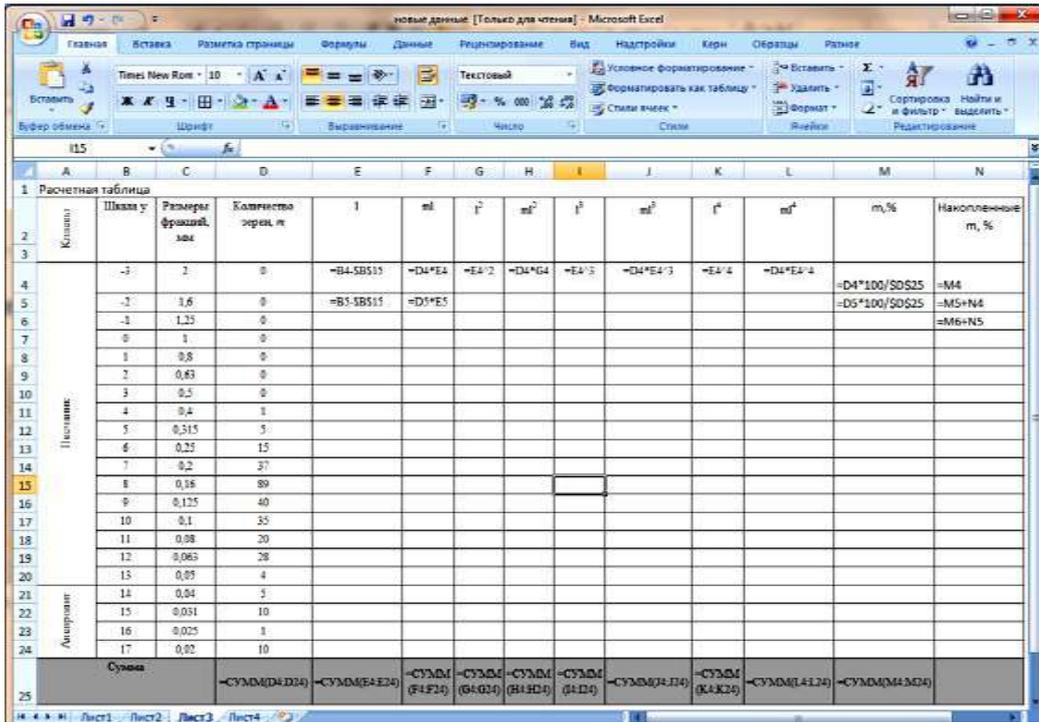


Рис. П.11. Формулы для расчета % содержания зерен и накопленных % по каждой фракции

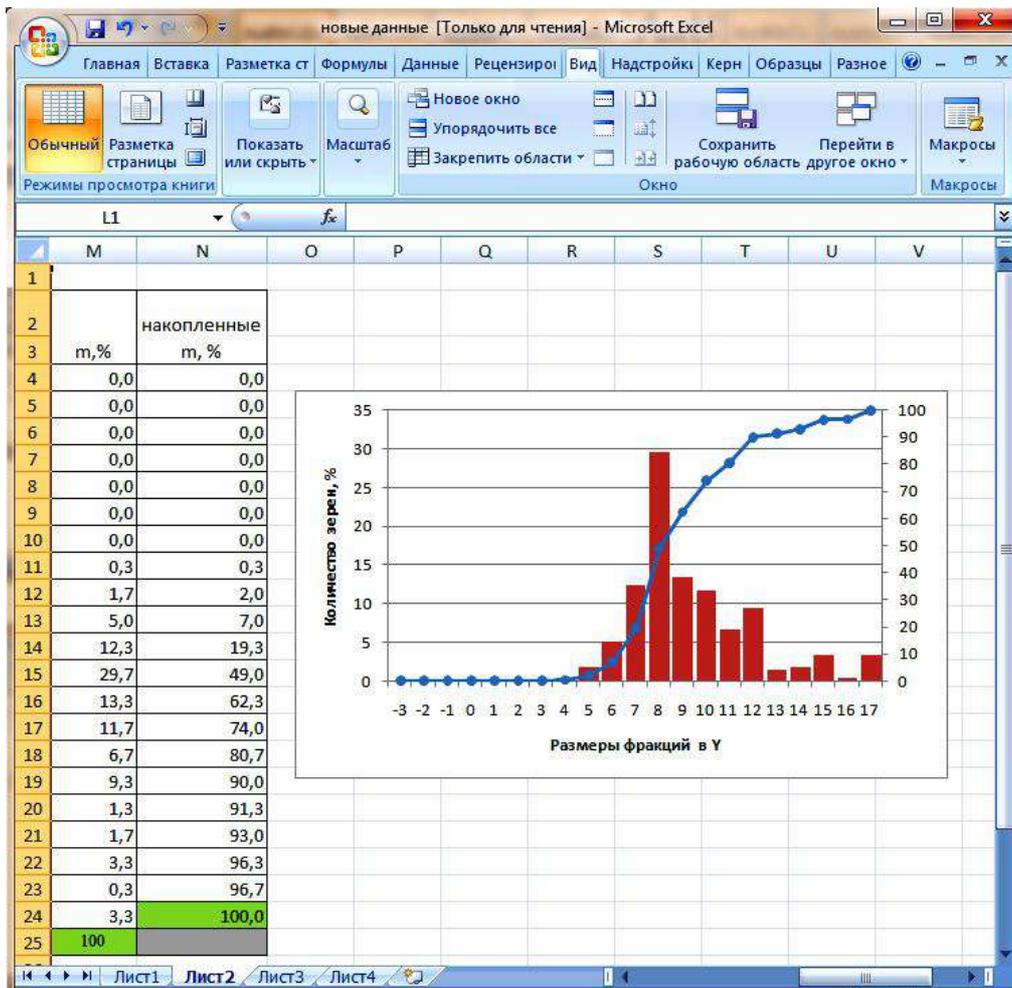


Рис. П.12. Пример построения гистограммы и кумулятивной кривой

Гранулометрический анализ цементированных обломочных пород лазерной дифракцией

Помимо подсчета зерен в шлифах довольно часто используется метод лазерной дифракции.

Суть этого метода определения размеров частиц основывается на том, что регистрируются не сами частицы, а рассеянный свет от этих частиц (или дифракционная картинка), и угол рассеяния света универсально пропорционален размеру частиц.

Рассеянное частицами излучение регистрируется под разными углами с помощью высокочувствительного многоэлементного кремниевое детектора – фотодиодной матрицы. Излучение полупроводниковых лазеров с помощью линзы фокусируются в плоскость детектора, проходя при этом через измерительную кювету, в которой осуществляется проток анализируемой суспензии, эмульсии или сухого порошкообразного материала и затем анализируется микрокомпьютером, который рассчитывает распределение частиц в потоке образца с образованием многоканальных гистограмм.

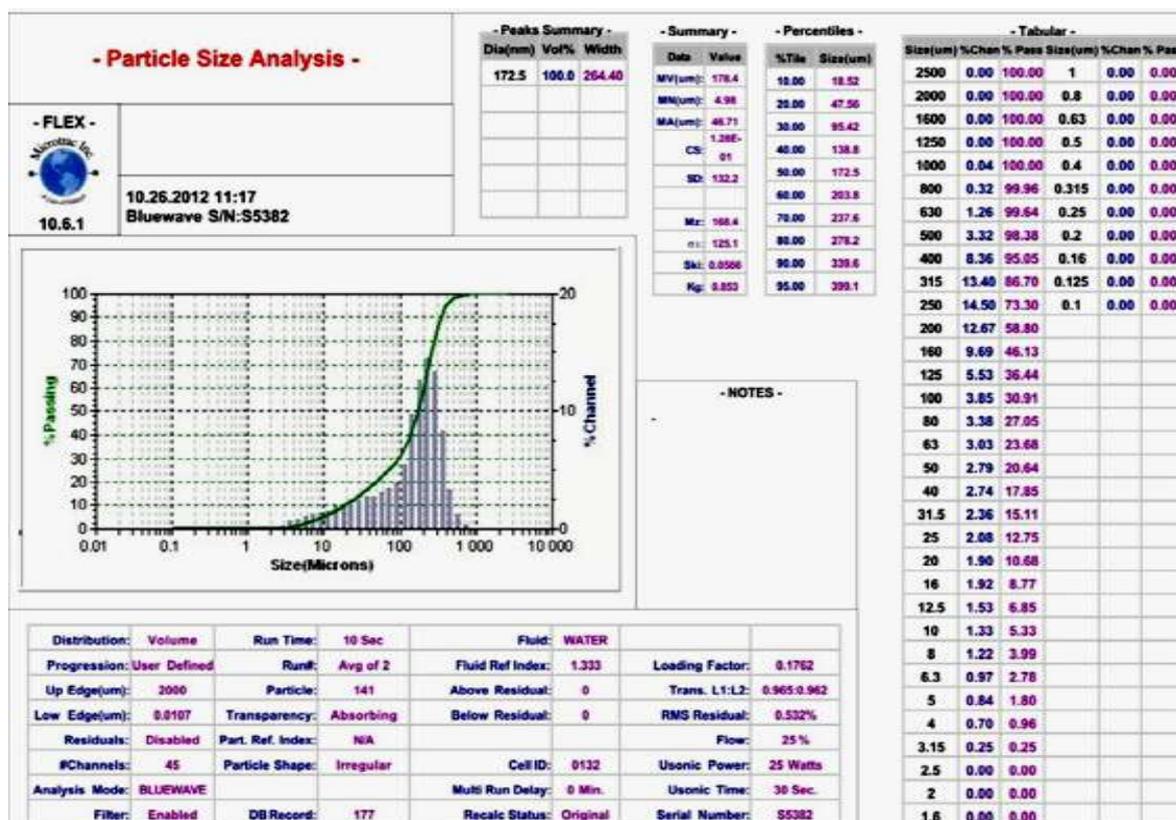


Рис. П.13. Пример протокола результатов Microtrac

Недостатки метода:

1. При расчете диаметра условно принимается, что все частицы имеют сферическую форму, т. е. диаметр усредняется при сканировании лазером под разными углами. В таком случае зерна, имеющие плоскую форму, оказываются больше, чем сферические того же объема. В частности, слюды имеют плоскую форму, они воспринимаются лазером, как крупные зерна.

2. Очень мелкие частицы дают очень большой угол преломления луча лазера, который может выйти за область, контролируруемую датчиками.

3. Минералогия частиц (прозрачность, цвет) влияет на индекс преломления луча света, что сказывается на результатах расчета их диаметра.

4. Пробоподготовка образцов осуществляется способом, аналогичным подготовке к ситовому методу: сцементированные породы дезинтегрируются, подвергаются кислотной обработке и растираются в ступке. Вся эта процедура несет с собой и все недостатки, которые связаны с пробоподготовкой. Метод выигрывает большей частью тем, что размеры зерен возможно представить в виде любой размерной шкалы.

Прибор лазерной дифракции сопровождается представленным программным обеспечением, которое выдает протокол измерений, выглядящий следующим образом (рис. П.13).

Приведенные данные иллюстрируют высокую значимость данного метода. Совместное использование подсчета зерен в шлифах и метода лазерной дифракции дает исчерпывающую характеристику состава изученных пород.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Проректор по учебно-методическому комплексу
С.А. Улюров



МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.Б.2.14 ФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Алексеев В.П., д.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.034.2020
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020
(Дата)

Екатеринбург
2020

Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Формационный 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 методам формационного анализа 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 данном пособии приведена развернутая программа дисциплины «Формационный анализ». 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] освойте 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: Общие представления о формационном анализе. [1]

Иерархия геологических объектов. Специфика изучения осадочных формаций с самостоятельным, надгорнопородным уровнем (рангом). Генетическое и агенетическое направления исследований.

Дополнительная литература: [2, 3].

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?
5. В чем заключается последовательность операций при формационном анализе?

Тема 2: Вещество – первая субстанция осадочных формаций. [1]

Закрепление знаний из предыдущих курсов «Литология», «Нефтегазовая литология», их расширенное понимание в контексте вещества (состава пород) как первого конститутивного признака осадочных формаций.

Дополнительная литература: [2, 3].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Основные типы классификации осадочных пород их соотношение с видами дифференциации материала при переносе.
2. Что такое фация? Неоднозначность в понятии термина.
3. Основные палеоландшафты в геологической истории.
4. Коэффициенты уплотнения горных пород в процессе эпигенеза (песчаник – глина – уголь).
5. Основные принципы и методы стадийного анализа.

Тема 3: Индикативные признаки осадочных формаций. [1]

Скорость осадконакопления: современная и закрепленных отложений. Уплотнение различно компетентных пород. Диа- и эпигенетические преобразования в ходе эволюции.

Дополнительная литература: [2, 3].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Коэффициенты уплотнения горных пород в процессе эпигенеза (песчаник – глина – уголь).

Тема 4: Строение – вторая субстанция осадочных формаций. [1]

Понятия «ритмичность», «цикличность», их валидность в окружающем мире. Ритмы – литоритмы – литоциклы. Циклиты (механизированная цикличность). Ретроградационная и проградационная цикличность, основы элементов парасевенсов.

Дополнительная литература: [2, 3].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Укажите наиболее приемлемую схему расчленения сероцветных терригенных осадочных формаций гумидных областей.
2. Как проявляется цикличность в строении красноцветных осадочных формаций?
3. Перечислите наиболее важные типы карбонатных осадочных формаций.

4. Какая ритмичность (цикличность) характерна для кремнистых (силицитовых) осадочных формаций?
5. Какие Вам известны эпохи максимального развития галогенного осадконакопления?

Тема 5: Фациальный анализ. [1]

Понятие «фация» в разных ракурсах. Генетические исследования и фациальный анализ в разных модификациях. Использование дистанционных методов и математической обработки параметров при определении (диагностике) фаций.

Дополнительная литература: [2, 3].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что такое фация? Неоднозначность в понятии термина.
2. Основные палеоландшафты в геологической истории.
3. Основные принципы и методы стадийного анализа.

Тема 6: Диахронность слоенакопления. [1]

Закон Головкинского-Вальтера. Скольжение геологических границ во времени, его значение для корреляции отложений. Кризис бассейновой стратиграфии на примере неокома Западной Сибири.

Дополнительная литература: [2, 3].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Закон Н.А. Головкинского (И. Вальтера): смысл и формулировка.
2. Зубчатость слоевых единиц (вдоль и вкrest простираия береговой линии).
3. Диастемы и гиатусы: значимость и соответствие иерархии слоевых тел.
4. Скорости современного и древнего осадконакопления. Чем обусловлено их различие.
5. Ленточная слоистость и ритмиты. Их примеры.

Тема 7: Формационный анализ - основа изучения осадочных бассейнов. [1]

Общая последовательность литолого-фациальных – фациально-циклических – формационных исследований. Необходимость последовательного индуктивного оперирования получаемыми сведениями. Использование Z-системы с постоянной верификации построений.

Дополнительная литература: [2, 3].

Контрольные вопросы и упражнения:

- 1 Кризис в бассейновой стратиграфии: причины и пути преодоления.
2. Структурный подход в изучении цикличности.

Тема 8: Перспективы формационных исследований. [1]

Изучение осадочных формаций как базы для бассейнового анализа. Создание 3D-моделей осадочных комплексов, как необходимой основы для оценки размещения нефтегазоносных ресурсов и участков с наибольшей перспективностью.

Дополнительная литература: [2, 3].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Каковы перспективы формационных исследований?
2. Соотношения фациального и формационного анализов.

Вопросы

к экзамену по курсу «Формационный анализ»

1. Формационный анализ с позиций системных исследований (иерархия, эмерджентность etc.) – общий подход, конкретные примеры.
2. Кластолиты – основные метрические и петрографические характеристики.

3. Классификация осадочных формаций (принципы, примеры).
4. Гравититы (*s. lato*), уровни локализации в профиле сноса и на площади.
5. Методология формационных исследований (модельный подход, Z-система, ...).
6. Шкалы размерности кластолитов; характер и обусловленность границ между классами пород.
7. Структурно-вещественное и генетическое направления - в геологии вообще и формационных исследованиях – в частности.
8. Скольжение слоев (коллекторов) и зубчатость их границ: причины, механизм.
9. Генетическое и агенетическое представления об изучении геологических тел на разных уровнях их организации.
10. «Псевдотектоника», формирующаяся при уплотнении пород.
11. Реализация циклоседиментогенеза на разных иерархических уровнях организации геологических тел.
12. Схемы фациального расчленения отложений (внутриконтинентальный сегмент).
13. Скорости накопления и закрепления в разрезе осадков.
14. Дистанционные методы в фациальных исследованиях (ГИС, сейсморазведка).
15. Перерывы в осадконакоплении и их классификация. Схема Баррелла.
16. Цикличность и фракталы. Автомодельность геологических процессов.
17. Уровни лавинной седиментации. Их место в разрезе Западно-Сибирского ОМБ.
18. Выделение циклитов (литоциклов) в колонке скважины.
19. осадочные формации и полезные ископаемые.
20. Фациальная кривая: история, разные варианты.
21. Различные направления формационных исследований и их оценка (положительные и отрицательные стороны).
22. Сиквенсы, их характеристика (типы, тракты).
23. Вещество – первая субстанция осадочных формаций (классификации, состав, направления изучения).
24. Формационные исследования в Западно-Сибирском ОМБ.
25. Стадиальный анализ в нефтегазовой литологии. Градации катагенеза, значения R_0 , углемарочная шкала.
26. Инверсия циклитов при корреляции разрезов, ее причины.
27. Эвстатическая кривая (Вейла), границы ее использования.
28. Стадии и показатели эпигенеза осадочных толщ.
29. Генетический подход в изучении цикличности.
30. Векторы в изучении Западно-Сибирского ОМБ с позиций формационных исследований.
31. Соотношения фациального и формационного анализов.
32. Вейлиты и клиноформы.
33. Тектонические классификации осадочных формаций: фиксистский и мобилистский варианты.
34. Методы корреляции осадочных толщ.
35. Строение – вторая субстанция осадочных формаций (циклоседиментогенез).
36. Кризис в бассейновой стратиграфии: причины и пути преодоления.
37. Структурный подход в изучении цикличности.
38. Масштабирование геологических разрезов. Ключевые приемы в их построении для целей корреляции.
39. Литогеодинамика осадочных бассейнов и ее соотношение с формационным анализом осадочных толщ.
40. Комплексование методов при корреляции осадочных толщ.
41. Слоевые единицы и инварианты седименто- и литогенеза.
42. Латеральное расчленение осадочных формаций (палеогеографическая составляющая).

Рекомендуемая литература

1. Алексеев В.П. Формационный анализ: курс графолекций по дисциплине. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013. 67 с. 12

2. Геологические формации и закономерности размещения полезных ископаемых : сборник научных трудов / Академия наук СССР, Междуведомственный тектонический комитет; отв. ред.: А. Л. Яншин, В. М. Цейслер, В. И. Драгунов. - Москва : Наука, 1990. - 208 с. : ил., табл. - ISBN 5-02-003444-4 2

3. Максимов Е.М. Тектоника и геологические формации Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна [Электронный ресурс]: монография/Е.М. Максимов. – Электрон. дан. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2014. – 370 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/64506> электронный ресурс.

4. Формационный анализ: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация № 3 Геология нефти и газа / Н.В. Устьянцева. Екатеринбург: УГГУ, 2019. 11 с.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Проректор по
комплексу



С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.Б.2.15 МИГРАЦИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ И ДЕГАЗАЦИЯ ЗЕМЛИ

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Алексеев В.П., д.г.-м.н., профессор

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

Зав. кафедрой

(название кафедры)

(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.03.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

(подпись)

д.г. м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

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:

профессионально-специализированные

в производственно-технологической деятельности

- способностью осуществлять поиски и разведку месторождений нефти, газа, газового конденсата (ПСК-3.1)

Знать: основные этапы миграции (перемещения) подвижных флюидов в исходных и конечных вмещающих породах. 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 внутривысокопористой миграции углеводородов от вневысокопористой

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 смысловый 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 объем 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 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 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 оценивания контрольной работы</i>	<i>Количество баллов</i>
Правильность определения ключевых вопросов проблематики гипотез	0-2
Полнота аргументации разных точек зрения на проблему	0-2
Полнота и правильность выводов по работе	0-1
Итого	0-5

5 баллов (90-100%) - оценка «отлично»

4 балла (70-89%) - оценка «хорошо»

3 балла (50-69%) - оценка «удовлетворительно»

0-2 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно».

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Проректор по учебно-методическому комплексу

С.А. Упоров



**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.Б.2.15 МИГРАЦИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ И ДЕГАЗАЦИЯ
ЗЕМЛИ**

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

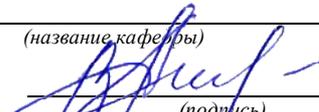
Специализация № 3:

Геология нефти и газа

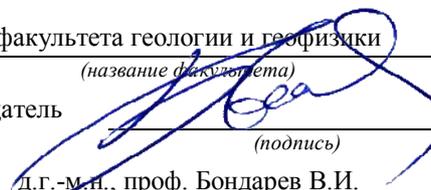
форма обучения: очная

Автор: Алексеев В.П., д.г.-м.н., профессор

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)
Зав. кафедрой 
(подпись)
к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 7 от 03.03.2020
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики
(название факультета)
Председатель 
(подпись)
д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 7 от 20.03.2020
(Дата)

Екатеринбург
2020

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 № 3 Геология нефти и газа / Н.В. Устьянцева. Екатеринбург: УГГУ, 2019. 12 с.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Проректор по учебно-методическому комплексу

С.А. Упоров



**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.Б.2.16 НЕФТЕГАЗОНОСНЫЕ ПРОВИНЦИИ РОССИИ
И ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН**

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Устьянцева Н.В.

Одобрены на заседании кафедры

Литологии и геологии горючих ископаемых

Зав. кафедрой

(название кафедры)

(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.03.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

(подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Нефтегазонасыщенные 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 «Нефтегазонасыщенные 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 глубокозалегающая 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 № 3 Геология нефти и газа / Н.В. Устьянцева. Екатеринбург: УГГУ, 2019. 12 с.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Проректор по
комплексу

С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.Б.2.16 НЕФТЕГАЗОНОСНЫЕ ПРОВИНЦИИ РОССИИ И ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Устьянцева Н.В.

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.05.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

(подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

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:

ПСК-3.1: способность осуществлять поиски и разведку месторождений нефти, газа, газового конденсата.

Знания: 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.

Умения: 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.

Владения: 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 C_1^{2h} , схематический разрез отложений угленосной свиты по линии А-В;

г) Сергиевский нефтеносный район: сводный разрез, структурная карта по кровле швагеринового горизонта P_{1s} , 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) Яблонувый Овраг: структурная карта, геологический профиль, сводная литолого-стратиграфическая колонка, сводный разрез, структурные карты по кровле пластов Б₂, Д_{II};

в) Березовское месторождение: сводный разрез, структурная карта по кровле пласта Б₂, геологический профиль яснополянского подъяруса карбона.

г) Заборовское месторождение: сводный разрез, структурная карта по кровле пласта Б₂, 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 Б₂, продольный профиль через месторождения Жигулевское и Стрельный Овраг;

е) Месторождение Стрельный 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^{БК}, 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 С₁³, структурная карта по кровле турнейского яруса С₁¹, геологический профиль;

в) Соколовая гора: сводный разрез, структурная карта нижнешигровских слоев D₃¹, структурная карта по кровле верейского горизонта С₂², 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

5 баллов (90-100%) - оценка «отлично»

4 балла (70-89%) - оценка «хорошо»

3 балла (50-69%) - оценка «удовлетворительно»

0-2 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно».

Критерии оценки:

оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если в работе правильно определено геологическое и тектоническое строение территории, правильно выделены региональные нефтегазоносные комплексы, верно определен литологический состав коллекторов и покрышек, правильно определен тип природных резервуаров и ловушек, выводы по работе полные и правильные (5 баллов);

оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если в работе в целом правильно определено геологическое и тектоническое строение территории, выделены региональные нефтегазоносные комплексы, верно определен литологический состав коллекторов и

покрышек, правильно определен тип природных резервуаров и ловушек, выводы по работе в целом полные и правильные (4 балла);

оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если в работе определено геологическое и тектоническое строение территории с ошибками, с замечаниями выделены региональные нефтегазоносные комплексы, неверно определен литологический состав коллекторов и покрышек, правильно определен тип природных резервуаров и ловушек, выводы по работе неполные и в целом правильные (3 балла);

оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работе неправильно определено геологическое и тектоническое строение территории, не выделены региональные нефтегазоносные комплексы, неверно определен литологический состав коллекторов и покрышек, с ошибками определен тип природных резервуаров и ловушек, выводы по работе неправильные или отсутствуют (0-2 балла).

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ И ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.Б.2.17 ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ КАРТОГРАФИИ

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Хасанова Г.Г., к.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры
*Геологии, поисков и разведки месторождений
полезных ископаемых*

Зав. кафедрой _____
(подпись)

д.г.-м.н., проф. Душин В.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 190 от 17.03.2020
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020
(Дата)

Екатеринбург
2020

Методические указания по дисциплине «ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ КАРТОГРАФИИ» согласованы с выпускающей кафедрой **литологии и геологии горючих ископаемых**

Заведующий кафедрой ЛГГИ  к.г.-м.н., С.А. РЫЛЬКОВ
подпись И.О. Фамилия

Содержание

1. Создание нового проекта в ГГИС Micromine	3
2. Импорт данных в проект в ГГИС Micromine	3
3. Создание базы данных в ГГИС Micromine	4
4. Проверка базы данных на наличие ошибок в ГГИС Micromine	5
5. Визуализация геологоразведочных данных в ГГИС Micromine	6
6. Статистика, построение гистограмм	9
7. Создание разрезов в ГГИС Micromine	10
8. Каркасное моделирование	13
9. Создание топоповерхности в ГГИС Micromine	15
10. Блочное моделирование	16
11. Рекомендуемая литература	33
12. Вопросы для самопроверки	33

1. Создание нового проекта в ГГИС Micromine

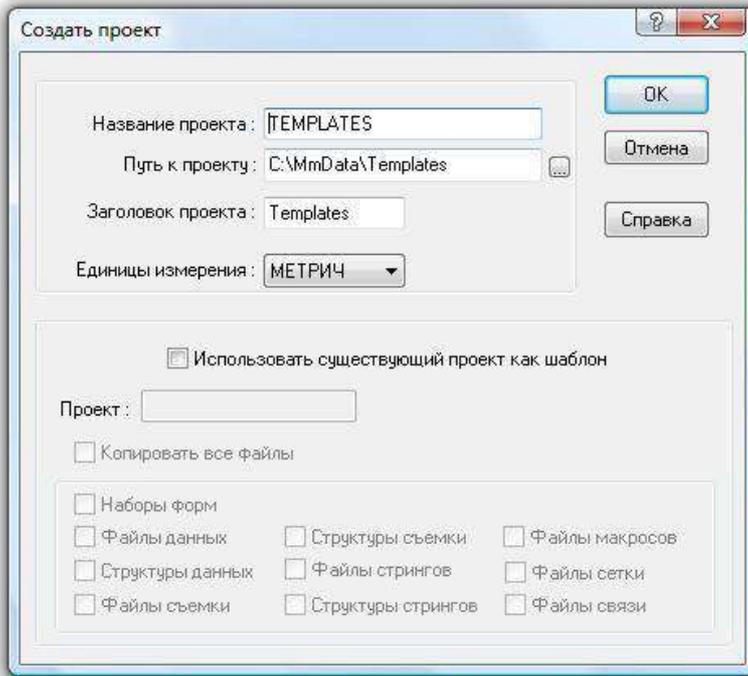
Обычно данные по изучаемой области хранятся в проекте MICROMINE. Эта информация включает отобранные поверхности пробы, данные бурения, границы участка, результаты воздушной разведки, фотографии и прочее. Кроме вышеперечисленных данных, в проекте также хранятся наборы форм.

макросы

Для создания нового проекта необходимо выполнить:

«Файл – проект – создать»

Ввести название проекта и указать путь к проекту



2. Импорт данных в проект в ГГИС Micromine

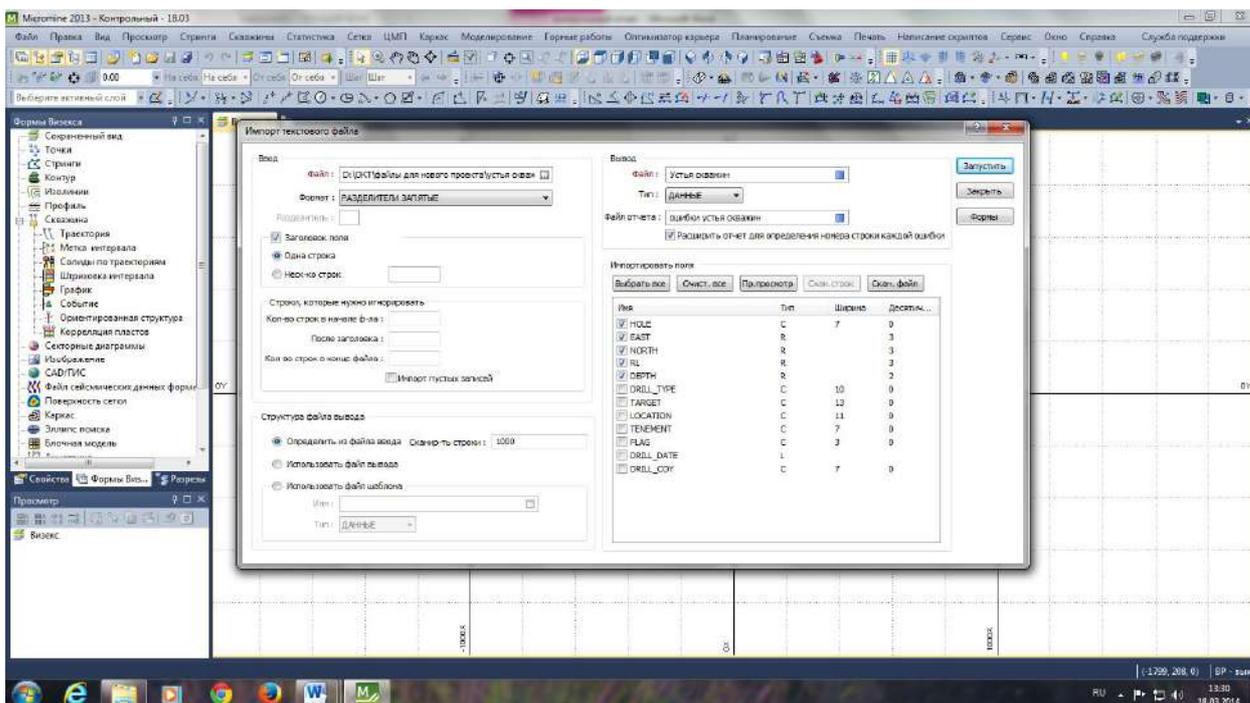
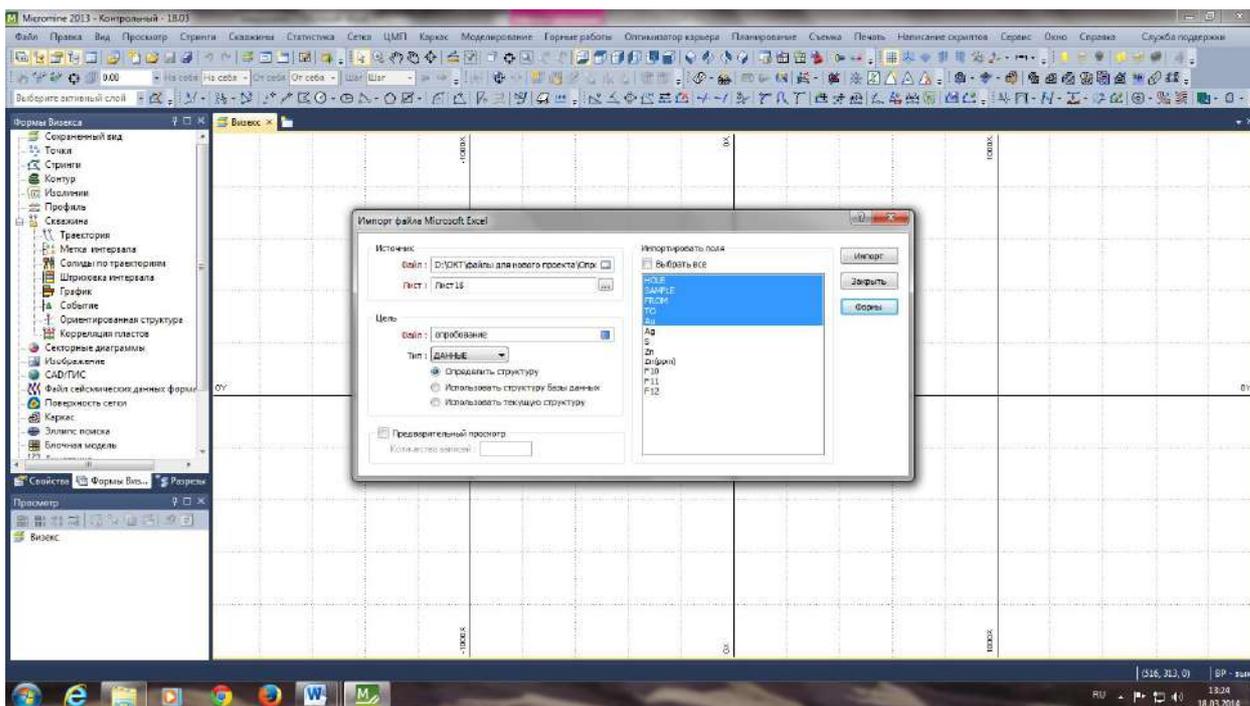
Для работы с проектом необходим минимальный набор данных, состоящий из файлов «опробования», «координат устьев скважин», «инклинометрии» и «литологии». На основе импортированных данных создается база данных.

Для импорта текстовых данных:

1. Выберите **Файл|Импорт| Тексти**зосновного меню.
2. Щелкните на кнопке просмотра [...] рядом с пунктом **Путь к текстовому файлу** и переместитесь к папке **Import** (в пределах Вашего проекта по обучению). Выберите файл **NEW_ASSAY_RESULTS.csv**.
3. Вы можете открыть данный файл правой кнопкой мыши для его просмотра в текстовом редакторе (например, в Блокноте). Удостоверьтесь, что это формат с разделителями-запятыми и заметьте, что первый ряд состоит из заголовков столбцов для номера пробы и шести дополнительных элементов (Ba, Mo, Sb, As, Hg и Tl). Закройте программу просмотра текста.
4. Установите Пропустить строки в файле в поле Кол-во строк в начале файла на 1. Если Вы пропустите этот шаг, заголовки столбцов будут импортированы, как если бы они были данными.
5. Установите Формат текстового файла на **РАЗДЕЛИТЕЛИ ЗАПЯТЫЕ**.

Импорт данных в формате Excel.

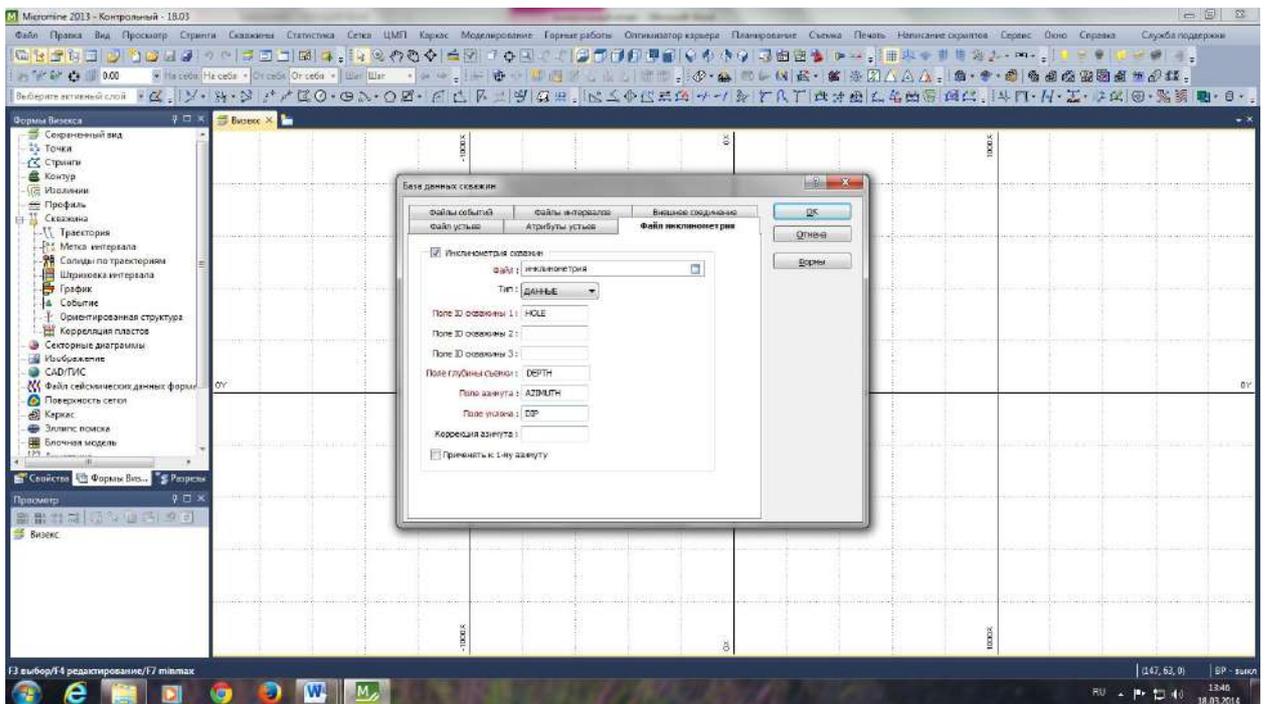
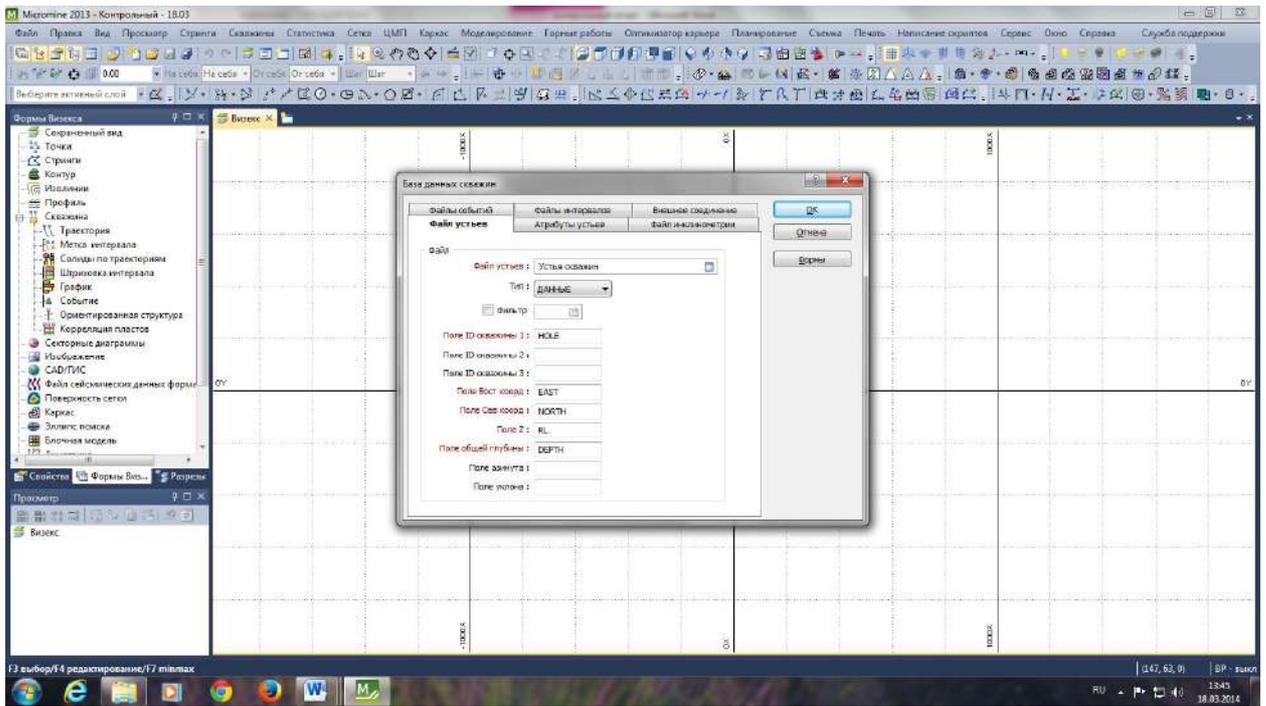
В разделе импорт выбираем Microsoft Excel, выбираем нужный файл (Опробование) и импортируем необходимые поля.



Таким же образом импортируем файл инклинометрии и файл геологии.

3. Создание базы данных в ГГИС Micromine

Для дальнейшей работы в проекте создаем **базу данных**:
 скважины – база данных – создать.
 Добавляем в базу все импортированные файлы

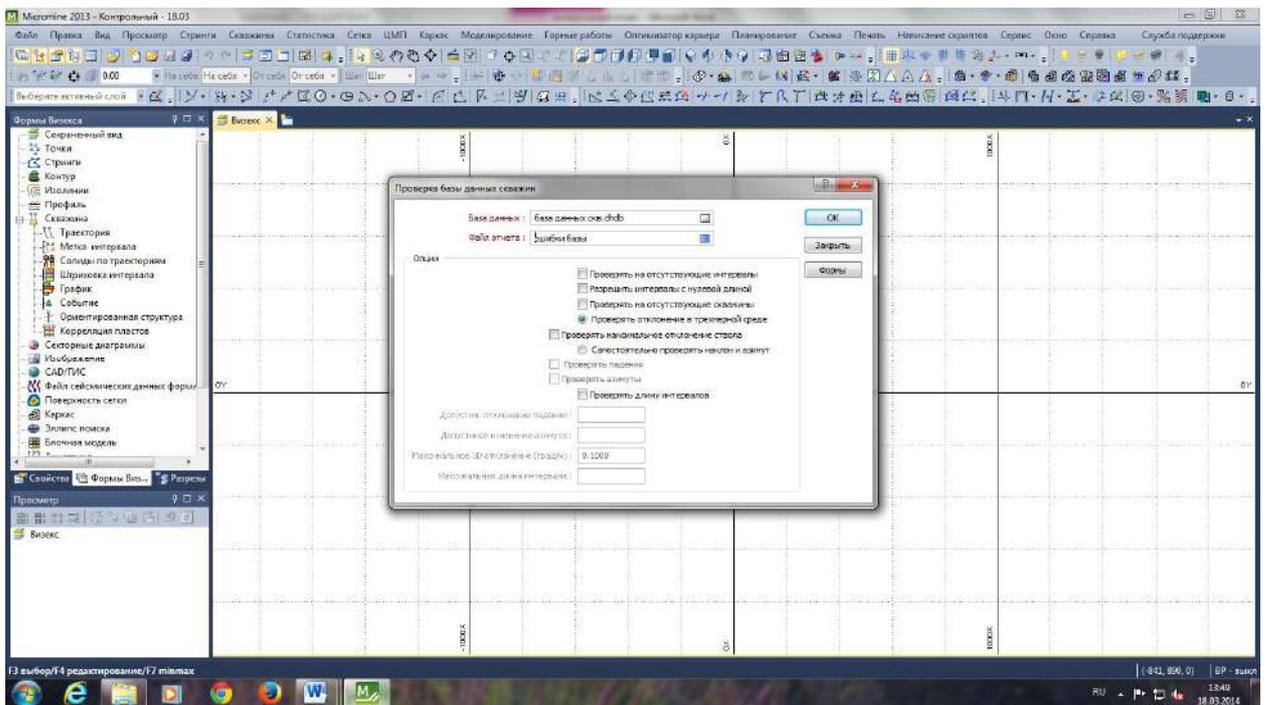


4. Проверка базы данных на наличие ошибок

После создания базы данных проверяем ее на **наличие ошибок**:

«Скважины – базы данных – проверить».

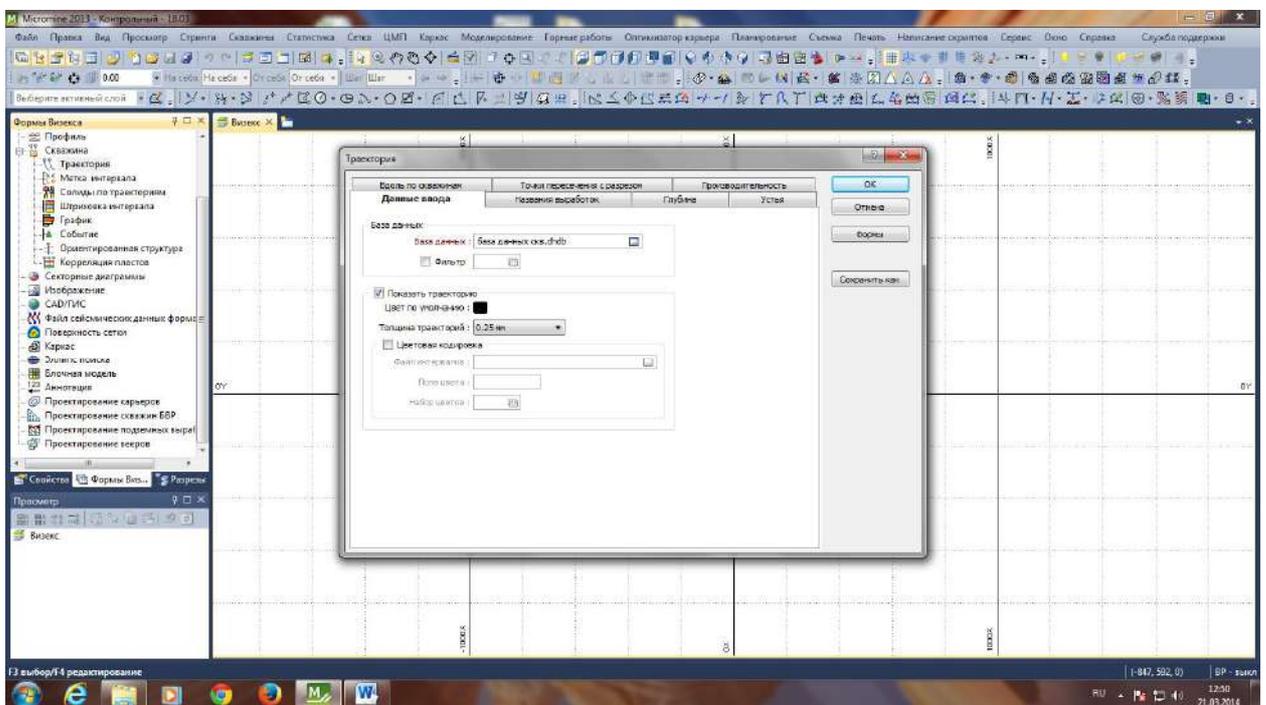
Проверяем на отсутствующие интервалы, отсутствующие скважины, отклонения в трехмерной среде и разрешаем интервалы с нулевой длиной.

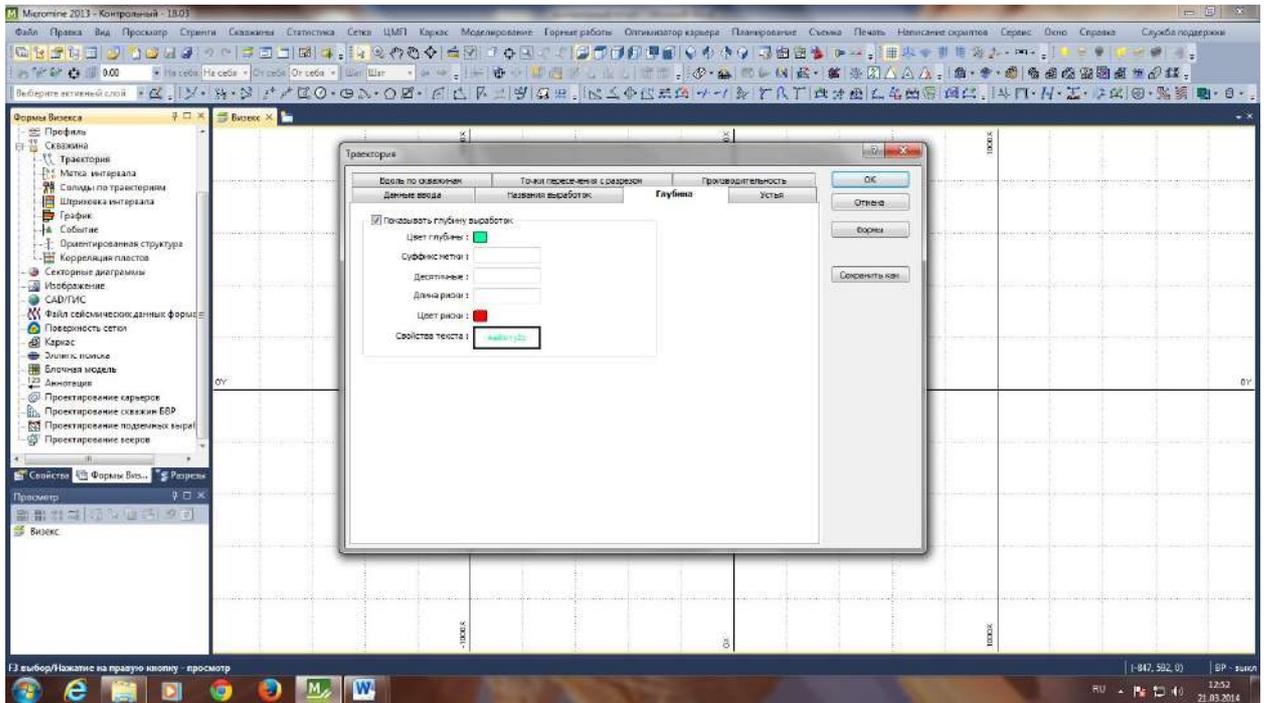
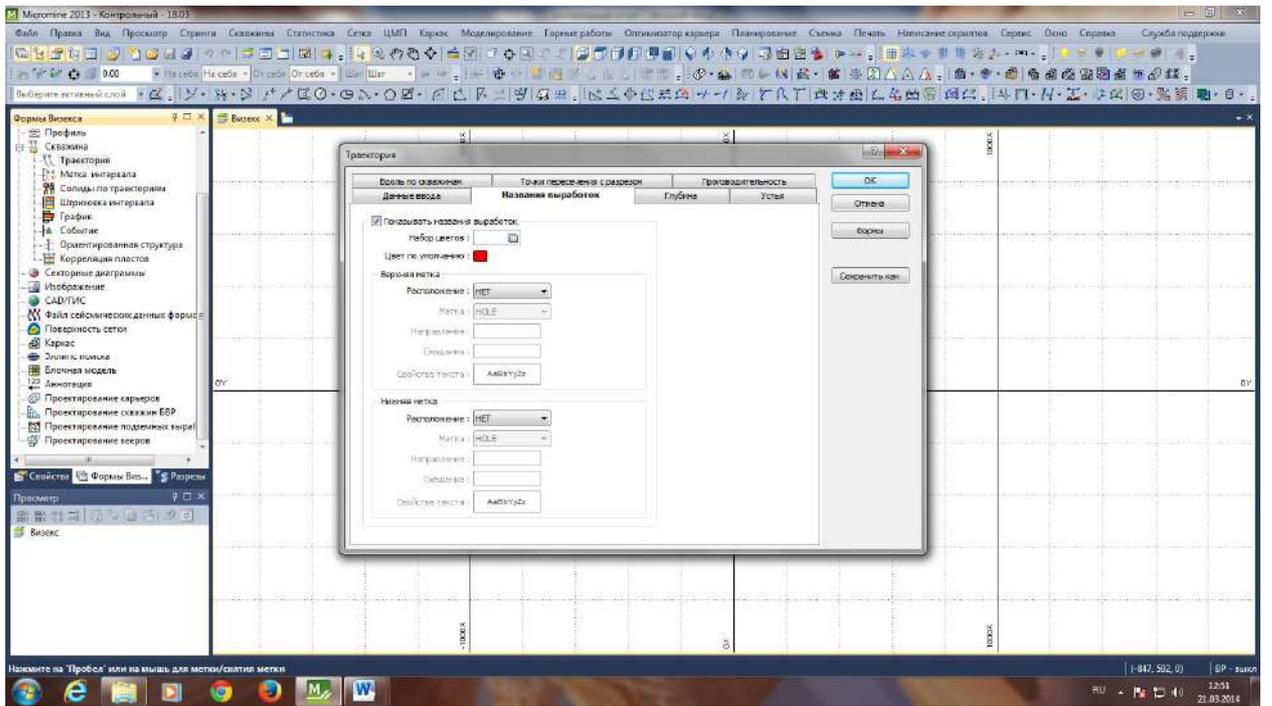


5. Визуализация геологоразведочных данных в ГГИС Micromine

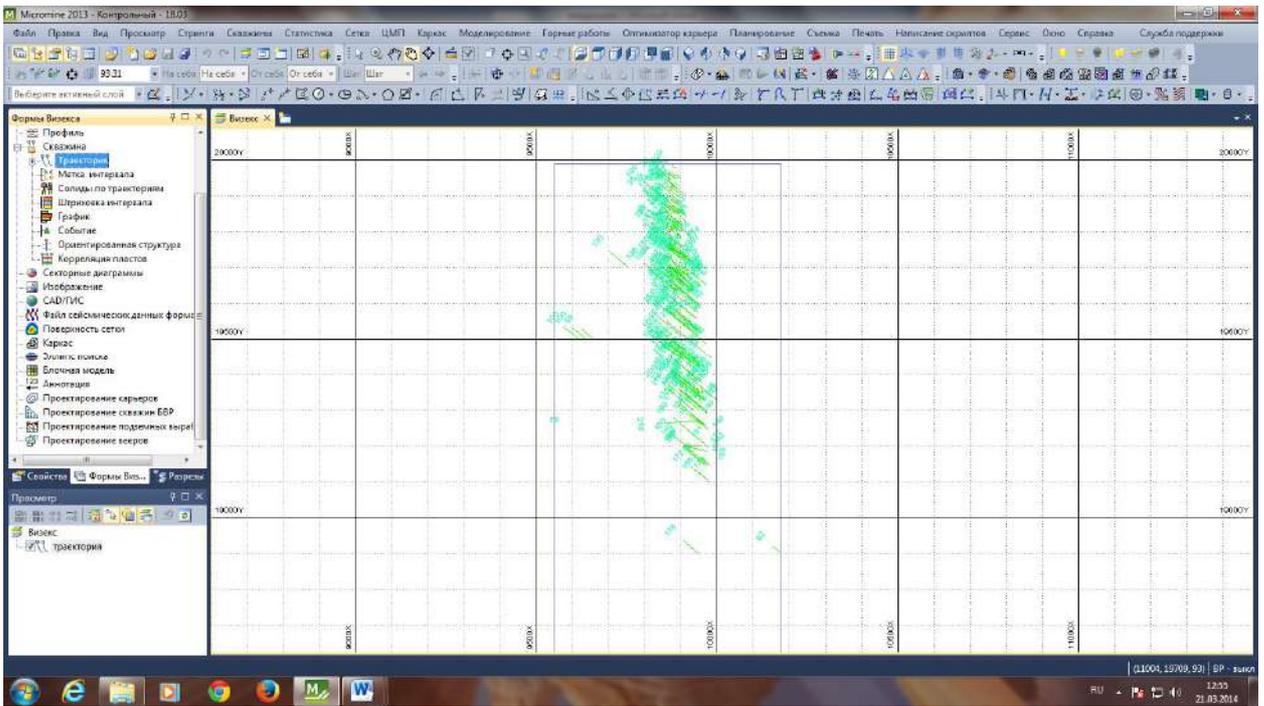
Визуализация скважин.

Для просмотра данных и работы с проектом надо визуализировать базу данных через траектории. В формах Визекса выбираем «скважины – траектория». В появившемся окне выбираем свою базу данных и устанавливаем параметры.



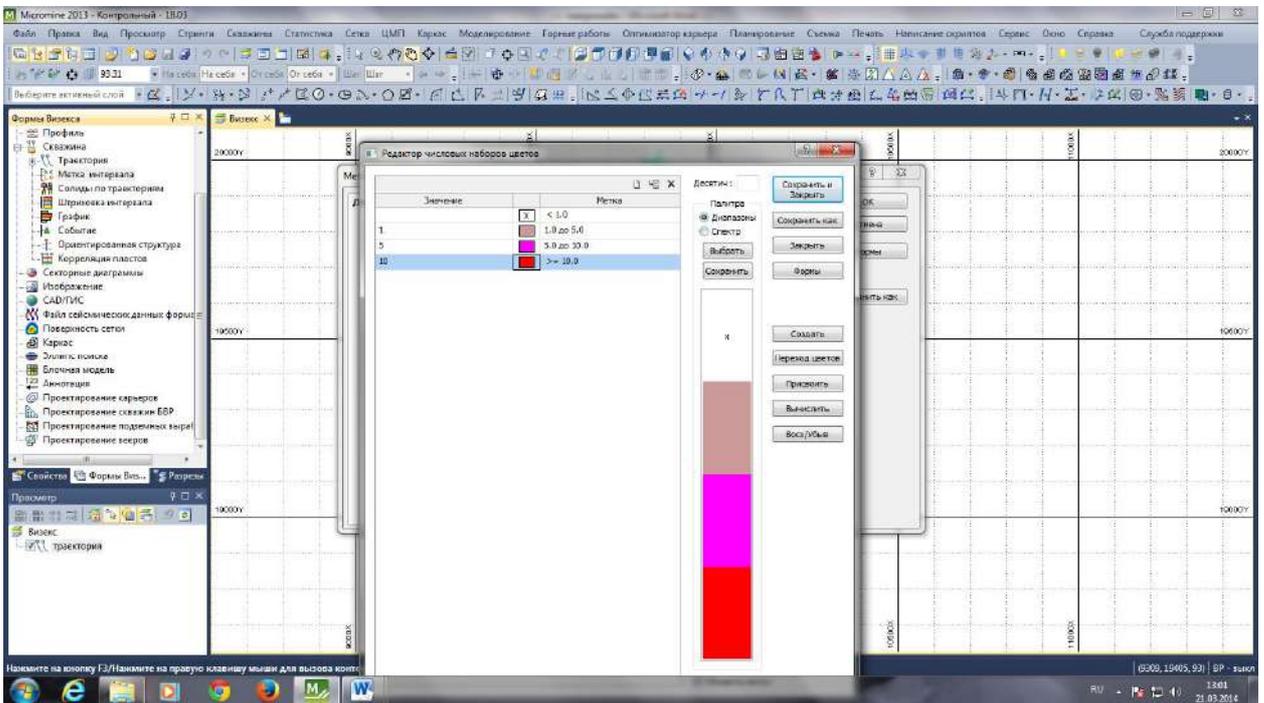


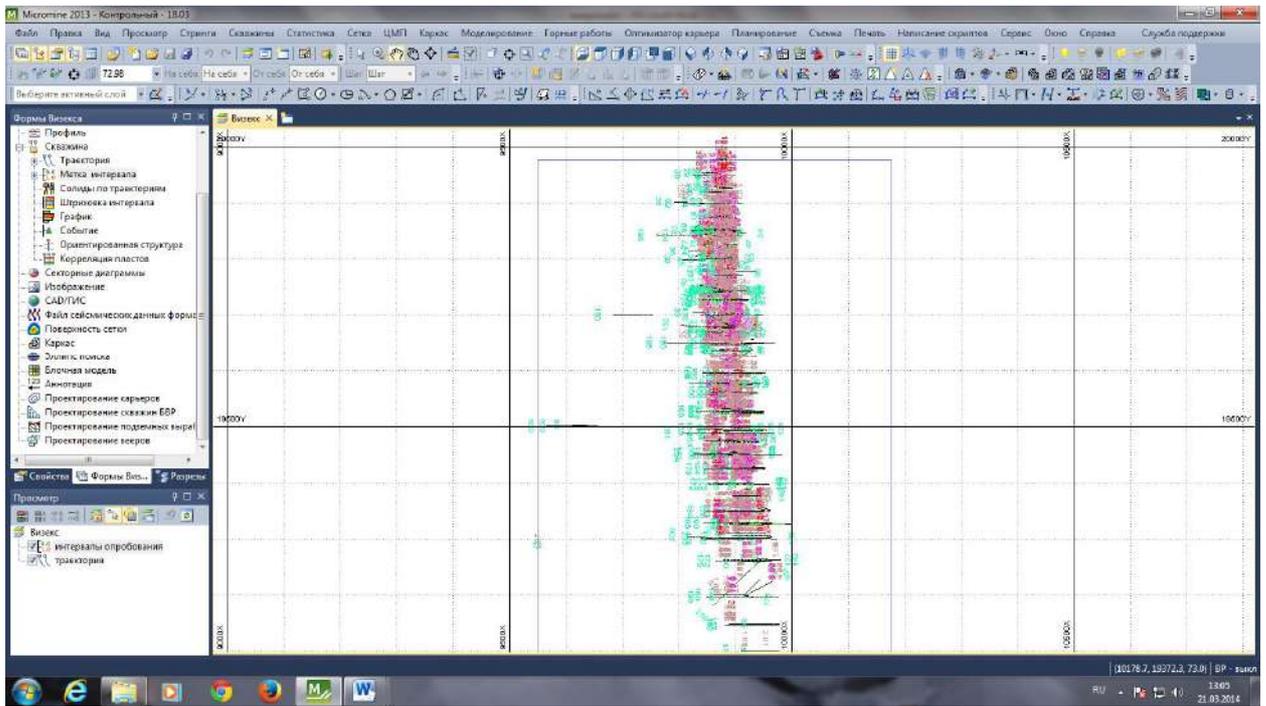
Сохраняем форму.



Визуализация опробования.

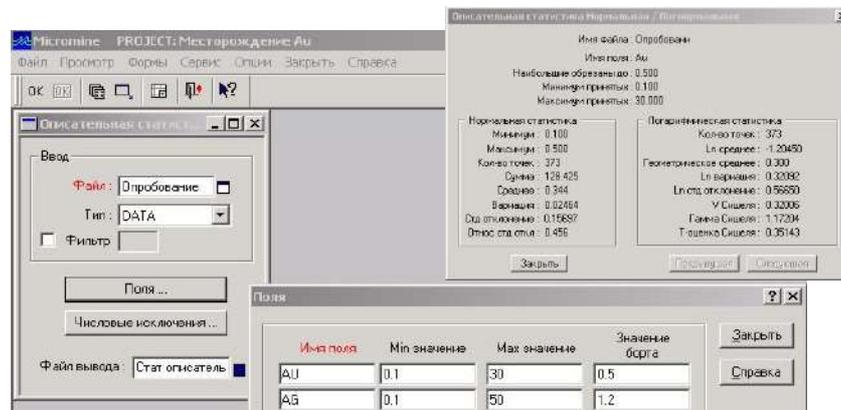
Визуализируем через формы визекса - метка интервала. Выбираем файл опробование. В редакторе числовых наборов цветов устанавливаем значения содержания по категориям. Каждой категории присваиваем отдельный цвет.





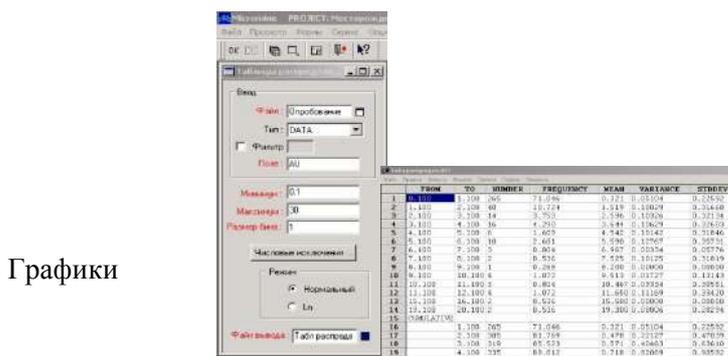
6. Статистика, построение гистограмм

Для получения статистических параметров запустите *Статистика* | *Описательная* |



Нормальная/Логнормальная для каждого рудного элемента (домена) отдельно. Данные статистики будут записаны в сгенерированном файле в виде отчета (разделитель – запятая).

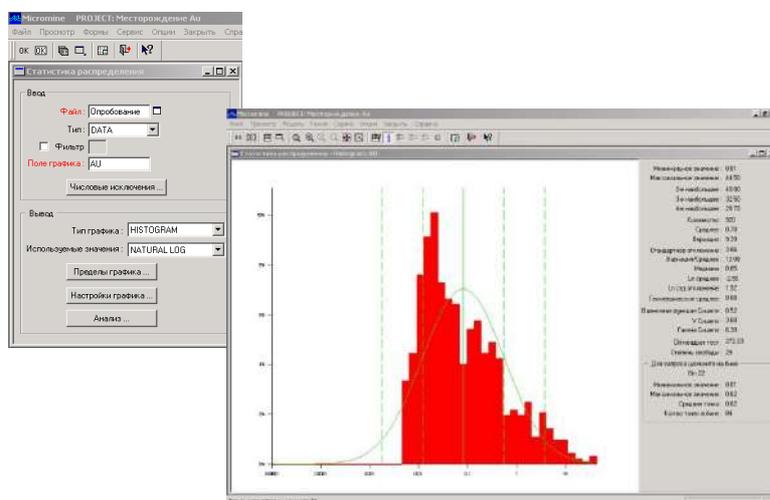
Рассчитайте таблицы распределения для каждого элемента: *Статистика* | *Таблицы распределения*. Просмотрите файл вывода. Желательно также вычислить коэффициент вариации, который будет отражать качество вариограммы: $COV = \frac{STDDEV}{MEAN}$ (Стд отклонение) / (Среднее). Этот же показатель поможет в определении метода необходимого для интерполяции данных.



Графики

(гистограммы, накопленной частоты и

диаграммы вероятности), нормального и логнормального распределения должны быть получены для каждого рудного элемента (домена): *Статистика | Распределение*. По возможности пользуйтесь фильтрами для разделения доменов. Все графики необходимо распечатать, изучить и вставить в общий отчет. По построенным гистограммам и графикам необходимо определить наличие популяций нескольких рудных элементов, естественные бортовые содержания и мин/макс содержания рудных элементов.



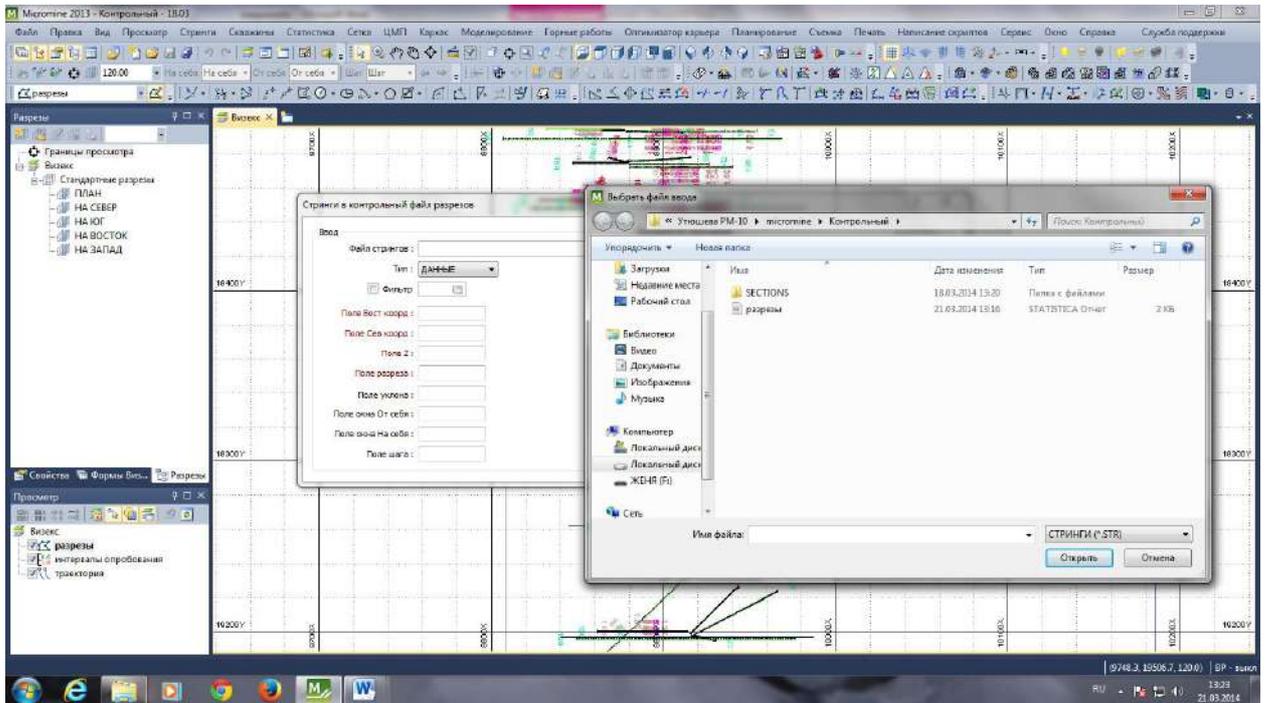
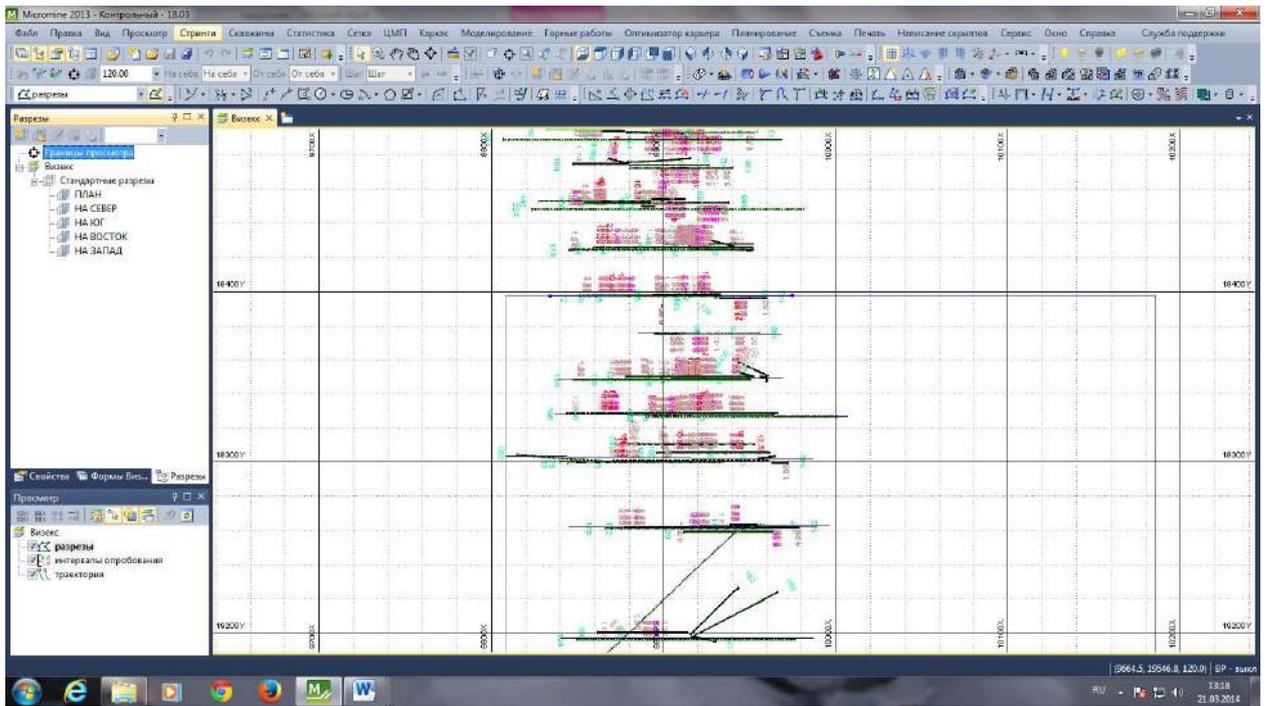
Наиболее важной задачей является определение количества популяций рудных элементов. Их количество может быть оценено путем *Статистика | Распределение* (выбрать *ProbabilityPlot*/или *NaturalLog*). Когда график вероятностного распределения построен, запустите *Модель | Разбить* из верхнего меню (при моделировании пользуйтесь опцией *Оптимизировать*) для получения статистических параметров для каждой популяции. Они могут быть последовательно показаны на планах и разрезах буровых скважин и сравнены с геологической моделью.

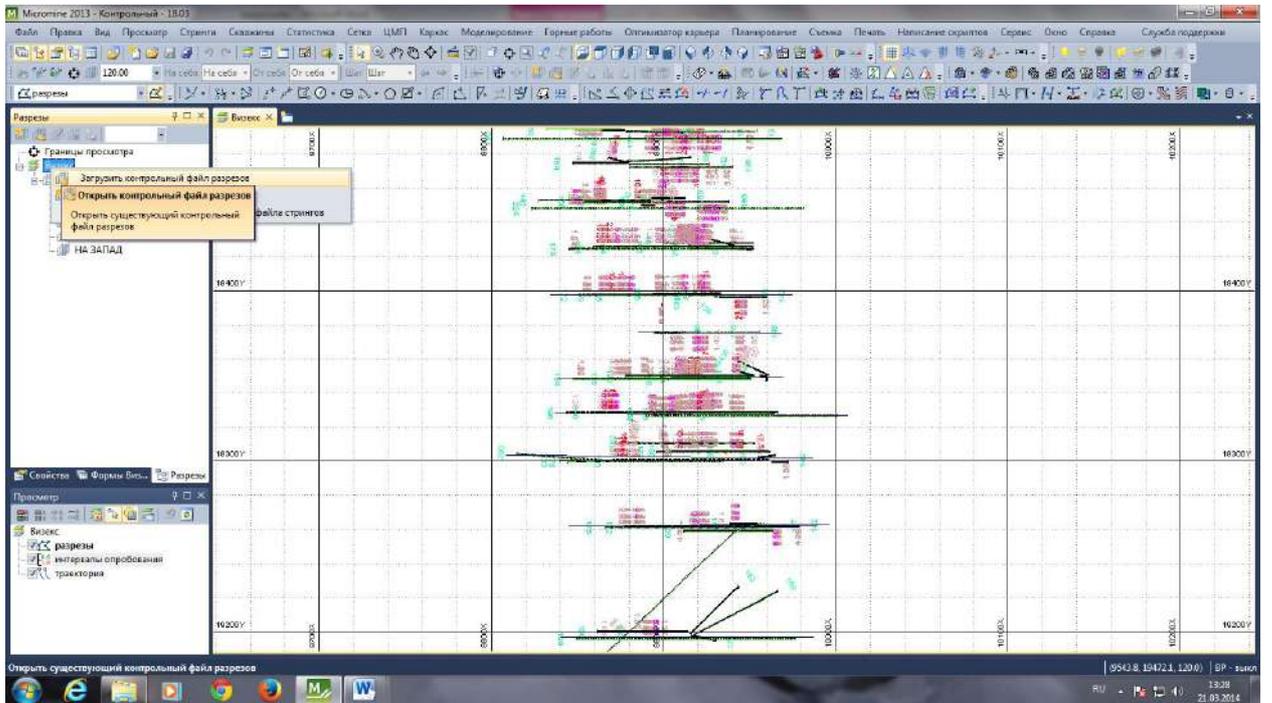
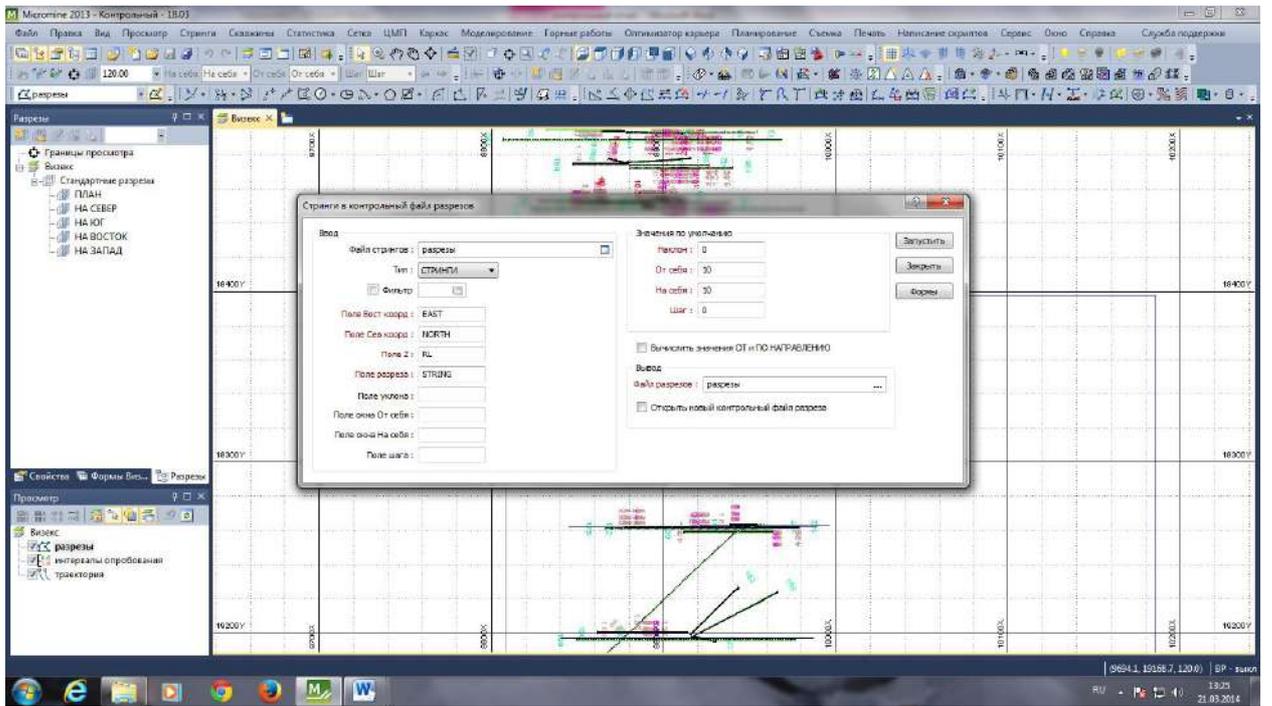
7. Создание разрезов в ГГИС Micromine

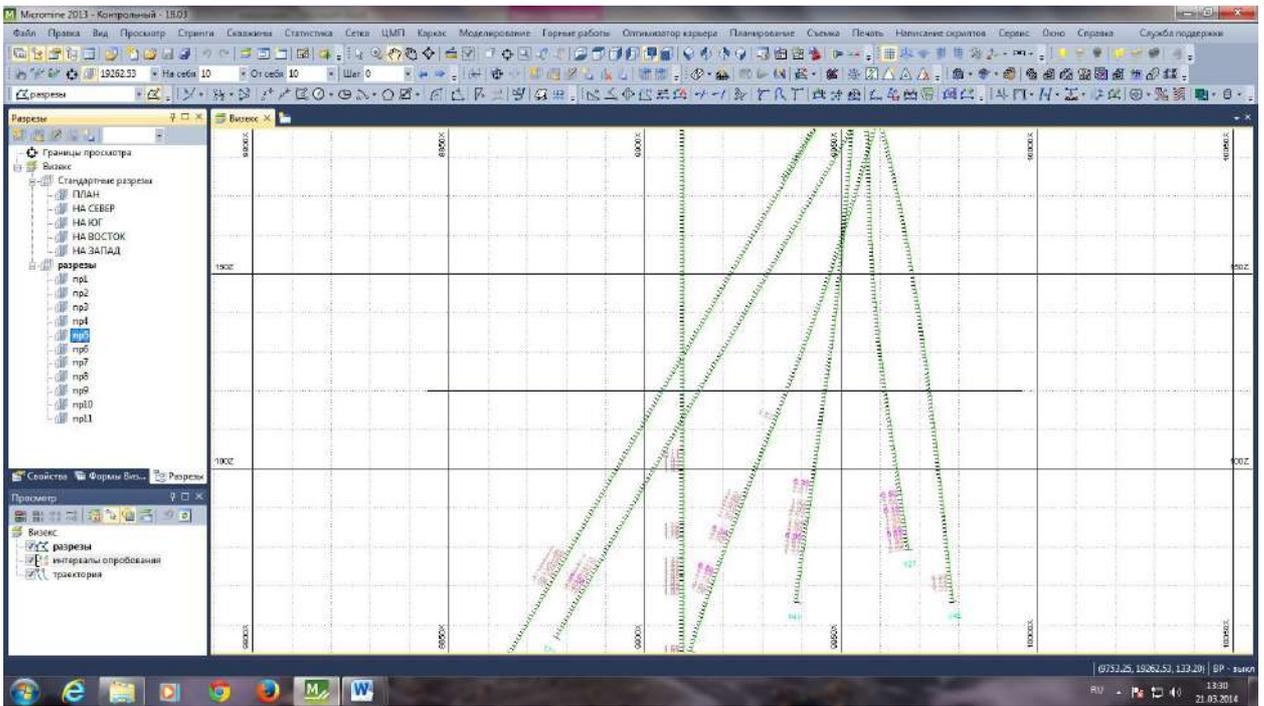
Чтобы оконтурить рудное тело, создаем линии разрезов по каждому профилю.

Вид ПЛАН. Выбираем точку 120. Линия разрезов.

В поле «Активный слой» выбираем стринг и работаем в данном слое. Через скважины проводим новые стринги, которые могут иметь только 2 сегмента. После каждого стринга нажимаем Esc и 2лкм называем стринг, N:пр1, пр2 и тд. Далее сохраняем форму как... называем, задаем значение стринги. В разделе стринги на панели задач открываем контрольный файл разрезов и выбираем созданный файл с линиями разрезов. В итоге визуализации получаем разрезы по профилям.

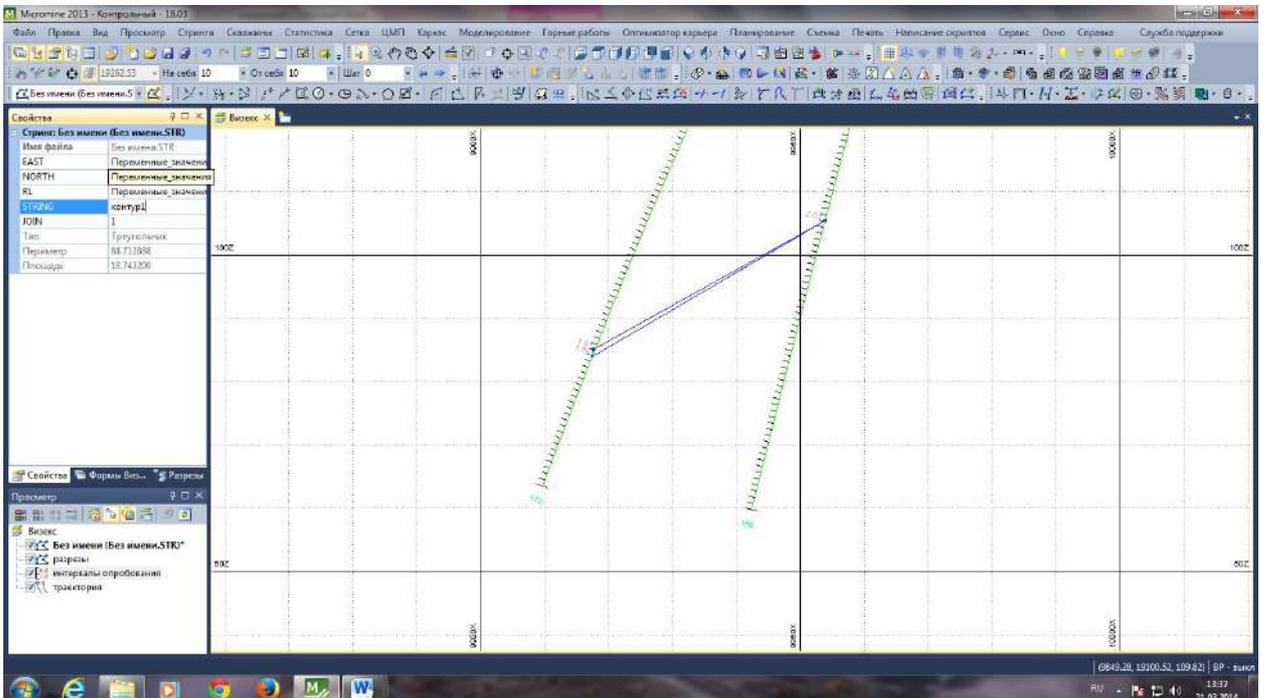


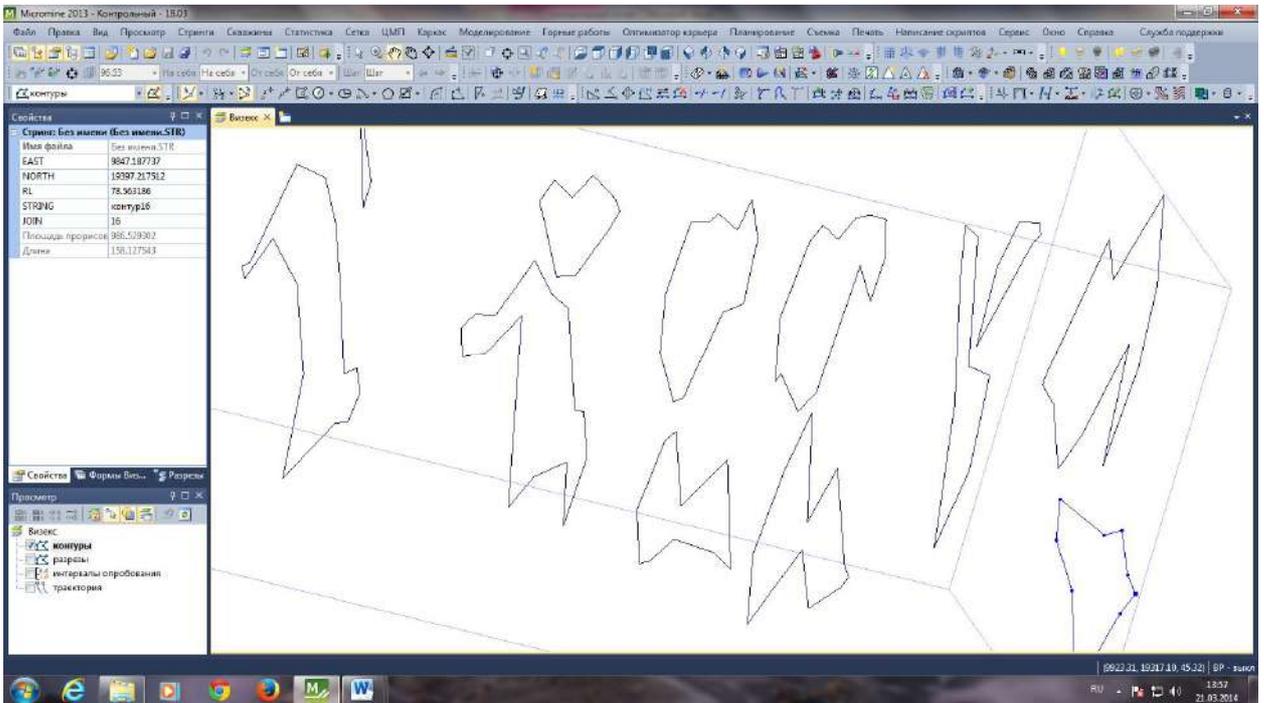
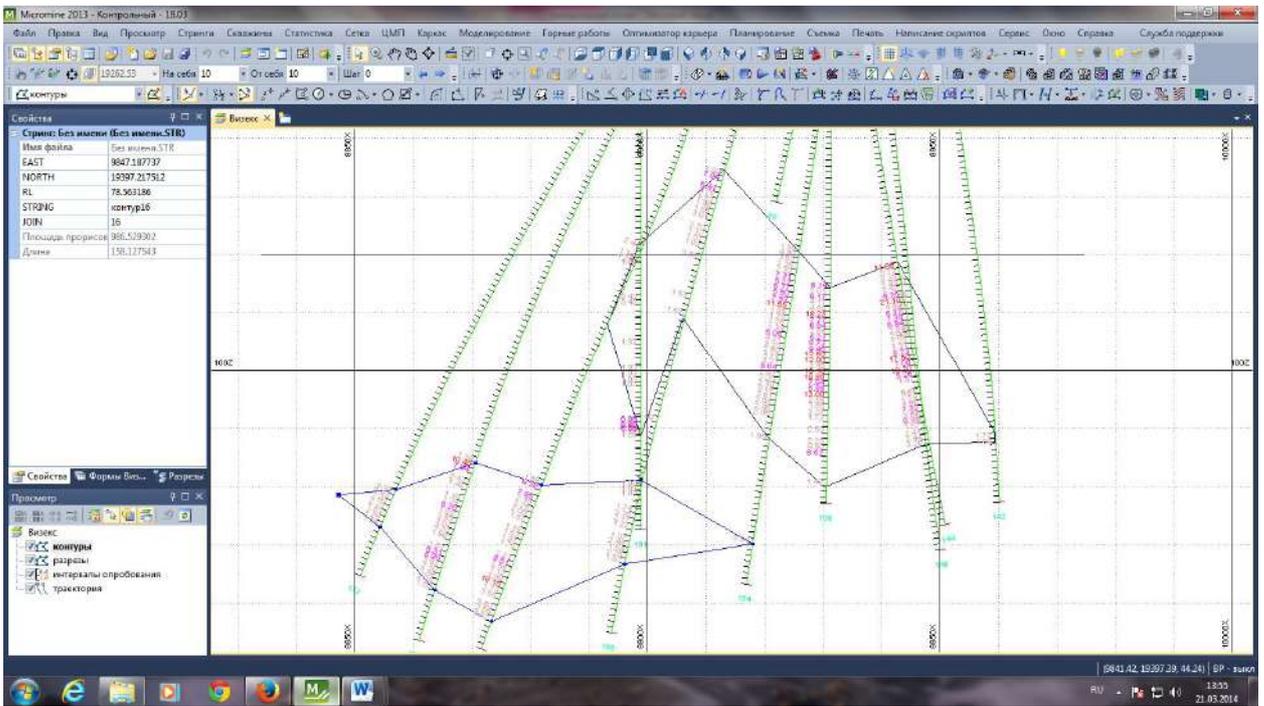




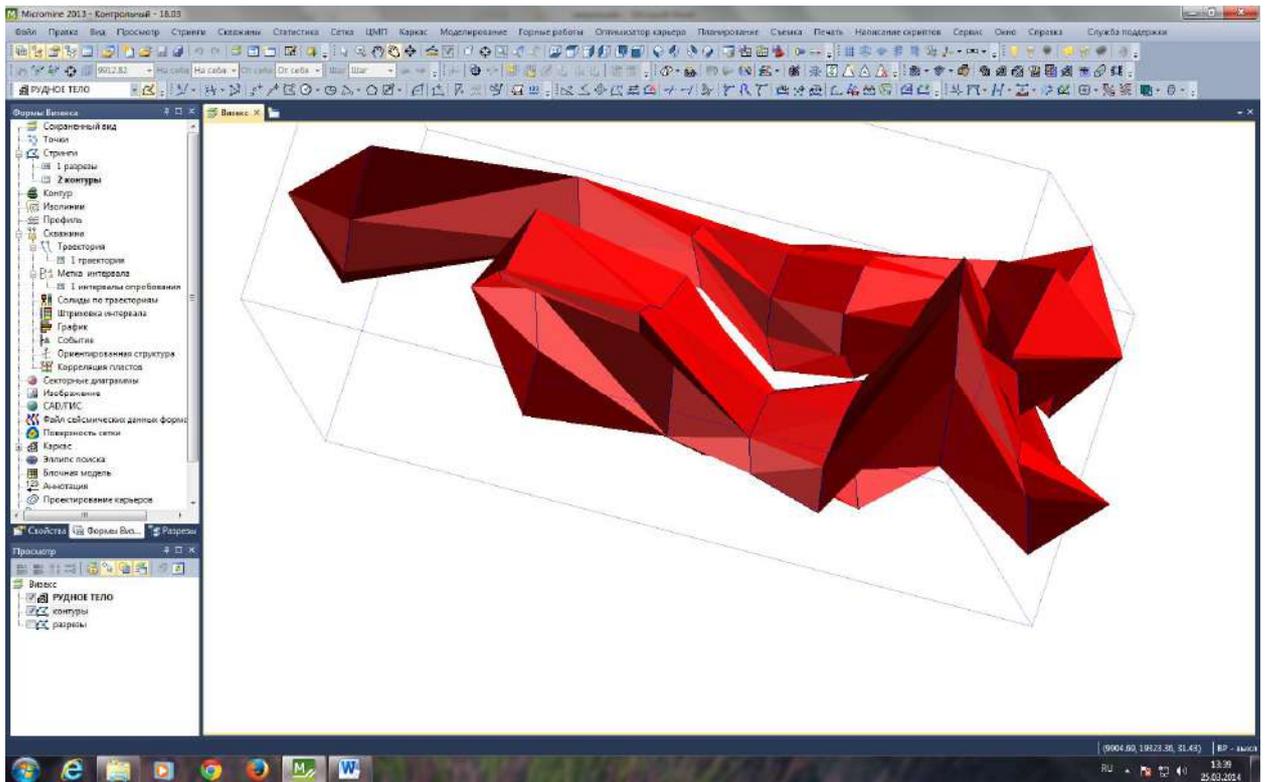
8. Каркасное моделирование в ГГИС Micromine

Для создания каркасной модели рудного тела необходимо оконтурить участки с содержанием полезного компонента по каждому профилю разреза. Для этого создаем новый стринг и в каждом профиле соединяем точки с содержанием Au выше бортового содержания. Каждый контур имеет имя. После завершения сохраняем форму.



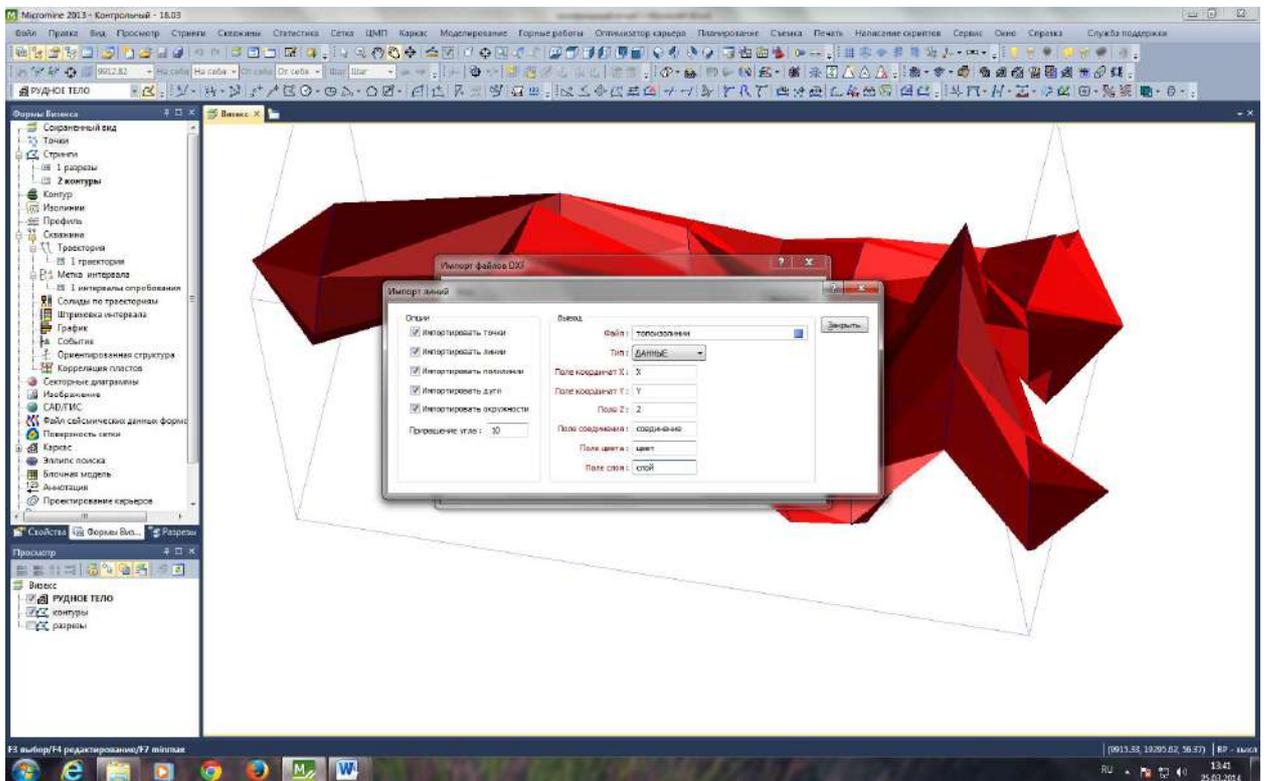


Построение каркаса рудного тела осуществляется объединением стрингов, а именно контуров рудного тела по разным профилям. В формах визекса создаем новую форму (каркас). На панели инструментов выбираем каркас и выделяем контуры поочередно, создавая замкнутую систему (каркас рудного тела). При наличии ошибок исправляем их путем добавления новых соединительных линий, а если требуется, то замыканием стринга. Сохраняем форму.

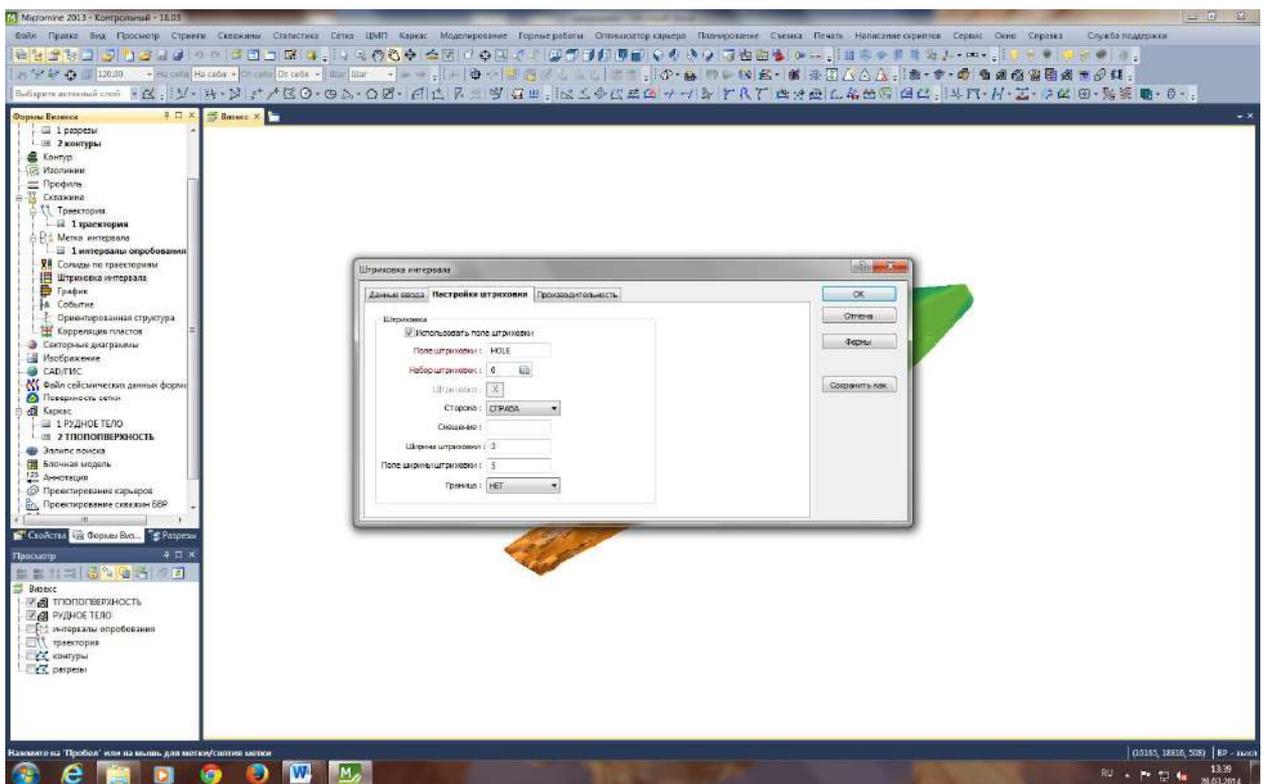
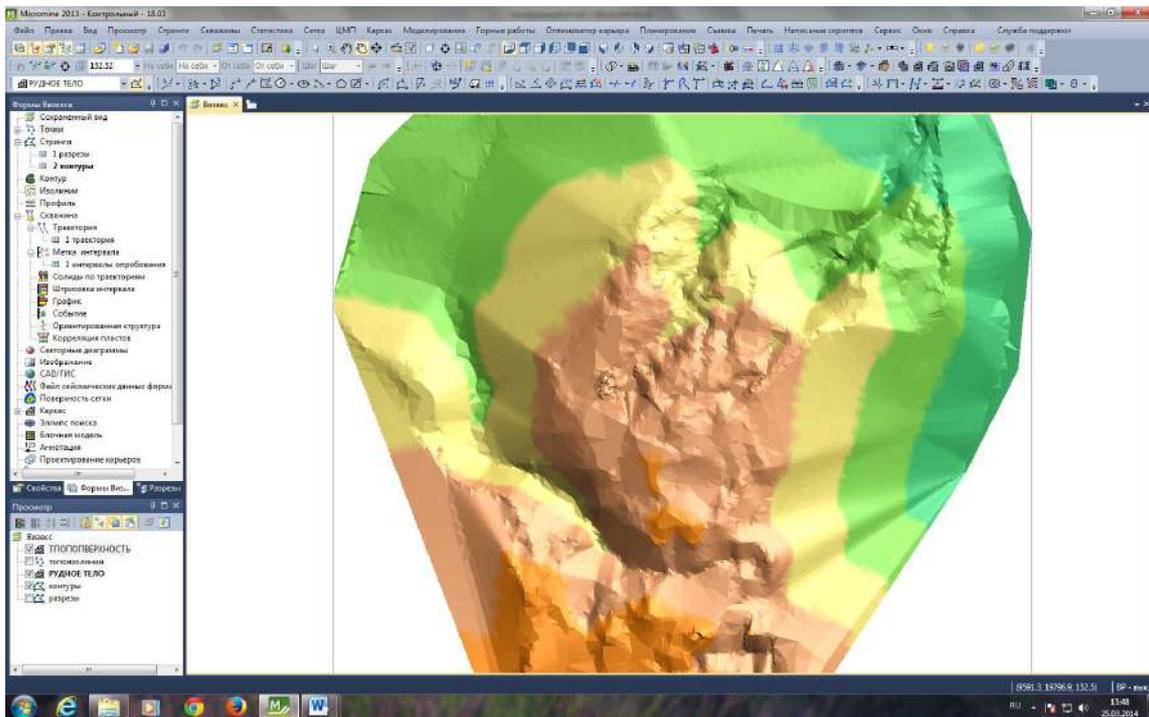


9. Создание топоповерхностей ГГИС Micromine

Проекция земной поверхности показывает как рудное тело располагается относительно рельефа. Импортируем файл DXF. Выбираем файл топоизолинии. Импортируем все точки, линии, полилинии, дуги и окружности. Сами создаем файл вывода, который так же называем топоизолинии. После завершения сохраняем форму.



На панели инструментов выбираем ЦМП - создать. Файл ввода "топоизолинии". В опциях обработки меняем вид будущей поверхности. Для этого присваиваем значения атрибута Z, по которому будет меняться окраска. После сохраняем форму.

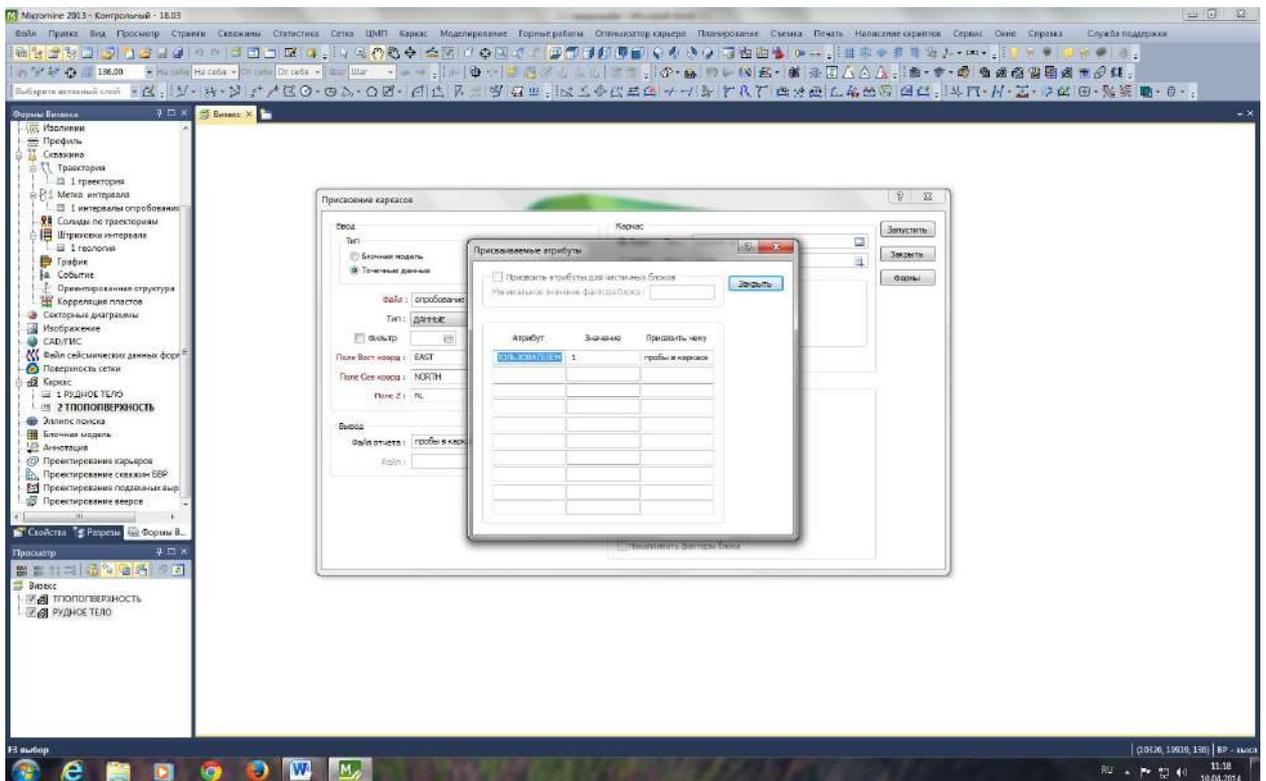
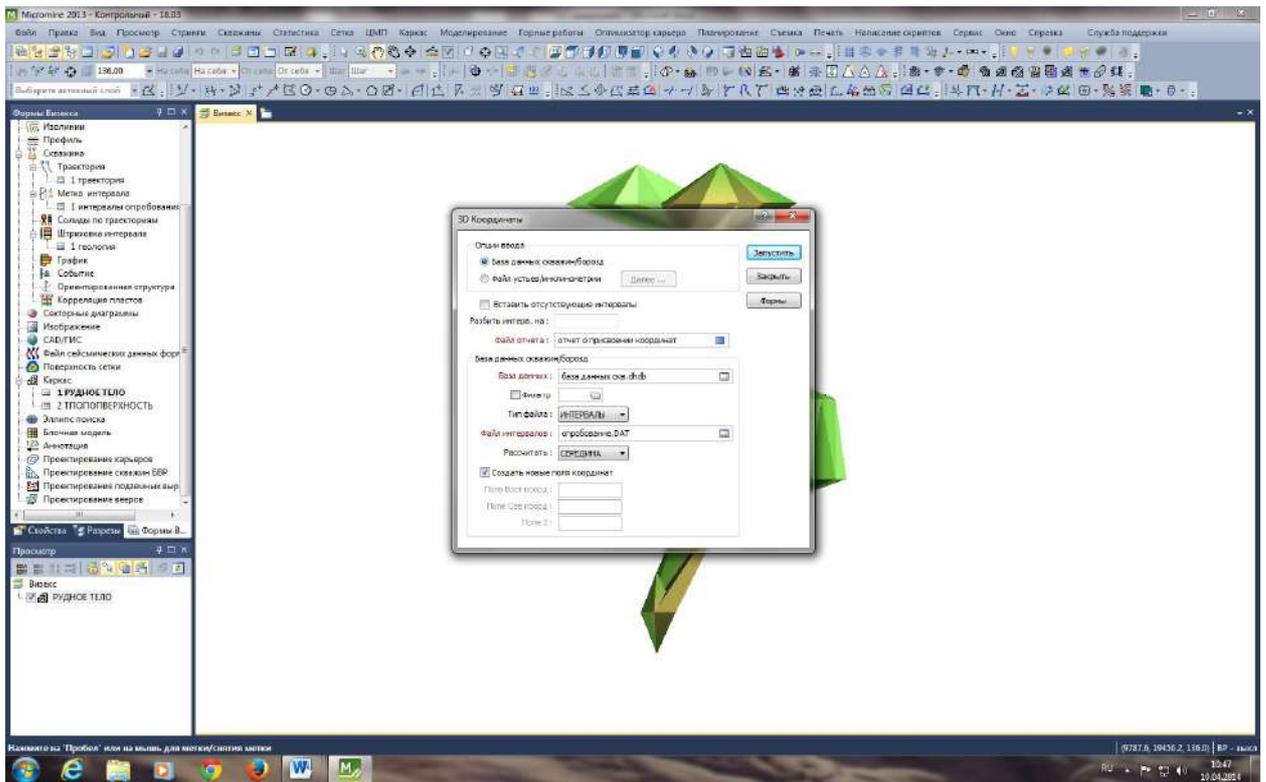


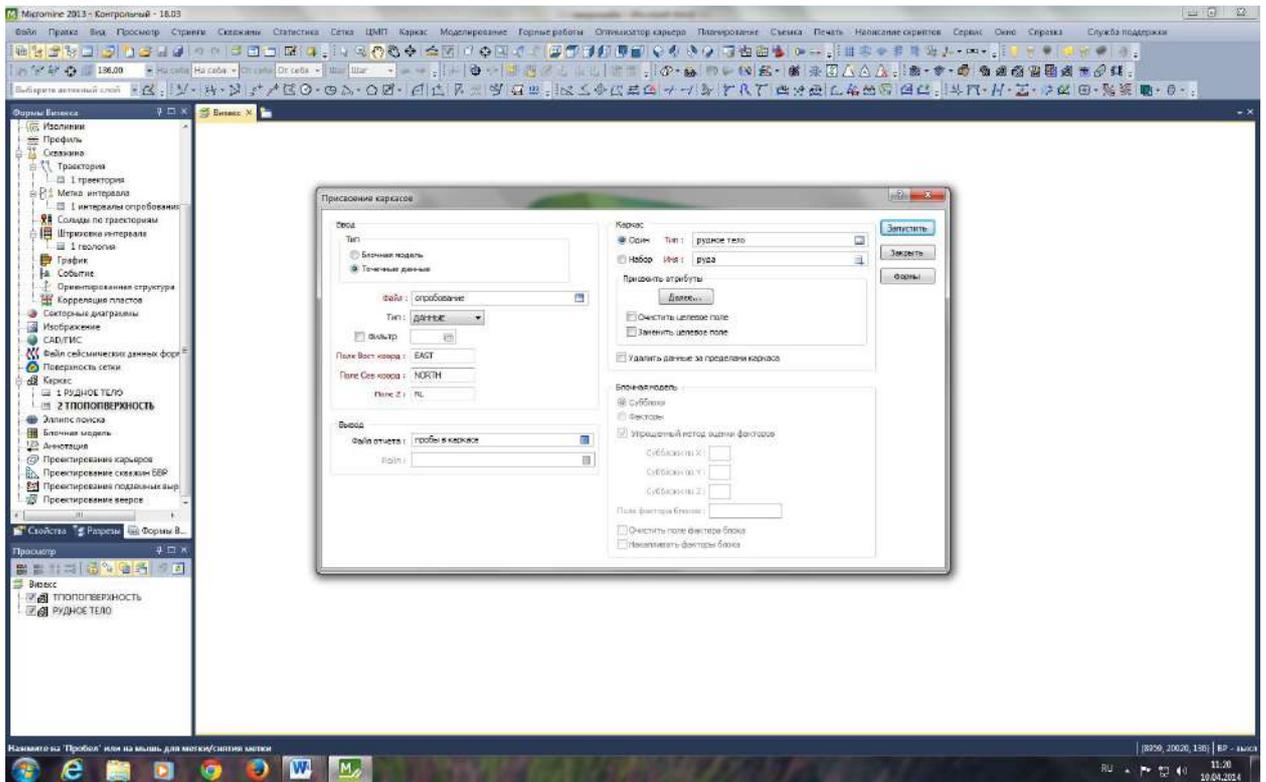
10. Блочное моделирование

Создание пустой блочной модели

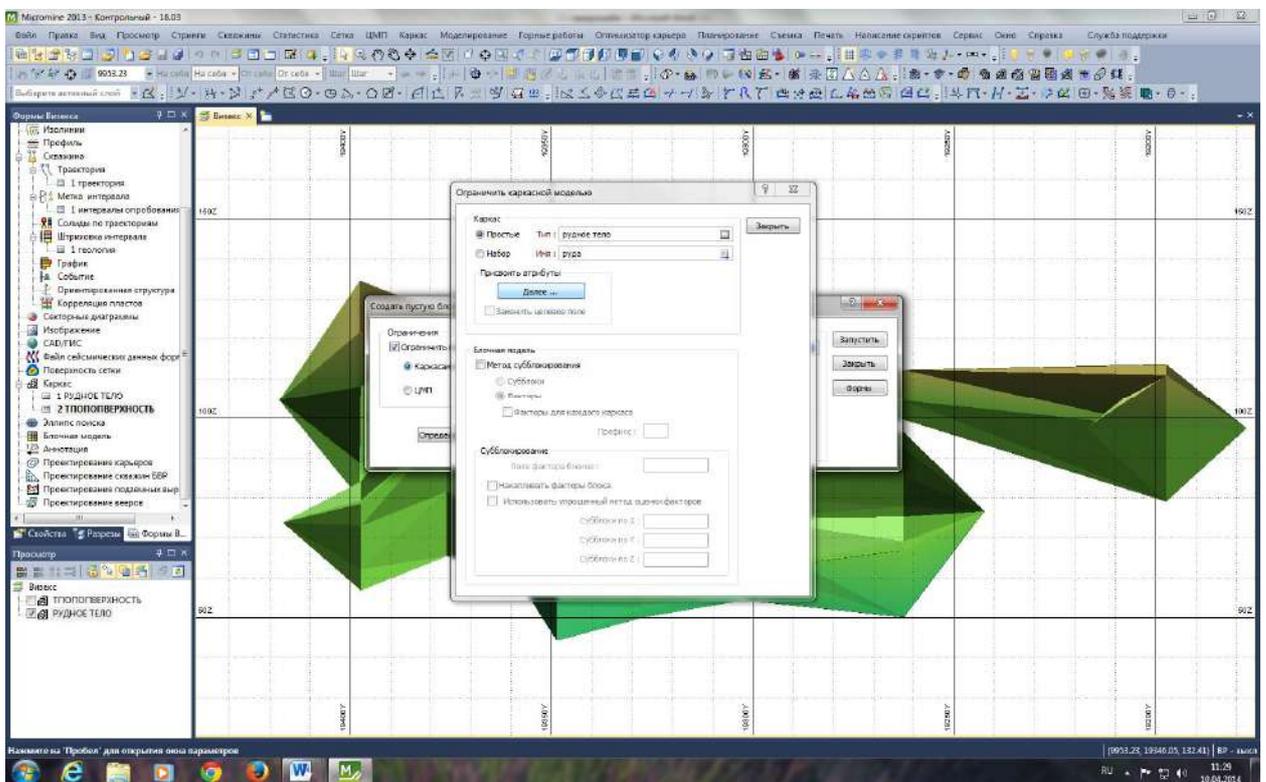
Пустая блочная модель строится с учетом размеров рудного тела по всем координатам.

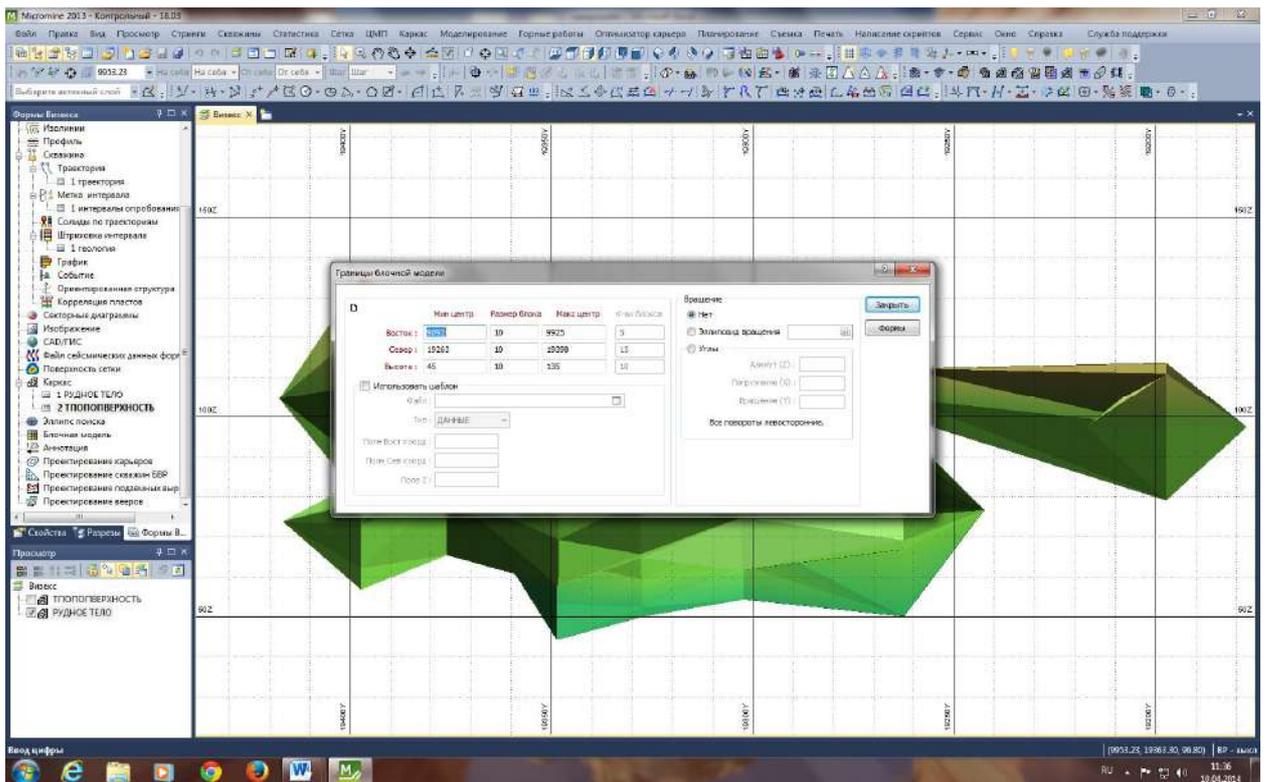
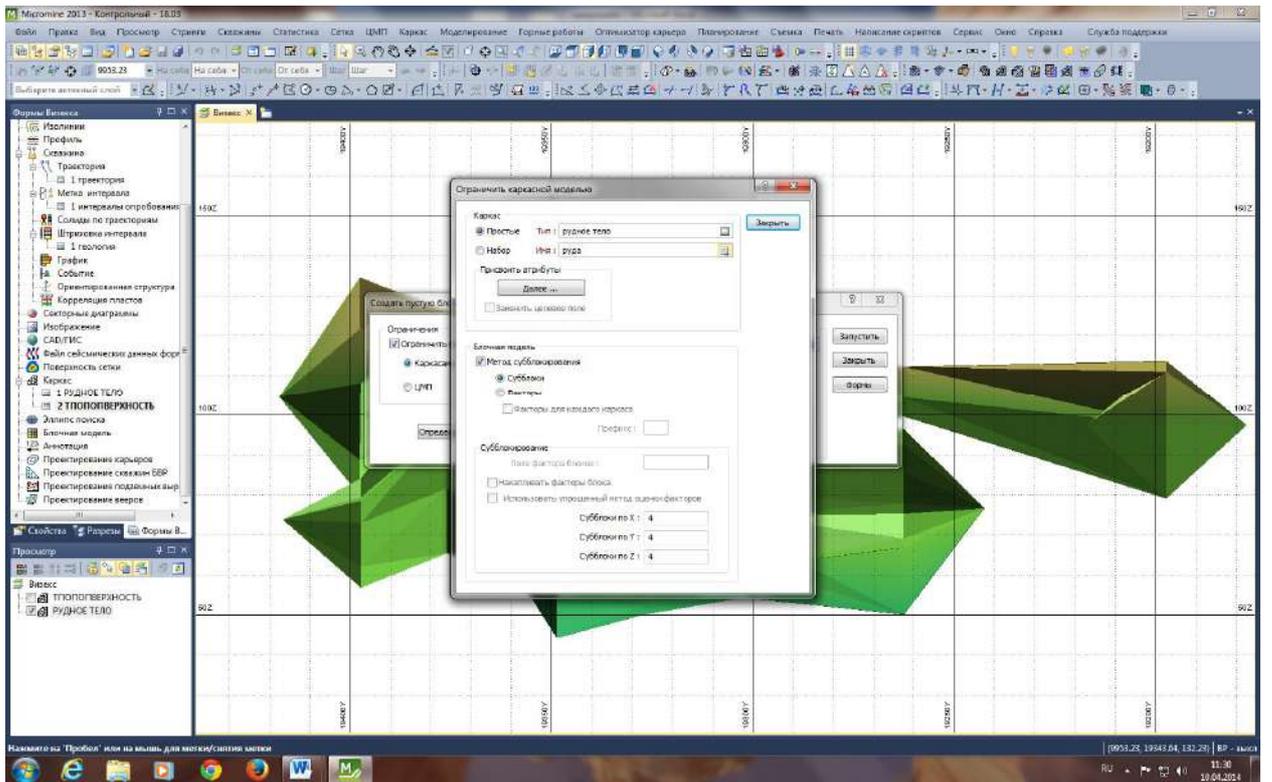
1) присвоение пробам координат пространства. Осуществляем в базе данных путем присвоения атрибута точкам с наличием Au. Каждый интервал должен быть одной длины.

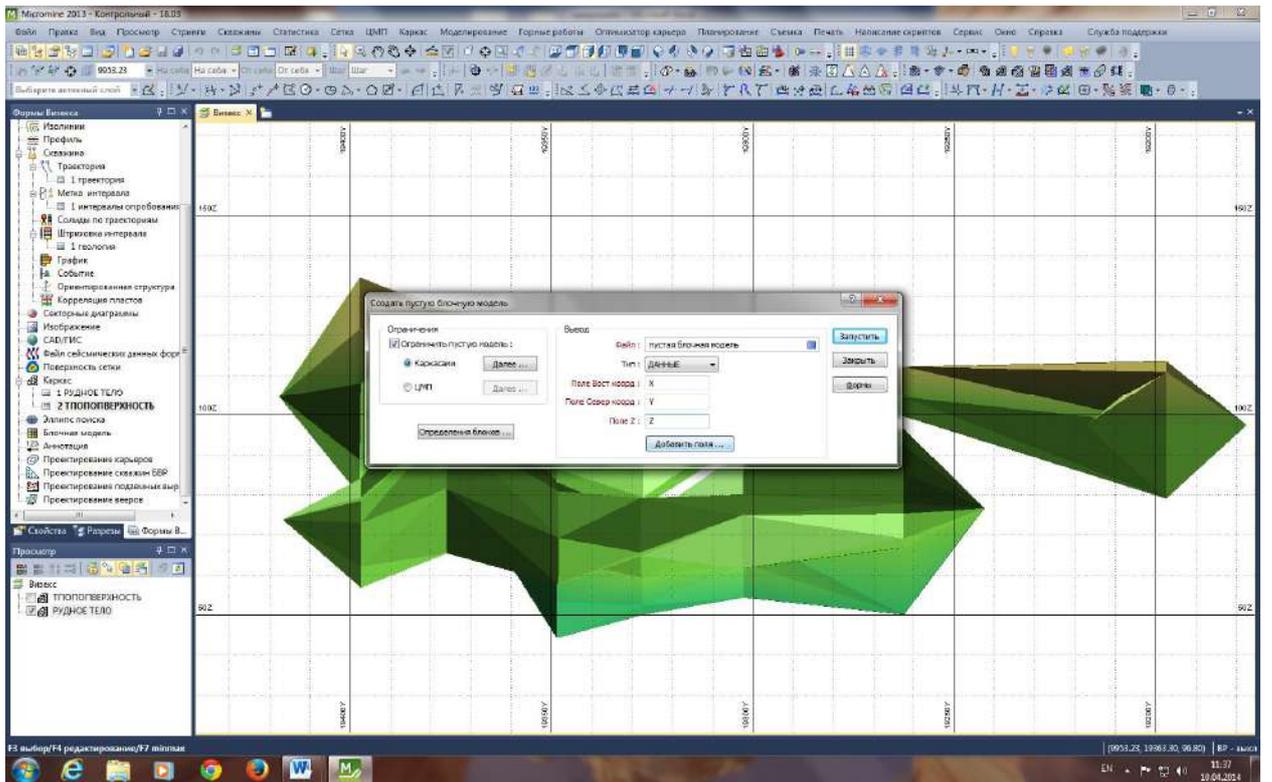




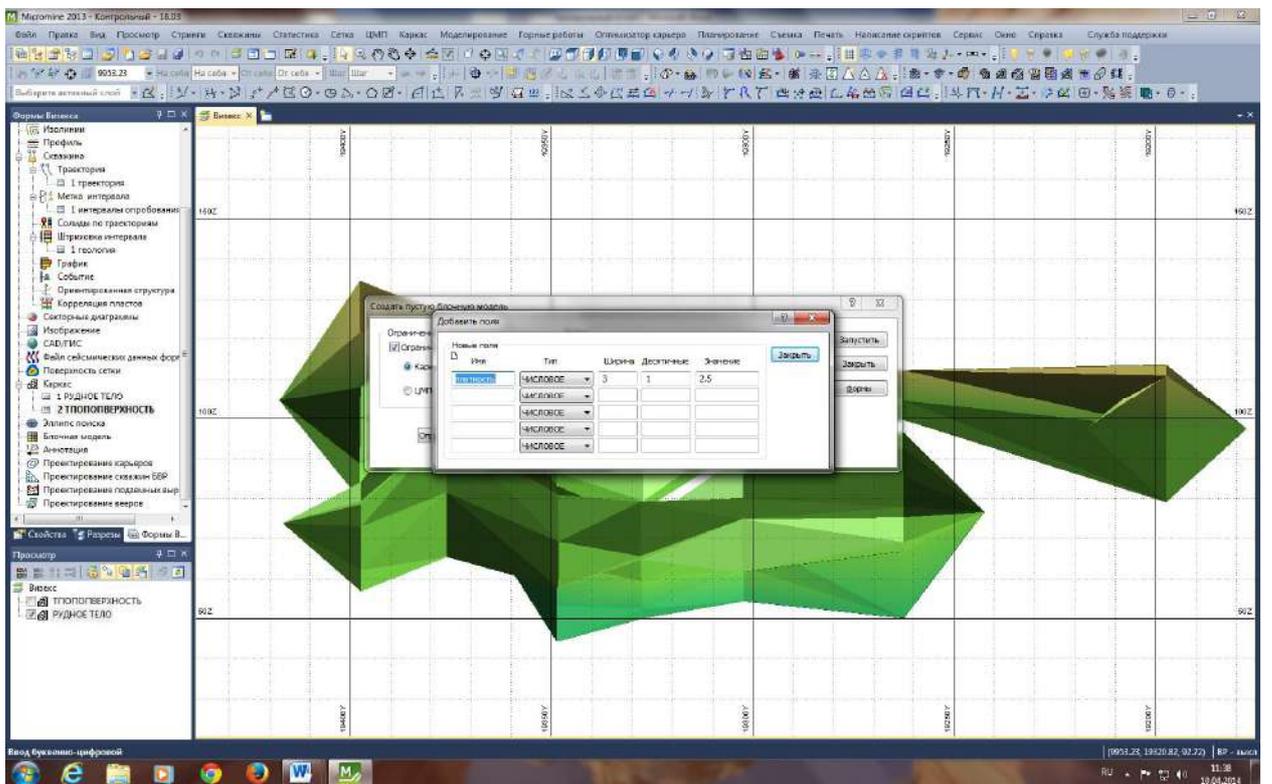
- 2) Для создания пустой блочной модели необходимо определить координаты рудного тела
 X 9925 – 9892
 Y 19398 – 19263
 Z 135 – 45
 Затем ограничиваем блочную модель каркасом рудного тела.

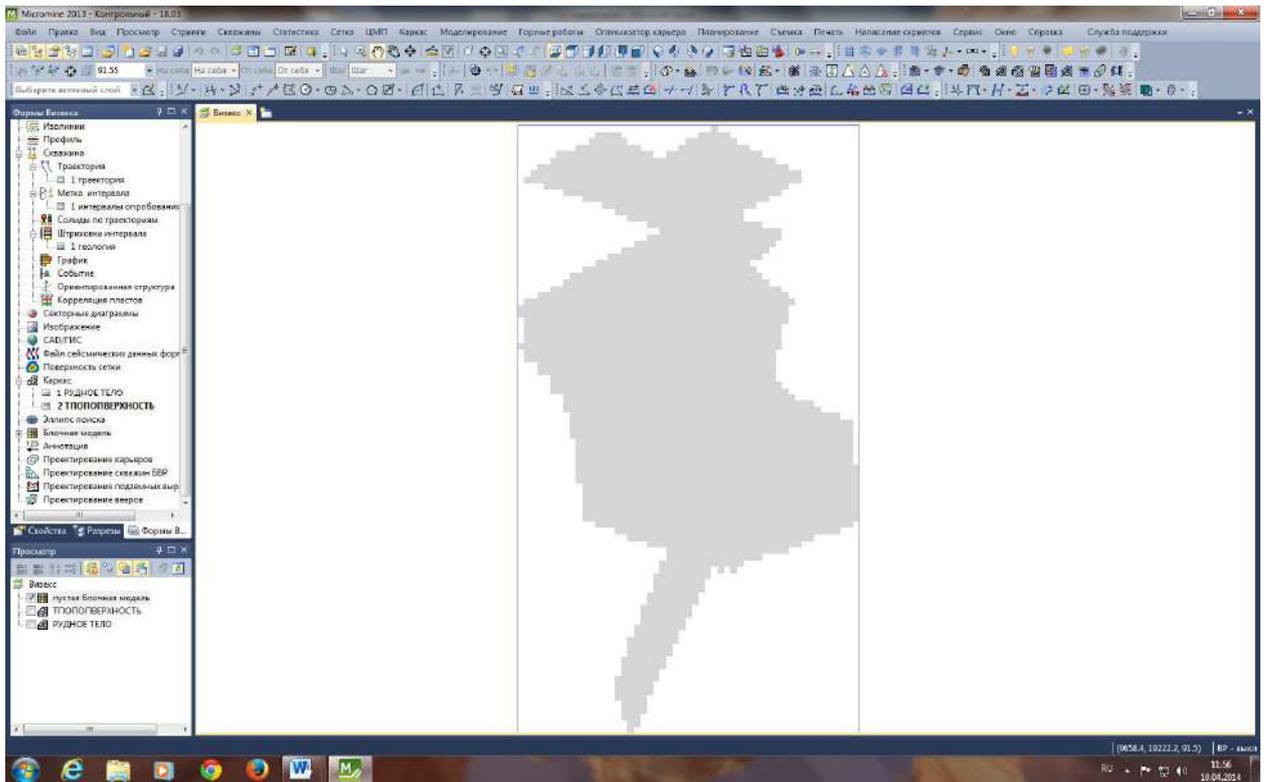






Добавляем новое поле плотность.

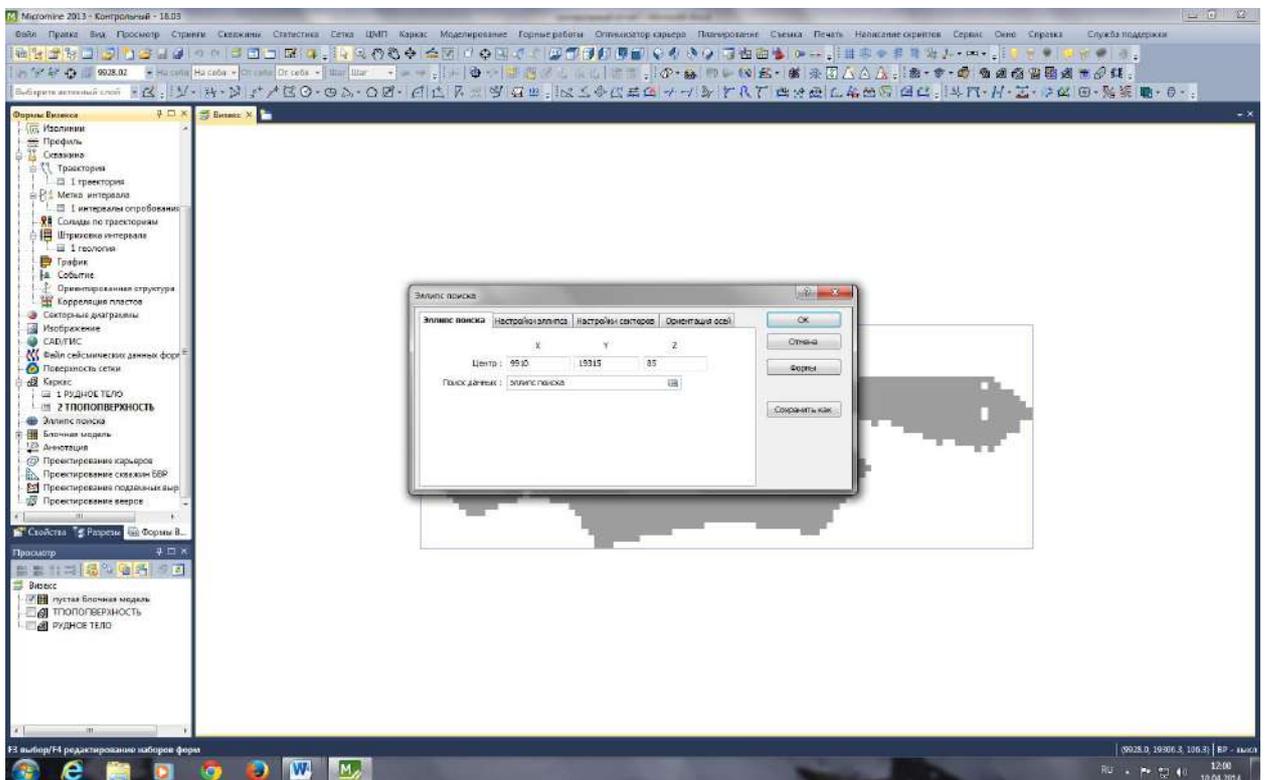


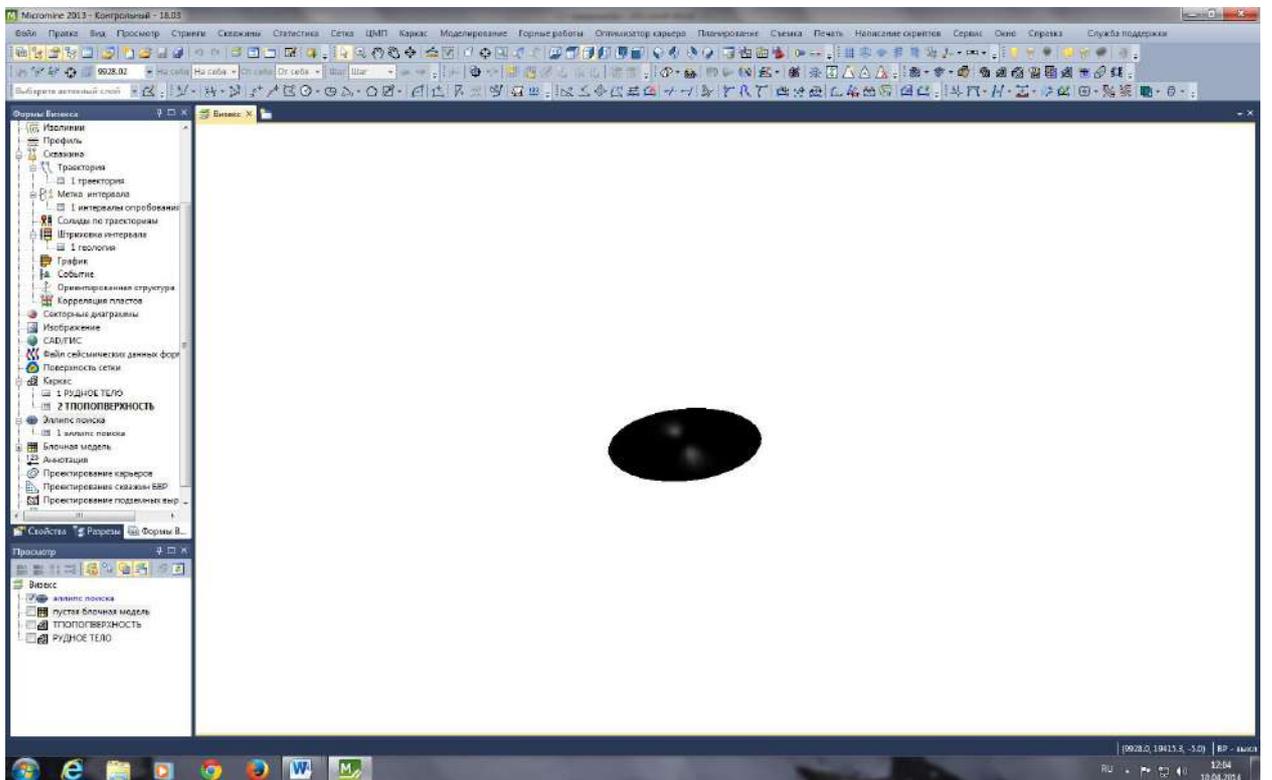
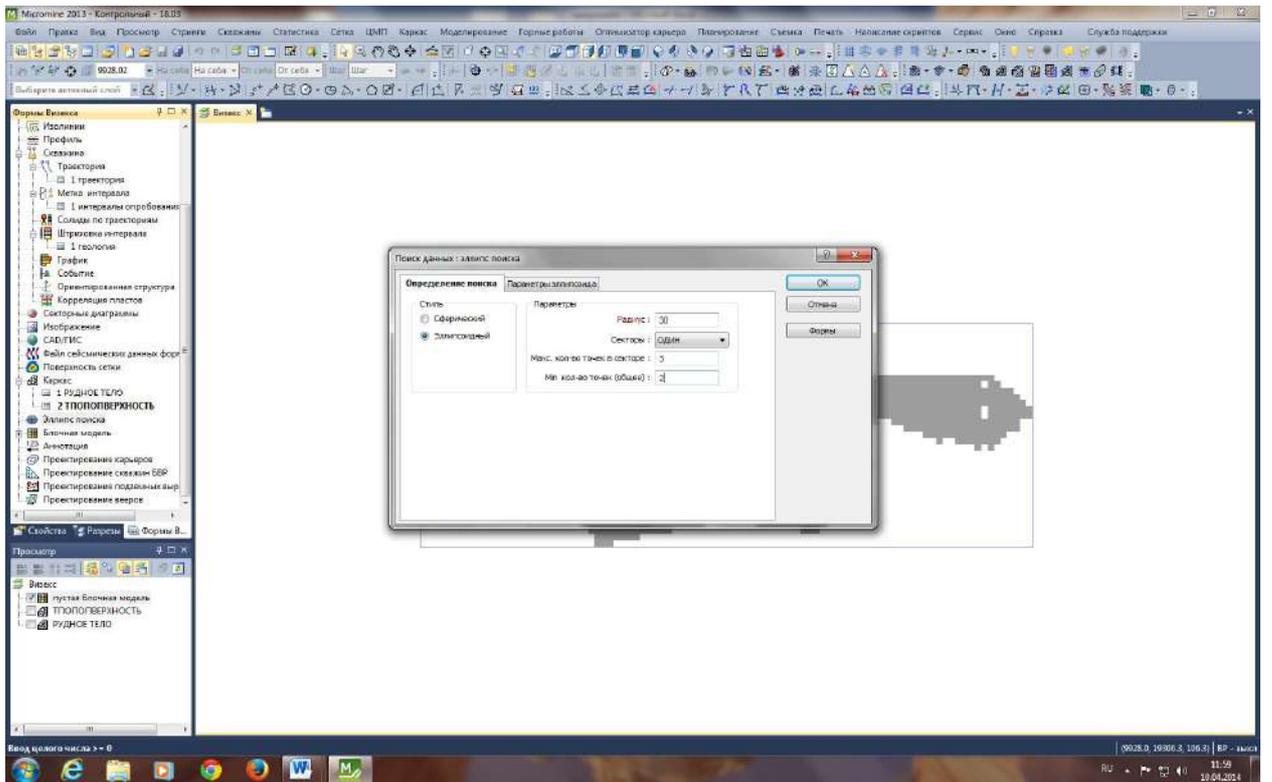


Создание эллипса поиска

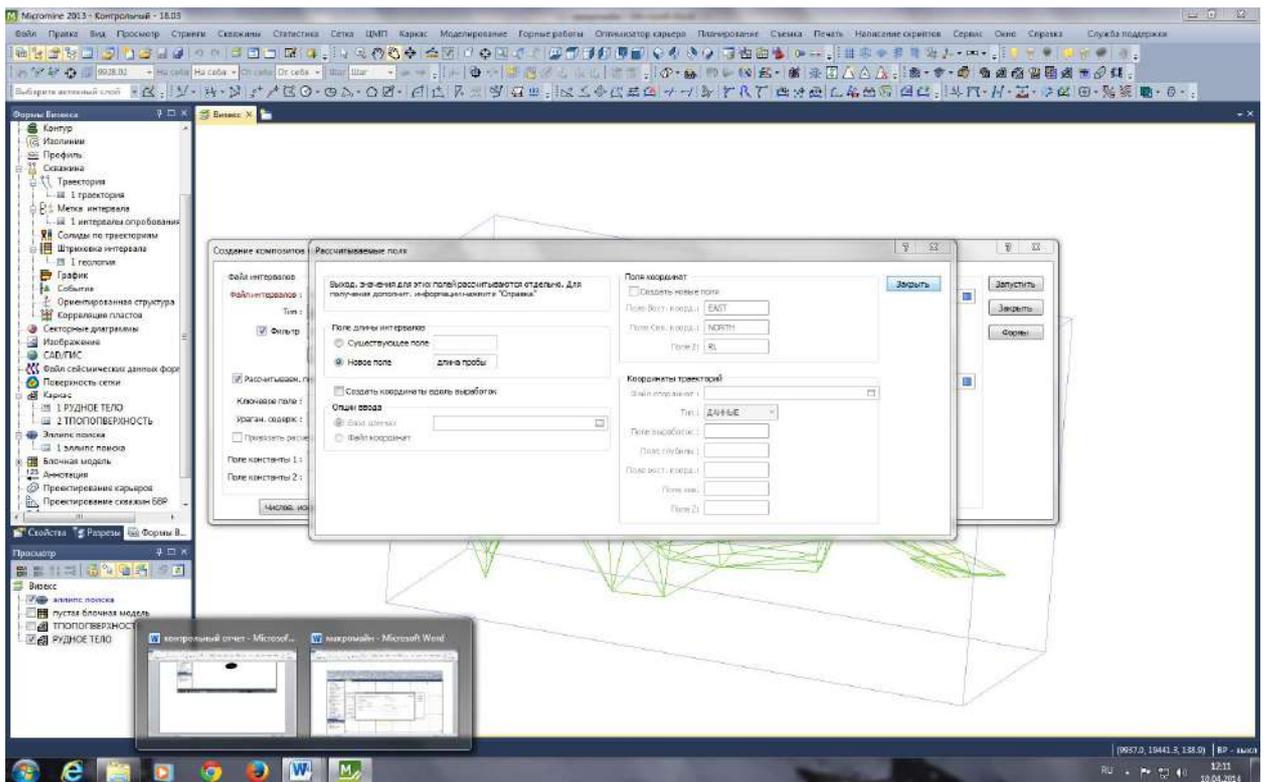
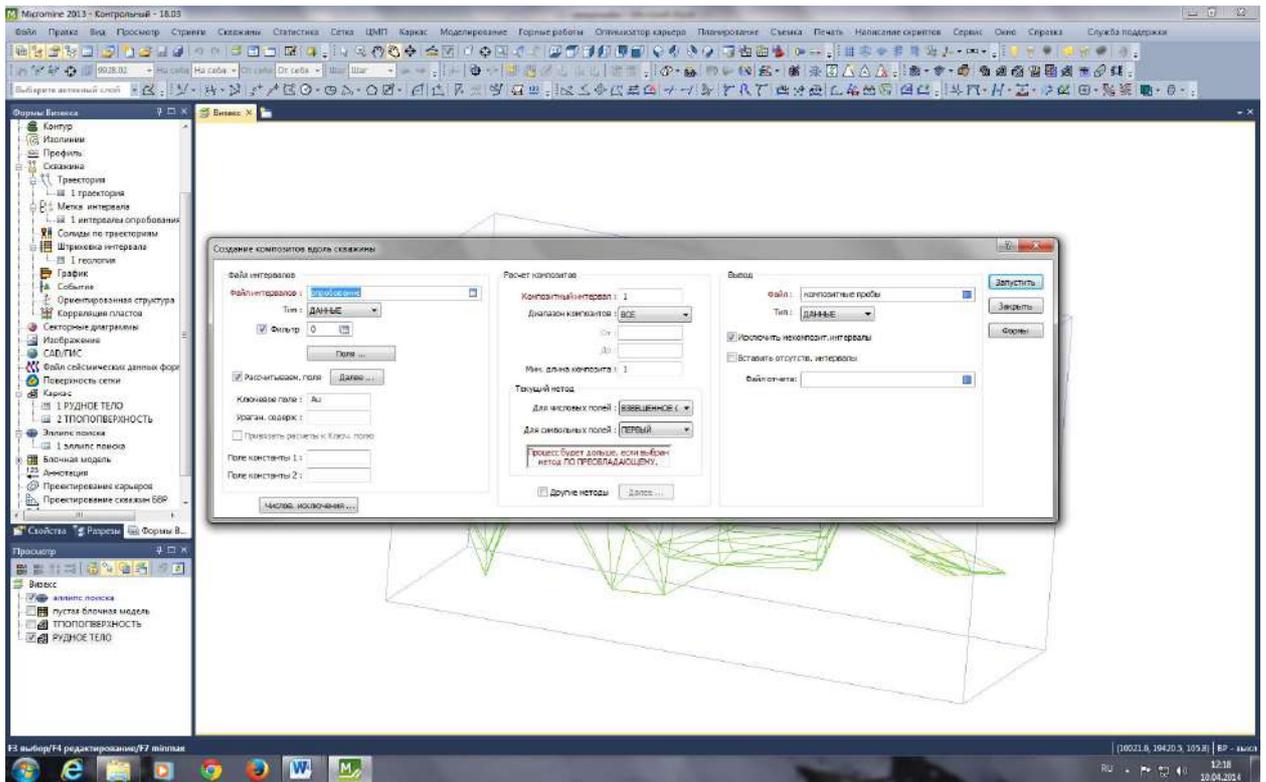
Эллипс поиска определяет зону влияния элемента и предполагает зону ведения будущих работ.

Для него необходимо задать координаты центра рудного тела.





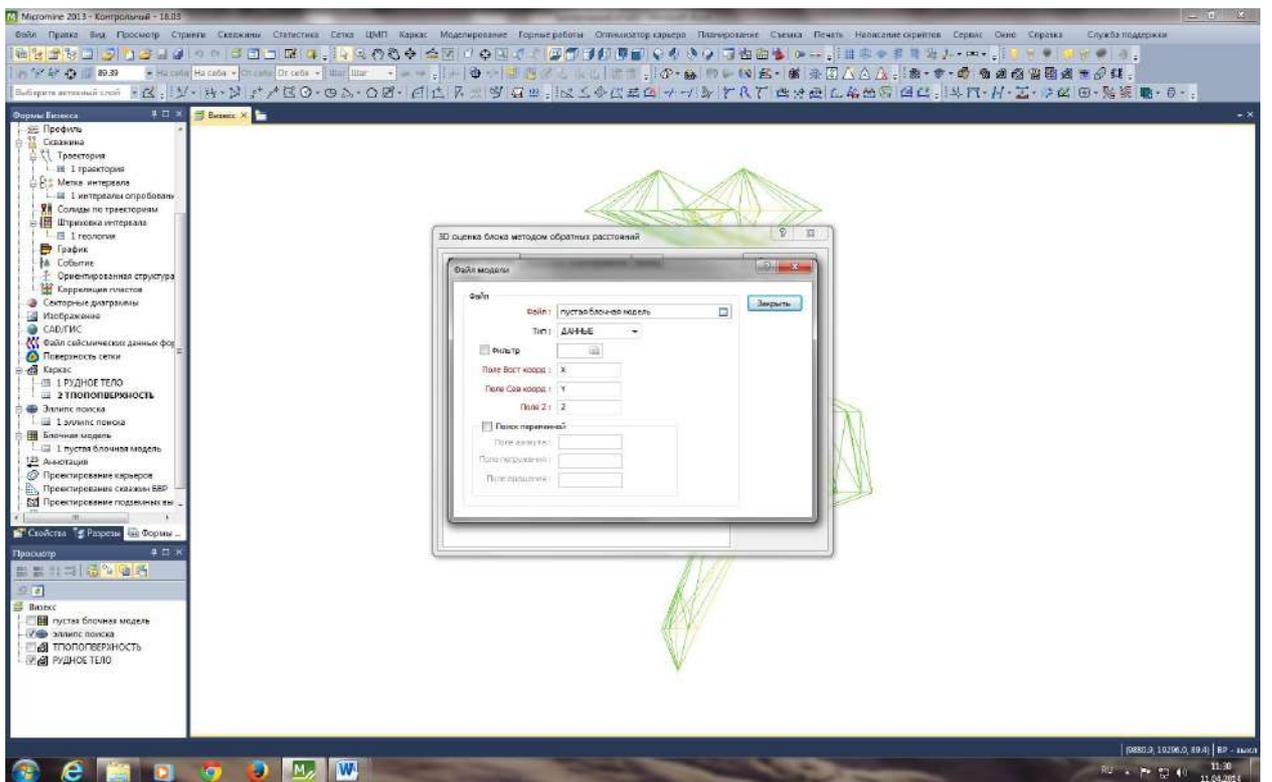
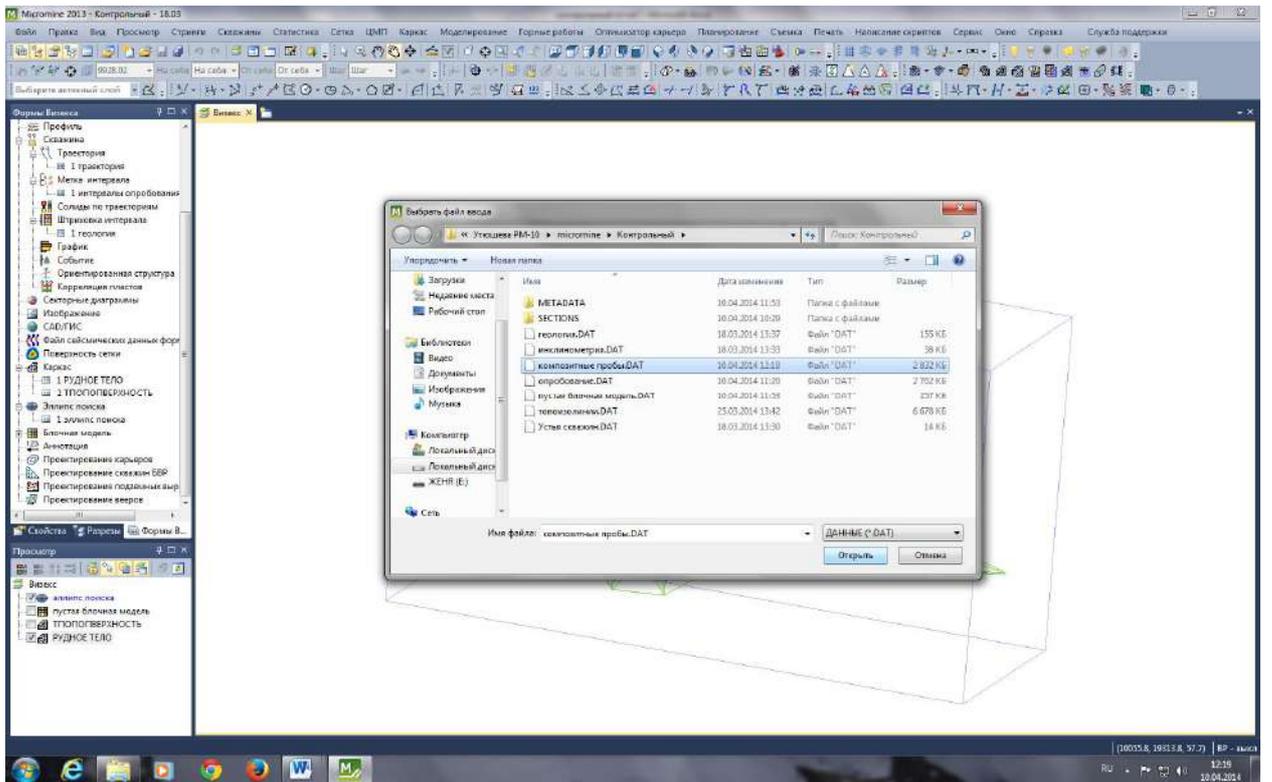
Составление композитов нужно, чтобы получить корректные результаты. Для этого приводим пробы к одной длине.

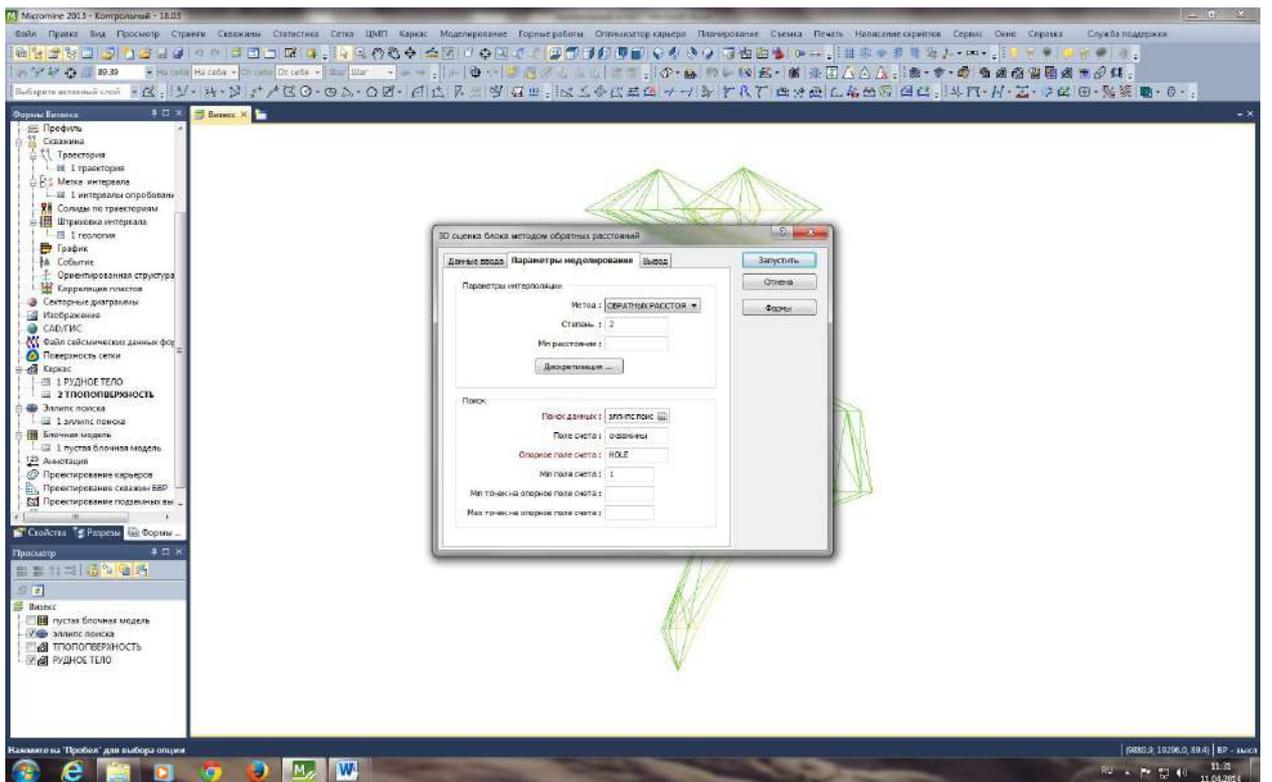
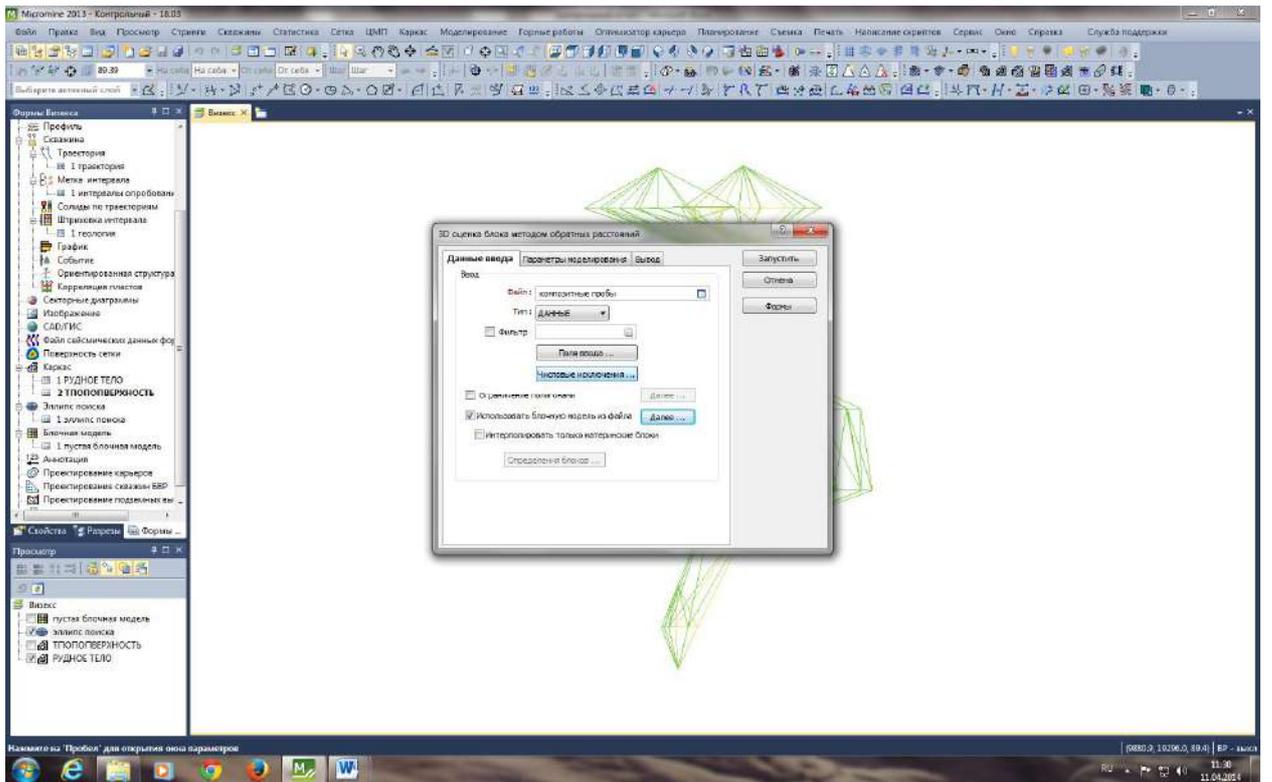


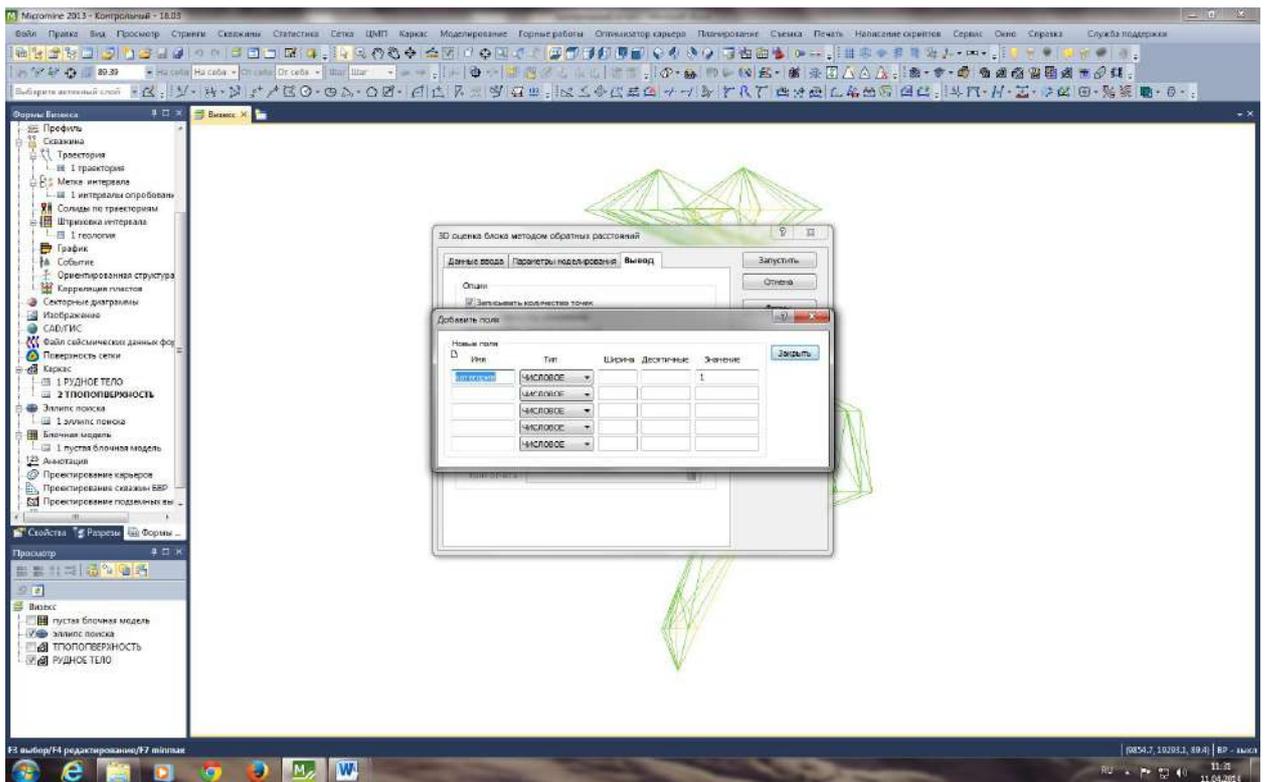
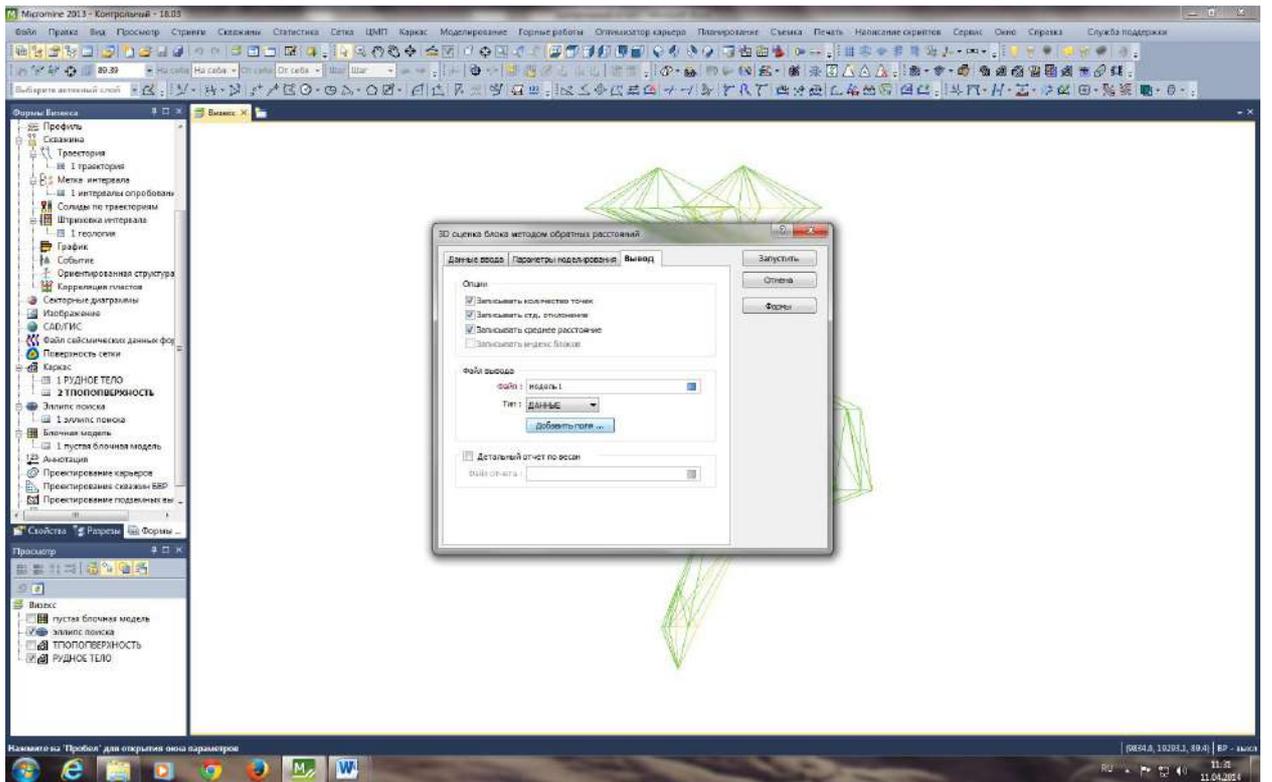
Интерполяция содержаний полезного компонента

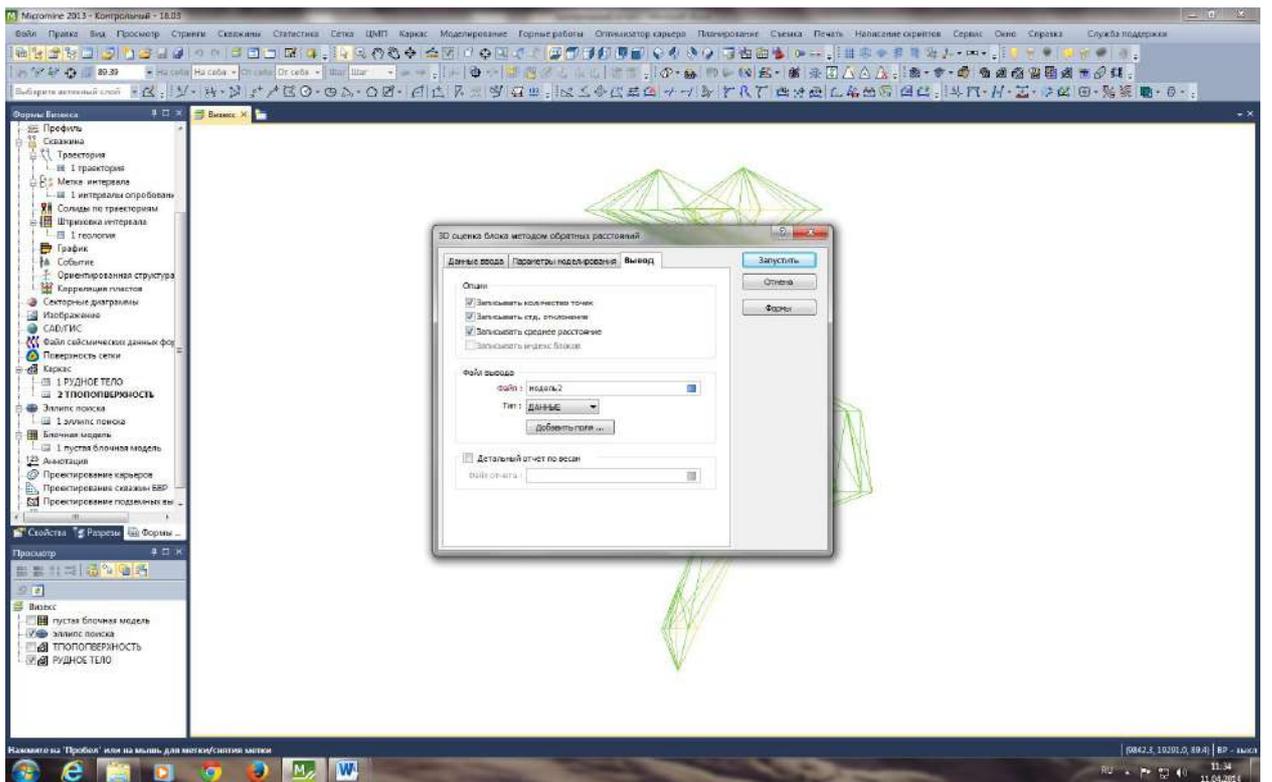
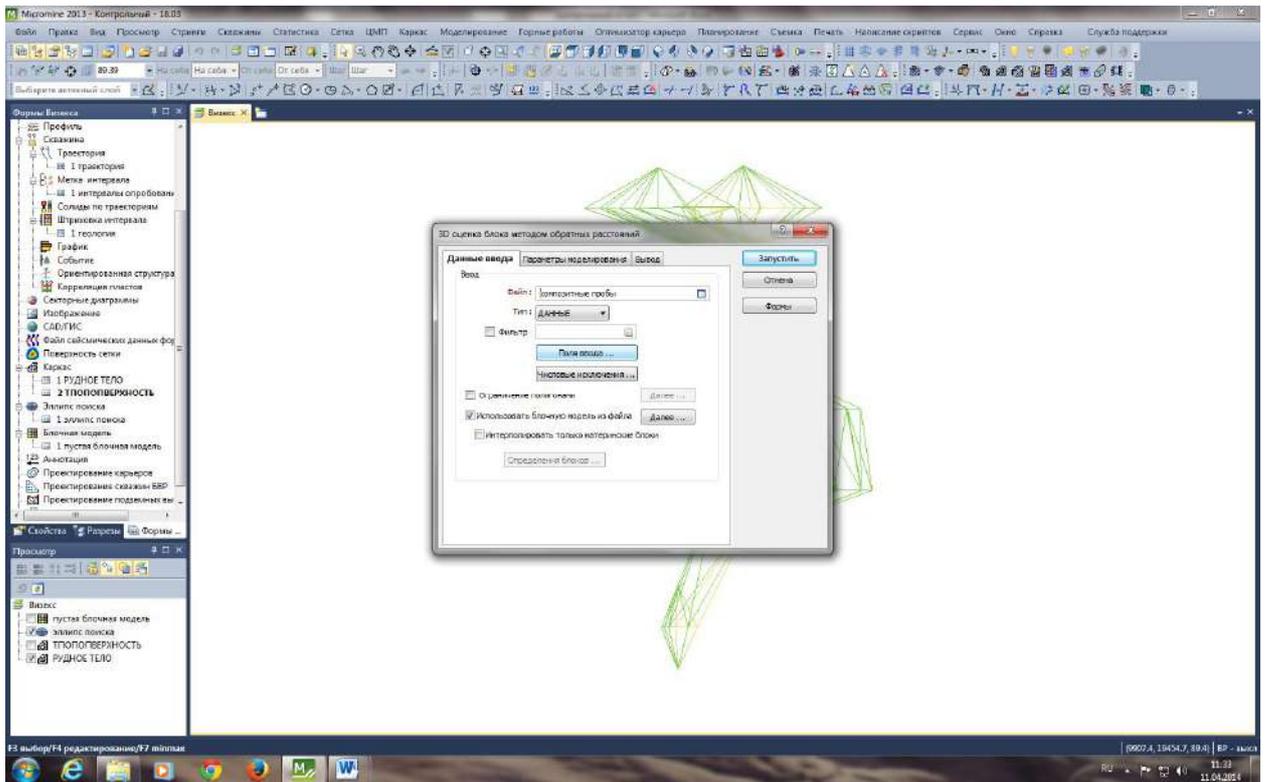
Моделирование - 3D оценка блоков обратным расстоянием.

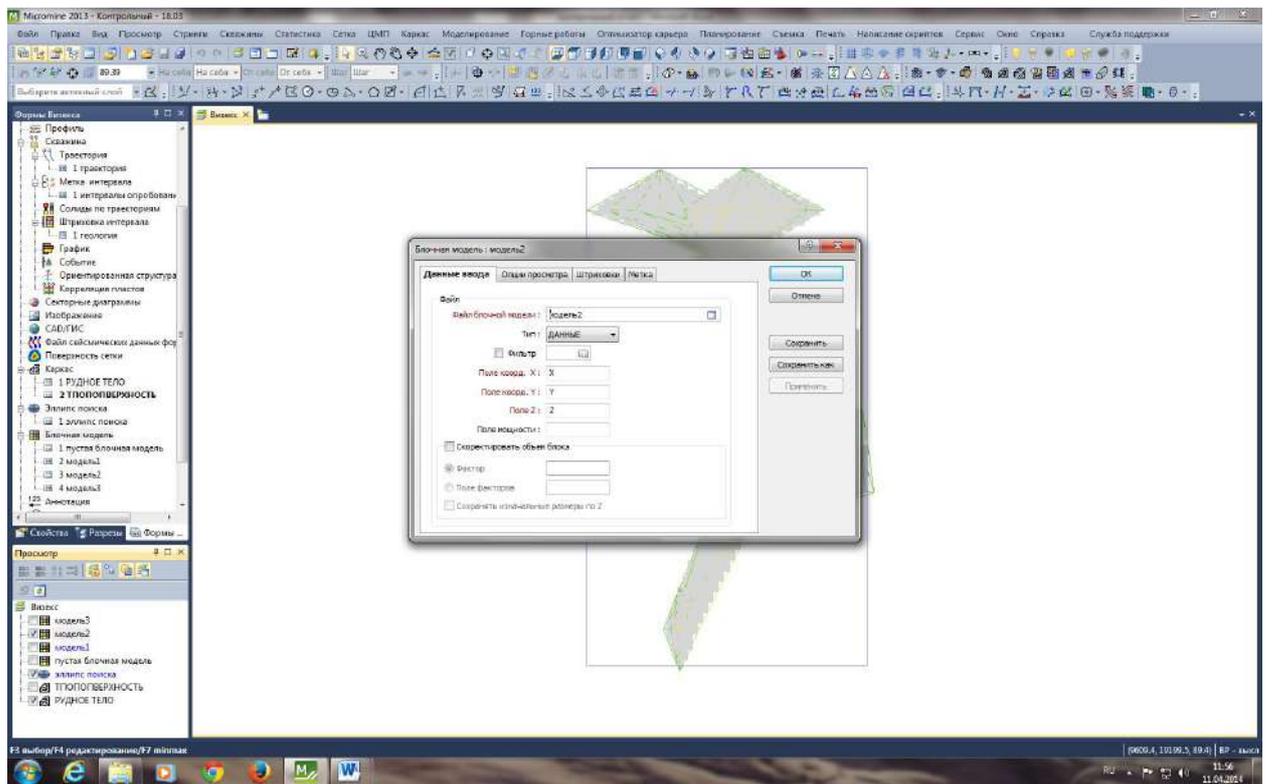
В качестве исходного файла служит "Композитные пробы". Первой моделью является модель первой категории с содержанием золота больше 3 г/т. Для ее создания файлом модели служит пустая блочная модель. Для следующих категорий файлом модели будут служить блочные модели высших категорий. Для последующей категории увеличиваем радиус эллипса 15, 30, 80



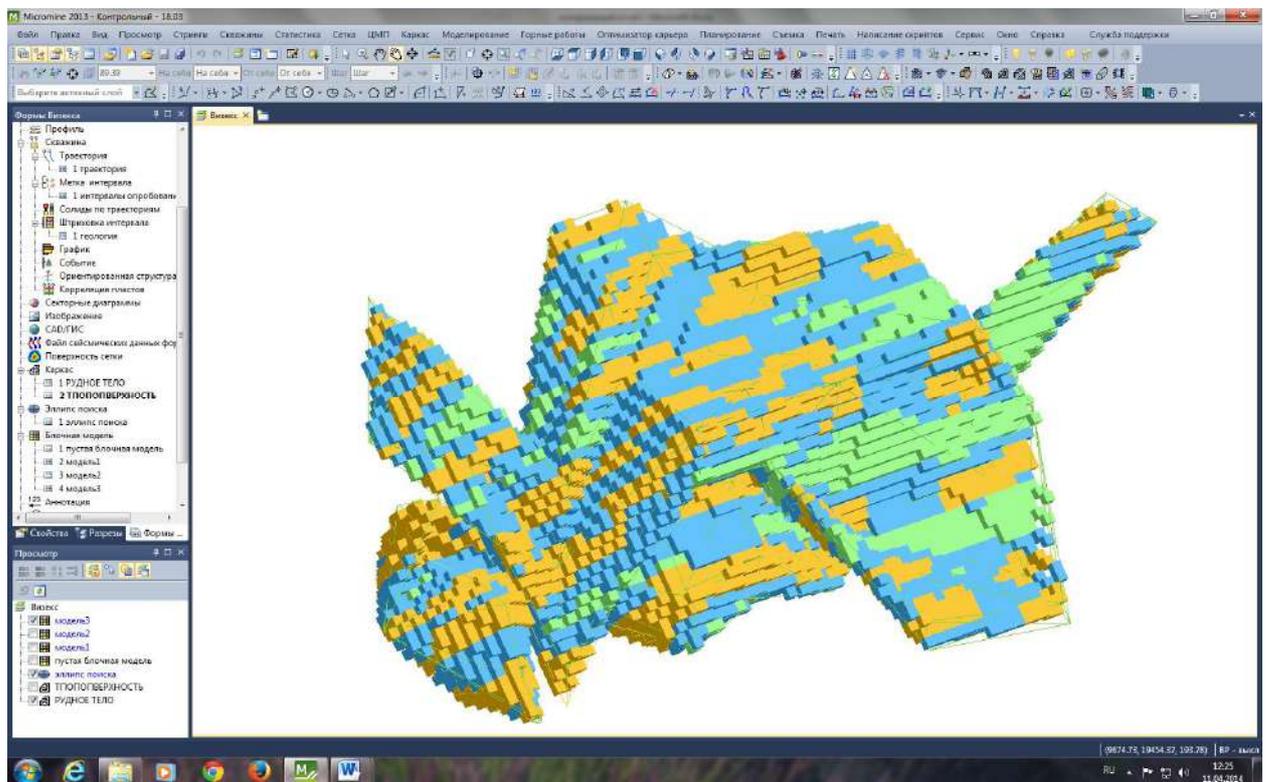




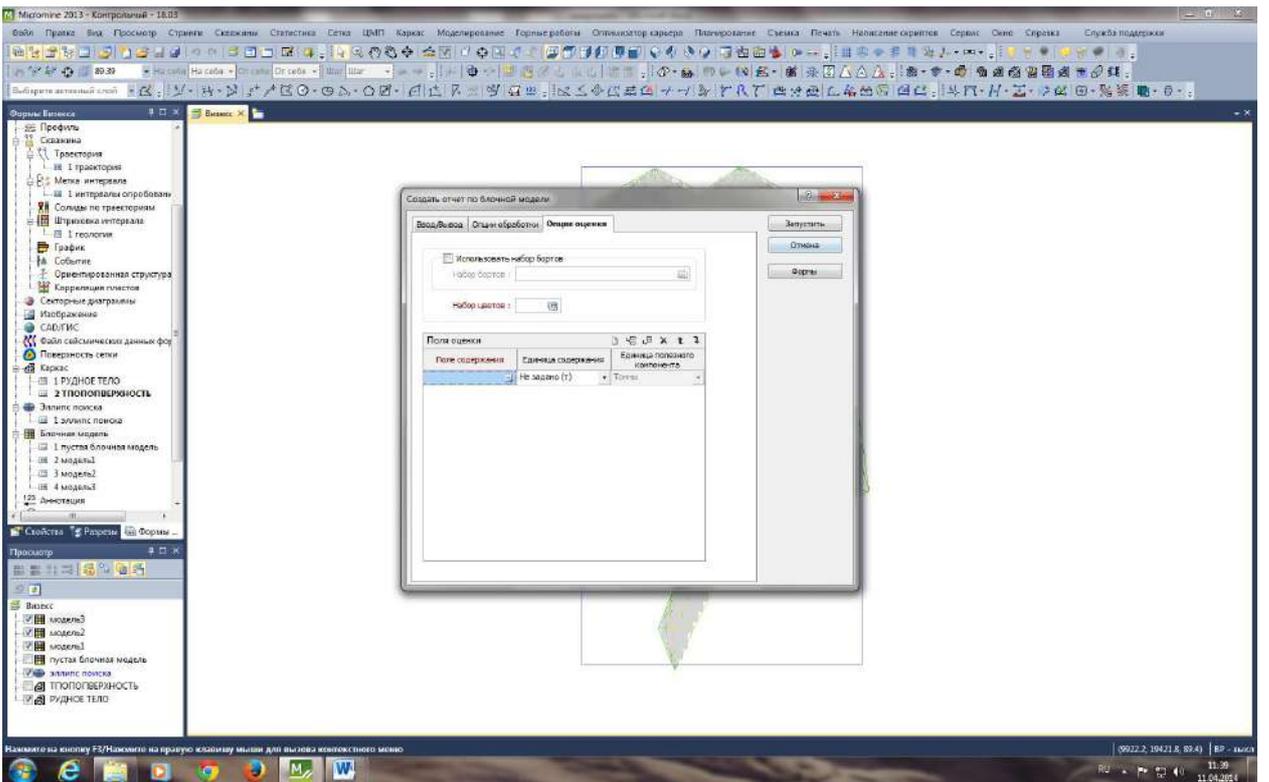
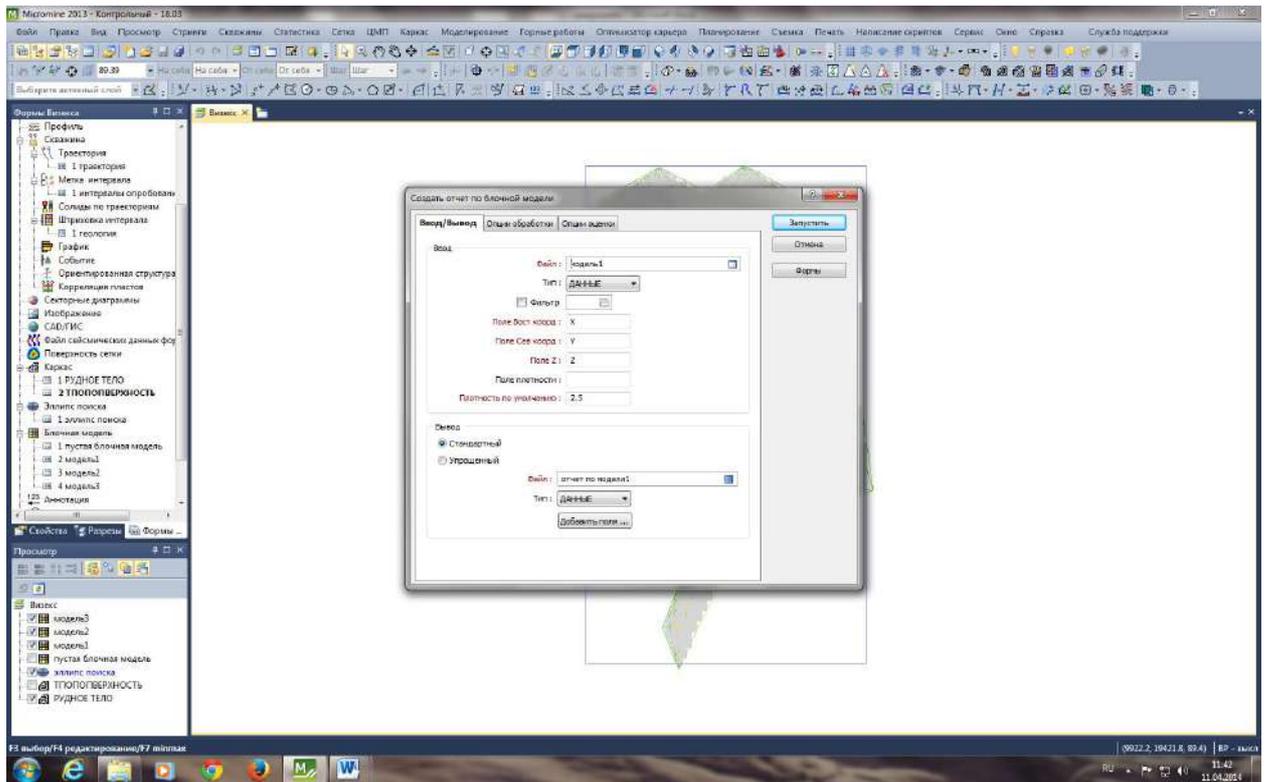


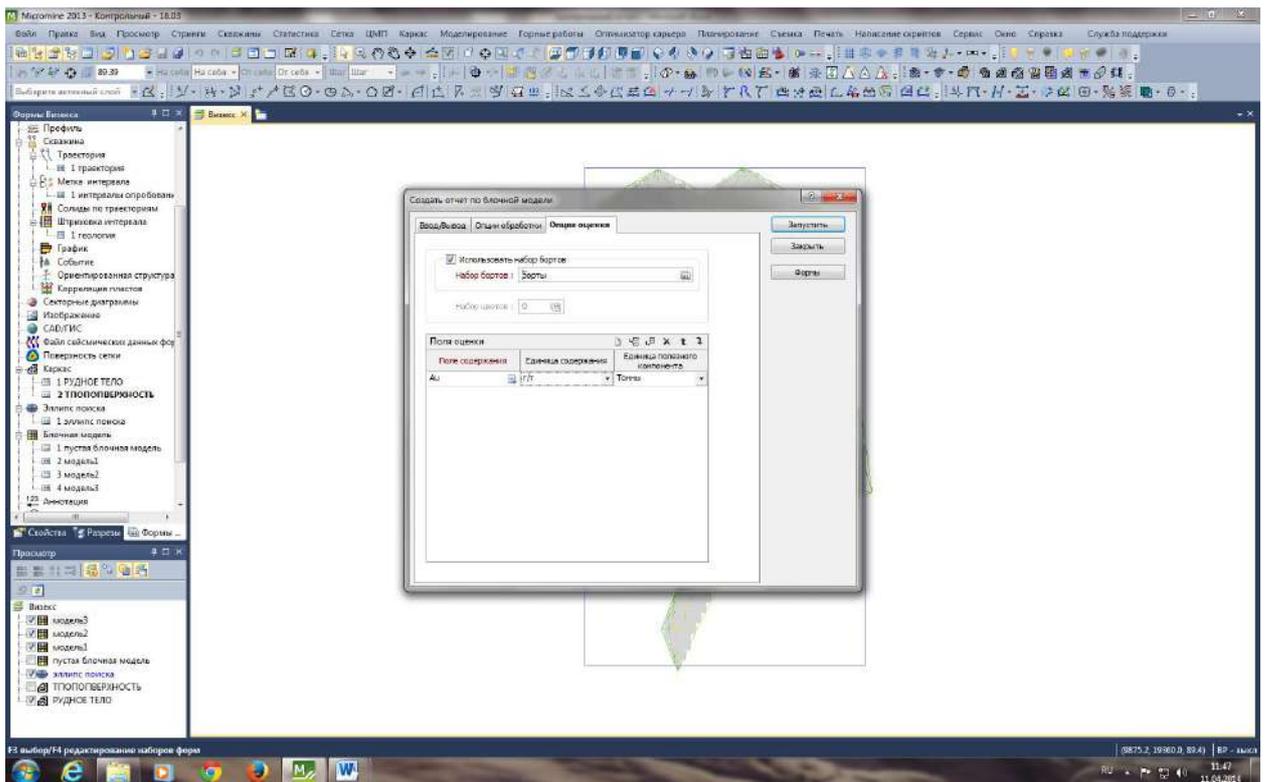
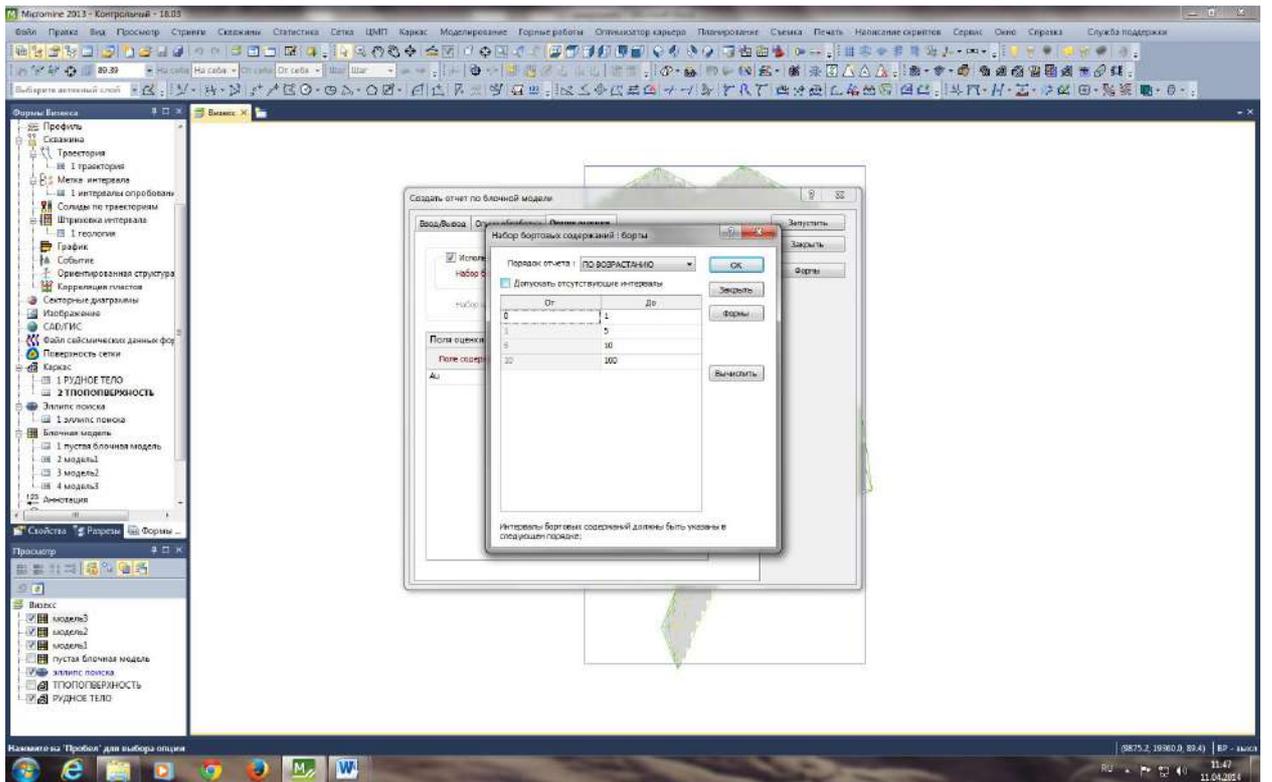


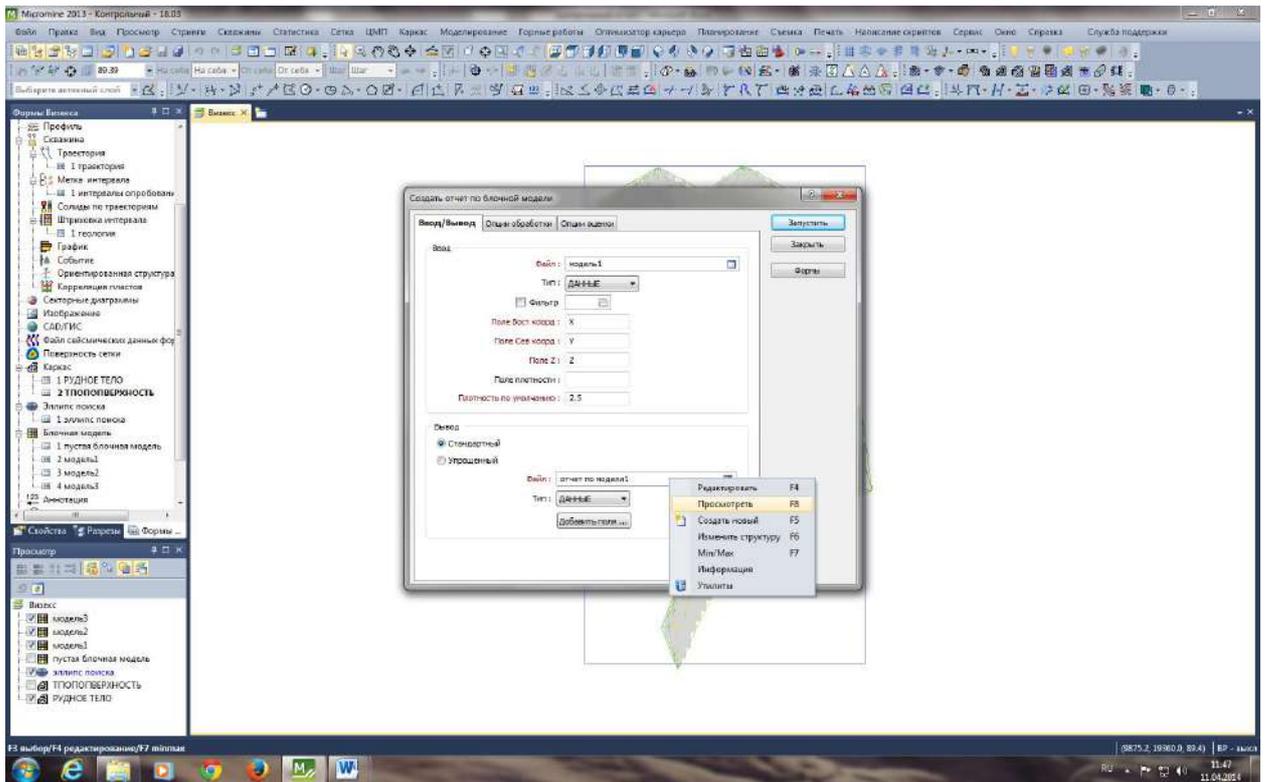
Итоговая модель отражает содержание элемента по трем категориям руд.



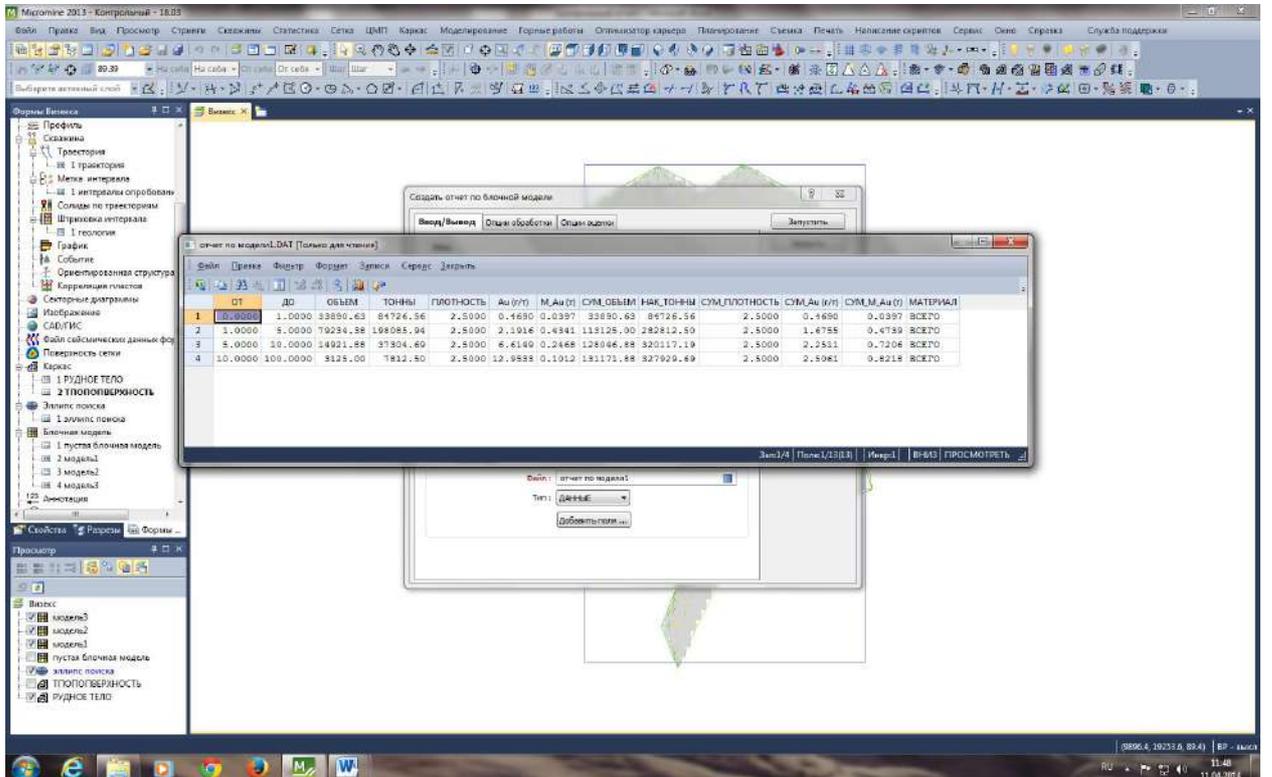
Создание отчета по блочной модели.







Отчет по блочной модели позволяет обобщить результаты и показывает содержание компонента в руде и запасы золота в породе в целом.



Рекомендуемая литература

1. Кортаев М.В., Правикова Н.В., Аплеталин А.В. Информационные технологии в геологии: Учебное пособие. – М.: КДУ. 2012. 298 с.
- б) дополнительная литература
2. Капутин Ю.Е. Информационные технологии планирования горных работ. – СПб.: Недра. 2004. 424 с.
3. Капутин Ю.Е., Ежов А.И., Хенли С. Геоestatистика в горно-геологической практике. КНЦ. Апатиты. 1995. 191 с.
4. ArcView GIS. – Руководство пользователя. М.: ESRI. 1998. 367 с.
5. Мальцев В.А. Программный комплекс геоestatистического моделирования и оценивания – GST 3.02. Учебник и руководство пользователя. М.: Недра. 1993. 153 с.
6. Демьянов В.В. Геоestatистика: теория и практика : [монография] / В. В. Демьянов, Е. А. Савельева ; под ред. Р. В. Арутюняна ; Российская академия наук, Институт проблем безопасного развития атомной энергетики. - Москва : Наука, 2010. - 328 с.

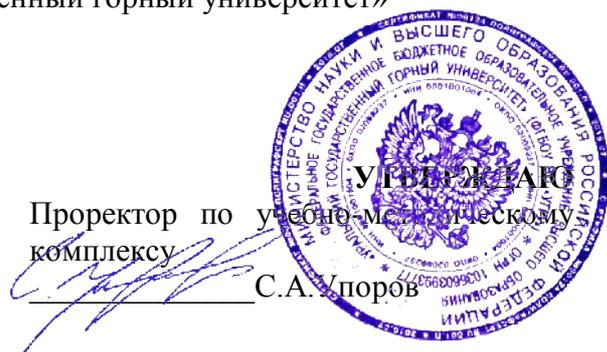
Вопросы для самопроверки

по дисциплине «Основы компьютерных технологий в геологии»

1. Современное состояние программного обеспечения для горно-геологических предприятий.
2. Особенности современного развития горных информационных технологий и компьютерного обеспечения.
3. Структура и функциональные возможности программных продуктов ArcView, Micromine, GST.
4. Моделирование пространственных переменных. Виды моделей.
5. Методы интерполяции данных геологоразведочных работ.
6. Принципы построения и моделирование вариограмм.
7. Особенности вариограмм.
8. Основные характеристики вариограмм. Радиус влияния вариограммы.
9. Построение экспериментальных вариограмм.
10. Теоретические модели вариограмм.
11. Кригинг – как метод интерполяции данных.
12. Технология создания блочных моделей рудных тел.
13. Технология создания цифровых моделей поверхностей (в программе «Surfer»)
14. Каркасное моделирование рудных тел.
15. Классический статистический анализ геологоразведочных данных.
16. Методы создания пространственных моделей (в программе «Surfer»)
17. Характеристика горно-геологических информационных систем, функции
18. Растровые и векторные модели геологических объектов.
19. Композитные пробы.
20. Организация баз данных с помощью ГИС «Micromine»

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.Б.2.18 ПОЛЕВАЯ ГЕОФИЗИКА

Специальность:
21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:
Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Крылаткова Н.А., к.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры
Геофизики нефти и газа

(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 05.03.2020
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

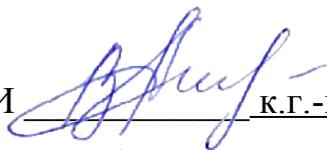
факультета геологии и геофизики
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020
(Дата)

Екатеринбург
2020

Методические рекомендации по дисциплине «ПОЛЕВАЯ ГЕОФИЗИКА» согласованы с выпускающей кафедрой **ЛИТОЛОГИИ И ГЕОЛОГИИ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ**

Заведующий кафедрой ЛГГИ



к.г.-м.н., С.А. РЫЛЬКОВ

подпись

И.О. Фамилия

Введение

Учебным планом специальности 21.05.02 Прикладная геология по дисциплине «Полевая геофизика» предусматривается написание контрольной работы на тему «Методы полевой геофизики (кроме сейсморазведки)».

Этосамостоятельный труд студента, который способствует углублённому изучению пройденного материала.

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

ПСК-3.1:Способность осуществлять поиски и разведку месторождений нефти, газа, газового конденсата.

*Знания:*физико-геологические основы полевых геофизических методов – гравиразведки, магниторазведки и сейсморазведки), их разрешающую способность;методы и технические средства, применяемые при поисках нефтегазовых месторождений; методы и технологию обработки и интерпретации данных.

*Умения:*анализировать качество геофизической информации, используемой для интерпретации, применять компьютерные программы для обработки и интерпретации геофизической информации, представлять результаты геофизических исследований в виде разрезов, карт и других геолого-геофизических изображений; анализировать возможности применения различных методов полевой геофизики для решения конкретных геологических задач.

*Владения:*терминологией полевой геофизики; методами количественного и качественного анализа геофизических полей, навыками проведения интерпретации результатов геофизических исследований, навыками подготовки отчётов по геологической интерпретации данных геофизики, навыками анализа научно-технической информации по геофизике, касающейся решения геологических задач геофизическими методами.

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

1. Ответить на теоретические вопросы
2. Выполнить блиц-расчеты.
3. Ответить на вопросы практического характера.

По каждому полевому методу: гравиразведке, магниторазведке, электроразведке дается вопрос или расчетное задание по следующим темам:

1. Теоретические основы метода
2. Физические свойства пород и минералов
3. Физико-геологические предпосылки применения метода для решения геологических задач
4. Классификация съемок (методов)
5. Аппаратура и оборудование полевых работ

6. Сущность модификаций полевых работ
7. Методика выполнения работ
8. Обработка данных и решение обратных задач
9. Геологическая интерпретация данных
10. Применение метода для решения геологических задач

Всего каждому студенту выдается 30 вопросов для самостоятельной работы вне аудиторных занятий.

Вариативность работы осуществляется выдачей студентам индивидуальных наборов заданий.

Порядок выполнения контрольной работы

Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующего материала учебников и учебных пособий по данной теме и конспектов лекций. Также необходимо проанализировать практико-ориентированные задания, выполнявшиеся по этой теме ранее.

Результат выполнения контрольной работы представляет собой ответы на теоретические вопросы, расчеты, ответы на вопросы практического характера с приведением примеров из литературы. Работа выполняется в рукописном варианте.

Общий объем контрольной работы не должен превышать 12-15 страниц.

Результат выполнения контрольной работы представляет собой логично сформулированные ответы на вопросы в рукописном варианте.

Текст работы должен демонстрировать:

- знакомство автора с возможностями гравirazведки, магниторазведки и электроразведки при осуществлении поисков и разведки месторождений нефти, газа, газового конденсата;
- умение анализировать возможности применения различных методов полевой геофизики для решения конкретных геологических задач
- владение терминологией полевой геофизики; навыками анализа научно-технической информации по геофизике, касающейся решения геологических задач геофизическими методами;
- приемлемый уровень языковой грамотности, включая владение функциональным стилем научного изложения.

Оценивание результатов контрольной работы

Оценивание результатов контрольной работы должно быть проведено до начала промежуточной аттестации и проводится по традиционной шкале: «зачтено», «не зачтено».

Оценка за контрольную работу определяется исходя из следующих критериев:

- правильность ответа на один вопрос (0,5 балла)
- полнота ответа на вопрос (0,5 балла).

Максимальная оценка за контрольную работу на все поставленные вопросы (всего 30 вопросов) - 30 баллов.

15-30 баллов (50-100%) - «зачтено»

0-14.5 балла (0-49%) - «не зачтено».

При получении оценки «не зачтено» работа возвращается студенту на исправление.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Проректор по учебно-методическому комплексу

С.А. Ипоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.Б.2.18 ПОЛЕВАЯ ГЕОФИЗИКА

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Крылаткова Н.А., к.г.-м.н.

Одобрена на заседании кафедры
Геофизики нефти и газа

(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 05.03.2020
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

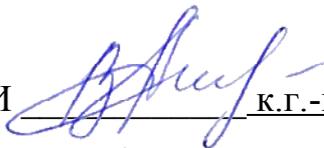
факультета геологии и геофизики
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020
(Дата)

Екатеринбург
2020

Методические рекомендации по дисциплине «ПОЛЕВАЯ ГЕОФИЗИКА» согласованы с выпускающей кафедрой **литологии и геологии горючих ископаемых**

Заведующий кафедрой ЛГГИ



к.г.-м.н., С.А. РЫЛЬКОВ

подпись

И.О. Фамилия

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] освоите 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 фильтрации, 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	Воскресенский, Ю. Н. Полевая геофизика: учебник для вузов / Ю. Н. Воскресенский; РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина. - Москва: Недра, 2010. - 479 с.	10
2	Бондарев, В. И. 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: http://www.iprbookshop.ru/69416.html	Электронный ресурс

Дополнительная литература

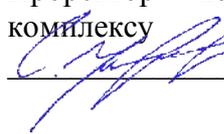
№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
4	Сафонов А. С. Поиск неантиклинальных ловушек углеводородов методами сейсморазведки: научное издание / А. С. Сафонов, О. О. Кондратьева, О. В. Федотова. - Москва: Научный мир, 2011. - 511 с.	2
5	Шлезингер А. Е. Региональная сеймостратиграфия: научное издание / Шлезингер 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

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Проректор по
комплексу



С.А. Зоров



**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Б1.В.01 СТРУКТУРНАЯ ГЕОЛОГИЯ, ГЕОМОРФОЛОГИЯ
И ЧЕТВЕРТИЧНАЯ ГЕОЛОГИЯ**

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Авторы: Бутин В.В., к.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры

Геологии

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

д.г.-м.н., проф. Огородников В.Н.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 8 от 17.03.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

(подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

Методические рекомендации по дисциплине «СТРУКТУРНАЯ ГЕОЛОГИЯ, ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЧЕТВЕРТИЧНАЯ ГЕОЛОГИЯ» согласованы с выпускающей кафедрой **литологии и геологии горючих ископаемых**

Заведующий кафедрой ЛГГИ _____



К.Г.-М.Н., С.А. РЫЛЬКОВ

подпись

И.О. Фамилия

КРАТКАЯ МЕТОДИКА
составления курсовой работы
по теме ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ УРАЛА

1. Задача курсовой работы.

Основной задачей курсовой работы по структурной геологии является получение студентами навыков обработки имеющихся геологических материалов по конкретной площади и подготовка комплекса картографических и текстовых материалов по площади. Обязательными компонентами работы являются – Геологическая Карта и текст Проекта (Объяснительная Записка к геологической карте). В тексте работы должны быть отражены основные черты геологического строения рассматриваемой территории (только в пределах проектного листа) – Введение, Географическое положение, Стратиграфия, Магматизм, Тектоника, Полезные ископаемые.

2. Исходные материалы.

Для подготовки материалов к курсовой работе студентам выдаются в электронном компьютерном виде (на индивидуальные флеш-носители) следующие материалы:

а. Геологическая карта масштаба 1:200 000 района проектной площади с легендой (условные обозначения), стратиграфической колонкой, геологическими разрезами (1-3 разреза). Материалы даются в растровом виде (jpg., tif., bmp....).

б. Топографическая карта масштаба 1:500 000 – 1:1 000 000 (растр) с нанесенной координатной сеткой и номенклатурой планшетов масштаба 1:200 000.

в. Тектоническая схема района (растр, часть тектонической карты Урала масштаба 1:1 000 000) с координатной сеткой и номенклатурой планшетов масштаба 1:200 000.

г. Текст геологического строения листа масштаба 1:200 000 (Word, pdf,). Он содержит сокращенную геологическую характеристику района из Объяснительной Записки к Карте или из Геологического отчета.

д. Текстовое приложение (Word) СПИСОК ИНТРУЗИЙ. Отмечены номера и названия интрузивных массивов, выделенные на тектонической схеме.

3. Требуется:

А. Подготовка геологической карты.

а. Из геологической карты масштаба 1:200 000 «вырезать» намеченную $\frac{1}{4}$ часть планшета, соответствующую стандартному листу масштаба 1:100 000 и обозначить его номенклатуру. Необходимо помнить, что номенклатуры листов масштаба 1:200 000 и 1:100 000 обозначаются по-разному. Например, лист О-41-ХІІІ (1:200 000) содержит листы О-41-49, 50, 61, 62 (1:100 000).

б. Из общей легенды карты масштаба 1:200 000 выделить («вырезать») только те условные обозначения, которые имеют отношение к выбранному листу масштаба 1:100 000.

в. «Обработать» стратиграфическую колонку. В стратиграфической колонке оставить только те подразделения, который имеют распространение на территории описываемого листа масштаба 1:100 000, остальные подразделения из колонки убрать («вырезать»).

г. Использование геологического разреза (разрезов). Если линия приведенного к карте масштаба 1:200 000 геологического разреза проходит через описываемую площадь листа 1:100 000, то этот разрез (или его часть) можно в неизменном виде приложить к описываемой карте. Если линия разреза находится за пределами выбранного планшета, то

геологический разрез к этому планшету необходимо построить самостоятельно, ориентируясь на структурное положение комплексов и их взаимоотношения, показанные на имеющемся разрезе.

д. Оформить геологическую карту масштаба 1:100 000.

- Заголовок - аналогичный исходной карте 1:200 000. Здесь необходимо выделить «собственную» номенклатуру, например О-41-62.

- Показать планшет геологической карты масштаба 1:100 000. Форма планшета не должна быть искажена, пропорциональна, для этого масштаба размер планшета (по меридиану) должен составлять 37 см.

- К геологической карте добавить условные обозначения, стратиграфическую колонку, геологический разрез.

- Оформленная геологическая карта предоставляется в бумажном варианте, подготовленном и отпечатанном электронным способом. В виде исключения Геологическая карта проекта может быть подготовлена и раскрашена ручным способом.

Б. Подготовка текста Объяснительной записки.

В тексте Объяснительной записки приводится характеристика геологического строения и полезных ископаемых (перечень разделов указан выше), имеющих распространение только в пределах описываемого планшета масштаба 1:100 000. Для этого в тексте оставить только ту информацию, которая имеет отношение к описываемому планшету, удалив все остальное. Общий объем текста 25 – 40 стр.

4. Защита курсовой работы.

На защите курсовой работы необходимо показать знание основных черт геологического строения описываемой площади и полезных ископаемых. Наличие структурных этажей, ярусов, стратиграфических комплексов, магматических комплексов, складчатых, блоковых и разрывных структур, генетических типов месторождений и рудопроявлений полезных ископаемых. Знать состав и условия образования основных разновидностей пород, распространенных на площади, и отраженных в легенде и стратиграфической колонке.

На защите можно пользоваться текстом работы, геологической картой и приложениями.

5. Оценка курсовой работы.

Общая оценка складывается из оценки качества и полноты текста и геологической карты и оценки защиты работы.

6. Примерные темы курсовых работ:

Название курсовой работы
Геологическое строение листа О-41-111 (Белоярский)
Геологическое строение листа О-41-99 (Мальшева)
Геологическое строение листа N-41-45 (Куртамыш)
Геологическое строение листа О-41-112 (Богданович)
Геологическое строение листа О-40-131 (Нижние Серги)
Геологическое строение листа О-40-120 (Первоуральск)
Геологическое строение листа О-40-108 (Починок)

Геологическое строение листа О-40-107(Новоуральск)
Геологическое строение листа О-40-119(Бисерть)
Геологическое строение листа О-40-144(Верхний Уфалей)
Геологическое строение листа О-41-143(Шемаха)
Геологическое строение листа О-40-100(Артемовский)
Геологическое строение листа N-41-34(Красный Уралец)
Геологическое строение листа О-40-132(Верхние Серги)

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Проректор по учебно-методическому комплексу

С.А. Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.02 ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ С ОСНОВАМИ
ПАЛЕОНТОЛОГИИ И СТРАТИГРАФИИ**

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Устьянцева Н.В.

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.03.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

(подпись)

д.г. м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

Введение

Учебным планом специальности 21.05.02 Прикладная геология по дисциплине «Историческая геология с основами палеонтологии и стратиграфии» предусматривается написание контрольной работы на тему «Определение систематической принадлежности фоссилий из основных групп руководящих ископаемых». Это – самостоятельный труд студента, который способствует углублённому изучению пройденного материала.

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

ПК-3: Способность проводить геологические наблюдения и осуществлять их документацию на объекте изучения.

Результаты обучения, достижение которых свидетельствует об освоении компетенции:

Знания: основные группы руководящих ископаемых; общие, региональные и местные стратиграфические подразделения; принципы и методы основных стратиграфических исследований

Умения: проводить описание ископаемых остатков основных руководящих групп фауны; проводить геологические наблюдения на объекте изучения

Владения: навыками документации геологических объектов; навыками построения стратиграфических колонок и геологических разрезов; навыками определения относительного геологического возраста горных пород при помощи палеонтологического метода стратиграфических исследований.

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

Контрольная работа по теме «Основы палеонтологии».

Пользуясь «Атласом беспозвоночных животных», оформленном студентом процессе самостоятельной работы, определить систематическую принадлежность палеонтологических образцов беспозвоночных животных. Опишите основные морфологические признаки. Проанализируйте условия обитания и установите геологическое значение исследуемых фоссилий.

Каждый вариант контрольной работы составлен из каменного материала в виде пяти палеонтологических образцов беспозвоночных животных.

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 ископаемых органических остатков

1. Определение формы сохранности ископаемых остатков.
2. Общие закономерности строения скелета) ископаемого организма (внутренняя ядро, левая(правая) створка, две створки, панцирь, перистая форма; одиночная или колониальная форма; отчётливо заметны, трудно различимы или неразличимы в лупу внутренние элементы строения скелета).
3. Зарисовать ископаемое, на рисунке указать линейный масштаб. Выделить стрелками и подписать названия всех выявленных элементов строения скелета ископаемого (или следов его жизнедеятельности).
4. Определить и доказать систематическую принадлежность ископаемого, выявляя его *сходство* и *различие* с близкими по строению ископаемыми.
5. Определить условия обитания и образ жизни представителей определенного таксона.
6. Охарактеризовать геологическое значение таксона: стратиграфическое значение, породообразующую роль, использование при проведении палеогеографических реконструкций. Определить возраст горной породы.

Для удобства работы использовать табличную форму записи.

Фамилия _____ Группа _____

	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4	Образец 5
Тип					
Класс					
Отряд					
Род					
Экология (условия обитания), образ жизни					
Морфология (характерные черты строения)					
Геологическое значение					

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 ископаемых органических остатков.

<i>Критерии оценивания контрольной работы</i>	<i>Количество баллов</i>
Правильность определения систематической принадлежности фоссилий	0-1
Полнота описания морфологического строения фоссилий	0-2

Логичность и аргументированность выводов по работе	0-1
Использование профессиональной терминологии	0-1
Итого	0-5

- 5 баллов (90-100%) - оценка «зачтено»
- 4 балла (70-89%) - оценка «зачтено»
- 3 балла (50-69%) - оценка «зачтено»
- 0-2 балла (0-49%) - оценка «не зачтено».

Критерии оценки:

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся:

- если у всех пяти образцов правильно определена систематическая принадлежность; дано полное описание морфологического строения; выводы по работе логичны и аргументированные, материал изложен профессиональным языком;
- если правильно определена систематическая принадлежность четырех образцов из пяти; дано полное описание морфологического строения; имеется вывод по работе или его нет, материал изложен профессиональным языком;
- если правильно определена систематическая принадлежность трех образцов из пяти; описание морфологического строения с существенными замечаниями; выводы по работе нелогичны или отсутствуют, материал изложен без использования профессиональной терминологии;

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если правильно определена систематическая принадлежность двух образцов из пяти; описание морфологического строения неполно или неверно; выводы по работе нелогичны или отсутствуют, материал изложен без использования профессиональной терминологии.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Проректор по учебно-методическому комплексу


С.А. Управов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.02 ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ С ОСНОВАМИ
ПАЛЕОНТОЛОГИИ И СТРАТИГРАФИИ**

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Авторы: Устьянцева Н.В., Коророва Е.В.

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)

Зав. кафедрой _____


(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.03.2020

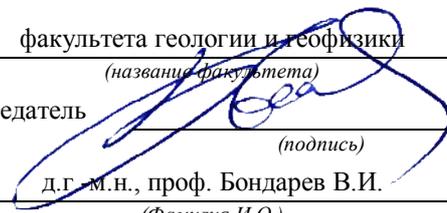
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель _____


(подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Историческая геология с основами палеонтологии и стратиграфии» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях:

- ✓ выполнение домашних заданий;
- ✓ освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую программу дисциплины [9];
- ✓ подготовка к экзамену;
- ✓ изучение коллекций ископаемых остатков основных систематических групп.

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 основным группам руководящих ископаемых и основным методам стратиграфических исследований.
- 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 «Историческая геология с основами палеонтологии и стратиграфии». Здесь указаны наименование и содержание лекционных тем в соответствии с Учебной программой курса [9]. Каждая тема является основой вопросов в экзаменационном 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 учебниках по курсу [1,3,4,7,8]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература [2, 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 [1,3,4,7,8] 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: Основы палеонтологии. [1,3]

Формы сохранности ископаемых остатков. Среда обитания и образ жизни организмов. Руководящие ископаемые. Царство животных: типы Sarcodina, Spongiata, Cnidaria, Arthropoda, Mollusca, Brizozoa, Brachiopoda, Echinodermata, Hemichordata, Chordata. Общая характеристика, геологическое значение. Царство растений.

Дополнительная литература: [2, 6].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Перечислите предмет, задачи и методы палеонтологии.
2. Каково значение палеонтологии для геологии?
3. При каких условиях организмы сохраняются в ископаемом состоянии?
4. По каким критериям проводится классификация ископаемых организмов?
5. Как проводится реконструкция образа жизни и условий существования ископаемых организмов?
6. Зарисуйте и опишите в атласе ископаемых организмов, составляемом на практических занятиях, цианобионты, строматолиты, онколиты. На рисунке стрелками покажите основные скелетные элементы.
7. Составьте схему систематического состава подцарства Protozoa, вписав названия недостающих таксонов (тип, класс) согласно схеме. Справа укажите классификационные признаки.



8. Зарисуйте и опишите в атласе ископаемых организмов, составляемом на практических занятиях, представителей родов Fusulina, Schwagerina, Nummulites; приведите их систематику и время жизни. Отметьте породообразующую роль фузулинид и нуммулитид.

9. Зарисуйте и опишите в атласе ископаемых организмов, составляемом на практических занятиях, губки и археоциаты. На рисунке стрелками покажите основные скелетные элементы.

10. С чем связано наличие у рогоз пережимов стенки кораллита (rugae-морщины)?

11. Зарисуйте и опишите в атласе ископаемых организмов, составляемом на практических занятиях, схемы строения днищевиков, четырехлучевых и шестилучевых кораллов. На рисунке стрелками покажите основные скелетные элементы (днища, септы, столбик, пузырчатую ткань). Составить атлас (систематика, диагноз, изображение, время жизни) представителей родов Stromatopora, Amphipora, Chaetetes, Conularia, Favosites, Syringopora, Halysites, Heliolites; Caninia, Cystiphyllum, Lithostrotion? Lithostrotionella, Lonsdaleia.

12. Зарисуйте и опишите в атласе ископаемых организмов, составляемом на практических занятиях представителей родов *Agnostus*, *Paradoxides*, *Asaphus*, *Scutellum*, *Phillipsia*.
13. Геологическое и стратиграфическое значение двуствчатых моллюсков рудистов.
14. Что такое голостомное и сифоностомное устья у гастропод и как они связаны с образом жизни гастропод?
15. Как распределяются во времени типы перегородочных линий у аммонитов?
16. Зарисуйте в атласе ископаемых организмов, составляемом на практических занятиях, схемы строения двустворок, гастропод, аммоноидей и колеоидей. На рисунке стрелками покажите основные скелетные элементы [4, рис. 5-8].
17. Зарисуйте и опишите в атласе ископаемых организмов, составляемом на практических занятиях представителей родов: **Двустворок** (*Trigonia*, *Pecten*, *Inoceramus*, *Gryphaea*, *Ostrea*, *Exogyra*, *Aucella*, *Cardium*, *Hippuritella*); **Гастропод** (*Bellerophon*, *Pleurotomaria*, *Eoumphalus*, *Patella*, *Turritella*, *Natica*); **Головоногих моллюсков** (*Nautilus*, *Endoceras*, *Orthoceras*, *Manticoceras*, *Tornoceras*, *Paragastrioceras*, *Ceratites*, *Cadoceras*, *Virgatites*, *Craspedites*, *Belemnitella*). Изображение представителя каждого рода снабдить систематикой, диагнозом и временем жизни.
18. Участвуют ли мшанки в пороодообразовании и каким образом?
19. С какого времени мшанки известны в палеонтологической летописи.
20. Используются ли мшанки для восстановления палеоэкологической и палеогеографической обстановок древних морских бассейнов?
21. Зарисуйте и опишите в атласе ископаемых организмов, составляемом на практических занятиях представителей родов: *Fenestella*, *Polypora*). Изображение представителя каждого рода снабдить систематикой, диагнозом и временем жизни.
22. Указать наиболее важные в стратиграфическом отношении отряды замковых брахиопод и указать время их существования.
23. Что значит “обратное положение” седла и синуса у одного из представителей (рода) отряда *Pentamerida*?
24. Зарисуйте и опишите в атласе ископаемых организмов, составляемом на практических занятиях представителей родов, указанных в Практикуме [4, с.64-69]. Изображение представителя каждого рода снабдить систематикой, диагнозом и временем жизни
25. С какого времени появляются Морские лилии и в чем состоит их породобразующая роль?
26. Каковы особенности морфологии морских пузырей отряда *Rhombifera*? За что они получили свое название?
27. Из скольких табличек состоит панцирь у большинства представителей класса Морские бутоны?
28. Чем отличается строение панциря у древних палеозойских и новых мезокайнозойских ежей?
29. Что такое “правильные” и “неправильные” морские ежи? Какие две группы выделяются в составе неправильных морских ежей?
30. Зарисуйте и опишите в атласе ископаемых организмов, составляемом на практических занятиях представителей родов, указанных в Практикуме [4, с.64-69]. Изображение представителя каждого рода снабдить систематикой, диагнозом и временем жизни.
31. В течение какого времени и в каких условиях существовали панцирные рыбы?
32. К какому подклассу относятся представители рода *Helicorion*? Время их существования?
33. Каковы основные черты строения лабиринтодонтов?
34. Охарактеризовать основные типы черепа пресмыкающихся.
35. Назвать основные подклассы пресмыкающихся и указать их типичных представителей.
36. Каковы характерные особенности анатомического строения древних птиц?

37. Основные экологические группы ископаемых представителей млекопитающих (наземные, плавающие, летающие). Указать типичных представителей, дать их краткую характеристику.

38. Укажите представители каких типов водорослей участвуют в рифообразовании и в породообразовании.

39. Каковы основные черты строения псилофитов и в какое время они заселили наземные пространства?

40. К какому типу растений относятся лепидодендроны и каковы основные черты их строения? Их геологическое значение.

41. К какому типу растений относятся каламитовые и каковы основные черты их строения? Их геологическое значение.

42. Каковы основные различия анатомического строения представителей классов Бессемянные, Голосеменные и Покрытосеменные растения? Каково их геологическое значение?

Тема 2: Основы стратиграфии. [4]

Предмет, задачи и принципы стратиграфии. Общая геохронологическая и стратиграфическая шкала. Биостратиграфические и литостратиграфические методы расчленения и корреляции. Событийная стратиграфия. Секвентная стратиграфия. Геофизические методы расчленения и корреляции. Радиохронологические методы определения возраста. Документация геологических объектов.

Дополнительная литература: [6].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Перечислить задачи стратиграфии в логической их последовательности. Указать конечные цели стратиграфических исследований.

2. С какой задачей стратиграфических исследований связано использование принципа Стенона?

3. С какой задачей стратиграфических исследований связано использование принципа Гексли?

4. С какой задачей стратиграфических исследований связано использование принципа Мейена?

5. Стратифицирующие литологические и палеонтологические признаки, их использование для построения стратиграфических шкал.

6. Для чего используются лимитотипы нижних границ ярусов

7. Каковы основные литологические признаки, которые используются для расчленения и корреляции разрезов?

8. Каковы основные особенности свитной стратиграфии? Как используется петрографический состав для стратификации разрезов?

9. Каковы основные условия для возникновения кривой слоистости? Как она используется в целях корреляции?

10. Как используется циклическое строение толщ для их расчленения и корреляции? Методика построения ритмограмм по Н.Б. Вассоевичу.

11. Каковы маркирующие горизонты в области развития прибрежно-морских угленосных серий отложений?

12. Как используются в стратиграфии уровни несогласного залегания пород? Угловое несогласие и его применение для стратификации докембрийских образований

13. Какие вы знаете типы палеонтологических шкал (биостратиграфическая и биохронологическая), их характеристика и возможности практического применения?

14. Каковы основные требования, которые следует предъявлять к биохронологическим шкалам? Основные приемы их построения. Почему необходимо условие минимальной размерности зональных подразделений шкалы?

15. Как создается комплексная характеристика зональных подразделений шкал?

16. Какие стратиграфические шкалы зависимые и какие независимые?
17. В чем состоит операция датировки возраста стратонов в единицах Международной стратиграфической шкалы?
18. Какие задачи решаются с помощью каротажа? Какие методы каротажных наблюдений наиболее оптимально выявляют наличие нефтеносных песчаников в пробуренной толще пород?
19. Каким методом каротажа определяется глубина залегания кровли и подошвы слоев в скважине?
20. Каковы ограничения для применения метода сейсмостратиграфических исследований?
21. Каковы основные гипотезы, лежащие в основе использования магнитостратиграфического метода?
22. Как по определению координат магнитного полюса устанавливается возраст?
23. Что такое атомный номер и массовое число элемента? Типы радиоактивного распада (бета-распад, выброс позитрона, захват электрона из внутренней К-оболочки).
24. Основная формула датировки возраста пород и минералов. Что такое постоянная распада, период полураспада?
25. Радиоуглеродный метод. Каковы его возможности определения возраста?
26. Рубидий-стронциевый метод. Образцы каких пород и какие минералы используются для проведения этого метода?
27. Калий-аргоновый метод. Образцы каких пород и какие минералы используются для проведения этого метода?
28. Уран-торий-свинцовый метод. Образцы каких пород и какие минералы используются для проведения этого метода?
29. Датирование по свинцово-свинцовому методу. Чем определяется возможность проведения этого метода?

Тема 3: Методы восстановления палеогеографической обстановки. [7,8]

Учение о фациях. Важнейшие критерии фациального анализа. Литофациальный и биофациальный анализы. Анализ общегеологических данных. Основные группы фаций. Палеогеографические карты и профили.

Дополнительная литература: [5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. В чем состоит суть биостратиграфического анализа?
2. Сущность литостратиграфического анализа.
3. Каким способом определяют относительный возраст интрузий?
4. Какие организмы являются стеногалинными?
5. Каким образом газовый режим влияет на расселение водных организмов?

Тема 4: Строение и главнейшие структуры земной коры. [7, 8]

Океаническая и континентальная кора. Платформы и складчатые области континентов. Срединно-океанические хребты и талассократоны. Важнейшие геотектонические концепции. Тектоническая периодизация, понятие о тектономагматических эпохах.

Дополнительная литература: [5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Какие основные типы земной коры выделяют?
2. Назовите структурные элементы океанов.
3. Назовите структурные элементы материков.
4. В чем состоит суть геосинклинальной концепции?
5. В чем состоит суть концепции тектоники литосферных плит?

Тема 5: Геологическая история Земли. [7, 8]

Стратиграфическое расчленение и ранги стратиграфических подразделений. Земля в докембрии: общая характеристика, органический мир, структуры земной коры и породообразование, полезные ископаемые. Земля в фанерозое. Основные черты палеозойского этапа: кембрия, ордовика, силура, девона, карбона и перми. Тектоно-магматические эпохи. Органический мир, структуры земной коры и палеогеография. Климатическая зональность. Полезные ископаемые. Основные черты мезозойского этапа: триаса, юры и мела. Отличительные черты осадконакопления. Киммерийская тектономагматическая эпоха. Органический мир, структуры земной коры и палеогеография. Климатическая зональность. Полезные ископаемые. Земля в кайнозое: органический мир, палеогеография, фазы альпийской складчатости, полезные ископаемые. Отличительные черты осадконакопления. Изменения климата и оледенения. Неотектонические движения. Направленность геологического развития земной коры.

Дополнительная литература: [5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Какова особенность докембрийских образований методика их изучения?
2. Основные черты палеозойской истории развития Земли: органический мир, тектоника и палеогеография.
3. Основные черты мезозойской истории развития Земли: органический мир, тектоника и палеогеография.
4. Основные черты кайнозойской истории развития Земли: органический мир, тектоника и палеогеография.

Вопросы к зачету по курсу

«Историческая геология с основами палеонтологии и стратиграфии»

1. Цели, задачи палеонтологии, значение палеонтологии для геологии. Формы сохранности ископаемых остатков. Среда обитания и образ жизни организмов. Руководящие ископаемые.
2. Тип Простейшие. Класс Саркодовые. Подкласс Фораминиферы. Подкласс Радиолярии. Общая характеристика*, геологическое значение.
3. Тип Губки, тип Археоциаты. Общая характеристика, геологическое значение.
4. Тип Кишечнополостные. Класс Коралловые полипы, основные подклассы. Общая характеристика, геологическое значение.
5. Тип Членистоногие. Класс Трилобиты. Общая характеристика, геологическое значение. Класс Остракоды, общая характеристика, геологическое значение.
6. Тип Моллюски. Класс Гастроподы. Класс Двустворчатые моллюски. Общая характеристика, геологическое значение.
7. Тип Моллюски. Класс Головоногие моллюски (Агониатиты, Гониатиты, Цератиты, Аммониты, Белемниты). Общая характеристика, геологическое значение.
8. Тип Брахиоподы. Характеристика классов Беззамковых и Замковых брахиопод, их геологическое значение.
9. Тип Иголкожие. Класс Морские ежи, Морские лилии, Морские пузыри, общая характеристика, геологическое значение.
10. Тип Полухордовые. Класс Граптолиты, общая характеристика, геологическое значение. Конодонты, геологическое значение.
11. Тип Хордовые, подтип Позвоночные. Класс Земноводные. Общая характеристика, геологическое значение.
12. Тип Хордовые, подтип Позвоночные. Класс Рыбы. Общая характеристика, геологическое значение.
13. Тип Хордовые, подтип Позвоночные. Класс пресмыкающиеся. Общая характеристика, геологическое значение.

14. Царство растения. Низшие растения. Систематика, геологическое значение.
15. Царство растения. Высшие растения. Систематика, геологическое значение. Спорово-пыльцевой анализ.
16. Предмет, задачи и принципы стратиграфии.
17. Общая геохронологическая и стратиграфическая шкала: общие, региональные и местные стратиграфические подразделения. Стратотип.
18. Биостратиграфические подразделения (биозона, комплексная зона, филозона, акмезона).
19. Биостратиграфический метод расчленения и корреляции. Точка ТГСГ.
20. Литостратиграфические методы расчленения и корреляции.
21. Типы слоистости, геологическое значение ее изучения.
22. Цикличность. Ритмостратиграфический метод расчленения и корреляции.
23. Перерывы в осадконакоплении. Маркирующие горизонты.
24. Событийная стратиграфия. Примеры глобальных абиотических и биотических событий.
25. Основные понятия секвентной стратиграфии (осадочная секвенция, парасеквенс, пакет парасеквенсов – проградационный, ретроградационный, аградационный).
26. Геофизические методы расчленения и корреляции: метод анализа каротажных диаграмм.
27. Магнитостратиграфический метод в стратиграфии.
28. Сейсмостратиграфический метод в стратиграфии, его достоинства и недостатки.
29. Радиохронологические методы определения возраста.

**Вопросы к экзамену по курсу
«Историческая геология с основами палеонтологии и стратиграфии»**

1. Задачи, решаемые исторической геологией, ее значение в системе геологических знаний.
2. Методы и принципы историко-геологического анализа. Принцип актуализма.
3. Геологическое летоисчисление. Абсолютная геохронология. Методы ядерной геохронологии, их недостатки и достоинства.
4. Методы относительной геохронологии. Литологические методы.
5. Геофизические методы относительной геохронологии.
6. Ритмостратиграфический и климатостратиграфический методы относительной геохронологии.
7. Общегеологические методы относительной геохронологии.
8. Методы биостратиграфии.
9. Геохронологическая и Стратиграфическая шкалы. Шкалы общие, региональные и местные.
10. Основные структуры земной коры. Типы земной коры.
11. Структуры земной коры континентов.
12. Эволюция и строение подвижных поясов сжатия.
13. Эволюция и строение платформ.
14. Структуры земной коры океанов.
15. Сущность фациального анализа, его задачи и методы; определение «фации».
16. Литофациальный анализ.
17. Биофациальный анализ.
18. Комплекс континентальных фаций.
19. Комплекс переходных фаций.
20. Комплекс морских фаций.
21. Догеологическая и лунная стадии развития Земли.
22. Тектоно-магматические эпохи (ТМЭ) в истории земной коры.

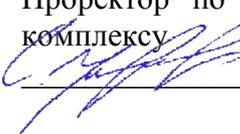
23. Архей и протерозой Земли.
24. Ранний палеозой планеты: стратиграфическое расчленение, климаты, развитие органического мира, палеогеография, полезные ископаемые.
25. Каледонская ТМЭ.
26. Поздний палеозой планеты: стратиграфическое расчленение, климаты, развитие органического мира, палеогеография, полезные ископаемые.
27. Герцинская ТМЭ.
28. Мезозой планеты: стратиграфическое расчленение, климаты, развитие органического мира, палеогеография, полезные ископаемые.
29. Киммерийская ТМЭ.
30. Кайнозой планеты: стратиграфическое расчленение, климаты, развитие органического мира, палеогеография, полезные ископаемые.
31. Альпийская ТМЭ.

Рекомендуемая литература

1. 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> Электронный ресурс
2. 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> Электронный ресурс
3. Черных В.В. Палеонтология беспозвоночных : практикум по дисциплине "Основы палеонтологии и общая стратиграфия": для студентов направления подготовки 130101 / В. В. Черных ; Уральский государственный горный университет. - 2-е изд., стер. - Екатеринбург : УГГУ, 2013. - 85 с. : ил. - Библиогр.: с. 71.
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.
5. Историческая геология с основами палеонтологии : учебник для студентов геологических специальностей вузов / Е. В. Владимирская [и др.]. - Ленинград : Недра, Ленинградское отделение, 1985. - 423 с.
6. Бондаренко О. Б. Краткий определитель ископаемых беспозвоночных : учебное пособие / О. Б. Бондаренко, И. А. Михайлова ; ред. В. Н. Шиманский. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Недра, 1984. - 536 с. 11
7. Амон Э. О. Введение в историческую геологию : учебник / Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург: УГГУ, 2005. - 511 с. : ил. - Библиогр.: с. 500-504.
8. Историческая геология с основами палеонтологии / Мария Даниловна Парфенова М. Д. - Томск : Изд-во НТЛ, 1999. - 524 с. : ил. - Библиогр.: с. 502. - ISBN 5-89503-063-7 9
9. Историческая геология с основами палеонтологии и стратиграфии программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация № 3 Геология нефти и газа / Н.В. Устьянцева, Е.В. Коророва. Екатеринбург: УГГУ, 2019. 11 с.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Проректор по учебно-методическому комплексу

С.А. Управов



**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Б1.В.03 ОСНОВЫ УЧЕНИЯ О ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Авторы: Макаров А.Б., д.г.-м.н., Малюгин А.А., к.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры
*Геологии, поисков и разведки
месторождений полезных ископаемых*

Зав. кафедрой


(подпись)

д.г.-м.н., проф. Душин В.А.

(Фамилия И.О.)

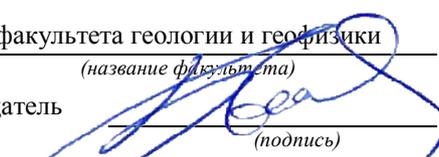
Протокол № 190 от 17.03.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики
(название факультета)

Председатель


(подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

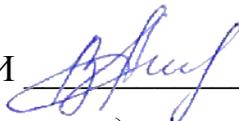
Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

Методические рекомендации по дисциплине «ОСНОВЫ УЧЕНИЯ О ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ» согласованы с выпускающей кафедрой **литологии и геологии горючих ископаемых**

Заведующий кафедрой ЛГГИ



подпись

к.г.-м.н., С.А. РЫЛЬКОВ

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.
- 10). 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 РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Проректор по учебно-методическому комплексу

С. А. Управов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.04 РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ, ГЕОТЕКТОНИКА
И ГЕОДИНАМИКА**

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Авторы: Контарь Е. С., д.г.-м.н.; Кисин А. Ю., д.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры

Геологии

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

д.г.-м.н., проф. Огородников В.Н.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 8 от 17.03.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

(подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

Методические указания по дисциплине «РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ, ГЕОТЕКТОНИКА И ГЕОДИНАМИКА» согласованы с выпускающей кафедрой **литологии и геологии горючих ископаемых**

Заведующий кафедрой ЛГГИ



подпись

к.г.-м.н., С.А. РЫЛЬКОВ

И.О. Фамилия

Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Региональная геология, геотектоника и геодинамика» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях:

- ✓ выполнение домашних заданий;
освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую программу дисциплины [9];
- ✓ подготовка к экзамену;
- ✓ изучение коллекций ископаемых остатков основных систематических групп.

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 результатам современных региональных, геотектонических и геодинамических исследований.
- 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 «Региональная геология, геотектоника и геодинамика». Здесь указаны наименование и содержание лекционных тем в соответствии с Учебной программой курса [9]. 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, 5, 6]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература [3, 4, 7, 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, 5, 6] 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: Предмет, объекты, цели и задачи региональной геологии. [1, 2]

Предмет, объекты, цели и задачи региональной геологии. Взаимоотношения с другими геологическими направлениями. Организационное и научно-методическое обеспечение региональных работ

Дополнительная литература: [3, 4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что изучает региональная геология?
2. Как соотносится региональная геология с другими геологическими направлениями?

Тема 2: Тектоническое и гидрогеологическое районирование территории Российской Федерации. [1, 2]

Принципы и задачи тектонического и гидрогеологического районирования территории Российской Федерации. Понятия об основных структурах континентальной земной коры (платформы, складчатые области и их элементы строения). Основные признаки тектонических комплексов, соответствующих им режимов и их минерагенические особенности. Тектонические режимы: геосинклинальный, орогенный, платформенный, индикаторные геологические формации, основные полезные ископаемые. Тектоническое и гидрогеологическое районирование территории Российской Федерации. Соотношение тектонических и гидрогеологических структурных элементов.

Дополнительная литература: [3, 4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Какие основные принципы положены в основу тектонического районирования?
2. Какие крупные области выделяются при тектоническом районировании России?
3. Назовите основные структуры континентальной земной коры.
4. Основные положения тектоники литосферных плит?

Тема 3: Древние платформы. [1, 2]

Общая характеристика древних платформ. Восточно-Европейская древняя платформа: районирование, основные особенности строения фундамента, чехла, типы и условия размещения месторождений полезных ископаемых. Сибирская древняя платформа: районирование, основные особенности строения фундамента, чехла, типы и условия размещения месторождений полезных ископаемых.

Дополнительная литература: [3, 4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Границы и основные структурные элементы Восточно-Европейской платформы?
2. Этапы формирования фундамента Восточно-Европейской платформы, характерные черты каждого из них
3. Какие полезные ископаемые связаны с фундаментом и осадочным чехлом Восточно-Европейской платформы?
4. Границы и основные структурные элементы Сибирской платформы?
5. Формирование фундамента сибирской платформы.
6. Найдите на геологической карте, какие структуры образовали Лено-Тунгусскую, Алдано-Анабарскую и Юдомо-Оленекскую формационные зоны венда.

7. Рассмотрите структурный план Сибирской платформы в девоне, карбоне, перми и триасе.

Тема 4: Складчатые пояса России. [1, 2]

Общая характеристика складчатых поясов России. Урало-Монгольский складчатый пояс: районирование, основные черты строения, типы и условия размещения месторождений полезных ископаемых. Средиземноморский складчатый пояс: районирование, основные черты строения, типы и условия размещения месторождений полезных ископаемых. Тихоокеанский складчатый пояс: районирование, основные черты строения, типы и условия размещения месторождений полезных ископаемых.

Дополнительная литература: [3, 4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Границы и основные тектонические структуры Урало-Новоземельской складчатой области.
2. Развитие Урало-Монгольского складчатого пояса в палеозое?
3. Покажите на геологической карте основные структуры Южного Тянь-Шаня.
4. Какие основные этапы можно выделить в развитии Казахско-Киргизской складчатой области?
5. Полезные ископаемые Алтае-Саянской складчатой области.

Тема 5. Предмет, объект и структура геотектоники. Основные геотектонические гипотезы. [6, 7]

Предмет изучения и значение геологии для науки и практики. Мировоззренческая роль геологии. Место курса геологии в подготовке специалиста. Планеты Солнечной системы. Физические свойства Земли. Модели Земли. Химический состав земной коры. Минералы и горные породы. Земная кора: мощность, типы, строение и состав. Современные методы исследования земной коры.

Дополнительная литература: [8, 9].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Опишите строение земной коры. Каковы ее мощность, строение и состав?
2. Какие современные методы исследования земной коры Вы знаете?

Тема 6. Тектонические движения и методы их изучения. [6, 7]

Общие сведения о геологических процессах. Тектонические движения: колебательные, дислокационные. Тектонические нарушения: складчатые, разрывные. Землетрясения. Методы изучения современных вертикальных тектонических движений: водомерный и метод повторного нивелирования. Методы изучения горизонтальных современных тектонических движений: метод повторной триангуляции, лазерный метод и метод дифференциальной интерферометрии. Методы изучения вертикальных палеотектонических движений: метод фаций, метод мощностей, метод формаций, объемный метод, метод стратиграфических несогласий, метод сравнительной тектоники. Методы изучения горизонтальных палеотектонических движений: метод наилучшего совмещения контуров, палеомагнитный метод, палеоклиматический метод. Палинспастический метод и петроструктурный анализ.

Дополнительная литература: [8, 9].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Какие типы тектонических движений Вы знаете?
2. Методы изучения современных тектонических движений?
3. Какими методами изучают современные тектонические движения?
4. Какими методами изучают палеотектонические движения?

Тема 7. Геотектоническая таксономия. [6, 7]

Тектоносфера, астеносфера, Земная кора, океаническая кора, континентальная кора. Литосферные плиты. Дивергентные, конвергентные и трансформные границы. Срединные океанические хребты. Рифты, абиссальные равнины. Активные окраины континентов. Глубоководные желоба. Аккреционная призма. Вулканические островные дуги и их типы. Крайнее море. Пассивные окраины континентов. Шельф. Континентальный склон. Континентальное подножие. Платформы и их типы: протоплатформы, древние платформы, молодые платформы. Авлакогены. Синеклизы и антеклизы. Складчатые пояса (субдукционные и коллизионные). Развитие складчатых поясов. Структура складчатых поясов. Краевые прогибы (передовые прогибы). Террейны. Срединные массивы. Континентальные рифты. Тектономагматический цикл. Цикл Уилсона. Геодинамический цикл.

Дополнительная литература: [8, 9].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Назовите основные положения концепции тектоники литосферных плит.
2. Какие структурные элементы выделяют в этой концепции?
3. Что такое рифты, механизм и этапность их формирования.
4. Что такое «конвергентный» тип границ литосферных плит и какие геодинамические обстановки им соответствуют?
5. Перечислите современные литосферные плиты.

Тема 8: Геологические тела и структуры как критериальные признаки геотектонических обстановок. [6, 7]

Геотектонический парагенез. Складчатые структуры. Классификация складок. Разрывные структуры и их классификация. Вулканические структуры. Геологические формации. Типоморфные осадочные формации различных геотектонических структур. Типоморфные вулканические формации различных геотектонических обстановок. Типоморфные плутонические формации различных геотектонических обстановок. Типоморфные метаморфические формации различных геотектонических обстановок. Геотектонические обстановки формирования структур тектоносферы.

Дополнительная литература: [8, 9].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Какие разрывные структуры Вы знаете? Какова их классификация?
2. Какие складчатые структуры Вы знаете? Какова их классификация?
3. Какие вулканические структуры Вы знаете? Какова их классификация?

Тема 9: Геотектонические обстановки формирования структур тектоносферы. Геотектоническое районирование. Геотектонические карты. [6, 7]

Геотектонические обстановки океанических рифтов. Геотектонические обстановки срединных океанических хребтов. Геотектонические обстановки абиссальных равнин. Геотектонические обстановки пул-апарт бассейнов. Геотектонические структуры зон перехода от океана к континенту. Геотектонические обстановки пассивных окраин. Геотектонические обстановки активных окраин континента. Геотектонические обстановки зон орогенеза складчатых поясов. Геотектонические обстановки зон внутриплитной активизации. Геотектоническая обстановка континентальных рифтов. Геотектонические обстановки формирования чехла платформ. Геотектонические карты

Дополнительная литература: [8, 8].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Этапность развития океанических и срединно-океанических рифтов?
2. Этапность развития континентальных рифтовых зон?
3. Какими геотектоническими обстановками характеризуются бассейны пассивных окраин континента?

4. Какими геотектоническими обстановками характеризуются бассейны активных окраин континента?
5. Какими геотектоническими обстановками характеризуются зоны внутриплитной активизации?

**Вопросы к зачету по курсу
«Региональная геология, геотектоника и геодинамика»**

1. Геотектоника (определение). Цели и задачи дисциплины, основные разделы.
2. Прикладное (практическое) значение геотектоники.
3. Методы геотектоники, значение актуалистического подхода при геотектонических исследованиях.
4. Основные положения существовавшего ранее учения о геосинклиналях (строение и развитии геосинклинальных систем).
5. Современная интерпретация представлений о геосинклиналях с позиций мобилизма.
6. Идеи фиксизма и мобилизма.
7. Парадигма тектоники литосферных плит (основные положения).
8. Источники сведений о внутреннем строении Земли. Глубинное строение Земли (внутреннее и внешнее ядро, нижняя и верхняя мантия, переходные слои С и D).
9. Понятие о литосфере, астеносфере и тектоносфере.
10. Существующие типы земной коры, разделы Конрада и Мохоровичича их геологический и геофизический смысл.
11. Земная кора континентального типа: строение, состав, возраст.
12. Земная кора океанического типа: строение, состав, возраст.
13. Земная кора переходного типа - субокеаническая и субконтинентальная.
14. Явление изостазии.
15. Современные литосферные плиты (показать и перечислить). 19. Фиксация границ плит, типы их взаимоотношений друг с другом, соподчиненность с материками и океанами.
16. Прямые данные о взаимном перемещении литосферных плит в настоящее время.
17. Дивергентные типы границ плит и соответствующие им геодинамические обстановки (перечислить).
18. Конвергентные типы границ литосферных плит и соответствующие им геодинамические обстановки (перечислить).
19. Процесс рифтогенеза. Возможные модели зарождения рифтовых структур. Континентальный рифтогенез. Этапность развития континентальных рифтовых зон. Океанический рифтогенез (спрединг) и формирование океанической коры. Глобальная рифтовая система Земли.
20. Срединно-океанические хребты (классификация, строение, характерные геологические формации). Окраинные (задуговые) морские бассейны (классификация, строение, характерные геологические образования). Субдукционные геодинамические обстановки (перечислить). Активные континентальные окраины островодужного типа (классификация, строение, характерные геологические образования). Активные континентальные окраины андского типа (строение, характерные геологические образования).
21. Коллизионные геодинамические обстановки. Орогенические пояса шотландского и скандинавского (гималайского) типов (классификация, строение, характерные геологические образования).
22. Процессы обдукции при замыкании океанических бассейнов. Представление об офиолитах.

23. Сдвиговые (трансформные) границы плит. Трансформные разломы океанов: характер перемещений, их структурное выражение и характерные геологические образования.

24. Внутриплитные геодинамические обстановки. Представления о тектонике плюмов, Представление о горячих точках и горячих полях. Характерные магматические образования горячих точек.

25. Континентальный рифтогенез. Главные элементы континентальных рифтовых систем. Континентальные рифты: главные структурные элементы, характерные геологические образования. Периокеанический рифтогенез. Пример - рифт Красного моря.

26. Геодинамические обстановки формирования обширных провинций внутриконтинентальных траппов.

27. Методы изучения современных тектонических движений и деформаций: вертикальные движения, горизонтальные движения.

28. Методы изучения движений и деформаций геологического прошлого: анализ фаций и мощностей, объемный метод, формационный анализ, анализ перерывов и несогласий.

29. Методы изучения современных движений и деформаций: Структурно- геоморфологические методы.

30. Современные представления о происхождении складчатых поясов с позиций тектоники литосферных плит. Области океанов: срединно-океанические хребты (типы, строение, характерные геологические формации), абиссальные равнины (строение, характерные геологические формации), микроконтиненты (строение, характерные геологические формации), глубоководные желоба (строение, характерные геологические формации).

31. Принципы тектонического районирования крупных территорий континентов по возрасту завершающей складчатости и по типам геодинамических обстановок (эндогенных режимов).

32. Понятие о структурных комплексах, этажах и ярусах земной коры.

33. Структурно-формационное районирование территорий. Выделение структурно-вещественных комплексов, отвечающих определенным геодинамическим обстановкам.

34. Складчатые дислокации, разломы и кольцевые структуры, их роль в строении и развитии земной коры. Современное понимание термина «глубинные разломы».

35. Основные принципы составления палеогеодинамических карт. Выделение геодинамических циклов, составление легенд.

36. Террейновый анализ.

37. Существующие представления о палеогеодинамическом развитии Восточной Сибири (принципы построения легенды к тектонической карте Восточной Сибири).

38. Представление о глобальных палеогеодинамических реконструкциях.

39. Источники энергии глубинных геологических процессов. Связь глубинных процессов и процессов, происходящих в земной коре и литосфере. Представление о циклах Уилсона.

Вопросы к экзамену по курсу «Региональная геология, геотектоника и геодинамика»

1. Основные черты строения чехла Сибирской платформы (юрско-меловой комплекс и кайнозойские отложения).

2. Полезные ископаемые Сихотэ-Алинской области.

3. Основные черты строения чехла Сибирской платформы (среднекаменноугольно-среднетриасовый комплекс, пермо-триасовый трапповый и триасовый ультраосновной магматизм).

4. Полезные ископаемые Байкальской горной области

5. Основные черты строения чехла Сибирской платформы (ордовикско-силурийский и девонско-нижнекаменноугольный комплексы).
6. Полезные ископаемые Саяно-Енисейской области.
7. Основные черты строения Восточно-Европейской платформы
8. (мезозойско-кайнозойский комплекс).
9. Главнейшие угленосные бассейны Сибирской платформы.
10. Основные черты строения Восточно-Европейской платформы
11. (средне-верхнепалеозойский комплекс).
12. Нефтегазоносные провинции Сибирской платформы.
13. Основные черты строения Восточно-Европейской платформы (нижнепалеозойский комплекс).
14. Главнейшие нефтегазоносные провинции Восточно-Европейской платформы
15. Основные черты строения Олюторско-Камчатской складчатой и Курильской геосинклинальной систем.
16. Основные черты строения восточных зон Урала.
17. Полезные ископаемые Верхоянско-Чукотской области.
18. Структурно-тектоническое районирование и основные черты строения Тихоокеанского пояса.
19. Полезные ископаемые Большого Кавказа.
20. Структурно-тектоническое районирование и основные черты строения Средиземноморского пояса (в пределах территории России).
21. Основные черты строения осевой зоны и западного склона Урала.
22. Полезные ископаемые восточных структур Урала
23. Структурно-тектоническое районирование Урало-Монгольского пояса.
24. Полезные ископаемые структур осевой зоны и западного склона Урала
25. Структурно-тектоническое районирование Урала.
26. Полезные ископаемые Западно-Сибирской плиты
27. Основные черты строения чехла Сибирской платформы (рифейский и венд-кембрийский комплексы)
28. Основные черты строения фундамента Сибирской платформы.
29. Полезные ископаемые Восточно-Магнитогорского пояса.
30. Основные черты строения Западно-Сибирской плиты.
31. Полезные ископаемые Тагильского пояса
32. Строение чехла Восточно-Европейской платформы (рифейский и венд-кембрийский комплексы).
33. Основные черты строения фундамента Восточно-Европейской платформы.
34. Полезные ископаемые чехла Сибирской платформы.
35. Основные признаки тектонических комплексов и соответствующих им режимов.
36. Полезные ископаемые фундамента Восточно-Европейской платформы.
37. Основные черты тектонического районирования территории Российской Федерации.
38. Предмет региональной геологии. Объекты региональной геологии. Организационное и научно-методическое обеспечение региональных геологоразведочных работ.

Рекомендуемая литература

- 1 Контарь Е.С. Региональная геология: учебное пособие / Е. С. Контарь ; Министерство науки и высшего образования РФ, Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург: УГГУ, 2018. - 126 с.
- 2 Короновский Н.В. Геология России и сопредельных территорий : учебник / Н. В.

Короновский. - Москва : Академия, 2011. - 240 с.

3. Цейслер В.М. и др. Основы региональной геологии СССР : учебник / В. М. Цейслер [и др.]. - Москва : Недра, 1984. - 358 с.

4. Горная энциклопедия : в 5-ти т. - Москва : Советская энциклопедия, 1984 - 1991. Т. 1 : Аа - лава - Геосистема / гл. ред. Е. А. Козловский [и др.]. - 1984. - 560 с.

5 Бабенко В.В. Геотектоника, геодинамика и металлогения: учебник / В. В. Бабенко; Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург: УГГУ, 2009. 734 с.

6 Хаин В. Е., Ломизе М. Г. Геотектоника с основами геодинамики. М.: Изд. КДУ, 2005.

7 Мохнач, М. Ф. Геология. Книга 2. Геодинамика: учебник / М. Ф. Мохнач, Т. И. Прокофьева ; под ред. А. Н. Павлов. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2011. — 280 с. — 978-5-86813-290-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17904.html>

8. Хаин В.Е., Михайлов А.Е. Общая геотектоника. - М.: Недра, 1985.

9. Региональная геология, геотектоника и геодинамика: программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация № 3 Геология нефти и газа / Е.С. Контарь, А.Ю. Кисин. Екатеринбург: УГГУ, 2019. 15 с.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Проректор по учебно-методическому комплексу

С.А. Упоров



МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.05 КРИСТАЛЛОГРАФИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

квалификация выпускника: горный инженер-геолог

Автор: Суставов С.Г., доцент, к.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры

Минералогии, петрографии и геохимии

(название кафедры)
Зав. кафедрой Коротеев
(подпись)
д.г.-м.н., проф. Коротеев В.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 4 от 17.03.2020
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

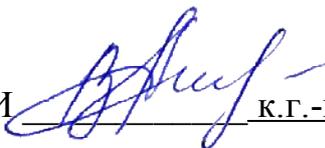
(название факультета)

Председатель Бондарев
(подпись)
д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 7 от 20.03.2020
(Дата)

Екатеринбург
2020

Методические рекомендации по дисциплине «КРИСТАЛЛОГРАФИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ» согласованы с выпускающей кафедрой **ЛИТОЛОГИИ И ГЕОЛОГИИ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ**

Заведующий кафедрой ЛГГИ



_____к.г.-м.н., С.А. РЫЛЬКОВ_____

подпись

И.О. Фамилия

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ПРЕДИСЛОВИЕ	4
ВВЕДЕНИЕ	5
ВНЕШНИЕ ПРИЗНАКИ МИНЕРАЛОВ	6
Морфология кристаллов	7
Строение агрегатов	10
Блеск	11
Цвет, черта	12
Твердость	15
Спайность и отдельность	17
Упругость, пластичность, хрупкость	18
Плотность	19
Магнитные свойства	19
ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛОВ	20
КЛЮЧ К ТАБЛИЦАМ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛОВ	22
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ	23
ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ	23
ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА	24
ТАБЛИЦЫ МИНЕРАЛОВ	26
УКАЗАТЕЛЬ МИНЕРАЛОВ	168

ПРЕДИСЛОВИЕ

Знакомство с минералами начинается с восприятия тех или иных внешних признаков, определение которых возможно без каких-либо приборов, с помощью наиболее простых приспособлений. Диагностика по внешним признакам является наиболее простым и универсальным методом при определении минералов. Вместе с тем от диагноста требуется "острая" наблюдательность и хорошая память. В практической минералогии, как правило, невозможно определение минерала по словесному описанию. Практическая минералогия – "чувственная" наука и в ней справедливо правило: лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать, и лучше один раз в руках подержать, чем сто раз увидеть. Рассматривая минерал в витрине музея можно получить информацию только о его цвете и форме выделения. Держа образец в руках дополнительно можно достаточно надежно определить его блеск, плотность, сопутствующие минералы. Внимательный осмотр образцов опытным специалистом дает большую информацию, которая не только позволяет определить минерал, но, в некоторых случаях, указать месторождение. В свое время курс практической минералогии был разработан основателем кафедры – К.К.Матвеевым сразу после революции. Для проведения лабораторных занятий необходим определитель минералов. Первоначально для этой цели использовалось руководство А.Вейсбаха и К.Фукса. В дальнейшем был издан определитель Ф.И.Рукавишника в 1938 году. Позднее этот определитель обновлялся и расширялся в 1956 году В.Н.Свяжиным, а в 1970 году Г.Н.Вертушковым и В.Н.Авдониным.

Минералогия, как и другие науки, не стоит на месте - растет поток информации о минералах. Это привело к физическому и моральному старению определителя 1970 года. Все это послужило причиной к переработке, расширению и некоторому изменению таблиц и принципа расположения минералов в структуре определителя. При написании определителя основной упор делался на те свойства минералов, определение которых может производить любой студент, знакомый с основами геометрической кристаллографии и конституцией минералов. Первое издание таблиц было осуществлено автором в 1995 году, в настоящее время пришла пора несколько изменить

и дополнить существующие таблицы описанием внешних признаков минералов.

Вместе с этим таблицы выполнены в таком виде, что могут быть использованы для диагностики минералов в полевых условиях и в курсах по практической минералогии, в геммологии и других науках.

ВВЕДЕНИЕ

Таблицы для определения минералов по внешним признакам составлены в соответствии с программой курса "Кристаллография и минералогия" для специальности 21,05.02 – " Прикладная геология". Минеральные виды, представленные в таблицах, приведены в соответствие со сводкой по систематике (Флейшер М. 1990), лишь некоторые изоморфные ряды описаны как единый минерал при отсутствии данных по крайним членам ряда.

При пользовании определителем необходимо различать понятия: минерал и минеральный вид, которые нередко в некоторой литературе отождествляют. Минерал, как объект исследования науки минералогии, известен с глубокой древности. Первоначально к минералам наряду с кристаллами причислялись "земли", горные породы, торф, каменный уголь. В настоящий период под минералом понимается продукт природной физико-химической реакции, имеющий индивидуализированный химический состав, изменяющийся в определенных границах и обладающий или обладавший кристаллической структурой, которая разрушена под влиянием радиоактивного облучения. По мере детального изучения отдельных минералов было установлено, что они, в свою очередь, состоят из двух или нескольких веществ, имеющих строго индивидуализированный состав, но обладающих однотипной структурой. Эти исследования позволили выделить новое понятие – минеральный вид являющийся фундаментальной единицей современных минералогических классификаций. Таким образом, минеральный вид является частью, более общего, понятия минерал. Например: минерал гранат состоит из отдельных видов: гроссуляр, андрадит, уваровит, пироп, спессартин, альмандин; минерал оливин содержит в своем составе виды: форстерита и фаялита и т.д. В настоящее время для сложных многокомпонентных твердых растворов, которыми являются некоторые минералы, понятие минерал отождествляется с названием группы в классификации.

ВНЕШНИЕ ПРИЗНАКИ МИНЕРАЛОВ

Каждый минеральный вид имеет определенный химический состав и структуру, которые находятся в тесной взаимосвязи и определяют его конституцию. Конституция определяет свойства, присущие минералу, и его морфологию. Свойства, определяемые визуально или с использованием простых испытаний, называются внешними признаками. Искусство диагностики минералов определяется овладением этими признаками. В отдельных случаях внешние признаки настолько специфичны, что позволяют однозначно определить минерал. В других случаях они позволяют выделить группу минералов, в которой определение конкретного вида требует тщательного анализа.

К внешним признакам относятся морфология кристаллов, строение агрегатов, блеск, цвет, черта, твердость, спайность, отдельность, упругость, пластичность, хрупкость, плотность, магнитные свойства

Морфология кристаллов

Форма кристалла определяется его структурой и влиянием окружающей среды. Появление тех или иных простых форм на кристалле определяется законом Бравэ, согласно которому при образовании кристаллов развитие и частота появления основных форм зависят от густоты расположения атомов, ионов на их гранях. В соответствии с принципом Кюри, внешняя симметрия кристалла будет сохранять только те элементы симметрии, которые совпадают с подобными элементами симметрии среды. Степень развития кристалла в разных направлениях определяет его облик. Выделяются следующие типы облика (рис. 1):

1) изометричный (а) – кристалл примерно одинаково развит по трем взаимно перпендикулярным направлениям; 2) увеличение в одном

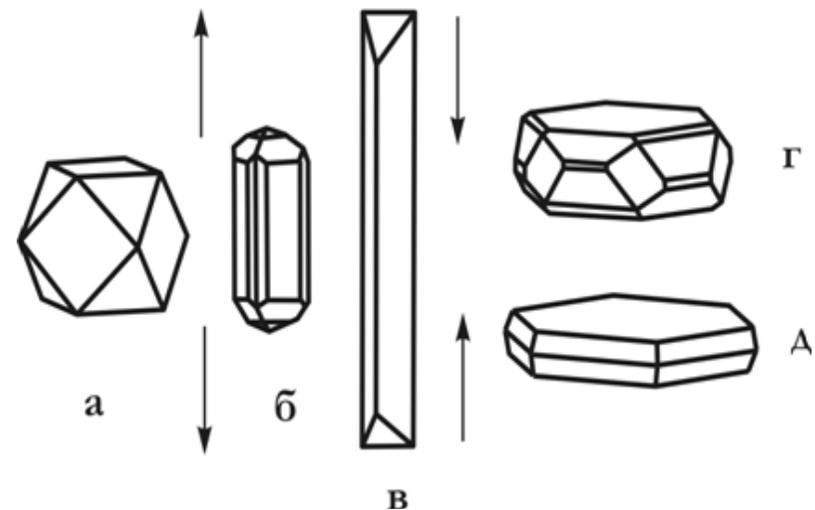


Рис. 1. Типы облика кристаллов.

а-изометричный, б-короткопризматический, в-длиннопризматический, г-таблитчатый, д-пластинчатый

Габитус кристалла определяется преобладающими гранями простых форм, представленных в огранении. Например, у пирита облик изометричный, а габитус кубический, пента-гондодекаэдрический или октаэдрический.

Грани кристаллов нередко покрыты мелкими бороздами или штрихами. Для ряда минералов присутствие штриховки является важным диагностическим признаком. В одних случаях она наблюдается в виде параллельных штрихов, в других штрихи пересекаются под определенными углами. Так, на гранях призмы кристаллов кварца наблюдается

направлении последовательно приводит к короткопризматическому (б), длиннопризматическому (в), игольчатому, волокнистому облику; 3) сжатие в одном направлении определяет таблитчатый (г), пластинчатый (д), чешуйчатый, листоватый облик.

Неравномерное развитие кристалла в разных направлениях определяет бочонковидный, клиновидный, скипетровидный, сноповидный и другие облики.

6

выделяются параллельные, двойниковые и эпитаксические сростки. Параллельными сростками называются такие срастания кристаллов минералов, в которых все грани первого кристалла параллельны соответствующим граням второго.

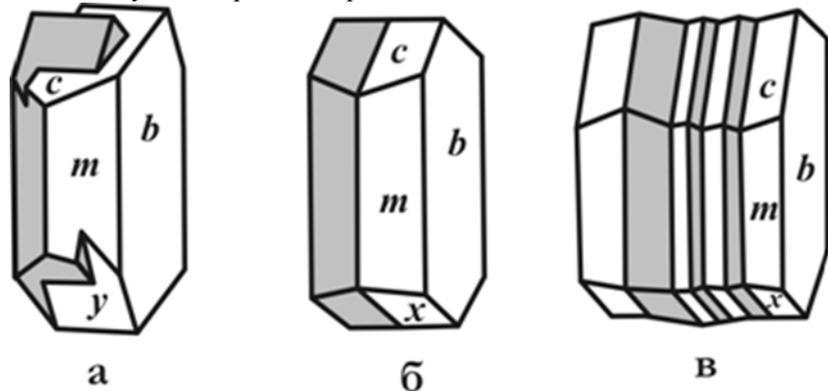


Рис.2. Виды двойниковых срастаний.
а-двойник прорастания, б-двойник срастания,
в-полисинтетический двойник

поперечная штриховка, а на гранях призмы топаза и берилла – вертикальная.

По своему происхождению штриховка может быть *комбинационной*, обусловленная узкими вицинальными гранями двух простых форм (берилл, турмалин и др.), *двойниковой*, являющейся результатом полисинтетического двойникования минералов (сфалерит, корунд, плагиоклазы и др.) *индукционной*, появляющейся в месте соприкосновения двух одновременно растущих индивидов.

Кристаллы редко бывают одиночными, обычно они образуют сростки. Различают *закономерные* и *случайные* сростки, среди первых

7

в значительной степени зависит от формы отдельных кристаллов и механизма их образования. В случае изометричных зерен агрегаты по величине их подразделяются на тонкозернистые (зерна на глаз неразличимы), мелкозернистые (зерна менее 1мм, но различимы на глаз), среднезернистые (1-5 мм), крупнозернистые (5-20 мм), гигантозернистые (зерна крупнее 20 мм).

В том случае, если индивиды имеют вытянутую в разной степени форму, то они образуют *шестоватые*, *игольчатые*, *волокнистые* агрегаты. Если кристаллы обладают *уплощенной* формой, то агрегаты приобретают *пластинчатое*, *чешуйчатое*, *листоватое* строение.

По механизму образования выделяют следующие агрегаты. В открытых полостях из низкотемпературных растворов на стенках осаждаются натечные агрегаты, которые могут иметь *сталактитовое*, *гроздевидное*, *сосцевидное* или *почковидное* строение. Из коллоидных суспензий (гелей) образуются *колломорфные* агрегаты.

В том случае, если открытая полость не полностью заполняется раствором, то на стенках полости происходит образование друз или щеток кристаллов. Друзы сложены удлиненными кристаллами и имеют зону геометрического отбора. Последняя предполагает преимущественный рост тех индивидов, удлинение которых совпадает с

Двойниками называются закономерные срастания двух кристаллов одного и того же минерала, в которых один индивид может быть выведен из другого отражением в плоскости или поворотом на 180° вокруг оси. В зависимости от количества сросшихся в двойниковом положении индивидов различают тройники, четверники, пятерническийки и т. д. В зависимости от расположения элементов простые двойники подразделяются на *двойники прорастания* (рис.2а) и *двойники срастания* (рис. 2б). Наряду с простыми двойниками широко распространены *полисинтетические двойники*. В них каждые два соседних индивида находятся в двойниковом положении (рис.2в).

Эпитаксическими сростками называются срастания двух различных минералов, в которых хотя бы некоторые кристаллографические элементы оказываются параллельными. Это объясняется сходством кристаллических структур и параметров решеток у минералов в эпитаксическом сростке

Строение агрегатов

Незакономерное срастание множества индивидов одного или разных минералов называется агрегатом. Форма минеральных агрегатов

нормалью к стенке полости. Щетки обычно представлены изометричными индивидами, в которых геометрический отбор прошел, и все кристаллы имеют одинаковую ориентировку.

Мелкие стяжения сферической или эллипсоидальной формы носят название оолитов и сферолитов. *Оолиты* обычно сцементированы друг с другом в горную породу. Они имеют концентрически-скорлуповатое строение, отдельные слои их отлагаются вокруг центра (например, песчинки или пузырька воздуха). *Сферолиты* обладают радиально-волокнистым строением и образуются в открытой полости. *Конкреции* - стяжения округлой формы, радиально-лучистого или скорлуповатого строения, рост которых происходил от центра к периферии.

При быстрой кристаллизации минерала в трещине или хорошо проницаемой породе образуются плоские или объемные ветвистые агрегаты (*дендриты*). Наряду с основными типами минеральных агрегатов, имеются разновидности, наименования которых отражают внешние особенности этих агрегатов, например *звездчатые, сетчатые, ячеистые, шлаковидные, землистые*

Блеск

Блеск – это визуальная характеристика отраженного от поверхности минерала света, учитывающая и долю отраженного света, и особенности отражения. Блеск минералов по мере его усиления подразделяется на *стеклянный, алмазный, полуметаллический и металлический*. У прозрачных и хорошо просвечивающих минералов, с повышением показателя преломления, слабый стеклянный блеск постепенно сменяется более сильный алмазным. Для минералов с высоким коэффициентом поглощения и большой отражательной способностью, т.е. непрозрачных даже в тонком порошке, характерен металлический блеск. У части минералов блеск промежуточный между алмазным и металлическим; такие минералы или просвечивают хотя бы в тонком порошке, или заметно поглощают и рассеивают свет. Промежуточный по степени блеск называют *полуметаллическим*.

Переход от одной градации степени блеска к другой постепенный и достаточно условный. При мелкошероховатой поверхности у сильно поглощающих или непрозрачных минералов характер блеска тусклый (магнетит); у просвечивающих и прозрачных - *матовый* (каолин, любые землистые агрегаты). Характер поверхности нередко зависит от особенностей излома - при отсутствии спайности излом может быть мелкоугорчатым, а блеск - *жирным* (кварц, нефелин).

На вид блеска большое значение оказывают характер поверхности и строение агрегата. *Шелковистый* блеск отмечается у параллельно-волокнистых агрегатов за счет своеобразного отражения и рассеяния света волокнами. Такой блеск особенно заметен при падении света вдоль волокон (селенит, хризотил-асбест). Прозрачные минералы с совершенной спайностью отражают свет не только от внешней плоскости, но и от возникающих в глубине образца трещинок. Подобное мерцающее отражение сопровождается интерференцией света, создающей нежную радужную окраску. Этот вид блеска называют *перламутровым* (гейландит, гипс, кальцит).

Цвет, черта

Цвет – это свойство вещества вызывать у человека определенное зрительное ощущение в соответствии со спектральным составом

отражаемого или пропускаемого излучения. Исходя из физической сущности, удобно разделить окраску минералов на собственную и чуждую. *Собственная окраска* обусловлена особенностями конституции минерала – его химическим составом и структурой. Наиболее распространенный вид собственной окраски минералов вызывается характером светопоглощения. При этом возникают разные варианты.

1. Если свет не взаимодействует с минералом, то минерал остается бесцветным и прозрачным, как, например, горный хрусталь. При полном поглощении видимого спектра света минерал становится черным и непрозрачным. При поглощении происходит возбуждение электронов в верхнем слое, которые мгновенно возвращаются обратно, испуская световые лучи, что проявляется в металлическом блеске. Цветовые оттенки у сильно поглощающих минералов возникают в случае энергетической неравнозначности переходов электронов, и потому часть лучей света поглощается минералом.

2. Наиболее характерно проявляется неравномерность поглощения света как причина окраски у прозрачных минералов-диэлектриков, в составе которых находятся химические элементы-хромофоры. Хромофорами являются ионы переходных металлов периодической системы Д.И. Менделеева. Наиболее важные из них V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu. В зависимости от конституции кристаллом поглощаются разные лучи. Минерал окрашивается в цвет, дополнительный к поглощенному. Окраска, вызываемая хромофорами следующая: V^{3+} – зеленый (тсаворит), голубой (танзанит); Cr^{3+} – зеленый (уваровит, изумруд), красный (рубин); Mn^{2+} – розовый (родохрозит, родонит); Fe^{2+} – зеленый (актинолит, хризолит), красный (альмандин); Fe^{3+} – желтый (хризоберилл); Co^{2+} – голубой (шпинель), розовый (эритрин); Ni^{2+} -зеленый(непуит); Cu^{2+} – зеленый (малахит), синий (азурит), голубой (бирюза).

3. В прозрачных минералах окраска может быть вызвана явлением переноса заряда. Так возникает окраска синего корунда (сапфира) с изоморфной примесью железа и титана. Появление окраски объясняется образованием пары $Fe^{2+} + Ti^{4+}$, которая за счет переноса заряда (электрона) внутри пары и поглощения лучей с соответствующей длиной волны образует пару $Fe^{3+} + Ti^{3+}$ и минерал приобретает синий цвет.

4. Неравномерное светопоглощение некоторых минералов может

быть вызвано наличием в их кристаллической решетке электронно-дырочных центров окраски. В черном кварце (морионе) в позициях кремния располагаются ионы Al^{3+} . Для компенсации валентностей в кристаллическую решетку внедряются катионы щелочных металлов или H^+ . Под действием радиоактивного или рентгеновского излучения происходит смещение электрона от кислорода к Al^{3+} с поглощением части света; ионы O^- становятся центрами окраски. Аналогичным образом возникает окраска у флюорита.

Чуждая окраска определяется вростками пигментирующих окрашенных минералов, цветными пленками разной природы и другими причинами, не связанными с особенностями конституции минерала.

Кроме этого окраска зависит от спектра светового пучка и от направления. Наиболее ярко эта особенность проявляется в минералах с незначительной примесью хрома. Например, александрит при дневном освещении зеленый, а при искусственном - красный. Зависимость от направления – это анизотропия окраски. В ромбическом кордиерите с примесью Fe цвет разный по всем трем кристаллографическим осям. Он темно-синий вдоль оси z, светло-синий вдоль оси x, желтовато-серый вдоль оси y. Это явление называется плеохроизмом и наблюдается у всех окрашенных минералов под микроскопом.

Окраска минерала определяется степенью его дисперсности: гематит в кристаллах железо-черный, а в порошке - вишнево-красный. Порошок остается после прочерчивания минералом по фарфоровой пластинке. Цвет черты, наряду с цветом минерала в массе, является важным диагностическим признаком.

Черта минерала помогает при отсутствии навыков правильно определить блеск. У минералов с металлическим блеском черта обычно черная и темнее, чем цвет минерала в массе. У минералов с полуметаллическим блеском черта аналогична цвету минерала в массе или светлее, но всегда отчетливо видна на фарфоровой пластинке. Преобладают коричневые оттенки. Минералы с алмазным блеском имеют черту красной, оранжевой или желтой окраски разной яркости и тона. У бесцветных минералов с алмазным блеском черта белая, но они при этом как бы святятся внутри. У минералов со стекляннным блеском черта белая или светло-серая с неясным оттенком.

Тот участок минерала, которым мы проводили черту, у них белеет.

Твердость

Твердость - способность минерала противодействовать внешнему воздействию, будь то царапание, вдавливание или шлифование. Метод динамического определения заключается в диагностике твердости относительно эталонов шкалы Мооса, которая состоит из десяти минералов-эталонов:

- 1) тальк $Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$; 6) ортоклаз $K[AlSi_3O_8]$;
- 2) гипс $Ca[SO_4] \times 2H_2O$; 7) кварц SiO_2 ;
- 3) кальцит $Ca[CO_3]$; 8) топаз $Al_2[SiO_4](F,OH)_2$;
- 4) флюорит CaF_2 ; 9) корунд Al_2O_3 ;
- 5) апатит $Ca_5[PO_4]_3F$; 10) алмаз C.

Определение твердости осуществляется царапанием острым углом минерала эталона. Появление мельчайшей царапины указывает на более высокую твердость определяемого минерала. Вместо минералов-эталонов нередко используют заменители – ноготь (2), оконное стекло (5), напильник (6,5-7). Минералы с твердостью 1 легко пишут по бумаге.

Оконное стекло очень удобно, так как имеет ровную поверхность и любая царапина на нем заметна.

При определении твердости следует помнить, что более мягкие минералы будут на более твердых оставлять черту, которую легко стереть в отличие от царапины. Во многих случаях такую черту принимают за царапину. Во избежание ошибки необходимо провести пальцем- царапина останется на месте, а черта сотрется.

На результаты определения относительной твердости влияет анизотропия, которая достаточно сильно проявляется в низко симметричных минералах и в самих эталонах. Например, у кианита она варьирует от 4,5 вдоль удлинения таблитчатых кристаллов до 6,5-7 в поперечном направлении.

Спайность и отдельность

Спайность - способность минералов раскалываться по определенным кристаллографическим направлениям с образованием ровных блестящих поверхностей, параллельных друг другу и заметных по одновременному отблеску при отражении падающего света.

По степени совершенства выделяют следующие виды спайности:

- весьма совершенная – индивид при небольшом усилии легко расщепляется на плоскости большой площади (слюды, молибденит);
- совершенная - требует большее усилие для менее ровной поверхности (сфалерит, кальцит);
- несовершенная – ровные поверхности проявляются редко, имеют минимальную площадь и обнаруживаются с трудом (кварц, оливин).

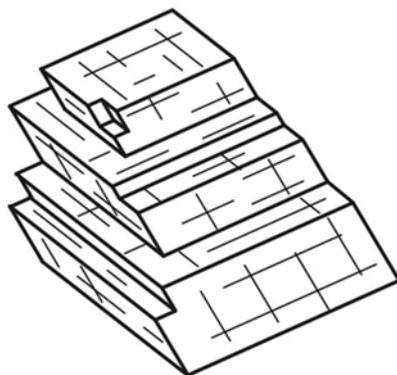


Рис. 3. Совершенная спайность в кальците

Причина возникновения спайности заключается в присутствии ослабленных направлений в структуре, которые проявляются после механического воздействия. Кристаллографическая направленность плоскостей спайности предполагает, что спайность ориентирована по какой-то простой форме. При определении спайности, кроме степени совершенства важно определять количество направлений и угол между плоскостями спайности, так как в ряде случаев является важным диагностическим признаком. Например, у амфиболов и пироксенов спайность в двух направлениях и близкая окраска, но у первых угол между плоскостями спайности 120° , а у вторых – 90°

При определении спайности важно не путать плоскости спайности с гранями кристалла. Плоскости спайности более гладкие и совершенные, чем естественные грани, которые могут иметь штриховку, следы растворения и т.д.

В некоторых минералах при раскалывании образуются ровные, кристаллографические, иногда блестящие поверхности, напоминающие спайные. Возникновение подобных плоскостей носит название *отдельности* и связано с наличием закономерных включений вдоль зон роста кристалла, в результате возникновения структур распада или полисинтетического двойникования. Отличительным признаком отдельности является конечный размер пластинок, если они вызваны двойникованием, и матовое отражение плоскостей, при наличии включений.

Упругость, пластичность, хрупкость

Упругость минералов проявляется в их способности восстанавливать форму и начальный объем после снятия напряжения. Это свойство, например, позволяет различить минералы группы слюд, чешуйки которых возвращаются в первоначальное положение после изгиба, от минералов группы хлоритов внешне достаточно схожих, но не обладающих упругими свойствами.

Пластичность – это свойство минерала необратимо деформироваться под действием механической нагрузки, превышающей предел упругости. Пластические деформации приводят к механическому двойникованию, смятию или изгибу зерен с сохранением их целостности. Это характерно для антимонита, кальцита, гипса, молибденита, кианита, слюд. Некоторые минералы при этом способны к течению с изменением первоначальной формы и претерпевают грануляцию или перекристаллизацию (галенит, галит, арсенопирит). С пластичностью в прямой зависимости находится такое свойство, как ковкость минералов. У металлов это свойство проявляется в расплющивании их в тонкие пластинки. У некоторых сульфидов (халькозин, акантит, галенит), обладающих слабой ковкостью, царапина блестящая, а не пылит, в отличие от хрупких минералов, что является диагностическим признаком.

Хрупкость – это способность минералов разрушаться при небольших деформациях после превышения предела прочности. Хрупкость минералов определяет их способность к измельчению, важную характеристику при обработке руд и их обогащении.

Плотность

Плотность – это мера массы в единице объема. Плотность минералов варьирует от $0,8$ у некоторых органических минералов до $22,7$ г/см³ у осмистого иридия. Она зависит от кристаллической структуры и химического состава минерала. Высокая плотность характерна для минералов с компактной структурой, низкая – для минералов со слоистой и каркасной структурой (например, алмаз - $3,5$ г/см³, графит - $2,2$ г/см³). Плотность возрастает с увеличением массы атома или иона и уменьшается с увеличением их размеров. Например, плотность плагиоклазов изменяется от $2,61$ г/см³ (альбит) до $2,76$ г/см³ (анортит).

Основная масса минералов имеет плотность, которая находится в интервале от 2,5 до 5,2 г/см³, и лишь немногие имеют более высокие или низкие значения. По степени распространенности и плотности минералы условно можно разделить на легкие (плотность менее 2,5 г/см³), средние (2,5-4 г/см³) и тяжелые (более 4 г/см³). Плотность мономинерального образца приближенно можно оценить, сравнивая с образцами с известной плотностью и близкого объема.

Магнитные свойства

По магнитным свойствам минералы подразделяются на магнитные, слабомагнитные и немагнитные. Магнитные минералы притягиваются постоянным магнитом. К ним относятся магнетит, моноклинный пирротин и некоторые разновидности ильменита. Некоторые разновидности магнетита ведут себя как постоянный магнит, т.е. притягивают к себе железные предметы и магнитные минералы. К слабомагнитным относятся те минералы, которые приобретают магнитные свойства под действием электрического поля. Так ведут себя, например, все минералы, содержащие железо: геденбергит, алмадин, железистый сфалерит (марматит) и т. д.

ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛОВ

В определителе все минералы по блеску разделены на четыре группы: с металлическим, полуметаллическим, алмазным и стеклянным блеском. Минералы с металлическим блеском цветные, непрозрачные, черта темнее, чем цвет минерала в массе. Минералы с полуметаллическим блеском цветные, непрозрачные, черта аналогична цвету минерала в массе или светлее, но всегда отчетливая.

Минералы третьей и четвертой групп прозрачны в той или иной степени. Минералы с алмазным блеском могут быть бесцветны или окрашены. Первые встречаются довольно редко и узнаются по сильному блеску, видимому невооруженным глазом. В том случае, если они обладают окраской, черта у них варьирует от бледно-желтой до красной.

Минералы со стеклянным блеском имеют в большинстве белую черту, реже она светлую окраску. Минерал в том месте, с которого получена черта, белеет.

Таким образом, при определении минерала в первую очередь.

необходимо определить: блеск, черту, цвет. Это позволяет достаточно надежно отнести минерал к тому или иному разделу.

Подразделение минералов с металлическим блеском внутри раздела производится по цвету. В подразделе цветности минералы располагаются по твердости.

Минералы с полуметаллическим и алмазным блеском разделены по цвету черты и цвету в "массе" или в образце. Расположение минералов в подразделах производится по твердости.

В минералах со стеклянным блеском первоначальное подразделение осуществляется по цвету черты. Это позволяет выделить подраздел цветных минералов, имеющих яркую окраску, близкую или аналогичную цвету минерала в "массе" (зеленую, синюю и др.). В отдельный подраздел объединены минералы темной окраски (темно-зеленая, грязно-зеленая, черная), имеющие серую черту различных оттенков. Черта слабо контрастна. В последнем, наиболее многочисленном, подразделе находятся минералы с белой чертой. Внутри минералы расположены по твердости.

Такое построение определителя дает возможность, при правильном определении блеска, цвета минерала, его твердости и черты, найти несколько сходных минералов или единственный с данными свойствами. При наличии нескольких минералов, необходимо получение дополнительных данных по морфологии, химизму и генезису определяемого минерала.

При определении необходимо помнить, что все свойства минерала находятся во взаимозависимости и отражают конституцию данного минерального вида. Это не позволяет определить минерал по одному, наугад взятому свойству

КЛЮЧ К ТАБЛИЦАМ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛОВ.

1. Минералы с металлическим блеском. Цветные непрозрачные.

Черта серая. Темно-серая или черная.

1.1. Цвет белый, серый до черного. Стр. 20

1.2. Цвет желтый, красный. Стр.36

2. Минералы с полуметаллическим блеском. Цветные, непрозрачные.

Черта аналогична цвету минерала в массе или светлее, но всегда отчетливая.

2.1. Черта бурая, буровато-черная, черная.

Цвет черный, серо-черный. Стр. 44

2. 2. Черта красновато-бурая, желтовато-бурая, зеленовато-серая.

Цвет темно-красный, темно-бурый, черный. Стр.50

3. Минералы с алмазным блеском. Бесцветные или цветные, идеально прозрачные или прозрачные в той или иной степени.

3.1. Черта оранжевая, красная.

Цвет минерала оранжевый, красный до черного. Стр. 56

3.2. Черта желтая, светло-желтая, белая.

Цвет минералов желтый, коричневый до черного, иногда бесцветный. Стр. 60

4. Минералы со стекляннным блеском. Прозрачные в той или иной степени.

Черта чаще белая, реже светлоокрашенная, минерал белеет в том месте, с которого получена черта.

4.1. Черта имеет отчетливую окраску: зеленую, голубую, синюю, желтовато-бурую. Цвет минерала аналогичен цвету черты или несколько темнее. Стр. 74

4. 2. Черта имеет зеленоватый или сероватый оттенок, выраженный неясно. Преобладающая окраска минералов зеленая, темно-зеленая, черная. Стр.82

4.3. Черта белая
Твердость 1 – 3 Стр. 94

4.3. Черта белая
Твердость 3 – 5 Стр. 114

4.3. Черта белая.
Твердость 5 - 7 Стр. 130

4.3. Черта белая.
Твердость 7- 9 Стр. 154

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

X – минералы известные на Урале;

* – минерал широко распространен и образует крупные выделения;

– минерал открыт на Урале.

Минералы непомеченные символами на Урале не известны. Известные на Урале минералы отмечены по работе [7].

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

в п.п.тр.— в пламени паяльной трубки;

в. сов.— весьма совершенная;

выд.— выделение;

конц.—концентрированной

м-ния — месторождения;

направл.— направление;

несов.— несовершенная;

раствор.—растворяется

сов.— совершенная;

УФ — ультрафиолетовый свет;

и т.д. — и так далее.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

Булах А.Г. Минералогия с основами кристаллографии – М.: Недра, 1989. – 351 с.

Вертушков Г.Н., Авдонин В.Н. Физические и химические свойства минералов и определитель минералов по внешним признакам – Св.:СГИ, 1970. – 172 с.

Годовиков А.А. Минералогия. – М.: Недра, 1975. – 520 с.

Лазаренко Е.К. Курс минералогии. – М.: Высшая школа, 1971. – 608 с.

Минералы. Справочник. /Под ред. Ф.В.Чухрова, Э.Н. Бонштедт-Куплетской. Т.I – IV— Наука, 1960-2004

Флейшер М. Словарь минеральных видов. Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – 206 с.

Юшкин Н.П., Иванов О.К., Попов В.А. Введение в топоминералогии Урала. М.: Наука, 1986, - 294 с.

**I. Минералы с металлическим
Черта серая, темно**

Название, химический состав	Сингония, облик кристаллов и строение агрегатов	Спайность, излом	Цвет, черта	Твер- дость
1	2	3	4	5
1.1. Цвет белый, се				
* Молибденит (молибдено- вый блеск) MoS ₂	Гексагональная, боченковидные кристаллы, чешуйчатые, листоватые агрегаты	В. сов. по {0001} в одном направл	Свинцово- серый с голубоватым оттенком. Серовато- черная при растирании зеленеет	1
* Графит С	Гексагональная, пластинчатые кристаллы, чешуйчатые, пластинчатые агрегаты	В.сов. по {0001} в одном направл.	Свинцово- серый до оловянно- белого. Стально- черная	1
X Тетрадимит Bi ₂ Te ₂ S	Тригональная, таблитчатый, чешуйчатый, листоватый	В. сов. по (0001) в одном направл	Свинцово- серый до оловянно- белого. Стально- черная	1,5-2

**блеском. Цветные непрозрачные
-серая или черная** Таблица 1

Плот- ность	Химические свойства, особые приметы	Сходные минера- лы	Сопутствую- щие минералы	Условия нахождения
6	7	8	9	10
рый до черного.				
4,7- 4,8	Трудно раствор. в HNO ₃ до MoO ₃ . Мажет руки, жирный на ощупь	Графит, тетради- мит	Шеелит, вольфра- мит, касситерит, висмутин и др	Высоко- и среднетемпера- турные гидротермальные жилы, скарны, меднопорфи- ровые м-ния
2,1- 2,2	При нагрева- нии с дымящей HNO ₃ чешуйки вспучиваются. Мажет руки, жирный на ощупь	Молиб- денит, валле- риит	Полевой шпат, кварц, биотит, ругил и др	Магматический, пневматолито- гидротермальные жилы, скарны, метаморфические породы
7,2- 7,3	Конц. горяч. H ₂ SO ₄ Окрашивает в малиновый цвет. Листочки гибкие, но не упругие, пишет на бумаге	Молиб- денит, теллуру- висмутит	Теллуриды, золото, пирит, халькопи- рит, галенит	Кварцевые жилы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Теллурвисмутит Bi_2Te_3	Тригональная, пластинчатый, листоватый	Сов. по {0001} в одном направл.	Свинцово-серый . Стальночерная	1,5-2	7,8-7,9	В откр. трубке дает белый дым TeO_2 . Листочки гибкие, но не упругие	Тетрадимит	Теллуриды, золото, сульфиды	Золотоносные кварцевые жилы
* Ковеллин Cu_2S	Гексагональная, порошковатые, сажистые массы	В. сов. по {0001} в одном направл	Индигово-синий. Серая до черной	1,5-2	4,6-4,8	Раствор. в горячей HNO_3 с выд. S: раствор приобретает. зеленый цвет. Специфическая окраска		Халькозин, борнит, халькопирит	Зона окисления медноколчеданых м-ний
* Антимонит (сурьмяный блеск, стибнит) Sb_2S_3	Ромбическая, призматические кристаллы, спутанно-волоконистые и зернистые агрегаты	Сов. по {010} в одном направл	Свинцово-серый, слегка голубоватый. Черная, при растирании краснеет	2	4,5-4,7	Раствор. в HCl с выд. H_2S . На плоскостях спайности часто двойниковая штриховка	Висмутин, джемсонит, буланжерит	Обычно один, реже с киноварью, флюоритом, баритом	Низкотемпературные гидротермальные м-ния
* Висмутин (висмутовый блеск) Bi_2S_3	Ромбическая, призматические и игольчатые кристаллы, зернистые агрегаты	Сов. по {010} в одном направл	Оловянно-белый до свинцово-серого. Свинцово-серая	2-2,5	6,8	Легко раствор. в HNO_3 и горячей HCl . На плоскостях спайности часто двойниковая штриховка, перпендикулярная удлинению	Антимонит, висмутовые сульфосоли	Самородный висмут, молибденит, касситерит, вольфрамит	Высоко- и среднетемпературные гидротермальные жилы, пегматиты, скарны

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
*Висмут Bi	Тригональная, шестоватый, зернистый	Сов. по {0001} в одном направл., хорошая по {20 $\bar{2}$ 1} в трех направл.	Серебристо-белый с желтоватым оттенком, красная побежалость. Оловянно-белая	2-2,5	9,8	Легко раствор в HNO ₃ , после разбавления выпадает белый осадок. По характерной красной побежалости	Тетрадимит	Касситерит, вольфрамит, молибденит, висмутин и др	Пегматиты, скарны, кварцевые жилы
*Акантит Ag ₂ S	Моноклинная, редко кристаллы, сплошные массы или параморфозы по аргентиту	Отсутствует. Раковистый, неровный	Железо-черный. Черная, блестящая	2-2,5	7,2-7,3	Раствор. в HNO ₃ с выд. S. Характерна низкая твердость, сильная ковкость, зерна раздавливаются с трудом	Халькозин, серебро	Серебро, прустит, пираргирит, галенит, кальцит, барит	Кварцевые, кварц-кальцитовые и серебро-арсенидные жилы; зона вторичного сульфидного обогащения
* Серебро Ag	Кубическая, волосовидные, моховидные и проволочные формы, дендриты	Отсутствует. Крючковатый	Серебряно-белый, с поверхности серый или черный налет. Белая блестящая	2,5-3	10,1-11,1	Раствор. в HNO ₃ , при добавлении HCl выпадает белый осадок. Характерен цвет, крючковатый излом, высокая ковкость	Изоферроплатина	Акантит, прустит, пираргирит, галенит, кальцит, барит	Низкотемпературные гидротермальные жилы с арсенидами, зона вторичного сульфидного обогащения
* Халькозин (медный блеск) Cu ₂ S	Ромбическая, Призматические и пластинчатые кристаллы, сплошные плотные массы	Несов. по {110}. Раковистый	Несов. по {110}. Раковистый	2,5-3	5,5-5,8	Раствор. в HNO ₃ с выд. S. Ковок. Царапина от иглы блестящая	Акантит, джарлеит, дигенит, анилит, блеклые руды	Борнит, ковеллин, халькопирит, самородная медь	Низкотемпературные гидротермальные образования, зона вторичного сульфидного обогащения

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Галенит (свинцовый блеск) PbS	Кубическая, зернистые агрегаты, реже плотные и натечные, обычны кристаллы	Сов. по {100}, в трех направл., иногда отдельность по {111}	Свинцово-серый, у тонко- зернистых агрегатов более светлый. Серовато-черная	2,0- 3,0	7,4- 7,6	Раствор. в HNO ₃ с выд. S, при добавлении HCl выпадает белый осадок. Слабо ковок. Типичен цвет, спайность в трех направл. и высокая плотность	Антимо- нит	Сфалерит, пирит, халь- копирит, кварц, кальцит, барит	Средне- и низко- температурный гидротермальные жилы, скарны
* Джемсонит Pb ₄ FeSb ₆ S ₁₄	Моноклинная, игольчатые и волосовидные кристаллы, перистые и шестоватые агрегаты	Ясная по {001} в одном направл., несов. по {110} и {010}. Неровный	Свинцово-серый, иногда пестрая побежалость. Темно-серая, серовато-черная	2,0- 3,0	5,5- 6,0	Раствор. в горячей HCl, при охлажде-нии выпадает PbCl ₂ . Характерна поперечная спайность	Булан- жерит, менеги- нит	Пирит, сфалерит, галенит, тетраэдрит, буланжерит	Второстепенный минерал средне- температурных гидротермальных жил
*Буланжерит Pb ₅ Sb ₄ S ₁₁	Моноклинная, игольчатые, призматичес- кие кристаллы, волокнистые агрегаты	Сов. по {100} в одном направл	Свинцово-серый до железо- черного. Серовато-черная с коричневым оттенком	2,5- 3,0	6,0- 6,2	Раствор. в горячей HCl с выд. H ₂ S. От джемсонита отличается отсутствием поперечной спайности	Джемсо- нит, менегинит	Галенит, сфалерит, арсенопи- рит, пирит, джемсонит	Средне- и низко- температурные гидротермальные жилы и метасома- тические залежи

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
*Мышьяк As	Тригональная, ромбоэдрический, зернистый, концентрически скорлуповатый	Сов. по {0001}. Неровный	Оловянно-белый, на свежем изломе быстро тускнеет до серовато-черного. Серая	3,5	5,6-5,8	Раствор. в HNO ₃ . При нагревании сублимирует, издавая чесночный запах	Сурьма, висмут	Прустит, пираргирит, аргентит, блеклые руды, кальцит, реальгар	В кварцевых и кварц-карбонатных жилах
*Сурьма Sb	Тригональная, зернистый, натечный, почковидный	Сов. по {0001}, ясная по {20 $\bar{2}$ 1}. Неровный	Оловянно-белый с желтой побежалостью. Буровато-серая	3-3,5	6,6-6,8	Раствор. в HNO ₃ При нагревании сублимирует, образуя белый осадок	Висмут, мышьяк	Антимонит, бертьерит, арсениопирит, висмут, минералы серебра	В кварц-сульфидных жилах
* Теннантит (мышьяковая блеклая руда) (Cu,Fe) ₁₂ As ₄ S ₁₃	Кубическая, Тетраэдрические кристаллы, сплошные зернистые агрегаты	Отсутствует Раковистый, неровный	Стально-серый до железо-черного. Черная с вишнево-красным оттенком	3,0-4,0	4,4-4,7	Разлагается в HNO ₃ с выд. S. Блеклый тон окраски, хрупкость	Тетраэдрит, халькозин	Халькопирит, сфалерит, галенит, пирит, айкинит, бурнонит	Широко распространен, средне- и низкотемпературный гидротермальный минерал
* Тетраэдрит (сурьмяная блеклая руда) (Cu,Fe) ₁₂ Sb ₄ S ₁₃	Кубическая, Тетраэдрические кристаллы, сплошные зернистые агрегаты	Отсутствует Раковистый, неровный	Стально-серый до железо-черного. Черная	3-4,5	4,9-5,1	Разлагается в HNO ₃ с выд. S. Блеклый тон окраски, хрупкость	Халькозин, теннантит	Халькопирит, сфалерит, галенит, пирит, айкинит, бурнонит	Широко распространен, средне- и низкотемпературный гидротермальный минерал
Станин Cu ₂ FeSnS ₄	Тетрагональная, зернистые массы	Несов. по {110} и {001}	Стально-серый до железо-черного. Черная	3,0-4,0	4,3-4,5	Разлагается в HNO ₃ с выд S и SnO ₂ , раствор синий	Блеклые руды	Касситерит, халькопирит, сфалерит, пирит, арсениопирит, пирротин	В кварцевых и пегматитовых жилах

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Железо Fe	Кубическая, изометричный, зернистый	Сов. по {100} в трех направл. Крючкова- тый	Стально-серый до железо- черного. Стально-серая	4,0	7,3- 7,7	Раствор. в HNO ₃ и HCl с выд. водорода. Магнитно и ковко	Серебро, висмут	Графит, пирротин, шпинель	В основных изверженных породах
X Тетраферро- платина (ферро- платина) PtFe	Тетрагональ- ная, мелкие зерна	Нет. Неровный	Темно-серый до черного. Черная	4,0	12,0- 15,0	Разлагается в царской водке. Магнитна и относительно хрупка	Железо, хромшпи- нели	Изоферро- платина, туламенит, хромшпинели	Магматический в ультраосновных изверженных породах, россыпях
* Изоферро- платина (поликсен) Pt ₃ Fe	Кубическая, кубические кристаллы, мелкие зерна и самородки	Отсутству- ет. Крючкова- тый	Серебряно- белый до стально-серого. Черная	4,0- 4,5	14,0- 18,65	Разлагается в царской водке. Слабо магнитна, ковка	Осмий, рутений	Тетраферро платина, иридосмин, хромшпинели	Магматический в ультраосновных изверженных породах, россыпях
* Саффлорит CoAs ₂	Ромбическая, изометричный, зернистый, шестоватый	Несов. по {110}	Оловянно-белый до свинцово- серого. Серовато-черная	4,5- 5,0	7,0- 7,3	Раствор. в HNO ₃ , раствор розовый	Арсенопи- рит, леллин- гит, раммельс- бергит	Шмальтин, хлоантит, раммельс- бергит, лелленгит, серебро, аргентит	В железорудных скарнах и в карбонатных и кварц- карбонатных жилах
* Леллингит FeAs ₂	Ромбическая, призматичес- кий, зернистый	До ясной по {010} и {101} в трех направл.	Серебряно- белый до стально-серого. Серовато-черная	5,0- 6,0	7,0- 7,4	Раствор. в HNO ₃ Распространен менее, чем арсенопирит	Арсенопи- рит, раммельсб- ергит, саффло- рит	Никелин, раммельс- бергит, мышьяк, касситерит, танталит	В ультраоснов- ных извержен- ных породах, скарнах, кварц- карбонатных и пегматитовых жилах.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Раммельсбергит NiAs ₂	Ромбическая, призматический, зернистый	До ясной по {110} в двух направл.	Оловянно-белый с красноватым оттенком. Серовато-черная	5,0-6,0	6,9-7,2	Раствор. в HNO ₃ , раствор зеленый. Слабо ковок	Арсенопирит, саффлорит	Шмальтин, хлоантит, раммельсбергит, никелин, висмут, минералы серебра	В арсенидно-карбонатных и сульфидно-кварцевых жилах
* Кобальтин (кобальтовый блеск) CoAsS	Кубическая, зернистые агрегаты, иногда кристаллы	Сов. по {100} в трех направл. Неровный, раковистый	Серебряно-белый с красноватым оттенком. Серовато-черная	5,5	6,1-6,4	Разлагается в горячей HNO ₃ с выд. S и As ₂ O ₃ ; раствор розовый. Форма кристаллов и розовый оттенок	Арсенопирит, сперрилит	Пирротин, халькопирит, арсениопирит, сфалерит, висмутин	Высоко- и среднетемпературные гидротермальные жилы, скарны
* Герсдорфит NiAsS	Кубическая, {100}, {110}, {111}, {311}, зернистый	Сов. по {100} в трех направл. Неровный	Оловянно-белый до стально-белого. Серовато-черная	5,0-5,5	5,6-6,2	Разлагается в горячей HNO ₃ , раствор зеленый. Редкий	Ульманит, арсениопирит	Арсениды Co и Ni, халькопирит, ульманит, пирит, висмутин	В кварцевых и карбонатно-кварцевых жилах
* Арсениопирит (мышьяковый колчедан) FeAsS	Моноклинная, призматические и изометричные кристаллы, зернистые и шестоватые агрегаты	Несов. по {101}, {010}. Неровный	Оловянно-белый до стально-серого. Серовато-черная	5,5-6,0	5,9-6,3	Разлагается в горячей HNO ₃ с выд. S. Широко распространен. Форма кристаллов, твердость, чесночный запах при ударе	Кобальтин, гудмундит	Пирит, халькопирит, пирротин, сфалерит, висмутин	В кварцевых и пегматитовых жилах Типичный гидротермальный минерал широкого диапазона температур, скарны

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X Гудмундит FeSbS	Моноклинная, призматические кристаллы, зернистые агрегаты	Отсутствует. Неровный	Серебряно-белый. Черная	6,0	6,7-6,9	Разлагается в горячей HNO ₃ . Редкий. Реакция на Sb	Арсенопирит, кобальтин	Арсенопирит, молибденит, пирротин, халькопирит	Среднетемпературный гидротермальный минерал
X Скуттерудит (шмальтин) CoAs ₂	Кубическая, плотные зернистые агрегаты, нередко кристаллы	Несов. по {100}. Неровный, раковистый	Оловянно-белый. Серовато-черная	5,5-6,0	6,5-6,8	Раствор. в HNO ₃ с образованием розового раствора. Ассоциация с другими арсенидами и форма кристаллов	Никельскуттерудит, саффлорит	Кобальтин, арсенопирит, пирротин, арсениды Co и Ni	Среднетемпературный гидротермальный минерал
X Никельскуттерудит (хлоантит) NiAs ₂₋₃	Кубическая, плотные зернистые агрегаты, нередко кристаллы	Несов. по {100}. Неровный	Оловянно-белый до стально-серого. Серовато-черная	5,5-6,0	6,4-6,8	Раствор. в HNO ₃ с образованием зеленого раствора. Ассоциация с никелином, форма кристаллов	Скуттерудит, раммельсбергит	Арсениды Co и Ni, кобальтин, герсдорфит	Среднетемпературный гидротермальный минерал
Пирролузит MnO ₂	Тетрагональная, призматические кристаллы, землистые, скрытокристаллические агрегаты	Сов. по {110} в двух направл	Стально-серый, железо-серый в кристаллах. Черный в землистых агрегатах. Черная	6,0-6,5	4,7-5,2	Растворяется в HCl с выд. Cl ₂ .	Окислы и гидроокислы Mn	Романешит, криптомелан, браунит, родохрозит, гетит	Типичный минерал коры выветривания, зоны окисления, морских осадков, гидротермальный в жилах

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Сперрилит Pt As ₂	Кубическая, {100}, {110}, {111}, {302}, обычно хорошо образованные кристаллы	Несов. по {100}. Раковистый	Оловянно- белый. Темно-серая	6,0- 7,0	10,58	В кислотах не раствор. В п.п.тр. на угле плавится , образуя платину и As ₂ O ₃	Иридиская платина	Пирротин, халькопи- рит, пентландит, магнетит	Медно- никелевые сульфидные руды, россыпи
*Осмий Os (иридосмин, сысерскит)	Гексагональ- ная, Пластинчатые и боченковид- ные кристаллы	Сов по {0001} в одном направл	Серый, стально- серый	6,0- 7,0	21,0- 23,0	В кислотах не раствор., в п.п.тр. темнеет, издавая резкий запах OsO ₄ . Слабо магнитен, ковок	Платина	Платина, хромит, магнетит, платиноиды	Ультраосновные породы, россыпи
X Иридий Ir (невьянскит)	Кубическая, изометричные зерна и кристаллы	Раковистый	Оловянно-белый	6,0- 7,0	22,0- 25,0	В кислотах не раствор., сплавы с KNO ₃ раствор. В воде, образуя синий осадок окси иридия. Слабо ковок	Сперри- лит, платина	Иридосмин, хромит, магнетит, платиноиды	Ультраоснов- ные платиноносные массивы, россыпи
	1. 2 Цвет жел					тый, красный			
* Медь Cu	Кубическая, {100}, {111}, (110); дендриты, проволочки	Отсутст- вует. Крючко- ватый	Светло-розовая в свежем изломе, мед-но-красная при окислении. Медно красная, блестящая	2,5- 3,0	8,4- 8,9	Легко раствор. в HNO ₃ . Ковкость, цвет, вторичные продукты	Аурикуп- рид	Халькозин, куприт, кальцит, гетит, атакамит	Гидротермаль- ная в основных и ультраосновных изверженных породах, в зоне окисления

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Золото Au	Кубическая, {111}, {100}, {110}; чешуйки, лис- точки, само- родки	Отсутству- ет. Крючкова- тый	Золотисто- желтый до светло-желтого, иногда розова- тый оттенок. Золотисто-жел- тая, блестящая	2,5- до 3,0	15,6- 18,3	Раствор. в царской водке. Цвет, высокая ковкость, отсутствие продуктов окисления	Халькопи- рит, аурик- уприд	Арсенопи- рит, пирит, галенит, сфалерит, халькопи- рит и др	Гидротермаль- ное в кварцевых жилах, конгломератах, черных сланцах, в зоне окисления
* Борнит Cu ₅ FeS ₄	Кубическая, {100}, {110}, {111}; зернистый	Несов. по {111}. Мелкора- ковистый	Темный мед- ноокрасный, с пестрой по- бежалостью. Серовато-черная	3,0	4,9- 5,3	Раствор. в HNO ₃ с выд. S. Цвет в свежем изломе и низкая твердость	Никелин, пирротин, ковеллин	Халькопи- рит, халькозин, галенит, пирит, сфалерит	Гидротермаль- ный в основных изверженных породах и кварцевых жилах, скарнах, зоне окисления
X Миллерит Ni S	Тригональная, игольчатый, волокнистый, зернистый	Сов. по {10 $\bar{1}$ 1} и {10 $\bar{1}$ 2}. Неровный	Бледно ла- тунно-жел-тый, иногда с побежа- лостью. Зеленовато- черная	3,0- 3,5	5,2- 5,6	Раствор. в HNO ₃ , раствор в зеленый цвет. Игольчатая форма выделений	Халько- пирит	Пирит, Халькопи- рит, сульфиды и арсениды Ni и Co, кальцит	Медно- никелевые месторождения, кварцевые и кварц- карбонатные жилы
*Халькопирит (медный кол- чедан) CuFeS ₂	Тетрагональ- ная, зернистые агрегаты, иногда тетраэдри- ческие кристаллы	Несов. по {112} и {101}. Раковис- тый, неровный	Латунно- желтый, нередко пестрая побежалость. Зеленовато- черная	3,0- 4,0	4,1- 4,3	Раствор. в HNO ₃ с выд. S. Цвет, твердость, хрупкость	Пирит, золото, таллахит	Пирротин, пирит, арсенопи- рит, галенит, сфалерит и др.	Высоко- и средне- температурный гидротермаль- ный минерал в основных породах, скарнах

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Талнахит $Cu_9Fe_8S_{16}$	Кубическая, зернистый	Несов. Раковис- тый	Латунно-жел- тый, на свежем сколе быстро образуется побежалость	3-4	4,3- 4,4	Раствор. В HNO_3	Халькопи- рит	Кубанит	Медно- никелевые месторождения в основных породах
X Пентландит (никелевый колчедан) $(Fe,Ni)_8S_9$	Кубическая, зернистые агрегаты и структуры распада в пирротине	Сов. по {111} в четырех направл. Раковис- тый	Бронзово- желтый. Зеленовато- черная	3-4,0	4,5-5	Раствор. в HNO_3 , окрашивая раст- вор в зеленый цвет. Ассоциация и характерная спайность	Пирротин, пирит	Пирротин, халькопи- рит, талнахит, магнетит, кубанит	Магматический в основных изверженных породах
* Пирротин гексагональ- ный $Fe_{1-x}S$	Гексагональ- ная, таблит- чатые и призм- атические кристаллы	Несов. по {10 $\bar{1}0$ }, отдельность по {0001}. Неровный	Бронзово- желтый с бу- роватой поб- ежалостью. Серовато-черная до черной	3,5- 4,5	4,6- 4,7	В HNO_3 и HCl разлагается с трудом. Бронзово-желтая окраска	Троилит, кубанит	Халькопи- рит, пентландит, пирит, сфалерит, арсено- пирит	Среднетемпера- турный гидротермаль- ный минерал, в основных породах, скар- нах, кварцевых жилах
* Клинопирро- тин (магнитный колчедан) Fe_7S_8	Моноклинная, зернистые агрегаты	Отдель- ность по {001}. Неровный	Бронзово- желтый. Серовато-черная до черной	3,5- 4,5	4,6- 4,7	Раствор. в HNO_3 . Бронзово-желтая окраска и магнитность	Троилит, кубанит, пирротин гексаго- нальный	Халькопи- рит, пентландит, пирит, сфалерит, арсенопи- рит	Среднетемперат- урный гидротер- мальный мине- рал, в основных породах, скар- нах, кварцевых жилах
X Троилит FeS	Гексагональ- ная, зернистый	Неровный	Бронзово- желтый.	4	4,6- 4,8	Легко раствор. в HCl с выд. H_2S . Парамагнитен	Пирротин	Халькопи- рит, пенландит	Медно-никеле- вому месторож- дения в основ- ных породах, серпентинизиро- ванные гиперба- зиты, включения в метеоритах

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X Туламенит PtFeCu (купро- платина)	Кубическая, зернистый	Кубическая, зернистый	Неровный	4	14,6	В кислотах не раствор. Сильно магнитен	Пирротин	Изоферр- платина, тетрафер- роплатина, хромшпи- нелиды	В ультраснов- ных извержен- ных породах
X Никелин NiAs	Гексагональ- ная, почковидные, зернистые агрегаты	Несов.по {10 $\bar{1}$ 0}. Неровный	Бледно медно- красный. Буровато-черная	5-5,5	7,6- 7,8	Легко раствор. в HNO ₃	Борнит, пирротин	Шмальтин, хлоантит, саффорит, раммельс- бергит, скуттерудит	В медно-нике- левых месторож- дениях в основ- ных извержен- ных породах, карбонатных и кварц-карбонат- ных жилах
* Марказит (лучистый колчедан) FeS ₂	Ромбическая, копьевидные и таблитчатые кристаллы, конкреции, натечные агрегаты	Ясная по {101}. Неровный	Латунно-желтый с серым оттенком. Черная	6-6,5	4,9	Разлагается в HNO ₃ с выд. S. Форма выд	Пирит, арсенопи- рит	Пирит, халь- копирит, галенит, сфалерит, пирротин	Низкотемпер- турный гид- ротермальный минерал, в зоне окисления
* Пирит (серный колчедан) FeS ₂	Кубическая, зернистые аг- регаты, коло- морфные массы, хорошо образованные кристаллы	Несов. по {100}, отдельность по {111}. Раковис- тый	Светлый латунно-желтый. Зеленовато- черная	6-6,5	4,9- 5,2	С трудом разлагается в HNO ₃ с выд. S. Форма кристаллов, твердость, окраска	Марказит, халькопи- рит, арсенопи- рит	Халькопи- рит, сфалерит, арсенопи- рит и др.	Наиболее широко распространен- ный сульфид

**2. Минералы с полуметаллическим
Черта аналогична цвету минерала в массе**

Название, химический состав	Сингония, облик кристаллов и строение агрегатов	Спайность, излом	Цвет, черта	Твер- дость
1	2	3	4	5
2.1. Черта бурая, буро				
		Цвет черный,		
X Ферберит FeWO ₄	Моноклиная, зернистые агрегаты, призматические и таблитчатые кристаллы	Сов. по {010} в одном направлении. Неровный	Черный. Черная	4,5
X Уранинит UO ₂	Кубическая, массивный, колломорфный - настуран,	Неровный, раковистый	Стально-серый до черного. Черная, буровато-черная, слегка блестящая	5-6,0
# Ильменит FeTiO ₃ (титанис-тый железняк)	Тригональная, таблитчатый {0001}, {10 $\bar{1}$ 1}, {10 $\bar{1}$ 4}, зернистый	Неровный, раковистый	Железо-черный до стально-серого. черная	5-6
X Самарскит (Y, Ce, U, Fe ⁺³) _x (Nb, Ta) ₅ O ₁₆	Моноклиная, псевдоромбический, призматич, метамиктный	Раковистый	Смоляно-черный, бархатисто-черный. Бурая до черной	5-6

**блеском. Цветные непрозрачные
или светлее, но всегда отчетливая**

Таблица 2

Плотность	Химические свойства, особые приметы	Сходные минералы	Сопутствующие минералы	Условия нахождения
6	7	8	9	10
вато-черная, черная. серо-черный				
7,3-7,5	Раствор. в HNO ₃ и HCl. Ассоциация, окраска, спайность	Танталит, сфалерит, касситерит	Касситерит, висмутин, топаз, берилл, флюорит	Высокотемпературный гидротермальный минерал кварцевых жил, грейзенов, пегматитов
7,5-10,	Раствор. в H ₂ SO ₄ и HCl. Радиоактивность, окраска, форма выд	Ильменит	Монацит, ксенотим, циртолит, алланит, биотит	Гидротермальный минерал, в пегматитах, грейзенах, кварцевых жилах и цементе конгломератов
5,6-6,4	В кислотах не раствор. Слабо магнитен	Гематит, магнетит, хромит	Гематит, магнетит, циркон, титанит, апатит, полевые шпаты	В основных изверженных горных породах, пегматитовых и кварцевых жилах, амфиболитах
5,6-6,4	Разлагается в кислотах при кипячении. Сильно радиоактивен	Колумбит	Колумбит, монацит, топаз, берилл, циркон, шерл	В щелочных пегматитах

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
XЭшинит (Ce,Ca,Th) \times \times (Ti,Nb) \times \times (O,OH) ₆	Ромбическая, призматиче- ский, отдель- ные зерна	Раковис- тый, неровный	Буровато- черный до черного. Бурая	5-6	4,9- 5,3	Разлагается в конц. H ₂ SO ₄ . Сильно радиоактивен, имеет красные и желто-бурые внутренние рефлексы	Самарс- кит, колумбит, фергусо- нит	Монацит, биотит, циркон, магнетит, апатит, алланит	В щелочных пегматитах
* Романешит (псиломелан) (Ba, H ₂ O) \times \times (Mn ⁴⁺ , Mn ³⁺) ₅ \times O ₁₀	Моноклин-ная; натеч-ные, почко-видные, плотные агрегаты	Неровный, скорлупова- тый	Темный стально- серый до черного. Коричневато- черная	5-6	4,0- 4,7	Легко с выд. Cl ₂ . Окрашивает пламя в зеленый цвет	Крипто- мелан, пиролою- зит	Пирролюзит, якобсит, браунит, гаусманит	Типичный мине- рал коры вывет- ривания, зоны окисления, мор- ских осадков, редко гидротер- мальный
* Криptomелан K(Mn ⁴⁺ , Mn ²⁺) ₈ O ₁₆	Моноклин-ная, псевдотетра- гональный, тонкозерни- стый, тонковолок- нистый, почковидный	Неровный	Стально-серый до черного. Коричневато- черная	6-6,5	4,2- 4,4	Раствор. в HCl и HNO ₃	Романе- шит, пиролою- зит	Манганит, романешит, пиролоюзит, браунит, якобсит, исутит	В метаморфизо- ванных марган- цевых м-ниях и их зоне окисле- ния, осадочных марганцевых ру- дах, в пегмати- товых и кварц- карбонатных жилах
* Магнетит (магнитный железняк) Fe ²⁺ Fe ³⁺ ₂ O ₄	Кубическая, {111}, {110}, {311}, зерни- стый, землис- тый. Мушкетовит - псевдо- морфоза по гематиту	Отдель- ность по {111}. Неровный, раковистый	Черный, темно- серый. Черная	5,5-6	4,8- 5,3	Раствор. в HCl при нагревании. Сильно магнитен	Ильменит, гематит, хромит	Ильменит, гематит, фторапатит, андрадит, эпидот, диопсид	Магматический в основных изверженных породах; метасоматичес- кий в скарнах; железистые кварциты

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X Лопарит (Ce,Na, Ca) \times \times (Nb,Ti)O ³	Кубическая, псевдокуби- ческий {100}, {111}, двой- ники прорас- тания по{111}	Несов. по {100}. Неровный	Черный, серовато- черный. Коричнево-бурая	5,5-6	4,7- 4,9	В кислотах нераствор. Характерно нахождение в щелочных породах	Перовскит	Микроклин, нефелин, альбит, эгирин, арфедсонит, эвдиалит, апатит	В щелочных изверженных породах и их пегматитах
X Якобсит MnFe ₂ O ₄	Кубическая, {110}, {111}, {311}, зернистый	Отдель- ность по{111}	Черный,буро- вато-черный. Бурая, буро- вато-черная	5,5- 6,5	4,8- 4,9	Раствор. в HCl с выдел. хлора. Слабо или сильно магнитен	Браунит, магнетит	Гематит,теф- роит, гаусма- нит, гранат, эпидот, родо- хрозит	В гидротер- мальных и мета- морфических месторождениях, скарнах
* Хромит (хромистый железняк) FeCr ₂ O ₄	Кубическая, зернистый, нодулярный, редко кристаллы	Отсутству- ет. Неровный	Черный, буровато- черный. Бурая, иногда серая	5,5- 7,5	4,5- 4,8	В кислотах раствор. при сплавлении с KHSO ₄ . Бурая черта, высокая твердость, иногда слабая магнитность	Гематит, магнетит, ильменит	Форстерит, серпентин, магнетит, уваровит	Магматический в ультра- основных изверженных породах, россыпях
* Ферроколум- бит Fe,Mn)Nb ₂ O ₆	Ромбическая, Призматичес- кий, пластинчатый, сплошной, зернистый	Ясная по {010}. Раковистый , неровный	Черный. Черная, буровато-черная	6	4,9- 5,4	В кислотах не раствор. Слабо магнитен	Самарскит, ильменит, вольфрамит	Магнетит, ильменит, альмандин, циркон, ксенотим	В кислых и щелочных изверженных породах их пегматитах и карбонатитах
Ферротанталит (Fe,Mn)Ta ₂ O ₆	Ромбическая, Призматичес- кий, пластин- чатый	Ясная по {010}. Раковистый	Черный, буровато- черный. Буровато-черная	6-6,5	6,4- 8,2	В кислотах не раствор	Самар- скит, ильменит, вольфра- мит	Сподумен, поллуцит, лепидолит, берилл, турмалин, топаз	В гранитных пегматитах

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		2.2. Черта красновато-бурая, же Цвет темно-красный			лтовато-бурая, зеленовато-серая. темно-бурый, черный				
X Манганит MnO(OH)	Моноклинная, натечные, плотные и зернистые массы, конкреции, оолиты	В. сов. по {010} и сов. по {110}. Неровный	Темный стально- серый до железо- черного. Красновато- бурая, бурая	3,5-4	4,2- 4,3	Раствор. в конц. H ₂ SO ₄ и конц. HCl с выд. хлора. Цвет черты и твердость	Гетит, гаусма- нит, браунит	Родохрозит, пирролюзит, гетит, рома- нешит, бра- унит, барит	В осадочных м- ниях марган-ца, реже, низко- температурный гидротермаль- ный минерал
X Алабандин MnS	Кубическая, {100}, {110}, {111}, зернистый	Сов. по {100} в трех направл	Железо-черный до сталь-но- серого, часто бурая побежалость. Зеленовато-серая	3,5-4	3,9- 4,1	Бурно раствор. в HCl и HNO ₃ с выдел. H ₂ S. Слабо магнитен	Сфалерит, гауерит	Родохрозит, тефроит, га- ленит, сфа- лерит, пиро- фанит, ро- додит, пирок- смангит	В низкотемпе- ратурных гид- ротермальных жилах и мета- морфогеных марганцевых рудах
Мангантата- лит Mn Ta ₂ O ₆	Ромбическая, призматичес- ки зернистый	Ясная по {010}	Буровато- красный, тем-но- красный. Темно-красная	6	7,5	В кислотах не раствор. Прозрачен в тонких сколах	Манган- колумбит, гейкелит	Пирофанит, воджинит, эшинит(Ce)	В редкоме- тальных и лити- евых пегматитах
* Сфалерит (цинковая обманка) ZnS Fe - марматит	Кубическая, часто кристаллы, зернистый, скорлупова- тый, колло- морфный, землистый	Сов. по {110} в шести направл.	Бурый, черный, красно-вато- бурый, желтый, зеле-ный. Бурая, желтовато-бурая	3,5-4	3,9- 4,1	Раствор. в конц. HNO ₃ с выд. серы, в HCl с выд. H ₂ S. Форма кристаллов и спайность	Вольфра- мит, вюрцит	Галенит, халькопи- рит, пирит, блеклые руды, кальцит, кварц	Гидротермаль- ный минерал широкого диа- пазона температур

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X Гюбнерит Mn(WO ₄)	Моноклинная, призматические кристаллы, зернистые и радиально-лучистые агрегаты	Сов. по {010} в одном направл. Неровный	Красновато-бурый до коричневаточерного. Желтовато-бурая до красноватокоричневой	4-4,5	7,1-7,3	Разлагается в горячих конц. H ₂ SO ₄ и HCl. Форма зерен, окраска, спайность	Сфалерит, касситерит	Триплит, висмутин, шеелит, касситерит, молибденит	Высокотемпературный гидротермальный минерал, грейзены и пегматиты
* Гейкелит MgTiO ₃	Тригональная, отдельные зерна и сплошные массы, редко кристаллы	Ясная по {10 $\bar{1}$ 1}, отдельность по {0001}. Раковистый	Красно-бурый до черного. Буровато-красная	5	3,8-4,1	В кислотах не растворяется. В тонких осколках просвечивает красным. Редок	Пирофанит, ильменит	Шпинель, циркон, хромит, диопсид, форстерит	Магматический в ультраосновных изверженных породах, в россыпях, реже гидротермальный
* Гетит FeO(OH)	Ромбическая, почковидные, натечные выделения параллельно-волокнистого строения	Сов. по {010} и менее сов. по {100}. Занозистый, неровный	Желтовато-бурый до черного. Желтовато-бурая, бурая	5-5,5	4,1-4,3	Медленно раствор. в HCl. Параллельно-волокнистое строение и желтый оттенок черты	Гематит, лепидокрит	Гематит, лепидокрит, кальцит	Гипергенный минерал зоны окисления и коры выветривания; осадочные образования, реже, гидротермальный
X Гаусманит Mn ²⁺ Mn ³⁺ ₂ O ₄	Тетрагональная, бипирамидальный, зернистый	Ясная по {001} в одном направл. неровный	Коричневато-черный до черного. Коричневая, красновато-бурая	5-5,5	4,7-4,9	В HCl раствор. с выделен. хлора	Браунит, гейкелит, магнетит	Пирролюзит, псилименлан, браунит, гематит, тефроит, родохрозит	В метаморфизованных марганцевых м-ниях, скарнах и гидротермальных жилах

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X Пирофанит $MnTiO_3$	Тригональная, тонкотаблитчатый, зернистый	Отчетливая по $\{02\bar{2}1\}$	Буровато-красный до черно-красного. Охряно-желтая до красновато-бурой	5-6	4,4-4,6	В кислотах не раствор. В тонких листочках просвечивает красным	Ильменит, гейкелит, рутил	Пирохроит, родонит, спессартин, родохрозит, алабандин, натролит	Вметаморфических марганцевых месторождениях и пегматитах щелочных массивов
Манганоколумбит $MnNb_2O_6$	Ромбическая, призматический, зернистый	Ясная по $\{010\}$, раковистый	Красноватобурый до черного. Красноватобурая	6	5,4	В кислотах не растворяется. Красные рефлексы	Манганотанталит, гейкелит	Самарскит, эвксенит, фергусонит	В редкометалльных пегматитах
X Торианит ThO_2	Кубическая, $\{100\}$, $\{111\}$, зернистый	Несов по $\{110\}$, неровный	Сероватокоричневый до черного. Зеленовато-серая	6,5-7,5	8,4-10,0	Растворяется в HNO_3 и H_2SO_4	Уранинит, торит	Циркон, монацит, берилл, флюорит, ильменит, рутил	В кислых изверженных породах и их метаморфических аналогах, пегматитах, карбонатитах и россыпях
* Гематит (железный блеск) Fe_2O_3	Тригональная, плотные зернистые, тонкочешуйчатые, пластинчатые, натечные агрегаты и кристаллы	Отдельность по $\{0001\}$ и $\{10\bar{1}1\}$. Раковистый	Стально-серый до черного, землистые агрегаты – буровато-красные. Вишнево-красная	5-6	5,0-5,3	Раствор. в конц. HCl . Специфическая черта, цвет и магнитность после прокаливания	Вольфрамит, хромит	Магнетит, кварц, рутил, сидерит, шамозит, ильменит	В железистых кварцитах, скарнах, жилах альпийского типа и кварцевых, коре выветривания

**3. Минералы с алмазным блеском.
Или прозрачные в**

Название, химический состав	Сингония, облик кристаллов и строение агрегатов	Спайность, излом	Цвет, черта	Твер- дость
1	2	3	4	5
3.1. Черта оранжевая,				
Цвет минерала оранжевый,				
X Реальгар AsS	Моноклиная, призматиче- ские кристаллы зернистые агрегаты, налеты	Сов. по {010} в одном направл. Полурако- вистый	Огненно- красный до оранжево-жел- того. Оранжево- красная, огненно-краная	1,5-2
X Глет (литаргит) PbO	Тетрагональ- ная, таблит- чатый, корочки, примазки	Ясная по {110} в двух направл	Красный, оранжево- красный. Красная	2
X Киноварь HgS	Тригональная, зернистые аг- регаты, сплошные порошкова-тые массы, реже крсталлы	Сов. по {10 $\bar{1}$ 0} в трех направл. Неровный	Ярко-красный, коричневато- красный. Ярко-красная	2-2,5

**Бесцветные или цветные, идеально прозрачные
той или иной степени** Таблица 3

Плот- ность	Химические свойства, особые приметы	Сходные минера- лы	Сопутствую- щие минералы	Условия нахождения
6	7	8	9	10
красная				
красный до черного				
3,56	Разлагается в HNO ₃ с выд. S, в HCl выпадают желтые хлопья. Окраска и ассоциация	Крокоит, киноварь	Аурипиг- мент, антимонит, киноварь, сажистый пирит	Низкотемпера- турный гидротер- мальный минерал. В жилах и вулканических возгонах
9,3	Раствор. в HCl, HNO ₃ и H ₂ SO ₄ , в последней образуется осадок PbSO ₄	Сурик, киноварь	Церуссит, сурик, англезит, вulfенит, свинец	В зоне окисления свинцовых месторождений
8,0- 8,2	Разлагается царской водкой. При нагревании сублимирует. Цвет, спайность, высокая плотность	Куприт, кермезит	Антимо- нит, пирит, реальгар, арсенопи- рит	Низкотемпера- турный гидротер- мальный мине- рал. Преимуществен- но, в жилах

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X Прустит Ag_3AsS_3	Тригональная, призматический, ромбоэдрический, зернистый	До ясной по $\{10\bar{1}1\}$. Раковистый	Ярко-красный, темнее на свету. Кирпично-красная	2,0-2,5	5,55-5,64	Разлагается в HNO_3 с выдел. S	Пираргирит, реальгар	Аргентит, пираргирит, серебро, мышьяк	В карбонатно-кварцевых жилах
X Пираргирит Ag_3SbS_3	Тригональная, призматический, зернистый	До ясной по $\{10\bar{1}1\}$. Раковистый, неровный	Вишнево-красный до красновато-черного. Пурпурно-красная	2,0-2,5	5,8-5,9	Разлагается в HNO_3 с выдел. S и Sb_2O_3	Прустит	Галенит, серебро, прустит, аргентит	В карбонатно-кварцевых жилах
X Сурик $\text{Pb}^{4+}\text{Pb}_2\text{O}_4$	Тетрагональная, плотный или порошковатый	Неровный	Ярко-красный до буровато-красного. Желто-оранжевая	2,0-3,0	8,2-9,2	Раствор. в HCl с выдел. Cl_2 , в HNO_3 образуется $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ и коричневый осадок PbO_2 . Редок	Глет	Галенит, церуссит, массикот, вульфенит	В зоне окисления свинцовых месторождений
# Крокоит $\text{Pb}(\text{CrO}_4)$	Моноклинная, призматические и игольчатые кристаллы, массивные агрегаты	Ясная по $\{110\}$ в двух направл. Раковистый, неровный	Гиацинтово-красный, оранжево-красный. Желтовато-оранжевая	2,5-3,0	6,0-6,1	Раствор. в HCl с выд. Cl_2 и PbCl_2 . Ассоциация и окраска	Реальгар, феникохроит	Вокеленит, пироморфит, миметезит, церуссит	Зона окисления сульфидных м-ний

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Куприт Cu ₂ O	Кубическая, мелкозернистый, порошковатый, кубические и столбчатые кристаллы - вискры	До ясной по {111}. Неровный, раковистый	Темно-красный, кирпично-красный до черного. Буровато-красная	3,5-4	5,9-6,2	Легко раствор. в HNO ₃ . Ассоциация со вторичными минералами меди	Киноварь, прустит. Пираргирит	Медь, малахит, гетит, псевдомалахит	Зона богатых окисных руд медносульфидных м-ний
* Лепидокрокит (рубиновая слюдка) FeO(OH)	Ромбическая, мелко-чешуйчатый, радиально-пластинчатый, таблит-атые кристаллы	Сов. по {010} и {001} в двух направл. Неровный	Рубиново-красный, вишнево-красный. Оранжево-красная	4-5	3,8-4,1	Раствор. в HCl. Красноватый оттенок черты и парагенезис	Гетит, гематит	Гетит, гематит, пирит	В бурых железняках зоны окисления, бокситах, почвах

3.2. Черта желтая

Цвет минералов желтый, коричневый до черного, иногда бесцветный

* Сера S	Ромбическая, зернистые, порошковатые, сливные агрегаты и дипирамидальные кристаллы	Несов. по {001}, {110}. Раковистый, неровный	Серно-желтый, медово-желтый, зеленовато- и буровато-желтый. Белая	1-2	2,1	Легко горит. Раствор. в сероуглероде и скипидаре. Цвет, хрупкость, блеск, горючесть	Розицкит, аурипигмент	Гипс, ангидрит, галит, кальцит, арагонит	В вулканических отложениях, осадочных породах и зоне окисления сульфидных м-ний
* Ферримолибдит Fe ₂ (MoO ₄) ₃ × 7H ₂ O	Ромбическая, радиально-волоконистые и порошковатые агрегаты	Сов. по {001}. Неровный	Канареечно-желтый, зеленовато-желтый. Бледно-желтая	1-2	4,5	Раствор. в кислотах. Форма выд. и развитие по молибдениту	Ярозит, ферротунгстит	Молибденит, вольфрамит, полевой шпат	Зона окисления молибденовых м-ний

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Тюямунит $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2 \times$ $\times (\text{VO}_4)_2 \times$ $\times 8\text{H}_2\text{O}$	Ромбическая, чешуйчатые и пластинчатые агрегаты	Сов. по {001} в одном направл	Канареечно- желтый, зеленовато- желтый. Желтая	1-2	3,7- 4,5	Раствор. в кислотах. Цвет, форма выд. Радиоактивность	Карнотит, урановые слюдки	Карнотит, уранинит, коффинит, роскоэлит	Зона окисления урановых м-ний и терригенные осадочные породы (песчаники)
X Арсенолит As_2O_3	Кубическая, октаэдричес- кий, землис- тый,	Сов. по {111} в 4-х направл. Раковистый	Бесцветный, белый, желтый. Белая	1,5	3,7- 3,9	Частично раствор. в горячей воде. Возгоняется в виде белого дыма	Сенармон- тит, валенти- нит	Мышьяк, арсенопи- рит, теннантит, реальгар, аурипиг- мент	Зона окисления сульфидных м- ний
X Аурипиг- мент As_2S_3	Моноклинная, кристаллы, пластинчатые и волокнистые агрегаты, порошковатые массы	В. сов. по {010} в одном направл	Золотисто- желтый, лимонно- желтый. Светло-желтая	1,5-2	3,5	Раствор. царской водке и щелочах с выпадением бурого осадка. Цвет, низкая твердость и спайность	Сера	Реальгар, антимонит, пирит, арсенопи- рит, гетчеллит	Низкотемпера- турные гидротер- мальные м-ния и отложения горя- чих источников
X Сенармон- тит Sb_2O_3	Кубическая, октаэдричес- кий, зернистый	Раковистый, неровный	Бесцветный, серовато- белый. Белая	2-2,5	5,2- 5,8	Легко раствор. в HCl . Ассоциация с антимонитом и вторичными минералами Sb	Валенти- нит, арсенолит	Антимонит, кремезит, сурьма	Зона окисления сурьмяных м- ний

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Карнотит $K_2(UO_2)_2(VO_4)$ $2 \times \times 3H_2O$	Ромбическая, пластинчатый, землистый	Сов. по {001} в одном направл	Ярко-желтый до лимонно- желтого. Желтая	2-2,5	4,5- 5,0	Легко раствор. в кислотах. Яркий цвет, приурочен- ность к осадочному комплексу, радиоактив- ность	Отенит, тюямунит	Тюямунит, фольбортит, россит, уранинит, асфальтит	Зона окисления урановых м-ний и в песчаниках
X Вульфенит $Pb(MoO_4)$	Тетрагональ- ная, дипирамидаль- ный, пластинчатый, зернистый	Ясная по {011}	Оранжево- желтый, серовато- желтый. Белая	2,5-3	6,5-7	Раствор. в кислотах	Штольцит, шеелит	Пиромор- фит, ванадинит, церуссит, галенит, миметизит	Зона окисления сульфидных м- ний
X Штольцит $Pb(WO_4)$	Тетрагональ- ная, дипирамидаль- ный, зернистый	Несов. по {011}. Раковис-тый, неровный	Красновато- желтый, желтовато- серый, соломенно- желтый. Белая	2,5-3	7,9- 8,3	Раствор. в HCl с выдел. WO_3	Вульфенит, шеелит	Ванадинит, миметизит, вульфенит, церуссит, лимонит	Зона окисления сульфидных м- ний
# Вокеленит $b_2Cu(CrO_4) \times$ $\times (PO_4) (OH)$	Моноклинная, клиновидный, зернистый	Неровный	Оливково- зеленый до черного. Зеленовато- желтая	2,5-3	6,5- 7,1	Раствор. в HNO_3	Лаксманит, форнасит	Крокоит, пиромор- фит, миметизит, ванадинит	Зона окисления сульфидных м- ний

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X Ванадинит $Pb_5(VO_4)_3Cl$	Гексагоаль- ная, призматичес- кие кристаллы и мелко- зернистые корочки	Раковистый, неровный	Оранжево- красный, коричнево- красный, коричнево- желтый. Бледно-желтая	2,5-3	6,5- 7,1	Легко раство- ряется в HCl и HNO ₃ Форма кристаллов, цвет и ассоциация	Миметезит	Миметезит, пиромор- фит, деклуазит, церуссит, вульфенит	Зона окисления свинцовых м- ний
* Ярозит $KFe_3(SO_4)_2 \times$ $\times (OH)_6$	Тригональная, ромбоэдр- ические кристаллы, тонкочешуйча- тые плотные агрегаты	В. сов. по {0001} в одном нап- равл.	Охристо- желтый до коричнево- желтого. Желтая	2,5- 3,5	3,1- 3,3	Раствор. в кислотах. Жирный на ощупь	Гетит, лимонит	Лимонит, гематит, гетит	Зона окисления сульфидных м-ний
* Церуссит $Pb(CO_3)$	Ромбическая, пластинчатые и бипирамидаль- ные кристаллы, зернистые и натечные аг- регаты	Ясная по {110} и {021}. Раковистый	Бесцветный, белый, серый, желтый. Белая	3-3,5	6,5	Раствор. в кислотах с выд. CO ₂ . Форма крис- таллов, блеск, плотность и ассоциация	Англезит	Англезит, смитсонит, вульфенит, малахит, галенит	Зона окисления свинцовых м-ний
* Сфалерит (цинковая обманка) ZnS	Кубическая, тетраэдри- ческие кристаллы, зернистый, реже землистый - брункит	Сов. по {110} в шести направл. Раковистый	Желтый, зеленый (клейофан), красный, бурый. Светло-желтая	3,5-4	3,9- 4,1	Раствор. в конц. HNO ₃ с выд. S, в HCl с выд. H ₂ S. Форма крис- таллов, спай- ность и блеск	Гринокит, вюрцит	Галенит, блеклая руда, халькозин, борнит	В полиметал- лических м-ниях, в известняках и колчеданных рудах

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X Миметизит $Pb_5(AsO_4)_3Cl$	Гексагональная, призматический, зернистый	Неровный	Бесцветный, белый, желтый, бурый. Белая	3,5-4	7,2-7,3	Раствор. в HNO_3 и HCl , где выпадает $PbCl_2$	Пироморфит, ванадинит	Пироморфит, ванадинит, церуссит, вульфенит, бедантит	Зона окисления свинцовых м-ний
* Пироморфит $Pb_5(PO_4)_3Cl$	Гексагональная, призматические кристаллы и зернистые агрегаты	Неровный	Желтый, желтовато- зеленый, бурый. Белая	3,5-4	7-7,1	Раствор. в кислотах. Легко плавится, после охлаждения приобретает полиэдрическую форму	Миметезит, ванадинит	Церуссит, лимонит, крокоит, вокеленит, вульфенит	Зона окисления свинцовых м-ний
* Шеелит $Ca(WO_4)$	Тетрагональная, дипирамидальные кристаллы и зернистые агрегаты	Ясная по {101}. Неровный	Белый, серый, бледно- желтый, оранжево- красный. Белая	4,5-5	5,8-6,2	Раствор. в HCl с выд. WO_3 Плотность, форма кристаллов, люминесцирует в УФ-лучах	Кварц	Вольфрамит, касситерит, гранат, эпидот, флюорит	Кварцевые жилы и скарны
* Пироклор $(Ca,Na)_2 \times$ $\times (Nb,Ta)_2 \times$ $\times O_6(OH,F)$	Кубическая, октаэдрические кристаллы и мелкокристаллические агрегаты	Отдельность по {111} Раковистый	Желто-бурый, янтарно-желтый, зелено- вато-желтый. Светло-желтая	5-5,5	4,2-5	С трудом раствор. в HCl . Разлагается в конц. H_2SO_4 . Форма кристаллов, цвет	Циркон, шеелит, перовскит	Циркон, ильменит, биотит, апатит, титанит, алланит	Нефелиновые сиениты, альбитизированные граниты, щелочные основные породы и карбонатиты

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Перовскит CaTiO ₃	Ромбическая (псевдокубическая), кубический, октаэдрический, зернистый редко	Несов. по {100}. Раковис-тый, неровный	Черный, буровато-черный, красновато-бурый, буровато-желтый. Белая, буровато-серая	5,5	4,1-4,3	Раствор. в HF и при кипячении в конц. H ₂ SO ₄	Хромит	Хлорит, кальцит, гранат, диопсид, магнетит, ильменит	В ультраосновных и щелочных породах, карбонатах и контактово измененных известняках
* Анатаз TiO ₂	Тетрагональная, остропирамидальные кристаллы, зернистые агрегаты	Сов. по {001} и {111} в пяти направл. Раковистый	Синий до черного, лимонно-желтый, красновато-коричневый. Белая	5-6	3,9-4	В кислотах не раствор. Цвет и форма кристаллов	Касситерит, рутил	Адуляр, брукит, ильменит, титанит, апатит	Жилы альпийского типа, аксессуарный минерал магматических и метаморфических пород
* Брукит TiO ₂	Ромбическая, уплощенно-призматические и призматические кристаллы	Несов. по {110}. Раковистый	Желтый, желтовато-коричневый до черного. Белая до бледно-желтой	5,5-6	4--4,1	В кислотах не раствор. Уплощенная форма кристаллов, цвет и ассоциация	Рутил	Анатаз, титанит, адуляр, рутил, ильменит	Жилы альпийского типа, аксессуарный минерал метаморфических пород
* Рутил TiO ₂	Тетрагональная, призматические и игольчатые кристаллы, коленчатые двойники и зернистые агрегаты	Сов. по {110} в двух направл. Раковистый, неровный	Светло-желтый, красновато-бурый до черного (нигрин). Светло-желтая до бледно-коричневой	6-6,5	4,2-4,3	В кислотах не раствор. Широко распространен. Форма кристаллов, твердость	Касситерит, циркон, турмалин	Апатит, ильменит, брукит, гематит	В апатитовых жилах и гнездах, в основных изверженных и метаморфических породах и кварцевых жилах

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X Касситерит SnO ₂	Тетрагональная, призматические кристаллы, зернистые и коллоидные агрегаты (деревянистое олово)	Несов. по {110} и {100}. Полураковистый, неровный	Желтый, красновато-бурый до коричнево-черного. Белая до темно-бурой	6-7	6,8-7	Зерна при кипячении с цинком в HCl покрываются пленкой олова. Плотность, форма кристаллов	Рутил, циркон	Вольфрамит, касситерит, висмутин, арсенипирит, шеелит	В кварцевых и пегматитовых жилах, грейзенах, скарнах, кислых магматических породах и россыпях
* Циркон Zr [SiO ₄]	Тетрагональная, обычно призматические или дипирамидальные кристаллы, иногда метамиктные	Несов. по {110} и {111}. Раковистый	Желтый (жаргон), желто-бурый, красный (гиацинт), красно-коричневый. Белая до светло-желтой	7-7,5	3,9-4,6	Слабо разлагается в конц. H ₂ SO ₄ . Преимущественно в кристаллах, люминесцирует в УФ-лучах, иногда радиоактивен	Рутил, касситерит, монацит	Монацит, ксенотим, титанит, алланит, биотит, ильменит	Аксессуарный минерал кислых и щелочных изверженных пород и их пегматитов, россыпи
X Алмаз C	Кубическая, округлые кристаллы, зернистые сростки (борт, баллас, карбонадо)	Сов. по {111} в четырех направл. Раковистый	Бесцветный, голубой, желтый, зеленый, розовый, коричневый до черного. Белая	10	3,5-3,6	В кислотах не растворяется. Форма кристаллов, блеск, ассоциация, люминесценция в УФ и рентгеновских лучах	Лонсдейлит, муассанит	Пироп, гейкелит, хромдиопсид, форстерит, флогопит	Кимберлитовые и лампроитовые трубки взрыва, россыпи

3. Минералы с алмазным блеском.
Черта чаще белая, реже светло окрашенная,

Название, химический состав	Сингония, облик кристаллов и строение агрегатов	Спайность, излом	Цвет, черта	Твердость
1	2	3	4	5
4.1. Черта имеет отчетливую окраску:				
Цвет минерала аналогичен цвету				
* Вивианит $Fe_3(PO_4)_2 \times 8H_2O$	Моноклинная, призматические до игольчатых кристаллы, землистые агрегаты, конкреции, стяжения	Сов. по {010} в одном направл. Неровный	Свежий - бесцветный, на воздухе быстро синее до синего-черного. Голубоватая до синей	1,5-2
* Эритрин $Co_3(AsO_4)_2 \times 8H_2O$	Моноклинная, призматические и игольчатые кристаллы, землистые агрегаты, выцветы, налеты	Сов. по {010} в одном направл. Неровный	Малиново-красный, персиково-красный, бледно-розовый. Бледно-розовая, розовая	1,5-2,5

Прозрачные в той, или иной степени минерал белеет в том месте, с которого получена черта

Таблица 4

Плотность	Химические свойства, особые приметы	Сходные минералы	Сопутствующие минералы	Условия нахождения
6	7	8	9	10
зеленую, голубую, синюю, розовую. черты, или несколько темнее				
2,68	Легко раствор. в кислотах. Окраска и приуроченность к органическим остаткам		Анапайт, фосфаты железа и марганца	Осадочные железорудные м-ния, торфяники
3-3,1	Раствор. в кислотах, окрашивая раствор в розовый цвет. Окраска и развитие по арсенидам и сульфоарсенидам	Родохрозит	Кобальтин, саффлорит, скуттерудит, аннабергит, кальцит	Зона окисления арсенидных и сульфоарсенидных м-ний кобальта и никеля

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
*Глауконит $K(Fe^{+3}Mg) \times [AlSi_3O_{10}] \times (OH)$	Моноклинная, землистые массы, червеобразные и шаровидные мелкие стяжения	В. сов. по {001}	Зеленый, зеленовато-бурый до зеленовато-черного. Зеленая	2-3	2,4-3	Разлагается в HCl с образованием скелета SiO ₂ . Цвет, форма выд. и парагенезис	Хлориты, селадонит	Селадонит, слоистые силикаты	В осадочных терригенных горных породах и почвах
Лампрофиллит $Na_2(Sr,Ba)_2Ti_3 \times (SiO_4)_4 (OH,F)_2$	Моноклинная, призматический, радиально-лучистый	В. сов. по {001}	Золотисто-бурый, бронзово-желтый. Буровато-желтая	2-3	3,4-3,5	Разлагается в царской водке с выдел. кремнезема. Грубопластинчатый	Астрофиллит	Эвдиалит, мурманит, эгирин, рамзаит, нефелин	В щелочных изверженных породах и их пегматитах
* Аннабергит $Ni_3(AsO_4)_2 \times 8H_2O$	Моноклинная, призматические и игольчатые кристаллы, землистые агрегаты, выцветы, налеты	Сов. по {010}. Неровный	Яблочно-зеленый, грязно-зеленый до белого. Бледно-зеленая до белой	2,5-3	3,0-3,2	Раствор. в кислотах, окрашивая раствор в нежно-зеленый цвет. Окраска и развитие по арсенидам и сульфоарсенидам никеля	Моренозит	Симплезит, моренозит, малахит, адамин, эритрин	Зона окисления арсенидных и сульфоарсенидных м-ний кобальта и никеля
X Астрофиллит $(K,Na)_3 \times (Fe^{2+},Mn)_7 \times Ti_2 \times [Si_8O_{24}] \times (O,OH)_7$	Триклинная, таблитчатые, игольчатые кристаллы, радиально-лучистые, волокнистые агрегаты	В. сов. по {001} в одном направл	Золотисто-желтый, бронзово-желтый. Буровато-желтая	3	3,28-3,42	Легко раствор. в HCl. Магнитен после прокаливания	Лампрофиллит	Эгирин, арфедсонит, канкринит, аббит, натролит, титанит, апатит	В щелочных изверженных породах и их пегматитах

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X Атакамит $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$	Ромбическая, призматический, пластинчатый, мелкозернистый	Сов. по {010}. Раковистый	Изумрудно-зеленый до черно-зеленого. Яблочно-зеленая	3-3,5	3,8-3,9	Легко раствор. в кислотах. Окрашивает пламя в голубой цвет	Малахит, брошантит	Куприт, гипс, параатакамит, брошантит, малахит и др	В зоне окисления медных м-ний в областях с засушливым климатом
* Малахит $\text{Cu}(\text{CO}_3) \times \text{Cu}(\text{OH})_2$	Моноклинная, натечные, почковидные и радиально-лучистые агрегаты, редко призматические кристаллы	Сов. по {201} и {010}. Неровный раковистый	Ярко-зеленый, темно-зеленый до черно-зеленого. Бледно-зеленая	3,5	4-4,1	Легко раствор. в кислотах с выдел. CO_2 . Широко распространен, положительная реакция на CO_2	Атакамит, адамин	Медь, куприт, азурит, хризоколла	В зоне окисления медных сульфидных м-ний
* Азурит $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2 \times (\text{OH})_2$	Моноклинная, таблитчатые кристаллы, зернистые и землистые агрегаты	Сов. по {001} ясная по {100}. Раковистый	Лазурно-синий до темно-синего, голубой в землистых агрегатах. Голубая	3,5-4	3,7-3,9	Легко раствор. в кислотах с выд. CO_2 . Окраска, форма кристаллов и ассоциация	Линарит	Малахит, куприт, тенорит, кальцит, хризоколла	В зоне окисления медных сульфидных м-ний
* Брошантит $\text{Cu}_4(\text{SO}_4) \times (\text{OH})_6$	Моноклинная, призматический, игольчатый, зернистый, плотный	Сов. по {100}. Неровный	Светло-зеленый, изумрудно-зеленый, черно-зеленый. Бледно-зеленая	3,5-4	3,9-4,1	Раствор. в кислотах	Малахит, атакамит	Малахит, азурит, линарит, церуссит, атакамит	В зоне окисления медных сульфидных м-ний

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Х Псевдомалахит $\text{Cu}_5(\text{PO}_4)_2 \times (\text{OH})_2$	Моноклинная, призматический, натечный, радиально-волоконистый	Ясная по {010}	Голубовато-зеленый, темно-зеленый. Бледно-зеленая	4,5-5	4-4,3	Легко раствор. в кислотах. Специфический голубоватый оттенок	Малахит, хризоколла	Малахит, хризоколла, тенорит, пироморфит, лимонит	В зоне окисления сульфидных медных м-ний
Диоптаз $\text{Cu}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}] \times 6\text{H}_2\text{O}$	Тригональная, призматический, сливной	Сов. по {10 $\bar{1}$ 1}. Рак-овистый	Голубовато-зеленый, ярко-зеленый. Голубовато-зеленая	5	3,1-3,5	Разлагается в HCl и HNO ₃ с выдел. Студенистого кремнезема	Хризоколла, планшеит	Хризоколла, планшеит, азурит, малахит, церуссит, вульфенит	В зоне окисления сульфидных медных м-ний на контакте с известняками
Х Людвигит $(\text{Mg,Fe})_2\text{Fe}^{+3} \times [\text{BO}_3]\text{O}_2$	Ромбическая, шестоватые и тонкоигольчатые агрегаты, сплошные зернистые массы	Неровный, занозистый	Темно-зеленый до черного. Зеленовато-серая, серая	5	3,6-4,7	Раствор. в кислотах. Форма выделения, ассоциация	Шерл, геденбергит	Гумит, форстерит, диопсид, магнетит	Контактово-метасоматические м-ния
Х Лазурит $6\text{Na}[\text{AlSiO}_4] \times 2\text{Ca}(\text{SO}_4, \text{S}, \text{Cl}_2)$	Кубическая, зернистые агрегаты, редко ромбододекаэдрические кристаллы	Несов. по {110}. Неровный	Голубой, яркосиний, синефиолетовый, темно-синий. Голубая	5,5-6	2,4-2,5	Раствор. в кислотах с выд. студенистого кремнезема и сероводорода. Цвет, ассоциация	Содалит, вишневит, нозеан	Кальцит, диопсид, скаполит, пирит	Контакт щелочных изверженных пород и известняков
Пьемонтит $\text{Ca}_3(\text{Al, Mn, Fe})_2 \times [\text{SiO}_4][\text{Si}_2\text{O}_2] \times \text{O}(\text{OH})$	Моноклинная, призматический, зернистый	Сов. по {001}, несов. по {100}. Неровный	Вишнево-красный, красновато-бурый, темно-коричневый. Вишнево-красная	6-6,5	3,4-3,5	В кислотах не раствор., в п.п.тр. вспучивается, легко плавится	Тулит, родонит	Спессартин, браунит, гаусманит	В метаморфизованных марганцевых осадках, глаукофановых и зеленых сланцах

**4.2. Черта имеет зеленоватый или се
Преобладающая окраска минералов**

1	2	3	4	5
*Вермикулит (Mg, Fe ²⁺ , Al) ₃ × ×[(Al, Si) ₄ O ₁₀] × ×(OH) × 4H ₂ O	Моноклинная, пластинчатый, чешуйчатый	В. сов. по {001} в одном направл	Золотисто– желтый, желто- бурый, бурый. Бледно- коричневая, бледно-зеленая	1,5-2
X Гриналит (Fe ²⁺ , Fe ³⁺) ₂₋₃ × ×[Si ₂ O ₅](OH) ₄	Моноклинная, пластинчатый, чешуйчатый	В. сов. по {001}	Темно- зеленый, темно-бурый. Зеленая, бурая	2-2,5
* Шамозит (Fe ²⁺ , Mg, Al) ₅ Al × ×[Al (Si, Al) ₃ × ×O ₁₀] (OH) ₈	Моноклинная, листо-атые, мелко- и тонкоче- шуйчатые агрегаты	В. сов. по {001}	Темно-зеле- ный до чер- ного. Серо-зеленая	2,5-3
* Аннит K(Mg, Fe) ₃ × ×[AlSi ₃ O ₁₀] (OH) ₂	Моноклинная, столбчатые и пластинчатые кристаллы, чешуйчатые и пластинчатые агрегаты	В. сов. по {001} в одном направл	Черный с зеленоватым, красноватым или золотистым оттенком. Коричневая	2-3

**роватый оттенок, выраженный неясно.
Зеленая, темно-зеленая, черная**

Продолжение таблицы 4

6	7	8	9	10
2,3	Легко разла- гается в кисло- тах с образо- ванием порош- коватого SiO ₂ . Вспучивается при нагревании	Гидробио- тит	Калиевые полевые шпаты, апатит, циркон	Образуется при выветривании в виде псевдоморфоз по биотиту и флогопиту, встречается в почвах
2,8-3	Раствор. в HCl. Сплавляется в черное стекло	Крон- шtedтит	Сидерит, пирит, марказит	Образуется при гидролизе железистых силикатов
3-3,4	Раствор. в HCl с выд. студенис- того SiO ₂ . Форма выд., цвет, сплавляется в черное стекло	Гриналит	Сидерит, пирит, марказит	Осадочные железорудные м- ния
3-3,1	Разлагается в H ₂ SO ₄ с обра- зованием скелета SiO ₂ . Цвет, упругость листочков и ассоциация	Биотит, флогопит	Полевые шпаты, титанит, циркон, кварц	Кислые и средние магматические горные породы и их пегматиты, метаморфические породы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Рибекит $\text{Na}_2\text{Fe}_3^{2+}\text{Fe}_2^{3+} \times$ $\times [\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2 \times$ $\times (\text{OH}, \text{F})$	Моноклинная, призматический, зернистый	Сов. по {110} в двух направл. под углом 124°	Светло-зеленый, серо-зеленый до зеленовато-черного. Зеленовато-серая до белой	5-6	3-3,4	В кислотах не раствор.	Глаукофан	Полевые шпаты, мусковит, кварц	Аксессуарный минерал в кислых изверженных породах, фенитах, железистых кварцитах, пегматитах
*Паргасит $\text{NaCa}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_4 \times$ $\text{Al}[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}] \times$ $(\text{OH})_2$	Моноклинная, шестоватые и зернистые агрегаты	Сов. по {110} в двух направл. под углом 124°. Неровный	Светло-зеленый, серо-зеленый до зеленовато-черного. Зеленовато-серая	5-6	3-3,2	В кислотах не раствор. Цвет, ассоциация и оптические конс-танты	Гастингсит	Кальцит, доломит, форстерит, диопсид, флогопит	Метаморфизованные карбонатизированные ультраосновные породы, скарны, эклогиты
*Гастингсит $\text{NaCa}_2(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_4 \times$ $\text{Fe}^{3+}[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}] \times$ $(\text{OH})_2$	Моноклинная, несовершенные кристаллы, шестоватые и зернистые агрегаты,	Сов. по {110} в двух направл. под углом 124° Неровный	Зеленовато-коричневый, коричневый до зеленовато-черного. Серо-зеленая	5-6	3,1-3,3	В кислотах не раствор. Цвет, ассоциация и оптические константы	Паргасит	Пироксен, форстерит, плагиоклаз, ильменит, апатит	Основные магматические, метаморфические и метасоматические породы
* Гиперстен $(\text{Fe}, \text{Mg})_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$	Ромбическая, плотные зернистые агрегаты, пластинчатые срастания с клинопироксенами	Сов. по {110} в двух направл. под углом 88°. Неровный	Темно-зеленый, серовато-черный, томпаково-бурый. Серая, коричневато-серая	5-6	3,4-3,7	Частично раствор. в HCl. Сплавляется в черную эмаль Форма зерен, угол между плоскостями спайности	Энстатит, бронзит	Авгит, салит, плагиоклаз, гастингсит, магнетит, биотит	Породообразующий минерал магматических и метаморфических пород

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Грюнерит (Fe ²⁺ ,Mg) ₇ × ×[Si ₈ O ₂₂]× ×(OH) ₂	Моноклинная, игльчатый, радиально- лучистый, волоконистый	Сов. по {110} в двух направл. под углом 124°	Желтый, бу- рый, зелено- вато-серый. Зеленовато- серая	5.5	3-3.5	В кислотах не раствор. Плавится в чер-ное магнитное стекло	Даннеморит	Актинолит, кварц, маг- нетит, гема- тит, анке- рит, биотит	В контактово и регионально ме- таморфизован- ных породах и метасоматичес- ких жилах
* Арфедсонит Na ₃ (Fe ²⁺ ,Mg)× ×Fe ³⁺ [Si ₈ O ₂₂]× × (OH) ₂	Моноклинная, призматичес- кие и иголь- чатые крис- таллы, ради- ально-лучис- тые, шесто- ватые агрегаты	Сов. по {110} в двух направл. под углом 124°. Неровный, занозистый	Зеленый, зеленовато- черный, черный. Зеленовато- серая, голу- бовато-серая	5.5-6	3-3.5	В кислотах не раствор. Легко плавится в магнитное стекло Форма зерен, окраска, спай- ность, ассоциация	Гастингсит, эгирин	Эгирин, гастингсит, куммингто- нит, микроклин, плагиоклаз	Щелочные изверженные породы и их пегматиты, щелочные грани- ты, карбонатиты, метасоматиты
X Ильваит CaFe ²⁺ ₂ Fe ³⁺ × × [Si ₂ O ₇]O× × (OH) ₂	Ромбическая, призматичес- кий, изомет- ричный, зернистый, шестоватый	Сов. по {010} и {001} в двух нап- равл.	Черный с буроватым или зеленоватым оттенком. Темно-серая с зеленоватым оттенком	5.5-6	3.8- 4.1	Разлагается в HCl с образо- ванием студе- нистого осадка SiO ₂ Сплавляется в черный стекло- ватый магнит- ный шарик	Людвигит, энигманит	Кварц, кальцит, геденбер- гит, данне- морит, маг- нетит, гра- нат, эпидот	В известковых скарнах, медно- никелевых суль- фидных м-ниях и гидротермаль- но измененных породах
* Авгит (Ca,Na)× ×(Mg,Fe,Al,Ti) ×[(Si,Al) ₂ O ₆]	Моноклинная, короткоприз- матические кристаллы, сплошные зернистые массы	Сов. по {110} и отдельность по {100}. Раковистый, н еровный	Зеленый, черно-зеленый до черного. Зеленовато- бурая	5.5-6	3.2- 3.6	Частично раз- лагается в HCl. По форме кристаллов в эффузивах или оптически	Диопсид	Плагиоклаз, оливин, магнетит, пижонит	Породообразую- щий минерал магматических пород, в гнейсах и кварцитах

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
*Актинолит $\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe}^{2+})_5 \times [\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$	Моноклинная, шестоватые, тонко-лучистые и волокнистые (асбест) агрегаты, плотные массы - нефрит	Сов. по {110} в двух направл. под углом 124°. Неровный, занозистый	Зеленый, серовато-зеленый, голубовато-зеленый. Белая до бледно-зеленой	5-6	3.1-3.2	В кислотах не раствор. Плавится с трудом в серо-зеленоватое стекло. Окраска, форма кристаллов и ассоциация	Тремолит, эпидот, турмалин	Альбит, эпидот, клинохлор, кальцит, доломит, глаукофан	Породообразующий минерал зеленосланцевой фации метаморфизма
* Тефроит $\text{Mn}_2[\text{SiO}_4]$	Ромбическая, призматический, зернистый	Сов. по {010} и {001}. Раковистый	Пепельно-серый, бурый, оливково- и черно-зеленый. Серая	5.5-6	3.8-4.3	Раствор. в HCl с выдел. студенистого кремнезема. Иногда слабо магнитен	Фаялит	Родонит, спессартин, родохрозит, барит, гаусманит, бустамит	В железо-марганцевых м-ниях, скарнах, метаморфизованных марганцевых осадках
Алланит-Ce (ортит) $(\text{Ce,Ca,Y})_2(\text{Al,Fe}^{3+})_3 \times [\text{SiO}_4] \times [\text{Si}_2\text{O}_7]\text{O}(\text{OH})$	Моноклинная, пластинчатые, досковидные кристаллы, сливные агрегаты	Отсутствует. Неровный, раковистый	Темно-зеленый, смоляно-черный, светло-коричневый. Серая, светло-зеленая	5.5-6	3.3-4.2	Раствор. в HCl с выд. порошкового SiO_2 . Нередко радиоактивен. Форма кристаллов, цвет, радиоактивность	Меланит, стенструпин	Альбит, апатит, флюорит, биотит, гастингсит, магнетит	Аксессуарный минерал гранитов и сиенитов, их пегматитов, карбонатиты
Диопсид $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	Моноклинная, призматические кристаллы зернистые шестоватые и радиально-лучистые агрегаты,	Сов. по {110} в двух направл. под углом 88°, отдельность по {100}. Неровный	Светло-зеленый, серо-фиолетовый, розовый, белый. Белая до бледно-зеленой	5.5-6	3.2-3.4	Слабо раствор. в HCl. Форма кристаллов и окраска	Геденбергит, гиперстен	Кальцит, флогопит, апатит, магнетит, клинохлор, шпинель	Породообразующий минерал магматических пород, их пегматитов, метаморфических пород, скарнов

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Геденбергит CaFe [Si ₂ O ₆]	Моноклинная, крупношестоватые и радиально-лучистые агрегаты, иногда зонально-концентрические	Сов. по {110} в двух направл. под углом 88°, отдельность по {100}. Неровный	Темно-зеленый до черного. Светло-серая с зеленоватым оттенком	5,5-6,5	3,4-3,6	Частично разлагается в HCl. Легко сплавляется в черный магнитный шарик. Спайность и ассоциация	Людовигит, шерл	Фаялит, магнетит, кварц, ильваит, полевые шпаты	Породообразующий минерал оливинсодержащих сиенитов, железистых кварцитов, скарнов
* Глаукофан Na ₂ Mg ₃ Al ₂ × ×[Si ₄ O ₁₁] ₂ × ×(OH) ₂	Моноклинная, призматические кристаллы, шестоватые и волокнистые (асбест) агрегаты	Сов. по {110} в двух направл. под углом 124°. Занозистый, неровный	Серо-синий, ярко-синий, голубовато-черный. Голубовато-серая	6-6,5	3-3,3	В кислотах не раствор. Окраска и нахождение в метаморфических породах	Рибекит, рихтерит	Эпидот, альмандин, альбит, лавсонит, пумпеллиит	Кристаллические сланцы, эклогиты, метасоматиты
* Эгирин NaFe[Si ₂ O ₆]	Моноклинная, радиально-лучистые, спутанно-волокнистые агрегаты, реже игольчатые кристаллы	Сов. по {110} в двух направл. под углом 88°. Занозистый, неровный	Светло-зеленый, зеленовато-черный до черного. Светло-зеленая	6-6,5	3,4-3,7	В кислотах не раствор. Форма кристаллов, окраска, спайность, ассоциация	Арфедсонит, энигманит	Полевые шпаты, нефелин, корунд, магнетит	Кислые и щелочные породы, их пегматиты, железистые кварциты, гидротермалиты
* Жадеит NaAl[Si ₂ O ₆]	Моноклинная, плотные агрегаты спутанно-волокнистого строения, зернистые массы	Сов. по {110} в двух направл. под углом 88°. Неровный до занозистого	Белый, серый, зеленовато-серый, зеленый, синий. Белая	6-6,5	3,1-3,4	В кислотах не раствор. Форма выд., окраска, высокая вязкость	Нефрит	Альбит, кварц, анальцим, натролит, эпидот, цоизит	Метаморфические породы, контактово-метасоматические тела, ультраосновные породы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X Рамзаит Na_2Ti_2 $[\text{Si}_2\text{O}_6]\text{O}_3$	Ромбическая, призматический, зернистый, волокнистый	В. сов. по {100}, сов. по {210}	В. сов. по {100}, сов. по {210}	6-6,5	3,1- 3,5	Раствор. в HF. Легко плавится в черный непрозрачный шарик	Катаплеит, эльпидит	Эгирин, лопарит, эвдиалит, астрофилит, альбит, натролит	В щелочных породах и их пегматитах
*Хлоритоид $(\text{Fe}^{+2}, \text{Mg}) \times$ $\times (\text{Al}, \text{Fe}^{+3}) \times$ $\text{Al}_3[\text{SiO}_4]_2\text{O}_2 \times$ $\times (\text{OH})_4$	Моноклинная, чешуйчатые агрегаты, плохо ограниченные порфири- бласты	Сов. по {001} в одном направл. Неровный	Темно-зеле- ный, зелено- вато-черный. Светло-зеле- ная, зеленовато- серая	6,5	3,5- 3,6	Разлагается в H_2SO_4 . Сплав- ляется в черное слабомагнитное стекло. Высокая твердость и плотность, ассоциация	Клино- хлор, клинтонит	Биотит, альмандин, кварц, мусковит, ильменит, эпидот	Метаморфическ ие породы, роговики, кварцевые жилы
* Фаялит $\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]$	Ромбическая, зернистые агре- гаты, редко призматичес- кие кристаллы	Ясная по {100}, {010}. Раковистый, неровный	Темно-зеле- ный до чер- ного, темно- бурый. Зеленовато- серая	6-6,5	4,39	Раствор. в HCl с выд. студенистого SiO_2 . Сплавляется в магнитный ша- рик. Цвет, твер-дость, ассоциация	Оливин	Флогопит, шорломит, перовскит, апатит, мелилит	Кислые и щелоч- ные породы, их пегматиты, железорудные скарны, карбонатиты
* Шерл $\text{NaFe}^{2+}_3\text{Al}_6 \times$ $\times [\text{Si}_6\text{O}_{18}] \times$ $\times (\text{BO}_3)_3(\text{OH}, \text{F})_4$	Тригональная, призматичес- кие кристаллы, шестоватые, радиальнолу- чистые, зернистые агрегаты	Отсутствует, Раковистый, неровный	Зеленовато- черный, чер- ный. Зеленовато- серая, серая	7-7,5	2,9- 3,2	В кислотах не раствор. Легко сплавляется в темно-корич- невую эмаль. Форма попе- речного сече- ния, твердость	Эгирин, людовигит	Кордиерит, кварц, ортоклаз, биотит, апатит, магнетит	Кислые и щелоч- ные извер- женные и мета- морфические породы и их пегматиты, грейзены, кварцевые жилы, скарны

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Бюргерит $\text{NaFe}_3^{3+}\text{Al}_6 \times$ $\times (\text{BO}_3)_3 \times$ $\times [\text{Si}_6\text{O}_{18}] \text{O}_3\text{F}$	Тригональный, призматический, игольчатый	Сов. по $\{11\bar{2}0\}$	Темно-бурый, буровато-черный. Буровато-серая	7	3,3	В кислотах не раствор.	Везувиан, кварц	Геденбергит, волластонит, форстерит, плагиоклаз	В магнезиальных скарнах с борной минерализацией, пегматитах и кислых вулканитах
4.3 Чер Твер					та белая дость 1-3				
* Тальк $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}] \times$ $\times (\text{OH})_2$	Моноклинная, листоватые, чешуйчатые и скрытокристаллические (стеа-тит) агрегаты	В. сов. по $\{001\}$ в одном направл. Неровный	Бледно-зеленый, белый с желтоватым или розоватым оттенком	1	2,7- 2,8	В кислотах не раствор. Твердость, жирный на ощупь	Пирофиллит, каолинит	Тремолит, флогопит, серпентин, доломит, гематит	Гидротермально измененные ультраосновные породы и метаморфические породы
Сассолин $\text{V}(\text{OH})_3$	Триклинная, таблитчатый, чешуйчатый, натечный	В. сов. по $\{001\}$	Бесцветный, белый	1	1,5	Растворяется в воде, спирте. Раствор спирта окрашивает пламя в бледно-зеленый цвет.	Бура	Бораты и сульфаты	В вулканических озерах и источниках, в отложениях фумарол
* Пирофиллит $\text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}] \times$ $\times (\text{OH})_2$	Моноклинная, листоватые, чешуйчатые и скрытокристаллические (агальматолит) агрегаты	В. сов. по $\{001\}$ в одном направл. Неровный	Белый, светло-зеленый, буроватый, красноватый	1-1,5	2,7- 2,9	Редок Раствор. в кислотах. Твердость, жирный на ощупь, ассоциация	Тальк, каолинит	Каолинит, монтмориллонит, хлорит, кварц	В метаморфических породах, околорудных метасоматитах, вторичных кварцитах и кварцевых жилах

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Термонатрит $\text{Na}_2(\text{CO}_3) \times \text{H}_2\text{O}$	Ромбическая, таблитчатый, выцветы, мучнистый	Несов. по {010}	Бесцветный, белый, серый, желтый	1-1,5	2,7- 2,9	Легко раствор. в воде	Сода, трона	Сода, трона, гейлюссит, кальцит	В отложениях соляных озер и фумарол, выцветы в аридных областях
* Сода (натрон) $\text{Na}_2(\text{CO}_3) \times$ $\times 10\text{H}_2\text{O}$	Моноклинная, призматичес- кий, зернистый, рыхлый	Ясная по {001}. Раковистый	Бесцветный до белого, серый, желтый	1-1,5	1,48	Легко раствор. в воде, в кислотах с шипением выделяет CO_2	Термонат- рит, трона	Термонат- рит, трона, гейлюссит, кальцит	В отложениях содовых озер и вулканических областей
* Бейделлит $(\text{Na}, \text{Ca})_{0,5}\text{Al}_2 \times$ $\times [(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10} \times$ $\times (\text{OH})_2 \times n\text{H}_2\text{O}$	Моноклинная, пластинчатый, землистый	В. сов. по {001}	Белый, желтый, бурый	1,5	2,6	Раствор. в кислотах	Монтморил- лонит, сапонит	Каолинит, монтморил- лонит, галлуазит, кварц, полевые шпаты	В коре выветри- вания основных вул-анических пород, в продуктах гидротермально- го изменения рудных м-ний
* Нашатырь $(\text{NH}_4) \text{Cl}$	Кубическая, тетрагонтри- октаэдриче- ский {110}, {211}, {100}, зернистый, рыхлый	Несов. по {111}. Раковистый	бесцветный, белый, желтый, коричневый	1-2	1,53	Легко раствор. в воде. При нагревании сублимирует	Сильвин, галит, масканьит	Буссенго- тит, масканьит, копейскит, аммонио- ярозит, сильвин	В отложениях фумарол и продуктах горения угольных терриконов
Бишофит $\text{MgCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$	Моноклинная, призматичес- кий, зернистый, волокнистый	Раковис-тый, неровный	Бесцветный, белый, красный	1-2	1,65	Легко раствор. в воде. Вкус горький, жгучий	Карналит	Галит, кизерит, карналлит, сильвин, ангидрит	В м-ниях морских солей и осадках озер

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Сапонит $(Ca_{0,5}, Na)_{0,3} \times$ $\times (Mg, Fe^{2+})_3 \times$ $\times [(Si, Al)_4 O_{10}] \times$ $\times (OH)_2$	Моноклинная, пластинчатый, землистый	В. сов. по {001}. Ровный до раковистого	Буро-зеленый до шоколадно- ко-ричневого	1-2	2,3- 2,5	Раствор. в кислотах. Жирный на ощупь	Нонтронит	Кальцит, монтморил- лонит, каолинит, хлорит, тальк, тремолит, флогопит	В коре выветривания основных вулканических пород, в продуктах гидротермально- го изменения рудных м-ний
* Нонтронит $Na_{0,33} Fe^{3+}_2 \times$ $\times [(Si, Al)_4 O_{10}] \times$ $\times (OH)_2 \times nH_2O$	Моноклинная, пластинчатые и землистые агрегаты	В. сов. по {001}. Неровный	Желтовато- зеленый до буро-зеленого и темно-бурого	1-2	2,3- 2,5	Раствор. в кислотах. Окраска и условия нахождения	Сапонит, монтмо- риллонит	Монтмо- риллонит, магнезит, арагонит, кварц	Кора выветривания ультраосновных пород
* Галлотрихит $FeAl_2 [SiO_4] \times$ $\times 22H_2O$	Моноклинная, игольчатый, волокнистый, спутанно- волокнистый	Несов. по {010}	Бесцветный, белый, желтоватый, зеленоватый	1,5-2	1,9-2	Раствор. в воде	Пиккерин- гит, били- нит, дитрихит	Алуноген, мелантерит, копиапит, гипс	Продукт окисле- ния пирит- содержащих пород колче- данных м-ний и угленосных отложений
* Мирабилит $Na_2(SO_4) \times$ $\times 10H_2O$	Моноклинная, призматичес- кий, зернистый	Сов. по {100}. Раковистый	Бесцветный, белый	1,5-2	1,49	Легко раствор. в воде. Вкус солонова- то-горький, при нагревании теряет воду и переходит в тенардит	Глауберит	Гипс, галит, тенардит, трона, глауберит, астраханит, эпсомит	В отложениях соляных озер в засушливых областях

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
*Монтморилло нит $(\text{Na,Ca})_{0.33} \times$ $\times (\text{Al,Mg})_2 \times$ $\times [\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$	Моноклинная, землистые агрегаты	В. сов. по {001}. Ровный	Белый, розовый, красный	1-2	2,1- 2,3	Раствор. в кислотах. Жирный на ощупь, сильно разбухает в воде, становится пластичным	Каолинит, галлуазит	Иллит, хлорит, каолинит, галлуазит, палыгор- скит, се- пиолит	Кора выветривания вулканических пород, продукты изменения околорудных пород, почвы
* Гипс $\text{Ca}(\text{SO}_4) \times \text{H}_2\text{O}$	Моноклинная, зернистые, волокнистые (селенит) агрегаты	Сов. по {010} в одном нап- равл. Ясная по {100}. Ровный, до занозистого	Бесцветный, белый, голубова-тый, розовый, желтый, оранжевый	2	2,3	Слабо рас- твор. в воде, растворяется в HCl . Спайность , твердость, от- сутствие реак- ции на CO_2	Брушит, бобьерит	Ангидрит, сера, арагонит, кальцит, кварц	Хемогенные оса- дочные породы, зона окисления сульфидных м- ний, кварцевые жилы и фумаролы
* Сильвин KCl	Кубическая, зернистые, зем- листые, волок- нистые, шесто- ватые агрега- ты, натеки, выцветы	Сов. по {100} в трех нап- равл. Раковистый	Бесцветный, белый, голубой, желтый, красный	2	1,993	Раствор. в во- де. Окрашивает пламя в фиоле- товый цвет. Пластичен, вкус горько- вато соленый	Галит	Ангидрит, галит, кизерит, карналит, каинит, эпсомит, полигалит	Соляные залежи морского проис- хождения, выцветы на почве, вулкани- ческие продукты
* Мелантерит $\text{Fe}(\text{SO}_4) \times 7\text{H}_2\text{O}$	Моноклинная, призматически й, зернистый, сталактиты	Сов. по {001} и {110}. Раковистый	Травяно-зеле- ный, синевато- зеленый	2	1,8- 2,2	Легко раствор. в воде	Моренозит	Пизанит, галотрихит, пиккерин- гит, копиаптит, алуноген	В зоне окисления сульфидных м- ний

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X Госларит $Zn(SO_4) \times 7H_2O$	Ромбическая, зернистый	Сов. по {010}	Бесцветный, белый, желтый	2	1,8-2	Легко раствор. в воде	Эпсомит, мирабилит	Мелантерит, дитрихит, галотрихит, копиапит, алуноген	В зоне окисления сульфидных м-ний
* Галит NaCl	Кубическая, зернистые агрегаты, сталактиты	Сов. по {100} в трех направл. Раковистый	Бесцветный, белый, синий, желтый, красный	2-2,5	2,2	Легко раствор. в воде. Окрашивает пламя в желтый цвет. Спайность, соленый вкус, ассоциация	Сильвин	Сильвин, карналит, лангбейнит, гипс, ангидрит, полигалит	Соляные залежи, солончаки
X Пирохроит $Mn(OH)_2$	Тригональная, таблитчатый, ромбоэдрический, чешуйчатый, волокнистый	Сов. по {0001} в одном направл	Бесцветный, на свету становится бронзово-бурым, черным. При окислении бурая	2-2,5	3,2- 3,3	Легко раствор. в HCL	Брусит	Манганит, доломит, магнетит, гаусманит, родохрозит, кальцит, пироаурит	В кварц- карбонатных жилах
X Буря $Na_2[B_4O_5] \times (OH)_4 \times 8H_2O$	Моноклиная, призматический, зернистый	Несов. по {110}. Неровный	Бесцветный, белый, розовый, серый	2-2,5	1,72	Раствор. воде. Вкус сладковато-щелочной, на поверхности теряет воду и белеет	Соссолит	Галит, трона, тенардит, глауберит, гипс, гейлюсит, углексит	В хемогенных отложениях озер
* Эпсомит $Mg(SO_4) \times 7H_2O$	Ромбическая, призматический, зернистый, волокнистый	Сов. по {001}	Белый, серый, бурый	2-2,5	1,7	Легко раствор. в воде. Вкус горький, вязущий	Госларит, мирабилит	Ангидрит, гипс, полигалит, мелантерит, галотрихит, квасцы	В соляных отложениях, в зоне окисления сульфидных м-ний

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Каолинит $Al_2[Si_2O_5] \times (OH)_4$	Триклинная, тонкочешуйчатые, землистые агрегаты	В. сов. по {001}. Плоскоракровистый	Белый, серый, бурый	2-2,5	2,6-2,7	В кислотах не раствор. С водой становится пластичным. Окраска, высокая пластичность, мылкий на ощупь	Монтмориллонит, галлуазит	Монтмориллонит, галлуазит, иллит, палыгорскит, сепиолит	Кора выветривания кислых пород
* Галлуазит $Al_2[Si_2O_5](OH)_4$	Моноклинная, землистые, плотные агрегаты	В. сов. по {001}. Плоскоракровистый	Белый, голубоватый, бурый	2	2-2,2	В кислотах не раствор. Генезис и специальные методы	Каолинит, монтмориллонит	Каолинит, бейделлит, иллит, монтмориллонит	Кора выветривания кислых пород и гидротермальные жилы
* Сепиолит $Mg_4[Si_6O_{15}](OH)_2 \times 6H_2O$	Ромбическая, спутановолокнистый, глиноподобный	Неровный, плоскоракровистый	Белый, сероватобелый, желтый, бурый	2-2,5	2,0	Раствор. в HCl с выд. SiO_2	Палыгорски	Кальцит, барит, арагонит, опал, магнезит	В коре выветривания серпентинитов, карбонатных осадочных породах
* Палыгорскит $(Mg, Al)_2 \times [Si_4O_{10}](OH) \times 4H_2O$	Ромбическая, моноклинная, войлокоподобный (горная кожа), листы, пленки	Неровный	Белый, желтоватосерый, буроватый, зеленоватый	2-2,5	2,1-2,3	Разлагается в конц. H_2SO_4 с выд. скелета SiO_2	Сепиолит	Доломит, магнезит, монтмориллонит, каолинит	В коре выветривания серпентинитов, осадочных породах и гидротермальным путем
* Флогопит $KMg_3 \times [AlSi_3O_{10}] \times (OH)_2$	Моноклинная, пластинчатые, листоватые, чешуйчатые агрегаты	В. сов. по {001} в одном направл	Бесцветный, буроватожелтый, красноватокоричневый	2-2,5	2,8-3	Разлагается в концентрированной H_2SO_4 Ассоциация	Биотит	Диопсид, форстерит, шпинель, гялофан, гумит, апатит	Перидотиты, кимберлиты, контактово-метасоматические породы и метаморфизованные карбонатные толщи

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Карналлит $\text{KMgCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$	Ромбическая, зернистые агрегаты, смеси с галитом, волокнистые образования	Раковистый	Бесцветный, розовый, желтый, красный, бурый	2,5	1,6	Легко раствор. в воде, сорбируя ее из атмосферы. Вкус горький, жгучий	Галит, сильвин	Галит, сильвин, ангидрит, кизерит, каинит, эпсомит	В залежах калийных солей
* Криолит Na_3AlF_6	Моноклин-ая, зернистые агрегаты	Отдельность по {001} и {110}. Неровный	Бесцветный, белый, сероватый, грязно-бурый	2,5	2,96	Раствор. в кислотах. Легко плавится, окрашивая пламя в желтый цвет	Хиолит, флюорит	Томсенолит, колумбит, пироклор, топаз, рибекит, альбит, геркусутит	Аксессуарный минерал щелочных гранитов и пегматитов
* Гиббсит (гидраргиллит) $\text{Al}(\text{OH})_3$	Моноклинная, землистые агрегаты, червеобразные выд., оолиты, натечные образования	В. сов. по {001} в одном направл. Ровный, раковистый	Бесцветный, белый, сероватый	2,5-3	2,3-2,4	Легко раствор. в горячих щелочах и H_2SO_4 . Спайность, форма выд., ассоциация	Бемит, брусит, норстрандит	Каолинит, галлуазит, аллофан, нефелин	Бокситы, щелочные породы как продукт изменения натролита и нефелина
* Брусит $\text{Mg}(\text{OH})_2$	Тригональная, чешуйчатые, волокнистые (немалит), натечные выд., сфероиды	В. сов. по {001} в одном направл. Чешуйчатый до занозистого	Бесцветный, белый, сероватый, желтоватый, зеленоватый, голубоватый	2,5	2,4	Легко раствор. в кислотах. В пламени паяльной трубки не плавится. Растворимость в HCl	Гипс, гиббсит	Серпентины, периклаз, доломит, арагонит, тальк, гидромагнезит	Метаморфизованные доломиты, мраморы, серпентиниты, известковые скарны
* Хризотил $\text{Mg}_3[\text{Si}_2\text{O}_5] \times (\text{OH})_4$	Моноклинная, волокнистые и параллельношестоватые (асбест), плотные агрегаты	В. сов. по {001}. Ровный до занозистого	Белый, желтоватый, зеленый разных оттенков	2,5	2,55	Раствор. в HCl с образованием волокнистого скелета. Форма выд., окраска, ассоциация	Лизардит, амфиболы, Ni-хлориты	Лизардит, антигорит, тальк, магнетит, брусит, гидромагнезит	Гидротермально измененные гипербазиты и контактово-измененные карбонатно-магнезиальные породы

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Лизардит $Mg_3[Si_2O_5] \times (OH)_4$	Моноклинная, тонкозернистые агрегаты	В. сов. по {001}. Ровный до раковистого и занозистого	Зеленый, желтовато-зеленый, темно-зеленый	2,5	2,55	Раствор. в HCl с образованием порошковатого SiO_2 . Высокая распространенность	Хризотил, Ni-хлориты, Ni-монтмориллониты	Хризотил, актинолит, тальк, магнетит, брусит, гидромагнетит	Гидротермально-измененные и контактово-измененные карбонатно-магнезильные породы
ХКукцит $LiAl_4 \times [AlSi_3O_{10}] \times (OH)_8$	Моноклинная, таблитчатый	В. сов. по {001}	Зеленый, желтовато-зеленый, темно-зеленый	2,5	2,67	В кислотах не раствор	Донбасит, тальк, хлорит	Поллуцит, петалит, амблигонит, рубеллит, танталит	В литиевых пегматитах
*Халькантит $Cu(SO_4) \times 5H_2O$	Триклинная, пластинчатые и зернистые агрегаты, натечные образования	Несов. по {110}. Раковистый	Небесно-голубой до ярко-синего	2,5	2,1-2,3	Легко раствор. в воде. Вкус металлический, вяжущий. Окраска и условия нахождения	Пизанит	Мелантерит, пиккерингит, алуноген, копиапит	Зона окисления медно-колчеданных м-ний
Улексит $NaCa[B_5O_6] \times (OH)_6 \times 5H_2O$	Триклинная, тонковолокнистый, спутанноволокнистый	Сов. по {010} и несов. по {110}	Бесцветный, белый	2,5	1,9-2,0	Раствор. в горячей воде. Плавится со вспучиванием	Ашарит, тонковолокнистые бораты	Бура, галит, глауберит, трона, мирабилит, колеманит	В бороносных соляных залежах морского и озерного происхождения
* Клинохлор $(Mg, Fe^{2+})_3Al \times [AlSi_3O_{10}] \times (OH)_8$	Моноклинная, таблитчатый, пластинчатый, листоватый, чешуйчатый	В. сов. по {001} в одном направл	Белый, серый (лейхтенбергит), зеленый, фиолетовый (кеммеририт)	2,5	2,6-2,8	Раствор. при кипячении в H_2SO_4 Окраска, спайность, чешуйки не упругие	Хлориты, мусковит	Магнетит, перовскит, гранат, эпидот, везувиан, титанит	В метаморфических породах фации зеленых сланцев, скарнах, в измененных ультраосновных породах

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Мусковит $KAl_2[AlSi_3O_{10}] \times (OH, F)_2$	Моноклиная, короткостолбчатые кристаллы, листоватые, чешуйчатые агрегаты (серицит)	В. сов. по {001} в одном направл, несов. по {110} и {010}	Бесцветный, белый, зеленый, изумрудно-зеленый (фуксит)	2,5-3	2,8-3,1	В кислотах не раствор. Ассоциация	Лепидолит, циннвальдит, парагонит	Кварц, полевые шпаты, хлорит, доломит	Кислые изверженные и метаморфические породы, пегматиты, грейзены
* Парагонит $NaAl_2 \times [AlSi_3O_{10}] \times (OH)_2$	Моноклиная, листоватые, чешуйчатые агрегаты	В. сов. по {001} в одном направл	Бесцветный, белый, зеленовато-белый	2,5-3	2,9	В кислотах не раствор	Мусковит	Роговая обманка, альмандин, плагиоклазы, кианит	Метаморфические породы богатые Na
* Лепидолит $K(Li, Al)_3 \times [AlSi_3O_{10}] \times (F, OH)_2$	Моноклиная, таблитчатые, чешуйчатые, скорлуповатые агрегаты	В. сов. по {001} в одном направл	Белый, розовато-фиолетовый, персиково-красный	2-3 до 4	2,8-2,9	В кислотах не раствор. Цвет, характер ассоциации	Мусковит	Сподомен, петалит, альбит, рубеллит, флюорит, топаз	Гранитные пегматиты и грейзены
* Судоит (рипидолит, прохлорит) $Mg_2(Al, Fe^{3+})_3 \times [AlSi_3O_{10}] \times (OH)_8$	Моноклиная, листоватые, чешуйчатые агрегаты	В. сов. по {001}, в одном направл	Белый, бледно-зеленый, зеленый	2-3	2,6-2,7	Частично разлагается кислотами. Цвет, спайность, ассоциация, гибкость	Клинохлор	Эпидот, альбит, актинолит, кварц, рутил, титанит	Зеленокаменные породы. Жилы альпийского типа
X Гидроборацит $CaMgB_6O_8 \times (OH)_6 \times 3H_2O$	Моноклиная, игольчатый, спутанно-волоконистый	Сов. по {010}. Неровный, занозистый	Бесцветный, белый, сероватый, желтоватый	2,5-3	2,17	Легко раствор. в кислотах Форма выд., ассоциация	Улексит	Колеманит, иньоит, индерит, улексит, кальцит	В бороносных соляных залежах озерного и морского происхождения

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Виллиомит NaF	Кубическая, зернистые агрегаты	Сов. по {100} в трех направл. Раковистый, неровный	Карминово- красный, темно- вишневый	2,0-2	2,79	Легко раствор. в воде. Цвет, спай- ность, ассо- циация	Флюорит	Эвколит, астрофил- лит, сода- лит, лов- чоррит, по- левой шпат	Щелочные породы и их пегматиты
X Тенардит Na ₂ (SO ₄)	Ромбическая, дипирамидаль- ный, пинако- идальный, зернистый, выцветы	Сов. по {010}, ясная по {101}	Бесцветный, белый, сероватый, желтоватый	2,5-3	2,17	Легко раствор. в воде. Вкус горько- соленый (глауберова соль)	Мирабилит, эпсомит	Мирабилит, глауберит, эпсомит, гипс, сода, галит	В озерных отло- жениях засуш- ливых областей и отложениях фумарол
X Полигалит K ₂ Ca ₂ Mg(SO ₄) ₄ ××2H ₂ O	Триклинная, таблитчатый, шестоватый, волоконистый	Средняя по {110}	Бесцветный, белый, розовато- красный, кирпично- красный	2,5- 3,5	2,78	Раствор. в воде с выд. гипса и сингенита	Пикромерит	Галит, гипс, ангидрит, карналлит	В соляных зележах и вулканических продуктах
* Амезит Mg ₂ Al[AlSiO ₅] ×(OH) ₄	Триклинная, Пластинчатые и чешуйчатые агрегаты	В. сов. по {001} в одном направл	Белый, бледно- зеленый, фиолетовый (хром-амезит)	2,5-3	2,7- 2,8	Медленно раствор. в HCl. Спайность, форма выд., ассоциация	Клинохлор	Диаспор, рутил, магнетит, лейкоксен, миллерит	Измененные ультраосновные породы и мета- морфические м- ния наждака
Иниоит Ca[B ₃ O ₃ (OH) ₅] ××4H ₂ O	Моноклинная, толсто- таблитчатый, зернистый	Сов. по {001} и {010}	Бесцветный, белый	2,5-3	1,88	Раствор. в горячей воде	Колеманит, гипс	Гипс, колеманит, гидробора- цит, улес- кит, курнаковит	В бороносных соляных залежах

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X Англезит $Pb(SO_4)$	Ромбическая, призматический, бипирамидальный, зернистый, натечный	Сов. по {001}, ясная по {210}	Бесцветный, белый, желтоватый, коричневатый	2,5-3	6,38	Медленно раствор. в HNO_3 Парагенезис	Церуссит	Церуссит, галенит, лимонит, малахит, азурит	Зона окисления свинцовых м-ний
Циннвальдит $KLiFe^{2+}Al \times [AlSi_3O_{10}] \times (F,OH)_2$	Моноклинная, листоватые, чешуйчатые агрегаты	В. сов. по {001} в одном направл	Серый, буровато- или зеленовато-серый	2,5-3,5	2,9-3,2	В кислотах не раствор. Цвет. Тип ассоциации	Мусковит, лепидолит	Вольфрамит, шеелит, топаз, флюорит, турмалин, кварц	Грейзены и олово-вольфрамовые кварцевые жилы
4.3 Черта				Твер	белая ость 3-5				
X Ссайбелиит (ашарит) $Mg_2[B_2O_4(OH)] \times (OH)$	Моноклинная, спутанно-волоконистый, землистый	Сов. по {110}. Неровный, раковистый	Белый, сероватый, желтоватый	3	2,65	Медленно раствор. в кислотах. Форма выд., ассоциация	Гидроборацит	Улексит, гидроборацит, пандермит, гипс	Скарны, хемогенные боросные залежи, серпентинит
X Ньюбериит $Mg(HPO_4) \times 3H_2O$	Ромбическая, призматический, порошковатый, землистый	Сов. по {010}.	Бесцветный, белый, серый, голубой, розовый	3	2,1	Легко раствор. в HCl	Брушит	Грейгит, аллофан, брушит	В отложениях гуано и ископаемых бивнях мамонтов
* Кальцит $Ca(CO_3)$	Тригональная, хорошо образованные кристаллы, сталактиты, зернистые агрегаты	Сов. по {1010} в трех направл. Раковистый	Бесцветный, белый, серый, голубой, розовый	3	2,72	Легко раствор. в кислотах с выд. CO_2 . Штриховка полисинтетического двойникования	Арагонит	Кварц, доломит, флюорит, барит, сульфиды и арсениды	Карбонатные, кварц-карбонатные жилы, метаморфические и осадочные породы

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Витерит Ba(CO ₃)	Ромбическая, дипирамидаль- ный, зернистый	Ясная по {010}, несов. по {110}. Неровный	Бесцветный, белый, серый, желтый	3-3,5	4,2- 4,3	Раствор. в кислотах. Имеет высокую плотность	Стронциа- нит	Барит, галенит, кальцит, сфалерит	В гидротер- мальных барит- витеритовых жилах
* Целестин Sr(SO ₄)	Ромбическая, Чечевице- образные крис- таллы, пластинчато- волоконистые прожилки, зернистые агрегаты	Сов. по {001} и {210} в трех нап- равл. Неровный	Бледно-голу- бой, голубо- вато-серый, белый, красный	3-3,5	3,9-4	Слабо раствор. в кислотах. Голубая окраска, форма выд., спайность	Барит	Доломит, гипс, стронциа- нит, галит, галенит, сфалерит	Хемогенные осадочные толщи эвапоритов и кварцевые жилы
* Барит Ba(SO ₄)	Ромбическая, пластинчатые и зернистые аг- регаты, сфери- ческие конк- реции	Сов. по {001} и {210} в трех нап- равл. Неровный	Бесцветный, белый, голу- боватый, светло- сиреневый	3-3,5	4,5	В кислотах не раствор. Форма кристаллов. Спайность, твердость, плотность	Целестин, ангидрит	Флюорит, кальцит, кварц, галенит, сфалерит, витерит	Гидротермальные жилы, желваки и конкреции осадочных пород
* Ангидрит Ca(SO ₄)	Ромбическая, хорошо обра- зованные крис- таллы, зерни- стые агрегаты	Сов. по {010}, {100} {001} в трех нап- равл. Неровный	Бесцветный, белый, голу- боватый, светло- сиреневый	3,5	2,98	Раствор. в кислотах. Спайность, отсутствие реакции на CO ₂	Гипс, карбонаты	Гипс, кальцит, доломит, пирит и другие сульфиды	Хемогенные оса- дочные породы, гидротермаль- ные жилы, кол- чеданные и скарновые м-ния
X Кизерит Mg(SO ₄)×H ₂ O	Моноклинная, бипирамидаль- ный, зернистый, выцветы	Сов. по {111} и {110}. Неровный	Бесцветный, белый, желтый	3,5	2,57	Раствор. в воде	Эпсомит, ссомольно- кит	Эпсомит, госларит, лимонит	В соляных зале- жах и зоне окис- ления колчедан- ных м-ний

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Бемит AlO(OH)	Ромбическая, Скрытокри- сталлические, землистые, фарфоровид- ные агрегаты	Сов. по {010}. Неровный до ракови- стого, ино- гда мелко- заноистый	Бесцветный, белый, желтый	3,5- 4,0	3,0- 3,1	В кислотах не раствор. Ассоциация, форма выд., спайность	Гиббсит	Гиббсит, диаспор, каолинит, гидроокис- лы Fe	Бокситы и продукты изменения фельдшпатоидов и натролита в щелочных пегматитах
* Арагонит Ca(CO ₃)	Ромбическая, игольчатые и зернистые плотные агре- гаты. Корки, натёки	Ясная по {010} Неровный	Бесцветный, белый, желтоватый, серый	3,5- 4,0	2,9- 3,0	Раствор. в кислотах с выд. CO ₂ . Форма кристаллов, ассоциация	Кальцит, доломит	Кальцит, магнезит, опал, лимонит	Хемогенные и биогенные осадки, кора выветривания ультраосновных пород
* Доломит CaMg(CO ₃) ₂	Тригональная, грубозерни- стые, тонкозер- нистые агрега- ты	Сов. по {10 $\bar{1}$ 1} в трех нап- равл. Неровный	Бесцветный, белый, желтый, буроватый	3,5- 4,0	2,8- 3,0	Медленно раствор. в HCl. Характер двойникова- ния, ассоциа- ция, спайность	Кальцит, магнезит	Сидерит, кальцит, кварц, ар- сениды, Co и Ni, магнезит	Хемогенные осадочные поро- ды, кварц-карбо- натные жилы и измененные ультраосновные породы
* Анкерит Ca(Mg, Fe)× ×(CO ₂)	Тригональная, ромбоздричес- кий, зернистый	Сов. по {10 $\bar{1}$ 1} в трех нап- равл	Бесцветный, белый, желтоватый, бурый	3,5- 4,0	2,9- 3,1	Слабо раствор. в холодной HCl.	Доломит, сидерит	Кварц, до- ломит, си- дерит, гема- тит, пирит, галенит, сфалерит	В карбонатах, гидротермаль- ных, полиметал- лических м-ниях и кварц-карбо- натных жилах
ХАлуниит K Al ₃ (SO ₄) ₂ × ×(OH) ₆	Тригональная, мелкозерни- стые, скрыто- кристалличес- кие плотные агрегаты	Сов. по {0001}. Неровный	Белый, желтоватый, серый	3,5- 4,0	2,6- 2,9	Медленно раствор. в раз- бавленной H ₂ SO ₄ . Точная диаг- ностика осу- ществляется оптически	Каолинит, зуниит	Гиббсит, каолинит, гипс, кварц, галлуазит	Измененные вулканогенные породы, зона гипергенеза осадочных толщ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Лангбейнит $Mg(SO_4) \times$ $\times K_2(SO_4)$	Кубическая, почковидный, зернистый	Раковистый	Бесцветный, желтоватый, розоватый, серый	3,5- 4,0	2,83	Очень медленно раствор. в воде	Каинит	Галит, сильвин, карналлит, тенардит	Морские соляные отложения
X Вавеллит $Al_3(PO_4)_2 \times$ $\times (OH)_3 \times 5H_2O$	Ромбическая, призматический, радиально- волоконистый, опаловидный	Сов. по {110} и {010}. Неровный	Бледно-зеленый, зеленый, желтый, бурый, голубой, белый	3,5- 4,0	2,36	Легко раствор. в кислотах	Варисцит	Апатит, марказит, воксит, варисцит	В бокситах, уг- листо-кремни- стых сланцах, ли- монитах, квар- цевых жилах
* Стильбит (десмин) $NaCa_2[Al_5Si_{13} \times$ $\times O_{36}] \times 14H_2O$	Моноклинная, пластинчатый, сноповидный, радиально- лучистый	Сов. по {010}, ясная по {100}	Белый, желтоватый, красноватый	3,5- 4,0	2,1- 2,2	Раствор. в HCl с выд. порош- коватого SiO ₂ . Наиболее распространен	Цеолиты	Эпидот, натролит, гейландит, ломонтит, кальцит	В пустотах траппов и других эффузивов, рудных жилах, скарнах, сланцах
* Гейландит $(Ca, Na)[Al_{2-x} \times$ $\times Si_{2+x}O_8]_2 \times$ $\times 5H_2O$	Моноклинная, пластинчатый, чешуйчатый	Сов. по {010} в одном направл	Бесцветный, белый, розоватый, красно- коричневый	3,5- 4,0	2,2	Раствор. в HCl с выд. студенистого SiO ₂	Клиноптило- лит	Кварц, кальцит, стильбит, гранат, аксинит	В пустотах ос- новных эффу- зивов, скарнах, жилах альпий- ского типа
* Скородит $Fe(AsO_4) \times 2H_2O$	Ромбическая, плотные, шла- коподобные массы, корки, желваки, землистые скопления	Несов. по {201}. Раковис- тый, неровный	Серовато-зеле- ный, яблочно-зе- леный, буровато- серый	3,5- 4,0	3,3	Раствор. в HCl. Вторичный по арсенопириту Окраска, при- уроченность к зоне окисле- ния сульфоар- сенидов	Мансфильд- ит, халько- сидерит	Фармако- сидерит, бедантит, вивианит, лимонит, гипс	Зона окисления сульфидных м-ний

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Сидерит $\text{Fe}(\text{CO}_3)$	Тригональная, зернистые и землистые агрегаты. Оолиты, конкреции	Сов. по $\{10\bar{1}1\}$ в трех направл. Неровный	Желтовато-серый, горохово-желтый, желтовато-бурый	3,5-4,5	3,9-4,0	Раствор. в HCl с выд. CO_2 . Цвет, спайность, твердость	Анкерит	Доломит, лимонит, пирротин, марказит, кварц	Хемогенные осадочные породы и кварц-карбонатные жилы
* Родохрозит $\text{Mn}(\text{CO}_3)$	Тригональная, зернистые агрегаты	Сов. по $\{10\bar{1}1\}$ в трех направл. Неровный	Розовый, темно-красный, желтовато-серый	3,5-4,5	3,6-3,7	Раствор. в HCl с выд. CO_2 . Твердость, пленка гидроокислов и окислов Mn	Родонит, кальцит	Кварц, арсенопирит, сфалерит, галенит, родонит, спессартин	Гидротермальные жилы, контактово-метаморфическимения и осадочные толщи
*Маргарит $\text{CaAl}_2 \times$ $\times [\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}] \times$ $\times (\text{OH})_2$	Моноклинная, листоватые, чешуйчатые агрегаты	Сов. по $\{001\}$ в одном направл. Неровный	Жемчужно-белый с сероватым, розоватым, желтоватым оттенками	3,5-4,5	3,0-3,1	С трудом раствор. в H_2SO_4 . Парагенезис, блеск, твердость	Клинтонит	Парагонит, хлоритоид, графит, эпидот, наждак, диаспор	Кристаллические сланцы, наждаки и слюдиты
* Флюорит CaF_2	Кубическая, зернистые и землистые (ратовкит) агрегаты	Сов. по $\{111\}$ в четырех направл. Раковистый, неровный	Бесцветный, зеленый, фиолетовый, голубой, синевато-черный	4,0	3,18	Раствор. в концентрированной H_2SO_4 с выд. HF. Отсутствие реакции на CO_2	Криолит, карбонаты	Кварц, берилл, турмалин, касситерит, вольфрамит, топаз, халцедон	Грейзены, скарны, гидротермальные и пегматитовые жилы

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Магnezит $Mg(CO_3)$	Тригональная, зернистые, фарфоровидные, мелоподобные агрегаты	Сов. по $\{10\bar{1}1\}$ в трех направл. Раковистый	Бесцветный, белый, желтый, серый	4,0-4,5	3,0-3,1	Раствор. в HCl при нагревании с выд. CO_2 . Форма выд.	Кальцит, доломит	Опал, арагонит, лимонит, доломит, кальцит, барит	Коры выветривания ультраосновных пород и гидротермально-метаморфические залежи
X Бастнезит $(Ce, La)(CO_3)F$	Гексагональная, таблитчатый, зернистый	Несов. по $\{0001\}$, часто отдельность	Желтый до красного-коричневого	4,0-4,5	4,5-4,9	Раствор. в крепких кислотах при нагревании	Паризит, синхизит	Альбит, эгирин, титанит, циркон, ортит, барит, кальцит	В фенитах и щелочных пегматитах, карбонатах, карбонатных жилах
Колеманит $Ca_2(Ba_2O_{11}) \times 5H_2O$	Моноклиная, изометричный, призматический, зернистый, шестоватый	Сов. по $\{010\}$ в одном направл. Неровный раковистый	Бесцветный, белый, серый	4,5	2,42	Раствор. в HCl	Индеборит, иньоит	Гидроборацит, иньоит, улексит, ашарит, карналлит, бишофит	Лагунные отложения солей и диапировые купола
Варисцит $Al(PO_4) \times 2H_2O$	Ромбическая, дипирамидальный, зернистый	Сов. по $\{010\}$ в одном направл. Неровный	Бледно-зеленый, голубовато-зеленый до бесцветного	4,5	2,6-2,8	Раствор. в кислотах при нагревании	Вавеллит, штрэнгит	Вавеллит, крандаллит, апатит, халцедон, лимонит	В корях выветривания пород богатых алюминием
Хлорапатит $Ca_5(PO_4)_3(Cl, F)$	Моноклиный, псевдогексагональный, призматический, зернистый	Несов. по $\{001\}$	Бесцветный, белый	4,5-5,0	3,1-3,2	Раствор. в кислотах	Фтор-apatит	Диопсид, андрадит, магнетит, эпидот	Некоторые основные интрузивные породы и контактово-метасоматические м-ния

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X Ксеногим $Y(PO_4)$	Тетрагональная, зернистые агрегаты	Сов. по {100} в двух направл. Раковистый	Желтовато-бурый, красный, серый	4,0-5,0	3,0-3,1	Раствор. в HCl при нагревании с выд. CO ₂ . Форма выд	Кальцит, доломит	Опал, арагонит, лимонит, доломит, кальцит, барит	Коры выветривания ультраосновных пород и гидротермально-метаморфические залежи
* Шабазит $(Na, Ca)[Al \times Si_2O_6]_2 \times 6H_2O$	Тригональная, ромбоэдрический, зернистый	Ясная по {10 $\bar{1}$ 1}. Раковистый	Бесцветный, белый с красноватым или буроватым оттенком	4,0-5,0	4,5-4,9	Раствор. в крепких кислотах при нагревании	Паризит, синхизит	Альбит, эгирин, титанит, циркон, ортит, барит, кальцит	В фенитах и щелочных пегматитах, карбонатитах, карбонатных жилах
X Смитсонит $Zn(CO_3)$	Тригональная, скорлуповатые, почковидные, натечные выделения	Сов. по {10 $\bar{1}$ 1}. Неровный	Белый, желтовато-коричневый, зеленый, голубой	4,0-4,5	2,42	Раствор. в HCl	Индеборит, иньоит	Гидроборатит, иньоит, улесит, ашарит, карналлит, бишофит	Лагунные отложения солей и диапировые купола
* Фторапофиллит $KCa_4[Si_4O_{10}]_2 \times F \times 8H_2O$ Гидроксилапофиллит $KCa_4[Si_4O_{10}]_2 \times (OH, F) \times 8H_2O$	Тетрагональная, дипирамидальный, призматический, шестоватый	Сов. по {001} в одном направл. Раковистый	Бесцветный, белый, розовый, красный, зеленый	4,5-5,0	2,6-2,8	Раствор. в кислотах при нагревании	Вавеллит, штрэнгит	Вавеллит, крадаллит, апатит, халцедон, лимонит	В корях выветривания пород богатых алюминием
* Волластонит $Ca_3[Si_3O_9]$	Триклинная шестоватые, радиально-лучистые, тонковолокнистые, листоватые агрегаты	Сов. по {100}, средняя по {001}. Неровный	Белый, сероватый, желтоватый	4,5-5,0	3,1-3,2	Раствор. в кислотах	Фтор-apatит	Диопсид, андрадит, магнетит, эпидот	Некоторые основные интрузивные породы и контактово-метасоматические м-ния

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X Пектолит $\text{NaCa}_2[\text{Si}_3\text{O}_8] \times (\text{OH})$	Триклинная призматический, шестоватый, волокнистый	Сов. по {100} и {001} в двух направл	Белый, светло-серый, бледно-розовый	4,5-5,0	2,9-3,1	Раствор. в HCl с выд. студенистого SiO_2 .	Волластонит	Кальцит, цеолиты	В миндалинах и трещинах эффузивных пород
* Фторапатит (апатит) $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3\text{F}$	Гексагональная, призматические и пластинчатые кристаллы, зернистые агрегаты	Ясная по {0001}. Раковистый, неровный	Бесцветный, белый, желтый, синий, фиолетовый, розовый	5,0	3,1-3,2	Раствор. в кислотах. Форма кристаллов, твердость	Берилл	Нефелин, эгирин, титанит, скаполит, форстерит, магнетит	Кислые и щелочные породы, карбонатиты и пегматиты
* Карбонат-фторапатит $\text{Ca}_5[\text{PO}_4, \text{CO}_3]_3\text{F}$	Ромбическая, пластинчатый, шестоватый, волокнистый	Сов. по {110} в двух направл. Неровный раковистый	Бесцветный, голубой, зеленый, серый, бурый до черного	3,5-5,0	2,6-3,0	Раствор. в HCl с выд. CO_2 . Форма выдел	Фторапатит, хлорапатит	Монтмориллонит, каолинит, кварц, кальцит	В терригенных и хемогенных осадочных породах
Гемиморфит (каламин) $\text{Zn}_4[\text{Si}_2\text{O}_7] \times (\text{OH})_2 \times \text{H}_2\text{O}$	Тетрагональный, призматический, зернистый	Сов по {110} и {010}. раковистый	Бесцветный, белый	5,0	3,4-3,5	После прокаливании легко раствор. в кислотах с выд. студенистого SiO_2	Смитсонит	Смитсонит, виллемит, цинкит, малахит и др.	В зоне окисления полиметаллических м-ний
X Селлаит MgF_2				5,0	3,1-3,2	Раствор. в конц. H_2SO_4 . Относительно редок	Флюорит	Ангидрит, гипс, флюорит, молибденит, касситерит, флогопит	В кварцевых жилах, фумаролах, доломитах и мраморах

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X Клинтонит (ксантофиллит) $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Al})_3 [(\text{Si}, \text{Al})_4 \text{O}_{10}] (\text{OH})_2$	Моноклинная, пластинчатый, чешуйчатый	Сов по {001} в одном направл	Бледно-зеленый, желтовато- зеленый, белый	5,0	3,07	В кислотах не раствор	Маргарит	Диопсид, хондродит, гуммит, каль- цит, апатит	В магнезиаль- ных скарнах богатых алюминием
* Анальцим $\text{Na}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \times$ $\times \text{H}_2\text{O}$	Кубическая, тетрагонтри- октаэдричес- кий, зернистый	Несов. по {100}. Неровный	Бесцветный, белый, розовый	4,5- 5,5	2,2- 2,3	Раствор. в HCl с выд. студенистого SiO_2	Лейцит	Кальцит, натролит, нефелин	В щелочных магматических породах, мин- далинах основ- ных эффузивов
* Вишневит $6\text{Na}[\text{AlSiO}_4] \times$ $\times \text{Ca}(\text{SO}_4)2\text{H}_2\text{O}$	Гексагональ- ная, зернистые агрегаты, реак- ционные кай- мы и псевдо- морфозы по нефелину	Сов. по {10 $\bar{1}$ 1} в трех нап- равл. Неровный, раковистый	Светло-голу-бой до голу-бовато- синего	5,0	2,3- 2,4	Легко раствор. в HCl с выд. студенистого SiO_2 . Окраска и ассоциация	Содалит, лазурит	Нефелин, полевые шпаты, эги- рин, циркон, титанит	Позднемагма- тический в нефелиновых сиенитах и их пегматитах
4.3. Черта Тверд					белая ость 5-7				
X Датолит $\text{CaB}[\text{SiO}_4](\text{OH})$	Моноклинная, призматичес- кий, зернистый, плотный	Ясная по {100}. Неровный	Бесцветный, белый, голу- бовато-зеле-ный, желтовато- зеленый	5,0- 5,5	2,9- 3,0	Раствор. в HCl с выд. студени- стого SiO_2 . Окрашивает пламя в желто- вато-зеленый цвет	Кварц, топаз, андалузит	Цеолиты, пренит, каль- цит, кварц, аксинит, гра- нат, волласто- тонит, данбурит	Жилы альпийского типа, контактово- метасоматичес- кие м-ния
* Канкринит $6\text{Na}[\text{AlSiO}_4] \times$ $\times \text{Ca}(\text{CO}_3)2\text{H}_2\text{O}$	Гексагональ- ная, зернистые агрегаты, реакционные каймы по нефелину	Сов. по {10 $\bar{1}$ 0} в трех нап- равл. Неровный	Белый, серый, желтый, крас- новатый	5,0- 5,5	2,4- 2,5	Раствор. в HCl с выд. CO_2 и студенистого SiO_2 . Спайность , окраска	Нефелин, ортоклаз, микроклин	Нефелин, альбит, титанит, циркон, эгирин	Позднемагма- тический в нефелиновых сиенитах и их пегматитах

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
# Моноцит (Ce,La,Nd) × ×(PO ₄)	Моноклинная, таблитчатые кристаллы, реже зернистые агрегаты	Сов. по {100}, отдельность по {001}. Раковистый	Желтый, красно- коричневый, коричне-вый, иногда белый	5,0- 5,5	5,0- 5,2	С трудом раз- лагается кисло- тами. Форма кристаллов, тве- рдость, плотность	Ксено-им, титанит	Ксенотим, алланит, уранинит, циртолит, биотит, молибденит	Акцессорный минерал грани- тов, пегматитов, фенитов, грейзе- нов, гнейсов и жил альпий- ского типа
Эвдиалит Na ₄ (Ca,Ce) ₂ ××FeZr[Si ₈ O ₂₂]× ×(OH, Cl) ₂	Тригональная, ромбоэдричес- кий, таблитчатый, зернистый	Неровный, раковистый	Красный, малиново- красный, вишнево- красный	5,0- 5,5	2,8- 3,0	Раствор. в HCl с выд. студенистого SiO ₂	Гранаты	Апатит, био- тит, магне- тит, титанит, эгирин, поле- вые шпаты	Нефелиновые сиениты и их пегматиты
* Натролит Na ₂ [Al ₂ Si ₃ O ₁₀] ₂ × 2H ₂ O	Ромбическая, призматичес- кие до игольча- тых кристаллы; шестоватые, ра- диально лучис- тые агрегаты	Сов. по {110} в двух направл. Неровный, раковистый	Бесцветный, белый, желтый, красный	5,0- 5,5	2,2- 2,3	Легко раствор. в HCl с выд. студенистого SiO ₂ . Спайность, форма выд., ассоциация	Томсонит	Анальцим, шабазит, сколецит, гейландит	Постмагмати- ческий минерал щелочных пор- од, их пегмати- тов; гидротер- мальный в жи- лах и миндали- нах эффузивов
Гаюин Na ₆ Ca ₂ [SiO ₄] ₆ × ×(SO) ₂	Кубическая, додэкаэдричес- кий, октаэдрически й, зернистый	Несов. по {110}	Ярко-синий, голубой, зеленовато- синий, белый	5,0- 5,5	2,4- 2,5	Раствор. в HCl с выд. геля SiO ₂ , добавление BaCl ₂ –осадок BaSO ₄	Содалит, лазурит, вишневит	Санидин, лейцит, нефелин, титанит	В вулканичес- ких щелочных породах
* Титанит (сфен) CaTi[SiO ₄]O	Моноклинная, конвер- тообразные кристаллы; зернистые агрегаты	Сов. по {110}. Неровный до занозистого	Желтый, коричневый до черного, изумрудно- зеленый, белый	5,0- 6,0	3,3- 3,6	Раствор. в H ₂ SO ₄ . Форма кристаллов, окраска, спайность	Циркон, гранаты	Нефелин, канкринит, циркон, биотит, apatит, флогопит, диопсид	Первичный ми- нерал щелочных пород и грани- тов; встречается в скарнах, гней- сах, жилах аль- пийского типа

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Виллемит $Zn_2[SiO_4]$	Тригональная, призматический	Несов. по {0001} и {10 $\bar{1}$ 2}. Раковистый	Бесцветный, белый, желтоватый, розоватый	5,0-6,0	4,0-4,2	Раствор. в HCl с выд. студенистого SiO ₂	Гемиморфит	Кварц, гентгельвин, ганит, циркон, фенакит, сфалерит	В зоне окисления полиметаллических м-ний, скарнах и кварцевых жилах
Бирюза $CuAl_6(PO_4) \times (OH)_8 \times 4H_2O$	Триклинная, плотные тонкозернистые агрегаты	Сов. по {001}. Мелкоракровистый	Голубой, синевато-зеленый	5,0-6,0	2,6-2,8	С трудом раствор. в HCl. Окраска и форма выд	Халькоцидерит	Вавеллит, амблигонит, халцедон, каолинит, гетит	Кора выветривания фосфатсодержащих осадочных и вулканических горных пород
* Антофиллит $(Mg,Fe)_7 \times [Si_8O_{22}](OH)_2$	Ромбическая, лучистые, радиально-сноповидные, шестоватые, волокнистые (асбест) агрегаты	Сов. по {110} в двух направл. Неровный	Бесцветный, серовато-зеленый, зеленовато-бурый	5,5-6,0	2,8-3,2	В кислотах не раствор. От других амфиболов отличается оптически; от хризотил-асбеста по ассоциации	Тремолит, жедрит	Энстатит, тальк, кордиерит, паргасит, плагиоклаз	Метаморфизованные ультрабазиты, магнезиальные скарны, регионально метаморфизованные породы
* Куммингтонит $(Mg,Fe)_7[Si_8O_{22} \times (OH)_2]$	Моноклинная, волокнистый, зернистый	Сов. по {110} в двух направл. под углом 124°	Белый, светло-зеленый, серый, бурый	5,5-6,0	3,2-3,3	В кислотах не раствор	Антофиллит, тремолит	Стильпномелан, грюнерит, анкерит, ильменит, кварц	В контактово и регионально метаморфизованных породах
X Рихтерит $Na_2Ca(Mg,Fe^{+2}) \times [Si_8O_{22}](OH)_2$	Моноклинная, призматический, зернистый, волокнистый	Сов. по {110} в двух направл. под углом 124°	Желтый, бурый, буровато-красный, светло-зеленый	5,0-6,0	2,9-3,5	В кислотах не раствор. Мало распространен	Актинолит, тремолит, жедрит	Кальцит, магнетит, доломит, флогопит, актинолит, хлорит, титанит	В метаморфизованных карбонатных породах, гидротермально-измененных породах

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Тремолит $\text{Ca}_2\text{Mg}_5 \times [\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$	Моноклинная, шестоватые, волокнистые агрегаты, иногда призматические кристаллы	Сов. по {110} в двух направл. Плоскоравновистый (нефрит)	Бесцветный, белый, светло-серый, светло-зеленый	5,5-6,0	3,0-3,1	В кислотах не раствор. От других амфиболов отличается оптически; от эпидота по спайности	Антофиллит, жедрит	Диопсид, форстерит, флогопит, скаполит, кварц, серпентин	Метаморфические и метасоматические породы, образовавшиеся по карбонатным и ультраосновным породам
Нозеан $\text{Na}_8[\text{AlSiO}_4]_6 \times (\text{SO}_4)$	Кубическая, зернистый	Несов. по {110}	Серый, синий, белый	5,5-6,0	2,3-2,4	Раствор. в HCl с выд. геля SiO_2 , добавление BaCl_2 —осадок BaSO_4	Содалит, лазурит, гаюин	Санидин, слюда, титанит	В вулканических щелочных породах
* Содалит $\text{Na}_8[\text{AlSiO}_4]_6\text{Cl}_2$	Кубическая, Зернистые агрегаты, псевдоморфозы по нефелину, ромбодекаэдрические кристаллы	Ясная по {110}. Неровный	Синий, се-рый, зеленоватый, розовый (гакманит)	5,5-6,0	2,1-2,3	Раствор. в HCl с выд. студенистого SiO_2 . Спайность, окраска, ассоциация	Вишневит, лазурит, гаюин	Нефелин, канкринит, эгирин, микроклин, титанит, апатит	Щелочные породы и их пегматиты
* Лейцит $\text{K}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]$	Тетрагональная, тетрагонтриоктаэдрические кристаллы, реже зернистые агрегаты	Отсутствует. Раковистый	Бесцветный, белый, серый	5,5-6,0	2,4-2,5	Раствор. в HCl с выд. порошкового SiO_2 . Форма выд. и условия нахождения	Анальцим	Ортоклаз, нефелин, санидин	Молодые щелочные эффузивные породы
* Нефелин $\text{Na}[\text{AlSiO}_4]$	Гексагональная, вкрапленники, зернистые массы; реже короткопризматические кристаллы	Несов. по {10 $\bar{1}$ 0}. Неровный	Желтый, красный, зеленый, бесцветный	5,5-6,0	2,6-2,7	Легко раствор. в кислотах с выд. геля SiO_2	Канкринит, кальсилит	Полевые шпаты, аннит, арфведсонит, эгирин, титанит, апатит	Щелочные магматические горные породы

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Мариалит $\text{Na}_4[\text{AlSi}_3\text{O}_8]_3\text{Cl}$	Тетрагональная, призматические кристаллы, зернистые, шестоватые и сливные агрегаты	Сов. по {100}, несов. по {110}. Неровный	Бесцветный, белый, серый, желтоватый	5,5-6,0	2,6	В кислотах практически не раствор. Форма кристаллов, спайность, ассоциация	Мейонит, полевые шпаты	Диопсид, плагиоклаз, флогопит, апатит, волластонит	Метаморфические и контактово-метасоматические м-ния
Мейонит $\text{Ca}_4[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]_3 \times (\text{CO}_3)$	Тетрагональная, призматические кристаллы, зернистые, шестоватые и сливные агрегаты	Сов. по {100}, несов. по {110}. Неровный	Бесцветный, серый, фиолетовый (главколит), грязно-зеленый, бурый	5,5-6,0	2,75	Частично раствор. в HCl с выд. геля SiO_2 . Форма кристаллов, спайность, ассоциация	Мариа-лит, полевые шпаты	Флогопит, диопсид, апатит, кальцит, эпидот, гранат	Метаморфические и контактово-метасоматические м-ния
Амблигонит $\text{LiAl}(\text{PO}_4)\text{F}$	Триклинная, зернистый	Сов. по {100}, несов. по {110}. Неровный	Белый, кремово-белый, желтовато-белый	5,5-6,0	3,0-3,1	С трудом раствор. в кислотах. Окрашивает пламя в красный цвет	Монттебразит, сподумен	Сподумен, литиофиллит, апатит, лепидоцит, петалит, поллуцит	В гранитных пегматитах богатых литием
X Мелилит $\text{Ca,Na}_2(\text{Mg,Al}) \times [(\text{Si,Al})_2\text{O}_7]$ промежуточный член ряда окерманит-геленит)	Тетрагональная, призматический, зернистый	Сов. по {100}, несов. по {110}. Неровный	Белый, бледно-желтый, зеленовато-желтый, розовый	5,5-6,0	3,0-3,1	Раствор. в HCl с выд. геля SiO_2	Хондродит, гумит	Форстерит, диопсид, шпинель, паргасит, флогопит, кальцит	Щелочные ультраосновные породы, контакты основных пород и известняков
X Клиногумит $4\text{Mg}_2[\text{SiO}_4] \times \text{Mg}(\text{OH, F})$	Моноклиная, изометричный, зернистый	Несов. по {001}. Неровный, раковистый	Желтый, желтовато-серый, красно-коричневый	5,5-6,0	3,2-3,4	Раствор. в HCl с выд. геля SiO_2	Хондродит, гумит	Форстерит, диопсид, шпинель, паргасит, флогопит, кальцит	Магнезиальные скарны, кальцефиры и пегматиты

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Диопсид $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	Моноклинная, зернистые, шестоватые и радиально-лучистые агрегаты, призматические кристаллы	Сов. по {110} в двух направл. под угл 88° , отдельность {100}. Неровный	Светло-зеленый, серо-фиолетовый, розовый, белый. Белая до бледно-зеленой	5,5-6,0	3,2-3,4	Слабо раствор. в HCl. Форма кристаллов и окраска	Геденбергит, гиперстен	Кальцит, флогопит, апатит, магнетит, клинохлор, шпинель	Породообразующий минерал магматических пород, их пегматитов, метаморфических пород, скарнов
* Опал $\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$	Аморфный; плотный, натечный	Аморфный; плотный, натечный	Отсутствует. Раковистый	5,5-6,5	1,9-2,2	Раствор. в HF. Форма выд. и условия нахождения	Аллофан	Магнезит, арагонит, нонтронит	Кора выветривания ультраосновных пород, в миндалинах эффузивов среднего и кислого состава
* Родонит $\text{CaMn}_4[\text{Si}_5\text{O}_{15}]$	Триклинная, зернистые агрегаты, редко призматические кристаллы	Сов. по {100}, {010} и {001}. Неровный	Розовый, ярко-красный и коричнево-красный	5,5-6,5	3,4-3,8	Раствор. в HCl выд. порошкового SiO_2 . Окраска, спайность, твердость и ассоциация	Родохрозит, пироксмангит	Тефроит, спессартин, пироксмангит, гиалофан, алабандин	Метаморфические горные породы и скарны
* Жедрит $(\text{Mg}, \text{Fe}^{+2})_5\text{Al}_2 \times [(\text{Al}, \text{Si})_2 \times \text{Si}_6\text{O}_{22}] (\text{OH})_2$	Ромбическая, призматический, шестоватый, волокнистый	Сов. по {110} в двух направл. под углом 124°	Буровато-коричневый, зеленовато-коричневый, желтовато-серый	6,0	2,9-3,3	В кислотах не раствор. Окраска, наличие пертитовых вростков, спайность	Микроклин, плагиоклазы	Кварц, слюды, силлиманит, ставролит, алмаундин	Породообразующий в кислых и щелочных изверженных породах, их пегматитах и метаморфических породах
* Ортоклаз $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$	Моноклинная, призматические кристаллы зернистые агрегаты	Сов. по {001} и {010} в двух направл. под углом 90° . Неровный	Серый, желтоватый, красноватый; иризирует (лунный камень)	6,0	2,6	В кислотах не раствор. Окраска, наличие пертитовых вростков, спайность	Микроклин, плагиоклазы	Кварц, слюды, силлиманит, ставролит, алмаундин	Породообразующий в кислых и щелочных изверженных породах, их пегматитах и метаморфических породах

1	2	3	4	5
* Микроклин $K[AlSi_3O_8]$	Триклинная, зернистые агрегаты и призматичес- кие кристаллы	Сов. по {001} и {010} в двух направл. под углом 90°. Неровный	Серо-желтый, красный, зеленый (амазонит); иризирует (лунный камень)	6,0
Плагиоклазы: непрерывный ряд твердых растворов от * альбита $Na[AlSi_3O_8]$ до * анортита $Ca[Al_2Si_2O_8]$	Триклинная, призматичес- кие и плас- тинчатые кристаллы, зернистые агрегаты	Сов. по {001} и {010} в двух направл. под углом 90°. Неровный	Бесцветный, белый, зеле- новатый, серый	6,0
* Цоизит $Ca_2Al_3[SiO_4] \times$ $\times [Si_2O_7]O(OH)$	Ромбическая, призматически е кристаллы и зернистые агрегаты	Сов. по {100} и несов. по {001}. Неровный	Белый, серый, зеленоватый, розовый (ту- лит), голубой (танзанит)	6,0
* Энстатит $Mg_2[Si_2O_6]$	Ромбическая, Призматичес- кие кристаллы и зернистые агрегаты	Сов. по {110} в двух нап- равл. под углом 88°. Неровный	Белый, серый, желтоватый, зеленоватый, оливково-зеле- ный, бурый	6,0

Продолжение таблицы 4

6	7	8	9	10
2,6	В кислотах не раствор. Окраска, на- личие перти- товых врост- ков, спайность	Ортоклаз, плагиокла- зы	Ортоклаз, плагиоклазы	В кислых и щелочных изверженных породах и их пегматитах
2,6- 2,8	Богатые анор- титовой молекулой раствор. в HCl с выд. геля SiO_2 Окраска, по- лисинтетичес- кое двойнико- вание Ассоциация	Ортоклаз, мейонит, мариалит	Кварц, слюды, микроклин, пироксены, амфиболы	Породообразу- ющий в извер- женных поро- дах, их пегма- татах, мета- морфических породах, жилах альпийского типа
3,2- 3,3	Раствор. в HCl после прокали- вания с выд. геля SiO_2 . Окраска	Клиноцои- зит, эпидот	Альбит, эпи- дот, кальцит, серицит, кварц, рутил	Метаморфизо- ванные основ- ные породы и кварцевые жилы
3,2- 3,3	В кислотах не раствор. Окраска, спайность, ассоциация	Диопсид, бронзит	Кианит, оливин, талък, шпи- нель, флого- пит, антофил- лит	Породообразу- ющий ультра- основных и ос- новных магма- тических пород и кимберлитов

1	2	3	4	5
X Петалит (Li,Na)[AlSi ₄ O ₁₀]	Моноклиная, призма- тический, зернистый, плотный	Сов. по {001}, несов, по {201}. Неровный	Бесцветный, белый, серый, розовый	6,0
* Кианит Al ₂ [SiO ₄]O	Триклиная, радиально- лучистые, шестоватые агрегаты, призматичес- кие кристаллы	Сов. по {100}, ясная по {010}. Занозистый	Голубой, синий, серый, белый, зеленый, желтый	4,5- 7,0
* Пренит Ca ₂ Al[AlSi ₃ O ₁₀] ×(OH) ₂	Ромбическая, призматичес- кий, пластин- чатый, корки, радиально пластинча-тый	Сов. по {001}. Неровный	Зеленоватый, белый, серый, желтый	6,0- 6,5
X Хондродит 2Mg ₂ [SiO ₄] ×Mg(F,OH) ₂	Моноклин-ная, изомет- ричный, зернистый	Несов. по {001}. Раковистый	Медовый, желтый, коричневый	6,0- 6,5
X Гумит 3Mg ₂ [SiO ₄] ×Mg(OH,F) ₂	Ромбическая, изометрич- ный, бочен- ковидный	Несов. по {001}. Раковистый	Желтый до коричневого	6,0- 6,5

Продолжение таблицы 4

6	7	8	9	10
2,4- 2,5	В кислотах не раствор	Диопсид, бронзит	Лепидолит, сподумен, амблигонит, альбит, кварц, титанит	Литиевые пегматиты
3,5- 3,7	В кислотах не раствор. Окраска, форма выд., спайность	Силлима- нит	Кварц, мусковит, хлоритоид, ставролит, альбит	Породообразу- ющий в метаморфичес- ких породах и кварцевых жилах
2,8- 3,0	Медленно раствор. в HCl	Халцедон, цеолиты	Кварц, дио- псид, gros- суляр, цеоли- ты, халцедон, кальцит	В метаморфи- зованных ос- новных поро- дах и скарнах
3,2- 3,3	Раствор. в HCl с выд. геля SiO ₂	Гумит, клиногумит	Оливин, диопсид, шпинель, флогопит, магнетит	В магнезиаль- ных скарнах и кальцефирах
3,2- 3,3	Раствор. в HCl с выд. геля SiO ₂ . Распро-странен менее хондродита и клиногумита	Хондродит, клиногумит	Оливин, флогопит, тремолит, шпинель, апатит	В магнезиаль- ных скарнах, кальцефирах и бруситовых мраморах

1	2	3	4	5
* Жадеит $\text{NaAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	Моноклинная, плотный, спутанно-во- локнистый, реже зернистый	Сов. по {110} в двух нап- равл. под углом 88°. Неровный	Бесцветный, белый, зеленый, серый	6,0- 6,5
* Клиноцоизит $\text{Ca}_2\text{Al}_3[\text{SiO}_4] \times$ $\times [\text{Si}_2\text{O}_7]\text{O}(\text{OH})$	Моноклинная, призма- тические кристаллы, зернистые агрегаты	Сов. по {001} и несов. по {100}. Неровный	Бесцветный, светло-серый, желтый, серовато- зеленый	6,5
X Поллуцит $(\text{Cs}, \text{Na})_2 \times$ $\times [\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}] \times$ $\times \text{H}_2\text{O}$	Кубическая, Зернистый	Отсутствует. Раковистый	Бесцветный, белый	6,5
# Диаспор $\text{AlO}(\text{OH})$	Ромбическая, призматические кристаллы, пластинчатые и чешуйчатые агрегаты	Сов. по {010} в одном направл	Бесцветный, белый, желтовато- бурый, серый, розовый	6,5- 7,0
* Везувиан $\text{Ca}_{10}\text{Al}_4(\text{Mg}, \text{Fe})_2 \times$ $\times [\text{SiO}_4][\text{Si}_2\text{O}_7] \times$ $\times (\text{OH})_4$	Тетрагональ- ная, призматиче- ские кри- сталлы, зер- нистые и сли-	Несов. по {110} и {100}. Неровный, раковистый	Зеленый, желтый, бурый, серый, черно-бурый, фиолетовый	6,5

Продолжение таблицы 4

6	7	8	9	10
3,3- 3,4	В кислотах не раствор. Высокая про- чность, форма выд., окраска	Нефрит, тремолит	Альбит, анальцим, натролит, тремолит, кварц, альмандин	В метаморфи- ческих и кон- тактово-мета- соматических м-ниях по гипербазитам
3,3- 3,4	После прокаливания раствор. в HCl с выд. студе- нистого SiO_2 . Форма выд. и условия нахождения	Цоизит, эпидот	Альбит, кальцит, серицит, эпидот, пренит, титанит	Метаморфиче- ские основные породы и жилы альпийского типа
2,9	С трудом рас- твор. в HCl с выд. порош- коватого SiO_2 . Форма выд. и условия нахождения	Кварц, чкаловит	Петалит, альбит, кварц, ле- пидолит, амблигонит	Литиевые пегматиты
3,3- 3,5	В кислотах не раствор. Форма выд., спайность, ассоциация	Гиббсит	Пирофиллит, серицит, корунд, хлоритоид, зуниит, андалузит	Вторичные кварциты, ме- таморфические породы, жилы альпийского типа
3,3- 3,5	После прока- ливания рас- твор. в HCl с выд. геля SiO_2 . Форма крис-	Гранаты, эпидот	Диопсид, гроссуляр, волласто-нит, эпидот, монтichelлит, флогопит,	Скарны, родин- гиты, метасома- тические поро- ды по ультра- базитам, пегма- титы и карбо-

вные агрега-ты

таллов, окраска, ассоциация

геленит

натные жилы

146

147

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
*Эпидот $\text{Ca}_2(\text{Al,Fe})_3 \times [\text{SiO}_4] \times [\text{Si}_2\text{O}_7]\text{O}(\text{OH})$	Моноклинная, призматические и таблитчатые кристаллы, зернистые агрегаты	Сов. по {001} и несов. по {100}. Неровный	Желтовато-зеленый, темно-зеленый (пушкinit), коричневый, черный	6,0-7,0	3,3-3,5	После прокаливания раствор. в HCl с выд. геля SiO_2 . Окраска, спайность, ассоциация	Везувиан, гранаты	Альбит, гастингсит, андрадит, везувиан, скаполит	Метаморфические основные породы, скарны и жилы альпийского типа
* Силлиманит $\text{Al}[\text{AlSiO}_5]$	Ромбическая, игольчатые кристаллы, волокнистые агрегаты (фибrolит)	Сов. по {010}. Неровный, занозистый	Бесцветный, белый, серый, бурый, зеленоватый	6,5-7,5	3,2	В кислотах не раствор. Форма выд. и условия нахождения	Кианит, тремолит	Андалузит, диаспор, корунд, кварц, кианит, ставролит, плагиоклаз	Метаморфические породы, вторичные кварциты, пегматиты и жилы альпийского типа
* Форстерит $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$	Ромбическая, призматические и таблитчатые кристаллы, зернистые агрегаты	Ясная по {100} и {010}. Неровный	Белый, желтоватый, зеленоватый, фиолетовый	6,5-7,0	3,2-3,6	Раствор. в HCl с выд. геля SiO_2 Форма выд., окраска, ассоциация	Апатит, пироксены, гумит	Диопсид, энстатит, хромит, магнетит, лабрадор, перовскит, флогопит, пироп	Ультраосновные породы, кимберлиты, базальты, магнезиальные скарны

* Ферроаксинит $\text{Ca}_2\text{FeAl}_2 \times [\text{BSi}_4\text{O}_{15}](\text{OH})$	Триклинная, клиновидный, зернистый	Сов. по {100}, несов. по {001}, {110}. Неровный	Серо- фиолетовый, буро- фиолетовый	6,5- 7,0	3,2- 3,3	В кислотах не раствор.	Серенди- бит, данбурит	Кварц, хлорит, эпидот, титанит, адуляр, датолит	Жилы в основ- ных породах, околоскарно- вая минерали- зация и жилы альпийского типа
		148						149	

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X Манганак- синит $\text{Ca}_2\text{MnAl}_2[\text{BO}_4] \times [\text{Si}_4\text{O}_{12}](\text{OH})$	Триклинная, клиновидный, зернистый	Сов. по {100}, несов. по {001}, {110}. Неровный	Желтовато- бурый, зеленовато- бурый	6,5- 7,0	3,2- 3,3	В кислотах не раствор.	Тиценит	Кварц, барит, браунит, пирролюзит, бустамит, волластонит, гранат	Марганцевые метаморфичес- кие и скарно- вые м-ния
* Сподумен $\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	Моноклиная, уплощенно- призматичес- кие кристаллы и зернистые агрегаты	Сов. по {110} в двух направл., отдельность по {100} и {010}. Раковистый	Белый, серый, розовый (кунцит), зеленый (гидденит), желтый	6,5- 7,0	3,0- 3,2	Слабо раствор. в HCl. Пламя окрашивает в алый цвет (Li). Форма выд., спайность, ассоциация	Микроклин, пироксены	Кварц, альбит, микроклин, лепидолит, эльбаит, поллуцит	Литиевые гранитные пегматиты
* Гроссуляр $\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$	Кубическая, кристаллы простые формы {110} и {211}, зернистые до сливных агрегаты	Отсутствует, иногда отдельность по {110}. Раковистый, неровный	Белый, жел- тый, зеленый (цаворит-Cr), розовато- красный (гессонит)	6,5- 7,0	3,2- 3,8	В кислотах не раствор. Форма крис- таллов, твер- дость, окраска	Спессар- тин, везу- виан	Диопсид, волластонит, титанит, датолит, везу- виан, скапо- лит	Скарны, метаморфизо- ванные известняки
* Андрадит $\text{Ca}_3\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]_3$	Кубическая, кристаллы	Отсутствует. Раковистый,	Желтовато- бурый, зеле-	6,5- 7,5	3,5- 4,1	После прока- ливания раз-	Везувиан, гроссуляр	Диопсид, геденбергит,	Скарны, крем- нистые

простые формы {110} и {211}, зернистые до сливных агрегаты

неровный

ный (демантоид), бурый до черного (шорломит)

лагается в HCl с выд. геля SiO₂.

Форма кристаллов, твердость, окраска

эпидот, везувиан, актинолит

известняки, гидротермальные жилы в гипербазитах

150

151

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Андалузит Al ₂ [SiO ₄]O	Ромбическая, зернистые и шестоватые агрегаты, призматические кристаллы	Сов. по {110} по {100} до ясной. Неровный	Серый, желтый, бурый, розовый, красный, зеленый (виридин)	6,5-7,5	3,1-3,2	В кислотах не раствор. Форма кристаллов, твердость, окраска	Кианит, кордиерит	Кордиерит, силлиманит, ставролит	Метаморфические породы, роговики, вторичные кварциты и жилы альпийского типа
* Халцедон (тонковолокнистая разновидность кварца) SiO ₂	Тонковолокнистые агрегаты, концентрически-полосчатый (агат), сталактиты	Отсутствует. Раковистый	Белый, серый, голубой, желтоватокрасный (сердолик), зеленый (хризопраз) Бесцветный, белый	6,5-7,0	2,55-2,64	Растворяется в HF. Форма выд., окраска, излом	Люссатин, кварцин	Кварц, кальцит, цеолиты	Миндалины эффузивных пород, кора выветривания гипербазитов, гидротермальные жилы
* Кристобалит (высокотемпературный) SiO ₂	Тетрагональная; скрытокристаллический, натечный	Неровный, раковистый	Бесцветный, белый	6,5-7,0	2,2-2,3	Растворяется в HF. Форма выд. и условия нахождения	Тридимит, кварц	Тридимит, кальцит, цеолиты, опал	Эффузивные породы и кора выветривания гипербазитов
X Данбурит Ca[B ₂ Si ₂ O ₈]	Ромбическая, призматический, зернистый	Несов. по {001}. Раковистый	Бесцветный, желтый, розовый, бурый	7,0	2,9-3,0	В кислотах не раствор	Топаз, кварц	Волластонит, геденбергит, датолит, аксинит,	Скарны и гипсангидритовые толщи

кварц									
		152						153	
* Эльбаит $\text{Na}(\text{Li}, \text{Al})_3\text{Al}_6 \times$ $\times [\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{BO}_3)_3 \times$ $\times (\text{OH})_4$	Тригональная, зернистые, шестоватые агрегаты и призматичес- кие кристаллы	Несов. по $\{10\bar{1}1\}$ и $\{11\bar{2}0\}$ Раковистый, неровный	Бесцветный (ахроит), красный, розовый (рубеллит), зеленый	7,0	3,0- 3,1	В кислотах не раствор. Сечение кристаллов, окраска, твердость	Дравит, корунд, шпинель	Альбит, лепидолит, петалит, берилл	Гранитные пегматиты богатые литием
Продолжение таблицы 4									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Кварц SiO_2	Тригональная, зернистые и шестоватые агрегаты и призматичес- кие кристаллы	Несов. по $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}1\}$, $\{10\bar{1}0\}$, отдельность по $\{10\bar{1}1\}$. Раковистый	Бесцветный, белый, дым- чатый, жел- тый, розо-вый, фиоле-товый, чер-ный	7,0	2,65	Раствор. в HF. Форма выд., твердость, окраска	Топаз, данбурит, нефелин, кордиерит	Полевые шпаты, слюды, сульфиды	Породообразу- ющий в кислых изверженных породах, в пег- матитовых, кварцевых жилах и жилах альпийского типа
ХУвит $\text{CaMg}_4\text{Al}_5 \times$ $\times (\text{BO}_3)_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}] \times$ $\times (\text{OH})_4$	Тригональная, призматичес- кий, игльчатый, волокнистый	Несов, по $\{11\bar{2}0\}$ Раковистый	Голубовато- серый, синевато- черный	7,0	3,1	В кислотах не раствор. Сечение кристаллов, окраска, твердость	Кордиерит, сапфирин	Флогопит, плагиоклаз, ортоклаз	В известковых скарнах, апокарбонат- ных грейзенах, метаморфичес- ких породах
4.3. Черта Тверд					белая ость 7-9				

* Дравит $\text{NaMg}_3\text{Al}_6 \times$ $\times [\text{Si}_6\text{O}_{18}] \times$ $\times (\text{BO}_3)_3 (\text{OH})_4$	Тригональная, зернистые, шестоватые, волокнистые агрегаты и призматичес- кие кристаллы	Несов. по $\{10\bar{1}1\}$ и $\{11\bar{2}0\}$ Раковистый, неровный	Бесцветный (ахроит), бурый, зеленовато- бурый, травянисто- зеленый, синий	7,0- 7,5	3,0- 3,2	В кислотах не раствор. Сечение кристаллов, окраска, твердость	Везувиан, ставролит	Касситерит, кварц, полевой шпат, флюорит, доломит	Метаморфизо- ванные или скарнирован- ные карбонат- ные породы, метасоматиты по основным и ультрасоснов- ным породам
* Пироп $\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$	Кубическая, округлые зерна	Отсутствует. Раковистый, неровный	Огненно- красный, крово-крас- ный, рубино- вый, розовый	7,0- 7,5	3,5- 4,0	В кислотах не раствор. Форма крис- таллов, окрас- ка, ассоциация	Альман- дин, шпи- нель	Сапфирин, силлиманит, гиперстен, кордиерит	В эклогитах, кимберлитах, перидотитах и серпентинитах

154

155

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Спессартин $\text{Mn}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$	Кубическая, кристаллы с простыми формами $\{110\}$, $\{211\}$ и зернистые агрегаты	Отсутствует. Раковистый, неровный	Оранжево- красный, розовый, желтый, красно- коричневый	7,0- 7,5	3,8- 4,3	После прока- ливания раз- лагается в HCl с выд. геля SiO_2 . Форма кристаллов, окраска, ассоциация	Гроссуляр, гумит	Шерл, мусковит, кварц, трифилин, апатит, альбит, родонит, тефроит	Пегматитовые жилы, метаморфизо- ванные марганцевые м-ния
* Альмандин $\text{Fe}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$	Кубическая, зернистые до сливных аг- регаты, кри- сталлы с про- стыми формами $\{110\}$ и $\{211\}$	Отсутствует. Раковистый, неровный	Красно- коричневый, темно- красный, фиолетово- красный	7,0- 7,5	3,7- 4,3	В кислотах не раствор. В п. п.тр. сплавляется в магнитный шарик. Форма крис- таллов, окраска, ассоциация	Пироп	Силлиманит, кианит, став- ролит, полевой шпат, биотит	Мусковитовые пегматиты, регионально метаморфизо- ванные породы

Ставролит $\text{FeAl}_4[\text{SiO}_4]_2\text{O}_2 \times (\text{OH})_2$	Ромбическая, призматические кристаллы, крестообразные двойники, зернистые агрегаты	Сов. по {010} и {100}. Неровный	Желтовато-коричневый до буровато-черного	7,0-7,5	3,6-3,8	В кислотах не раствор. Форма кристаллов, твердость, ассоциация	Шерл, пироксены	Мусковит, кианит, силлиманит, альмандин, кварц, ильменит	Гнейсы и кристаллические сланцы
* Циркон $\text{Zr}[\text{SiO}_4]$	Тетрагональная, призматические и дипирамидальные кристаллы, зерна, радиальнолучистые агрегаты	Несов. по {110} и {111}. Раковистый	Желтый (жаргон), желто-бурый, красный (гиацинт), красно-коричневый	7,0-7,5	3,9-4,6	Слабо разлагается в конц. H_2SO_4 . Преимущественно в кристаллах, люминесцирует в УФ-лучах, иногда радиоактивен	Касситерит, рутил	Полевые шпаты, ильменит, титанит, алланит, магнетит, монацит	Акцессорный минерал кислых и щелочных изверженных пород и их пегматитов, в гнейсах и кристаллических сланцах

156

157

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Борацит $\text{Mg}_3[\text{B}_7\text{O}_{13}]\text{Cl}$	Ромбическая, призматический, зернистый	Раковистый	Бесцветный, белый, сероватый, желтоватый, зеленоватый	7,0-7,5	2,9	Медленно раствор. в HCl		Доломит, гипс, ангидрит, галит, сильвин, ашарит	В соляных м-ниях
* Кордиерит $(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{Al}_3 \times [\text{AlSi}_5\text{O}_{18}]$	Ромбическая, призматический, зернистый	Средняя по {010} и {100}, отдельность по {001}. Раковистый	Синий, фиолетовый, дымчато-синий, бурый	7,0-7,5	2,5-2,8	Частично раствор. при кипячении в HCl	Кварц, сапфир, осумилит	Кварц, биотит, полевой шпат, силлиманит, андалузит, корунд	В метаморфических породах, кислых изверженных породах и их пегматитах
* Уваровит $\text{Ca}_3\text{Cr}_2[\text{SiO}_4]_3$	Кубическая; зернистые агрегаты и кристаллы с	Отсутствует. Раковистый, неровный	Изумрудно-зеленый до темно-зеленого	7,5	3,4-3,8	В кислотах не раствор. Окраска,	Демантоид, цаворит	Хромит, хромовые хлориты, хромвезу-	Ультраосновные породы и залежи хромита

	простыми формами {110} и {211}						форма кристаллов, ассоциация	виан, хром-титанит	
* Берилл $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$	Гексагональная, зернистые агрегаты, призматические кристаллы	Несов. по {0001} и {10 $\bar{1}$ 0}. Раковистый, неровный	Бесцветный, белый (гоше-нит), желтый (гелиодор), голубой (ак-вамарин), зеленый (изум-руд), розовый (воробьевит)	7,5-8,0	2,6-2,9	В кислотах не раствор. Твердость, форма кристаллов, ассоциация	Апатит, фенацит, топаз	Морион, микроклин, биотит, шерл, сподумен, колумбит, флогопит	Пегматиты, грейзены, высокотемпе-ратурные квар-цевые жилы, контактово-метасоматиче-ские породы
* Фенацит $\text{Be}_2[\text{SiO}_4]$	Тригональная, чечевицеобразный, призматический, зернистый	Несов. По {11 $\bar{2}$ 0}. Раковистый	Бесцветный, желтоватый, розовый, коричневый	7,5-8,0	3,0	В кислотах не раствор	Кварц, топаз	Морион, альбит, то-паз, берилл, флогопит, шерл, гранат	Пегматиты, слюдиты контактового типа, гидротермаль-ные жилы

158

159

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
*Топаз $\text{Al}_2[\text{SiO}_4](\text{F}, \text{OH})_2$	Ромбическая, зернистые агрегаты, призматические кристаллы	Сов. по {001}. Раковистый, неровный	Бесцветный, желтый, голубой, фиолетово-голубой, розовый	8,0	3,4-3,6	В кислотах не раствор. Форма кристаллов, спайность, плотность	Кварц, фенацит	Кварц, берилл, флюорит, полевые шпаты, турмалин	Гранитные пегматиты и грейзены, реже вторичные кварциты и кварцевые жилы
* Шпинель MgAl_2O_4	Кубическая, октаэдрические кристаллы, зернистые агрегаты	Раковистый, неровный	Бесцветный, красный, зеленый, синий, черный	8,0	3,6-4,1	С трудом раствор. в конц. H_2SO_4 . Форма кристаллов, твердость, ассоциация	Гранат, корунд	Форстерит, диопсид, кальцит, флогопит, гумит, паргасит, андрадит	Магнезиальные скарны, роговики, гнейсы, аксессуарный в основных и кислых породах

* Хризоберилл BeAl ₂ O ₄	Ромбическая, зернистые агрегаты, пластинчатые и дипирамидаль- ные кристаллы, тройники	Сов. по {011}, несов. по {010}. Раковистый, неровный	Желтый, зеленовато- желтый, зеленый (александрит), бесцветный	8,0	3,5- 4,0	В кислотах не раствор. Окраска, форма кристаллов, твердость	Берилл	Берилл, фенакит, флюорит, апатит, турмалин, гранат	Пегматиты и скарны
* Корунд Al ₂ O ₃	Тригональная, зернистые агрегаты (наждаки), таблитчатые и дипирамидаль- ные кристал- лы	Отдельность по {0001} и {10 $\bar{1}$ 1}. Раковистый, неровный	Серый, синий (сапфир), красный (рубин), бесцветный, желтый, зеленый	9,0	4,0- 4,4	В кислотах не раствор. Твердость, окраска, ассоциация	Шпинель	Полевой шпат, биотит, гранат, маргарит, диаспор, андалузит	Сиениты, пегматиты, плагиоклазиты, гнейсы и высокоглино- земистые метаморфиты (наждаки)

160

161

Указатель минералов

Висмутин22

Гошенит

158

стр.	
Авгит	86
Агальматолит	94
Агат	152
Адуляр	140
Азурит	78
Акантит	24
Аквамарин	158
Актинолит	88
Алабандин	50
Александрит	160
Алланит –Се.	88
Алмаз	72
Алунит	118
Альбит	142
Альмандин	156
Амазонит	142
Амблигонит	138
Амезит	112
Анальцим	130
Анатаз	70
Ангидрит	116
Англезит	114
Андалузит	152
Андрадит	150
Анкерит	118
Аннабергит	76
Аннит	82
Анортит	142
Антимонит	22
Антофиллит	134
Арагонит	118
Арфедсонит	86
Арсенолит	62
Арсенопирит	32

стр.	
Астрофиллит	76
Атакамит	78
Аурипигмент	62
Ахроит	152
Баллас	72
Барит	116
Бастнезит	124
Бейделлит	96
Бемит	118
Берилл	158
Биотит	82
Бирюза	134
Бишофит	96
Борацит	158
Борнит	38
Борт	72
Брошантит	78
Брукит	70
Брункит	66
Брусит	106
Буланжерит	26
Бура	102
Бюргерит	94
Вавеллит	120
Ванадинит	66
Варисцит	124
Везувиан	146
Вермикулит	82
Вивианит	74
Виллемит	134
Виллиомит	112
Виридин	152
Висмут	24
Вискер	60
Волластонит	126

Витерит	116
Вишневит	130
Вокелит	64
Воробьевит	158
Вульфенит	64
Галенит	26
Галит	102
Галлуазит	104
Галлотрихит	98
Гастингсит	84
Гаусманит	52
Гаюин	132
Геденбергит	90
Гейкелит	52
Гейландит	120
Геленит	138
Гелиодор	158
Гематит	54
Гемиморфит	128
Герсдорфит	32
Гессанит	150
Гегит	52
Гиацинт	72
Гиббсит	106
Гидденит	150
Гидраргиллит	106
Гидроборацит	110
Гидроксантофллит	126
Гиперстен	84
Гипс	100
Главколит	138
Глауконит	76
Глаукофан	90
Глет	56
Горная кожа	104

Госларит	102
Графит	20
Гриналит	82
Гроссуляр	150
Грюнерит	86
Гудмундит	34
Гумит	144
Гюбнерит	52
Данбурит	152
Датолит	130
Демантоид	150
Деревянистое олово	72
Десмин	120
Джемсонит	26
Диаллаг	88
Диаспор	146
Диопсид	88, 140
Диоптаз	80
Доломит	118
Дравит	154
Жадеит	90, 146
Жедрит	140
Железо	30
Золото	38
Изоферроплатина	30
Изумруд	158
Ильваит	86
Ильменит	44
Иньоит	112
Иридий	36
Каламин	128
Кальцит	114
Канкринит	130
Карбонадо	72
Каолинит	104
Карбонат-фторapatит	128

Карналлит	106
Карнотит	64
Касситерит	72
Кварц	154
Кеммерит	108
Кианит	144
Кизерит	116
Киноварь	56
Клейофан	66
Клиногумит	138
Клинопирротин	40
Клинохлор	108
Клиноцоизит	146
Клинтонит	130
Кобальтин	32
Ковеллин	22
Колеманит	124
Колофан	128
Кордиерит	158
Корунд	160
Криолит	106
Криптомелан	46
Кристобалит	152
Крокоит	58
Ксантофиллит	130
Ксенотим126.	
Кукцит	108
Кумингтонит	134
Кунцит	150
Куприт	60
Лазурит	80
Лампрофиллит	76
Лангбейнит	120
Лейхтенбергит	108
Лейцит	136
Леллингит	30
Лепидокрокит	60

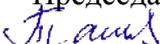
Лепидолит	110
Лизардит	108
Лопарит	48
Людвигит	80
Магnezит	124
Магнетит	46
Малахит	78
Манганит	50
Манганоаксинит	150
Манганоколумбит	54
Манганотанталит	50
Маргарит	122
Мариалит	138
Марказит	42
Марматит	50
Медь	36
Мейонит	138
Мелантерит	100
Меллилит	138
Микроклин	142
Миллерит	38
Миметизит	68
Мирабилит	98
Молибденит	20
Монацит	132
Монтмориллонит	100
Мусковит	110
Мушкетовит	46
Мышьяк	28
Настуран	44
Натролит	132
Нашатырь	96
Немалит	106
Нефелин	136
Нефрит	88
Нигрин	70
Никелин	42

Никельскуттерудит	34
Нозеан	136
Нонтронит	98
Ньюберит	114
Опал	140
Ортоклаз	140
Осьмий	36
Палыгорскит	104
Парагонит	110
Паргасит	84
Пектолит	128
Пентландит	40
Перовскит	70
Петалит	144
Пираргирит	58
Пирит	42
Пирролюзит	34
Пироморфит	68
Пироп	154
Пирофанит	54
Пирофиллит	94
Пирохлор	68
Пирохроит	102
Пирротин	40
Плагиоклазы	142
Полигалит	112
Поллуцит	146
Пренит	144
Прустит	58
Псевдомалахит	80
Псиломелан	46
Пушкинит	148
Пьемонтит	80
Рамзаит	92
Раммельсбергит	32
Ратовкит	122
Реальгар	56

Рибекит	84
Рихтерит	134
Родонит	140
Родохрозит	122
Романешит	46
Рубин	160
Рубеллит	150
Рутил	70
Самарскит	44
Сапонит	98
Сапфир	160
Сассолин	94
Саффлорит	30
Свинчак	26
Селенит	100
Селлаит	128
Сенармонтит	62
Сепиолит	104
Сера	60
Сердолик	152
Серебро	24
Серицит	110
Сидерит	122
Силлиманит	148
Сильвин	100
Скородит	120
Скуттерудит	34
Смитсонит	126
Сода	96
Содалит	136
Сперрилит	36
Спессартин	156
Сподумен	150
Ссайбелиит	114
Ставролит	156
Станин	28
Стеатит	94

Стильбит	120	Форстерит	148
Судоит	110	Фторапатит	128
Сурик	58	Фторапофиллит	126
Сурьма	28	Фукусит	110
Сфалерит	50, 66	Халцедон	152
Сфен	132	Халькантит	108
Тальк	94	Халькозин	24
Талнахит	40	Халькопирит	38
Танзанит	142	Хлорапатит	124
Теллурумивит	22	Хлоритоид	92
Тенардит	122	Хондродит	144
Теннантит	28	Хризоберилл	160
Термонарит	96	Хризопраз	152
Тетрадимит	20	Хризотил	106
Тетраферроплатина	30	Хромит	48
Тетраэдрит	28	Цаворит	148
Тефроит	88	Целестин	116
Титанит	132	Церуссит	66
Топаз	160	Циннвальдит	114
Торианит	54	Циркон	72, 156
Тремолит	136	Цоизит	142
Троилит	40	Шабазит	126
Туламенит	42	Шамозит	82
Тулит	142	Шеелит	68
Тюямунит	62	Шерл	92
Уваровит	158	Шорломит	150
Увит	154	Шпинель	160
Улексит	108	Штольцит	64
Уранинит	44	Эвдиалит	132
Фаялит	92	Эгирин	90
Фенакит	158	Эльбаит	152
Ферберит	44	Энстатит	142
Ферримолибдит	60	Эпидот	148
Ферроаксинит	148	Эпсомит	102
Ферроколумбит	48	Эритрин	74
Ферротанталит	48	Эшинит	46
Флогопит	104	Якобсит	48
Флюорит	122	Ярозит	66

Федеральное агентство по образованию
ГОУ ВПО
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
факультета геологии и
геофизики УГГУ
«16» ноября 2010 г.
Председатель комиссии
 проф. С.Н. Тагильцев

О. А. Суставов

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 оптических 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, моноклиная 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 моноклиной 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 некоторые углы, постоянные для каждого минерала.

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

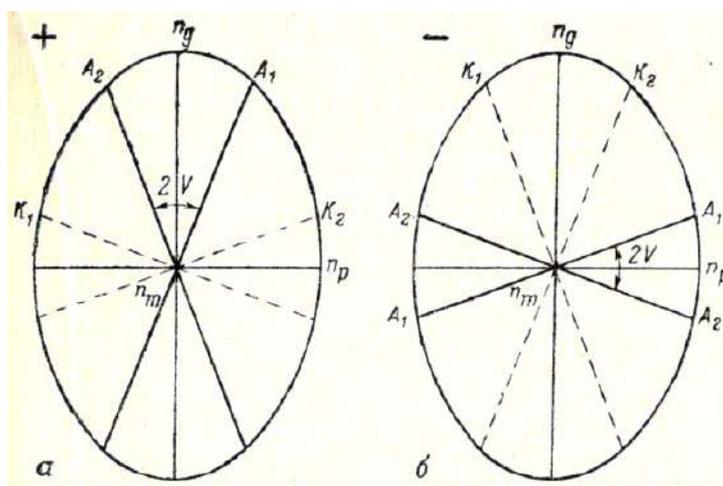


Рис. 1. Разрез индикатрисы оптически положительного (а) и оптически отрицательного (б) кристаллов; A_1 и A_2 – оптические оси, K_1 и K_2 – соответствующие им круговые сечения

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.

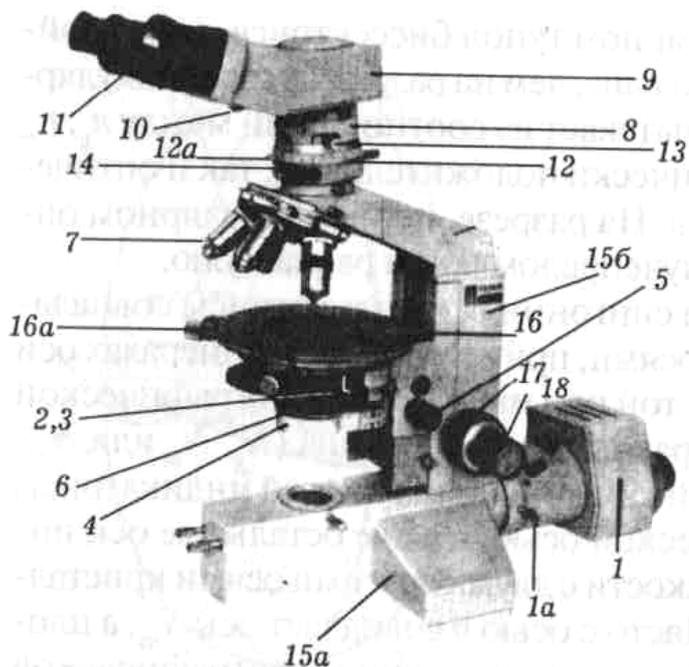


Рис. 2. Схема устройства поляризационного микроскопа серии Полам (объяснения в тексте)

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° 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.

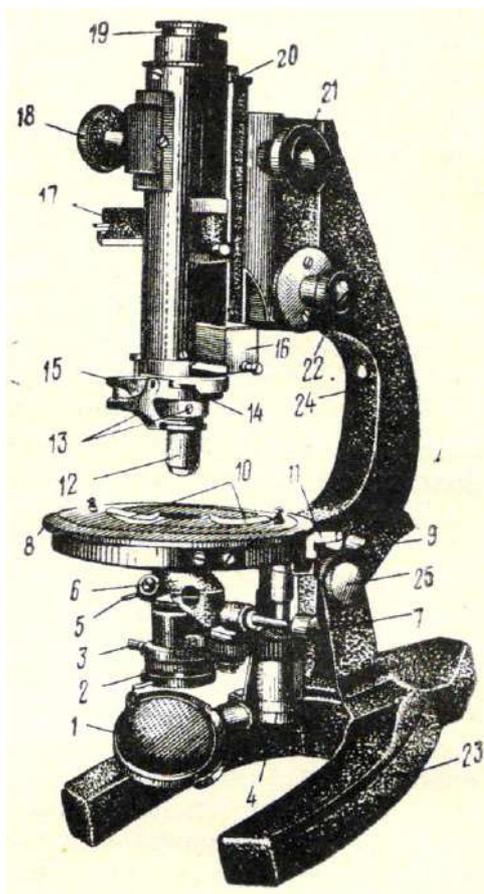


Рис. 3. Поляризационный микроскоп МП-6:

- 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 исследованиях 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^x , 8^x , 20^x , 40^x и 60^x .

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, пришлифовывают 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^x или 9^x). 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

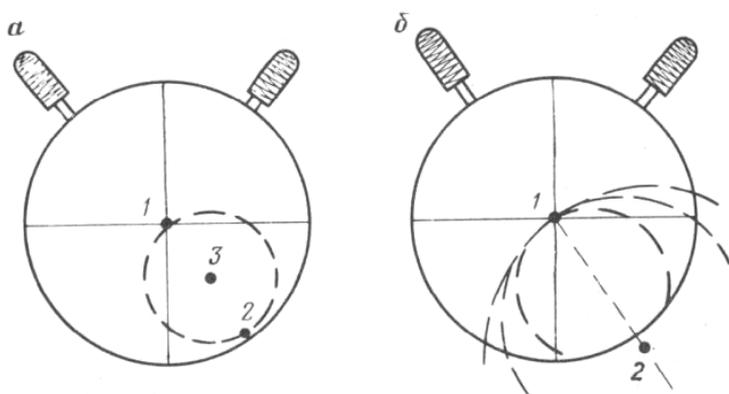


Рис. 4. Схема центрировки

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 расцентрированности 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 6^x с микрометрической шкалой. Цена минимального деления этой шкалы при использовании объектива 8^x или 9^x - 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, сколько 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.

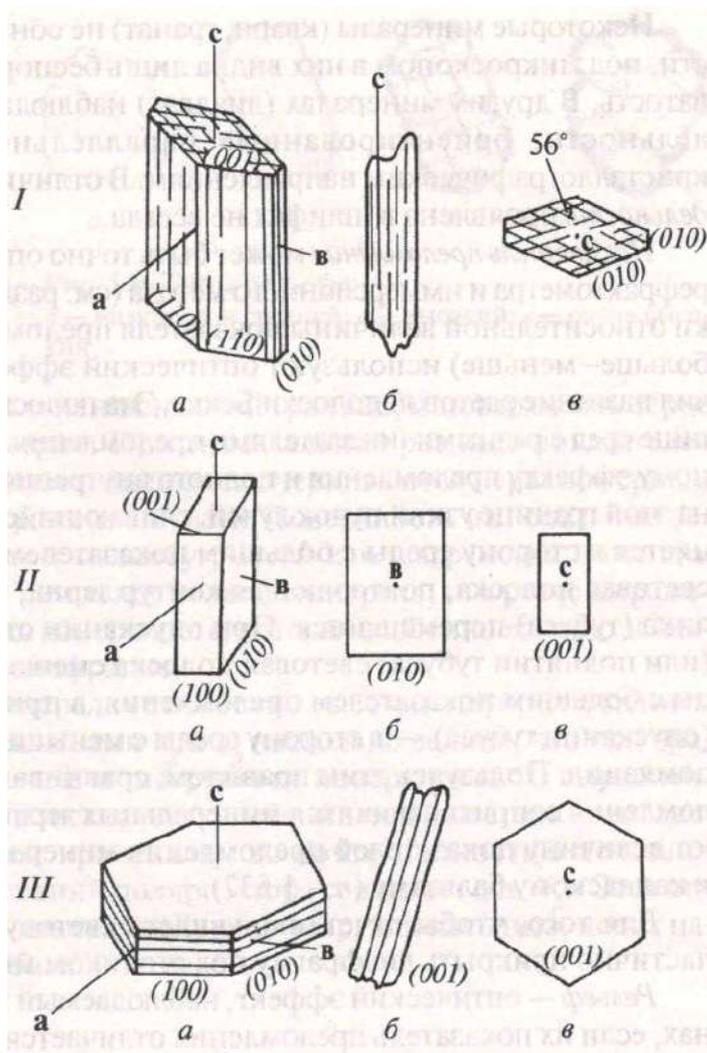


Рис. 5. Кристаллы призматической (I), таблитчатой (II) и пластинчатой (III) формы:
 а – объемная форма кристаллов;
 б, в – разрезы:
 б – продольные,
 в – поперечные

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° . 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) тонкие параллельные 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 ± 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.

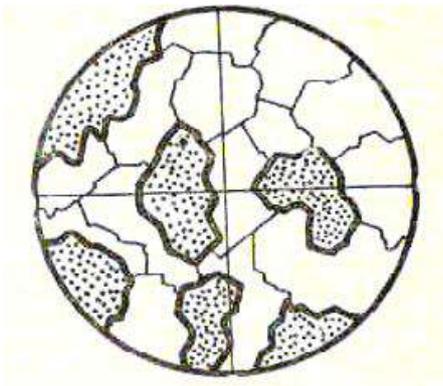


Рис. 6. Резкие ограничения и шагреновая поверхность минералов с высоким показателем преломления

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 кожура 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^x и более. При увеличении расстояния между объективом и шлифом полоска Бекке перемещается в сторону вещества с *бóльшим* 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

а 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, шагреневая 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 шагреневая 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 шагреневой 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 шагреневая 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.

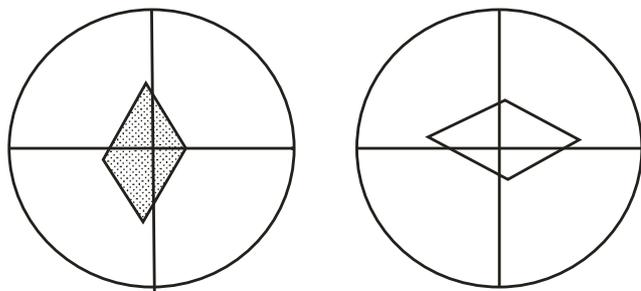


Рис. 7. Явление псевдоабсорбции

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° 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° 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.

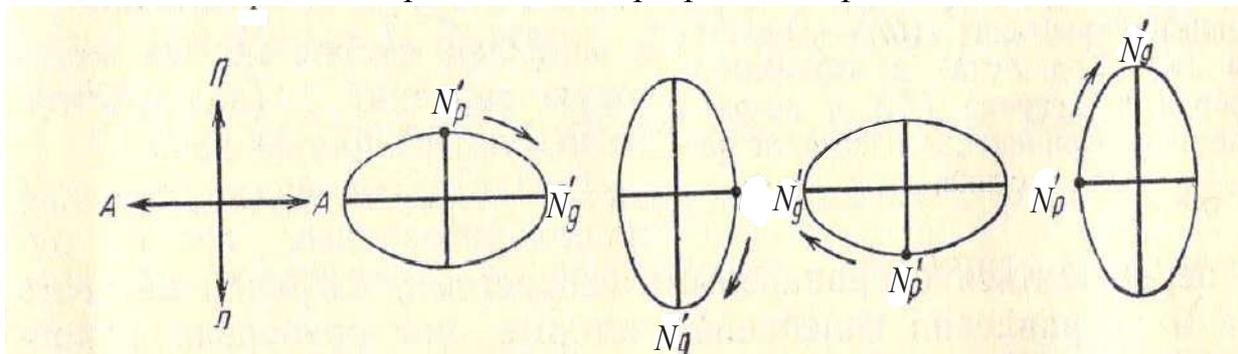


Рис. 8. Четырехкратное угасание минерала в анизотропном сечении при повороте столика микроскопа на 360° (Π , A – плоскости колебаний света в поляризаторе и анализаторе)

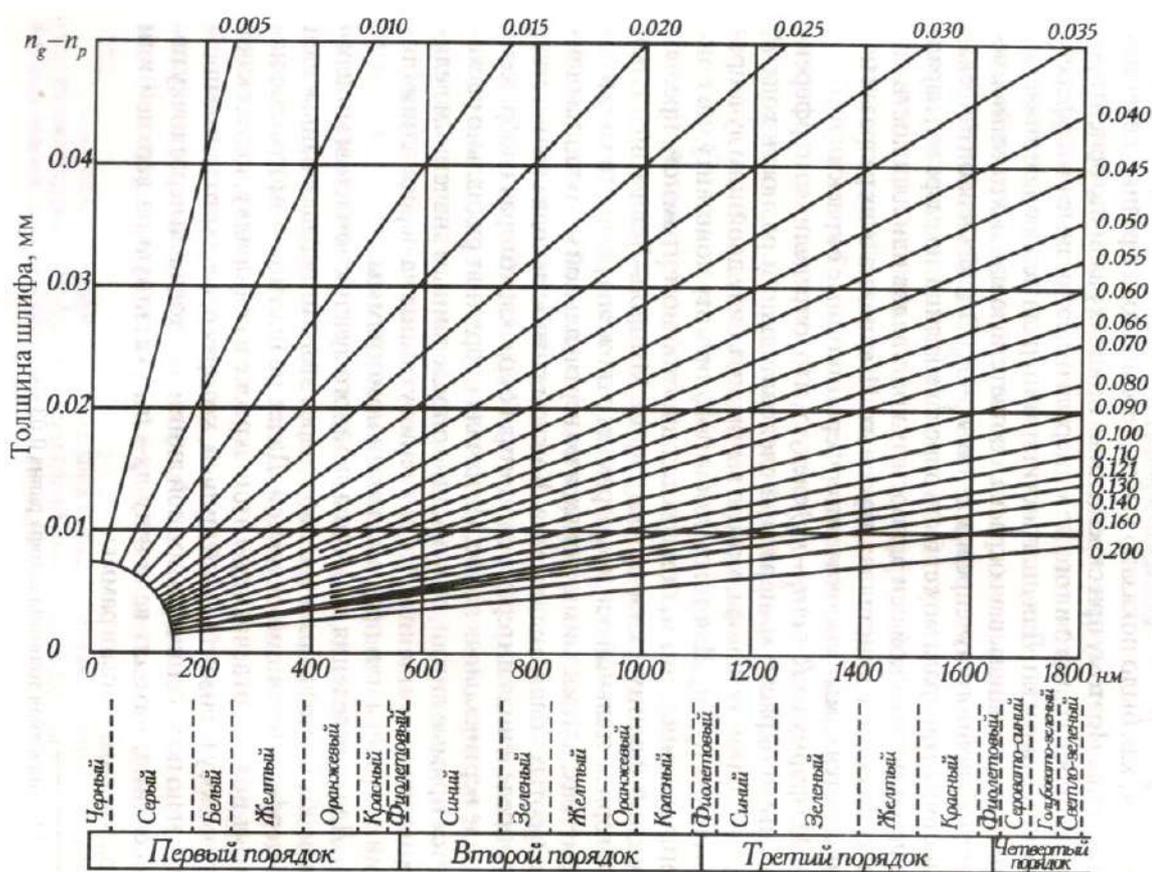


Рис. 9. Номограмма Мишель-Леви. Внизу – цвета интерференционной окраски и соответствующие им значения разности хода R (в нанометрах). Объяснения в тексте.

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 окраски 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,

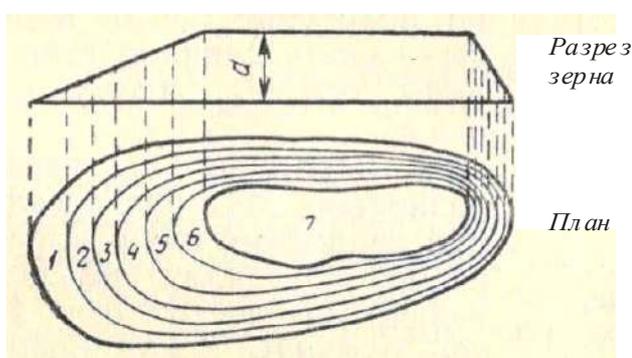


Рис. 10. Образование цветных каемок в краевых скошенных на клин частях зерна:
 1 – серый *I*; 2 – белый *I*; 3 – желтый *I*; 4 – красный *I*; 5 – синий *II*; 6 – зеленый *II*; 7 – желтый *II* (*I*, *II* – порядок интерференционной окраски)

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.

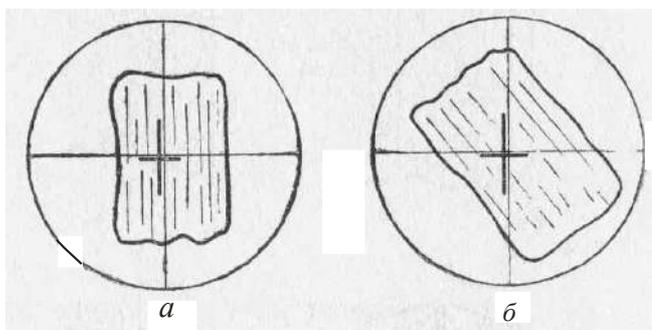


Рис. 11. Характер угасания минерала:

а – 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 ли 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° .

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

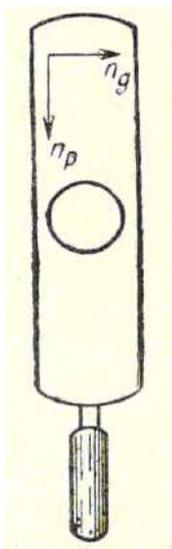


Рис. 12.
Компенсатор

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°

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

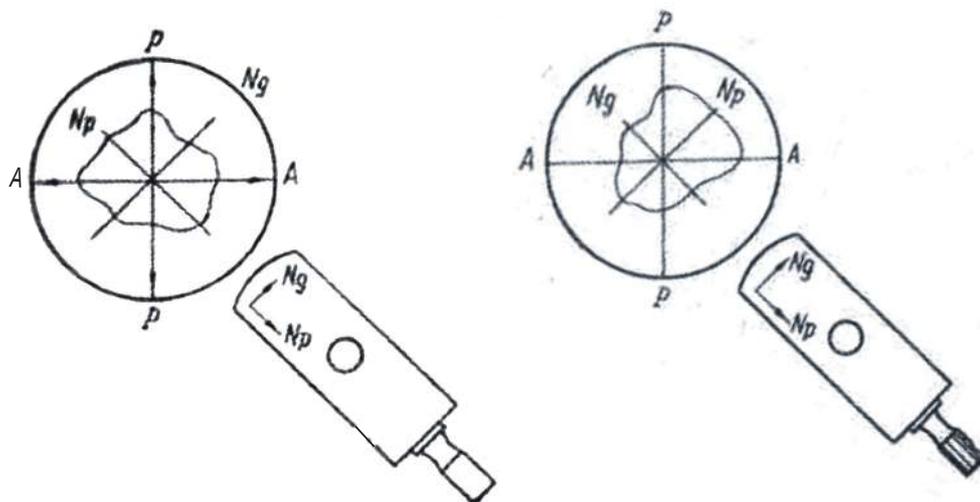


Рис. 13. Совпадение одноименных осей индикатрисы
Рис. 14. Совпадение разноименных осей индикатрисы

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° 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

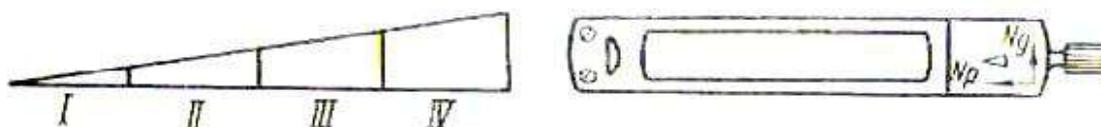


Рис. 15 . Кварцевый клин

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 вдвигании 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 вдвигании 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°).

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° ($cN_g \leq 30^\circ$). 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° 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 наименьшей интерференционной окраской. В скрещенных николях такие разрезы черные или темно-серые и остаются таковыми при вращении столика микроскопа. Разрез с наименьшей 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^x или 60^x . После прохождения собранных лучей через анализатор возникает оптический эффект, называемый интерференционной, или коноскопической, фигурой. Ее рассматривают при вынужденном 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^x или 9^x 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^x или 40^x) 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^x или 9^x на объектив 60^x или 40^x (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.

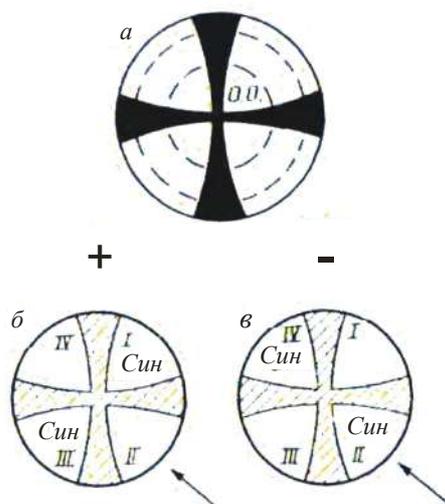


Рис. 16. Коноскопическая фигура одноосного кристалла в разрезе, перпендикулярном оптической оси (а), и определение оптического знака в этом разрезе с помощью компенсатора (б, в)

Для определения оптического знака кристалла можно использовать компенсатор с разностью хода 560-570 нм. Получив коноскопическую фигуру, вводим компенсатор в прорезь 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 – *изогирь*, проходящей через центр поля зрения (выход оптической оси). При вращении столика микроскопа изогирь 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, изогирь при вращении столика микроскопа из поля зрения не выходит. Если же разрез ориентирован не совсем перпендикулярно оптической оси, то изогирь

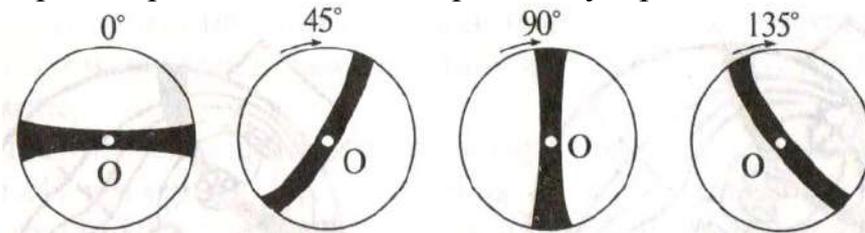


Рис. 18. Коноскопическая фигура двуосного кристалла в разрезе, перпендикулярном оптической оси (О), и ее поведение при вращении столика микроскопа (показано стрелками)

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° к нитям окуляра.

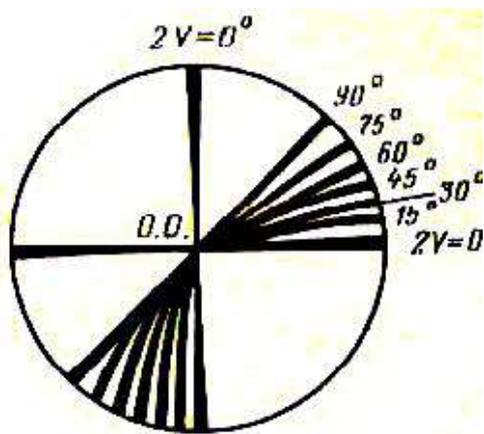


Рис.19 . Диаграмма для приближенной оценки величины угла $2V$ в разрезе, перпендикулярном оптической оси

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

Для определения оптического знака двуосного минерала следует повернуть столик микроскопа так, чтобы изогиря располагалась поперек направления введения компенсатора (рис. 20). Если при введении компенсатора 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.

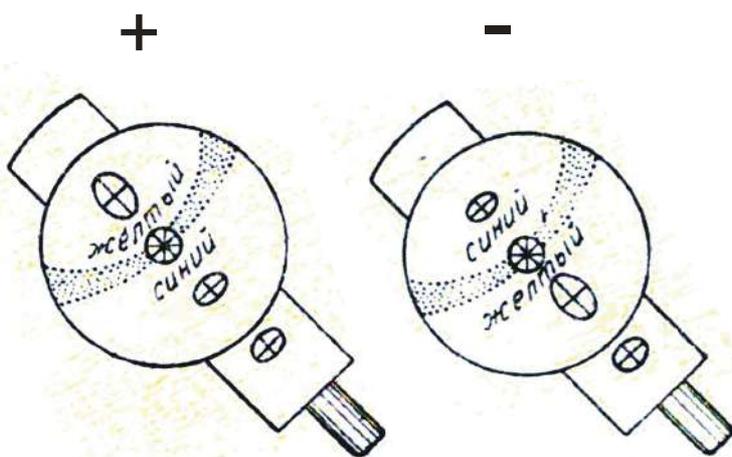


Рис. 20. Определение оптического знака двуосного кристалла в разрезе, перпендикулярном оптической оси (рисунок с введенным компенсатором)

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, шагреневого рельефа, 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 изогри, из чего можно сделать вывод, что минерал двуосен. По кривизне изогри $2V = 40-50^\circ$. Оптический знак минерала отрицательный – на вогнутой стороне изогри 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°). 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 синезеленая, 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 изогри – 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° , и при угле $2V$, близком к 0° ?

2. ПОРОДООБРАЗУЮЩИЕ МИНЕРАЛЫ

2.1. Минералы магматических пород

Кварц

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 шагреньевая 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° , а в триклинных - незначительно отличается от 90° . 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).

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

В шлифах сандин 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 сандин 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 сандин (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 полевом 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° .

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 – соссюрит (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 соссюритизированные – из-за высокого рельефа минералов группы эпидота – серые, реже буроватые (при очень тонкозернистой соссюритизации). В скрещенных николях соссюрит 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. Плаггиоклазе 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).

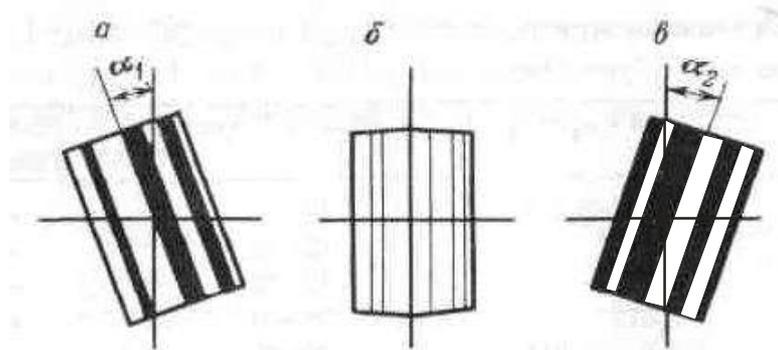


Рис. 21. Зерно плаггиоклаза с симметричным угасанием альбитовых двойников:
 α_1, α_2 – моменты угасания первой (а) и второй (б) систем двойников;
 β – при совпадении двойникового шва с вертикальной нитью окуляра (двойниковые полоски имеют одинаковую интерференционную окраску)

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 – α_1 на рис. 21, а), а затем - для второй системы двойниковых полосок (поворотом столика в другую сторону – α_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).

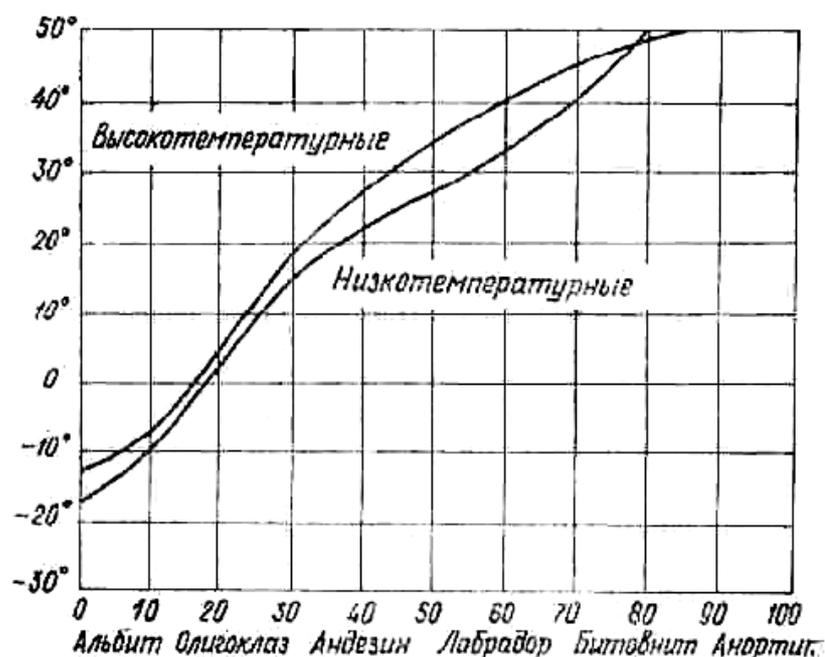


Рис. 22. Диаграмма для определения состава плагиоклазов методом Мишель-Леви (методом максимального симметричного угасания)

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

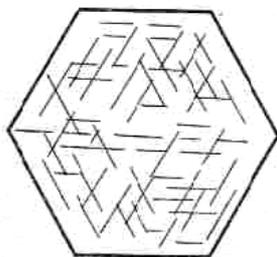
$K(Mg,Fe)_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2$. Моноклинная сингония. Относится к магнезиально-железистым триоктаэдрическим слюдам, образующим ряды флогопит - антит - истонит - сидерофиллит. Межвидовым названием «биотит» обозначают изоморфные смеси упомянутых минералов.

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° , из-за чего коноскопическая фигура в сходящемся свете близка к кресту.

В эффузивных породах вкрапленники биотита нередко окружены непрозрачной опалитовой каймой,

образующей 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° , 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

$\text{KA}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$. 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°). 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° , 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° . 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 порфиристые вкрапления в вулканических породах. Характерен резкий плеохроизм от соломенно-желтого до красно-бурого цвета, чем похожа на биотит. Базальтическая роговая обманка сходна с биотитом 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.

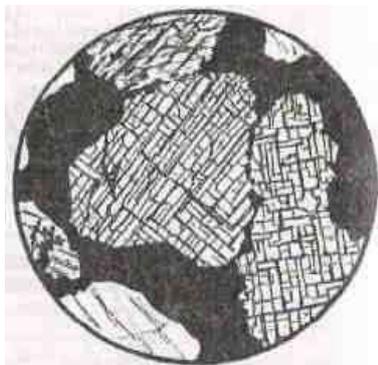
Арфведсонит характеризуется резким плеохроизмом с голубовато-зеленой или сине-зеленой окраской по N_p (обратная схема абсорбции), низким двупреломлением и отрицательным удлинением.

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°), 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° (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, геденберgit) 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° - 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° , 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° 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° , 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 шагреневая 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° . Смена оптического знака в ряду форстерит – фаялит соответствует $F_{0.88}$. 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° . Моноклинные пироксены имеют угол $2V$ около 60° 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*Ca₅(PO₄)(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 двориков 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(SiO₄), 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(SiO₄), 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 (буроватой), 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 сростания с пироксеном. Спайность отсутствует, но весьма обычна отдельность.

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

Бурюю 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 Al_2SiO_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

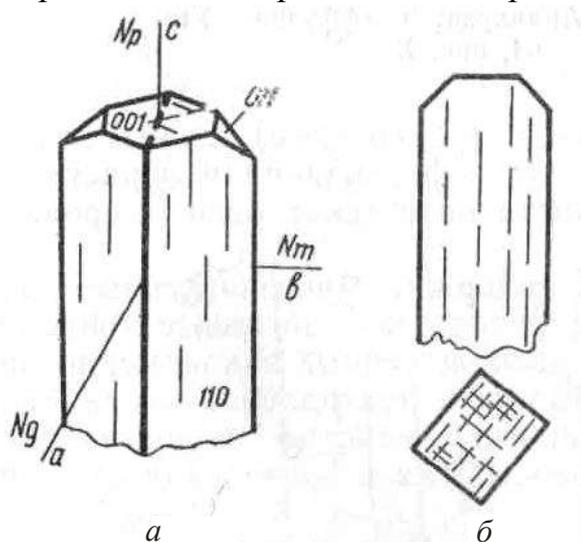


Рис. 25. Андалузит:
а – кристалл;
б – спайность
в продольном и
поперечном сечениях

квадрату, с трещинами спайности под углом 89° (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 шагренево́й 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° .

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° .

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 удлиненных призм без концевых граней, дающих в поперечном сечении прямоугольники, почти квадраты и ромбы, а также в форме иголочек, 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 $2V$ ($21 - 30^\circ$).

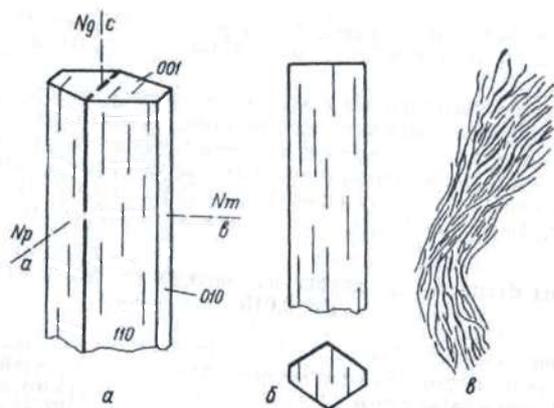


Рис. 26. Силлиманит:
а – форма кристаллов;
б – спайность в продольном и поперечном разрезах;
в – волокнистый силлиманит (фибролит)

Силлиманит может быть сходен в шлифах 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°) 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° .

Спайность несовершенная. Плеохроирует от оранжево- или золотисто-желтого по N_g до бледно-желтого, почти бесцветного, по N_p . Отчетливые рельеф и шагреньевая 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° (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 разрезов 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 синева-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 двориков 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 двориков, 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° 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 CaCO_3 , доломит $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, магнезит MgCO_3 , сидерит 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

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 бальзама (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
 Плаггиоклазы, 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

Шагреневая 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 РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Проректор по учебно-методическому комплексу

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.07 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ГЕОЛОГИИ

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

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 № 190 от 17.03.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией
факультета

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

Методические указания по дисциплине «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
МОДЕЛИРОВАНИЯ В ГЕОЛОГИИ» согласованы с выпускающей кафедрой
литологии и геологии горючих ископаемых

Заведующий кафедрой ЛГГИ



к.г.-м.н., С.А. РЫЛЬКОВ

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
 \bar{U} -среднее значение
 S^2 -дисперсия
 S -стандарт
 V -коэффициент вариации
 A -показатель асимметрии
 E - эксцесс
- 3) Построить графики (для нормального распределения) – полигон, гистограмму, кумуляту.
- 4) Рассчитать значение моды M_o 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 χ^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_{\max} и U_{\min} - 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).

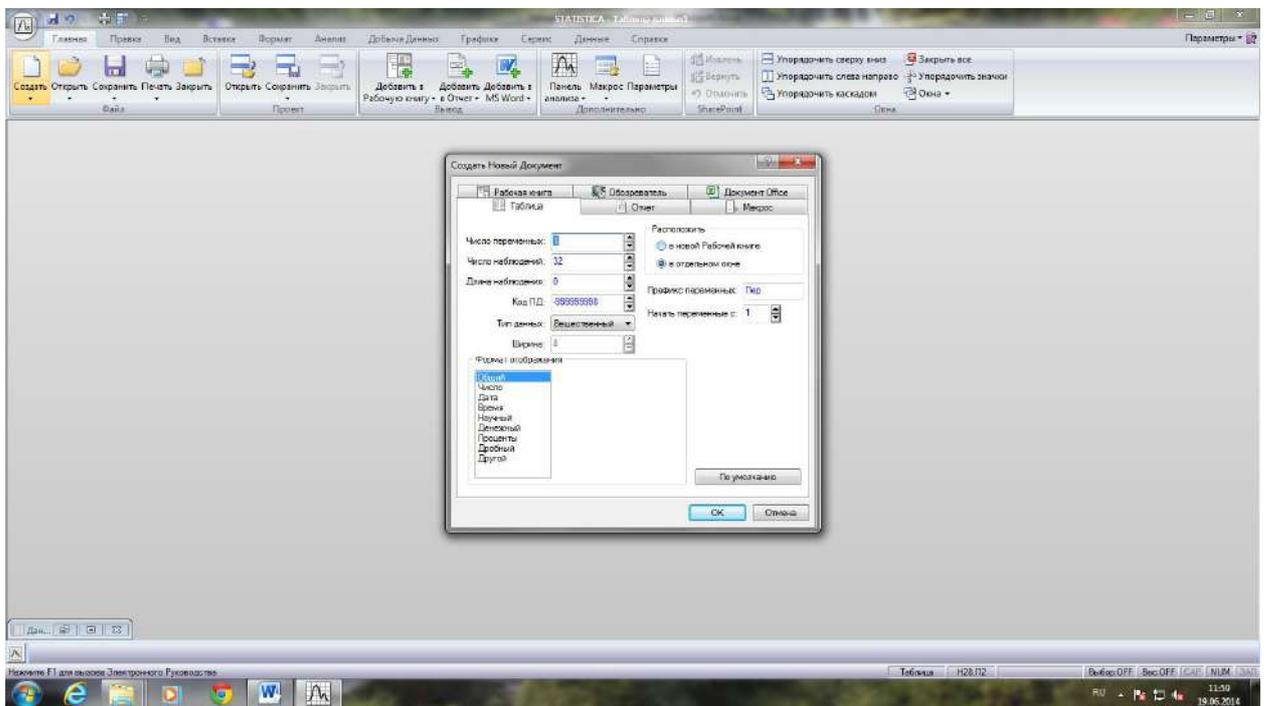
Таблица 1

Интервальный вариационный ряд распределения проб по содержанию в них меди

Границы	Серединный интервал	Частота (n_i)	Накопленная частота	Частность (w_i)	Накопленная частость
---------	---------------------	-------------------	---------------------	---------------------	----------------------

0,4-2,6	1,5	21	21	0,677	0,677
2,6-4,8	3,7	7	28	0,225	0,895
4,8-7,0	5,9	1	29	0,032	0,927
7,0-9,2	8,1	1	30	0,032	0,959
9,2-11,4	10,3	-	-	-	-
11,4-13,7	12,5	1	31	0,032	1

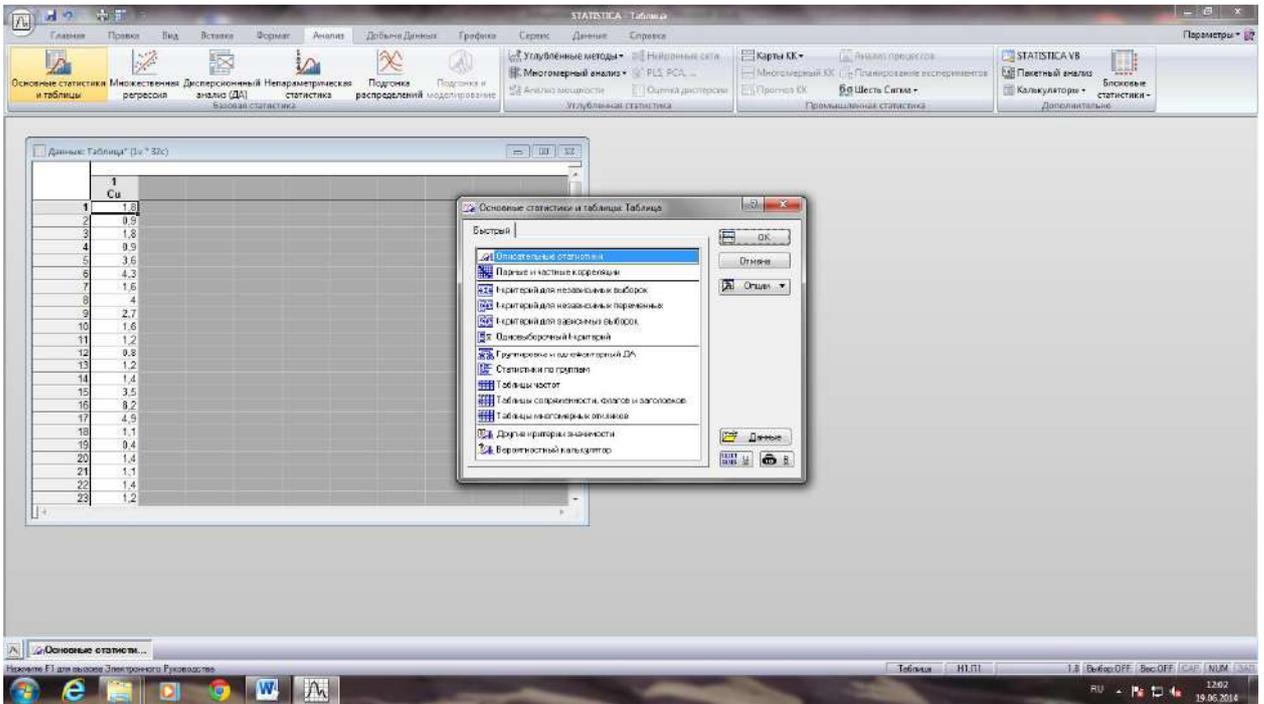
2) Создать исходную таблицу значений в программе Statistica. В меню программы выбрать: Главная → Создать → Таблица → выбрать число переменных (1 – количество признаков), число наблюдений (32 – количество проб) → ОК



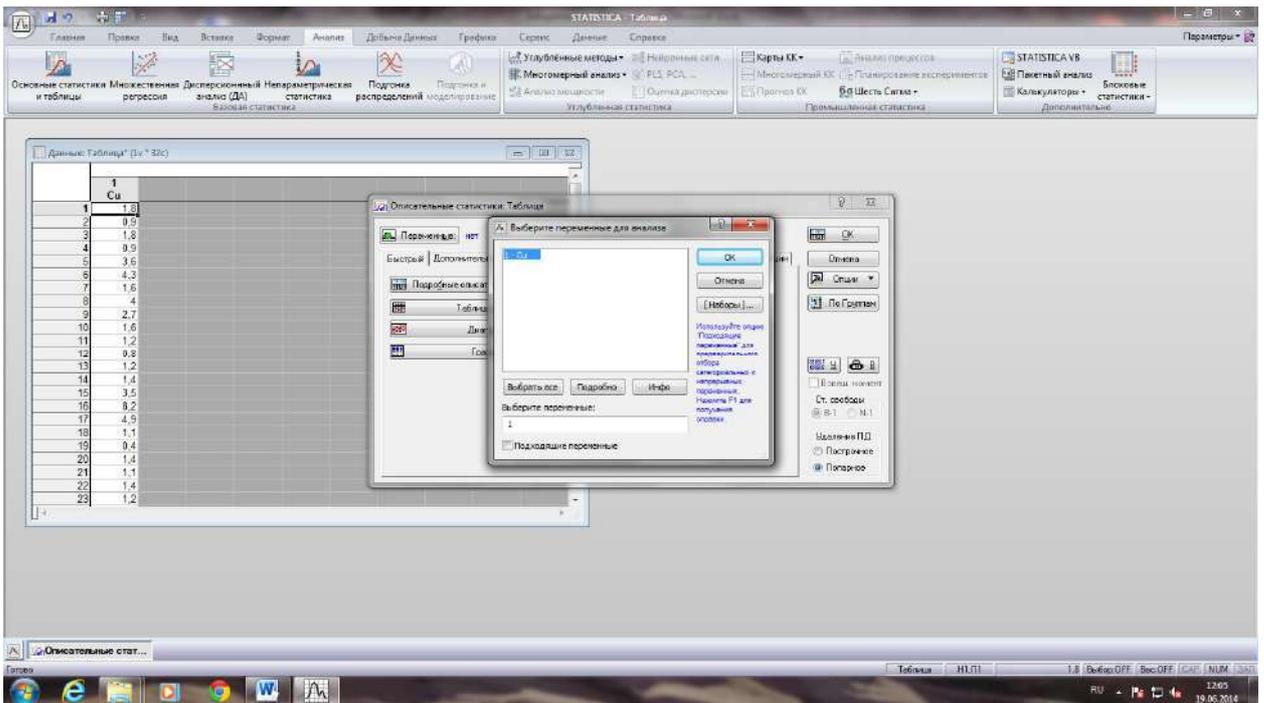
Рассчитать статистические характеристики в программе Statistica:

В меню выбрать:

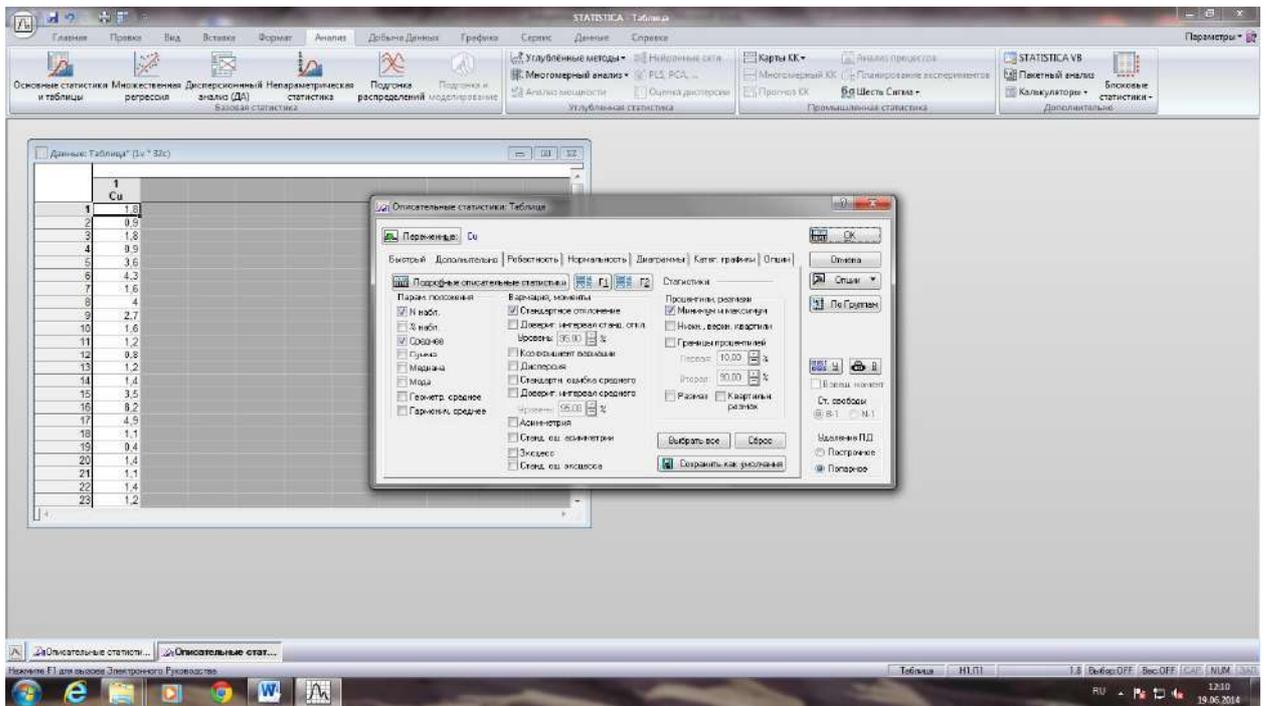
Анализ → Основные статистики и таблицы → Описательные статистики → ОК



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	Экцесс
Cu	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)

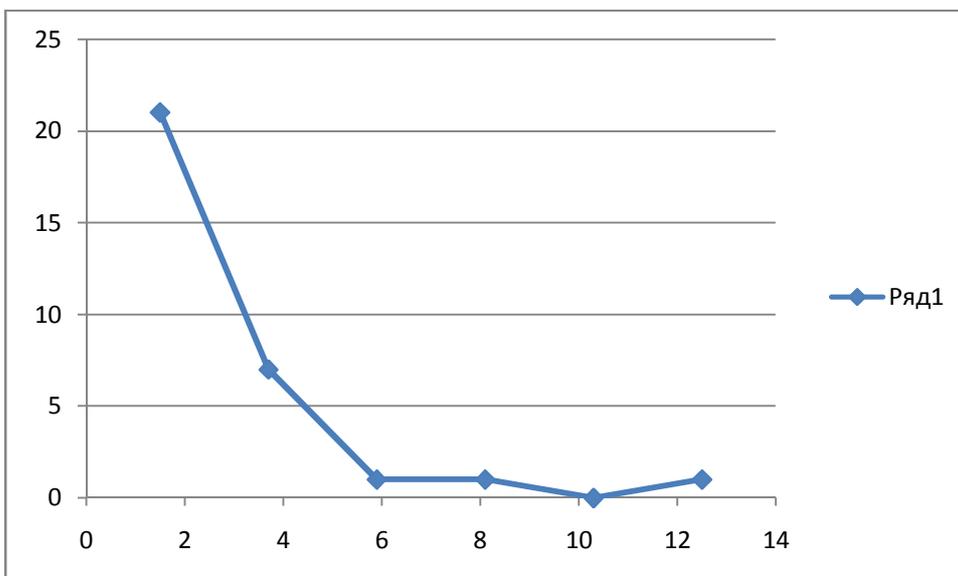


Рис 1. Полигон распределения проб по содержанию в них Су

При построении гистограммы по оси абсцисс отмечаются границы интервалов признака, по оси ординат – соответствующие этим интервалам частоты (или частоты) (рис. 2)

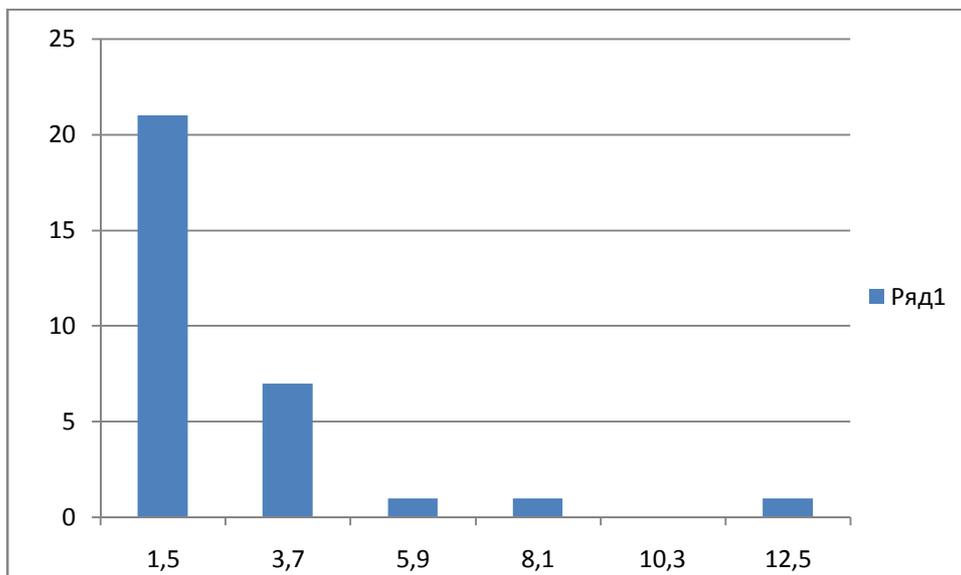


Рис.2 Гистограмма распределения проб по содержанию в них Си

При построении кумуляты по оси абсцисс отмечаются верхние границы интервалов, по оси ординат – соответствующие накопленные частоты.

- 4) Рассчитать значение моды M_o по формуле

$$M_o = U_{mo} + h \left(\frac{n_{mo} - n_{mo-1}}{(n_{mo} - n_{mo+1}) + (n_{mo} - n_{mo-1})} \right), \text{ где}$$

U_{mo} – начало модального интервала,

h - ширина интервала

n_{mo} – частота модального интервала,

n_{mo-1} - частота домодального интервала,

n_{mo+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),

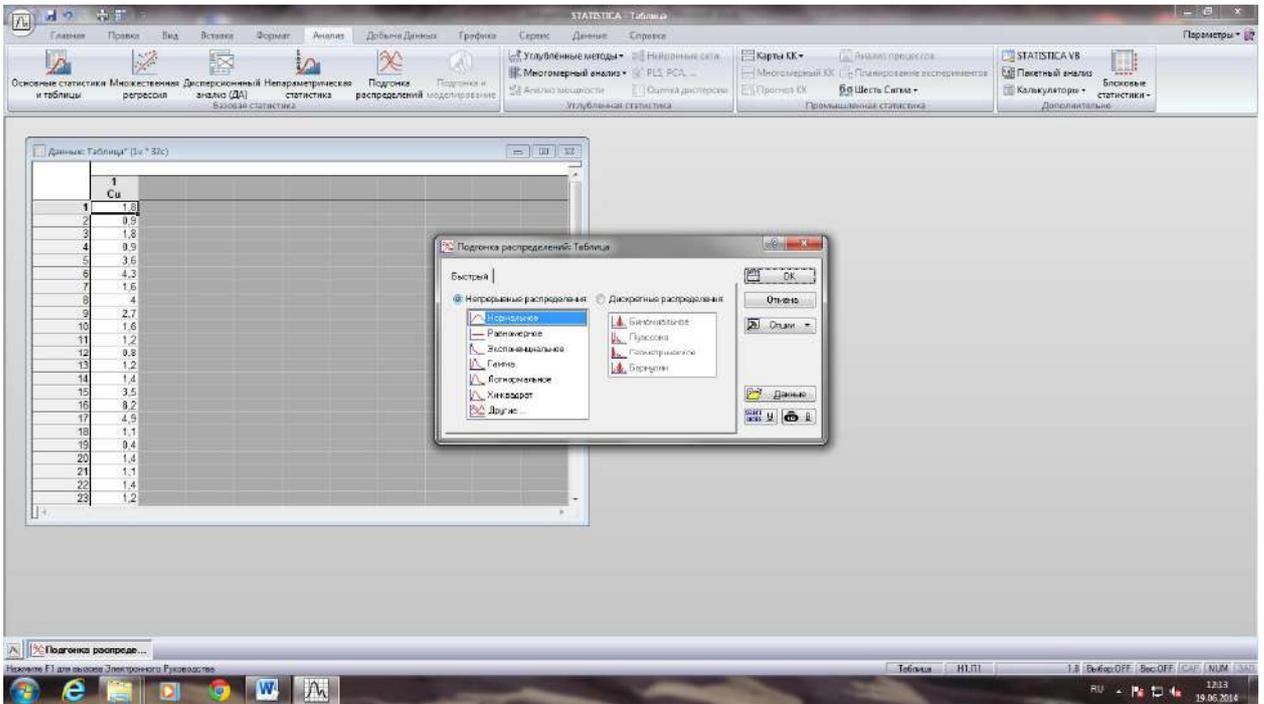
n_{med} – частота медианного интервала,

n_{sm} – накопленная частота интервала, предшествующего медианному

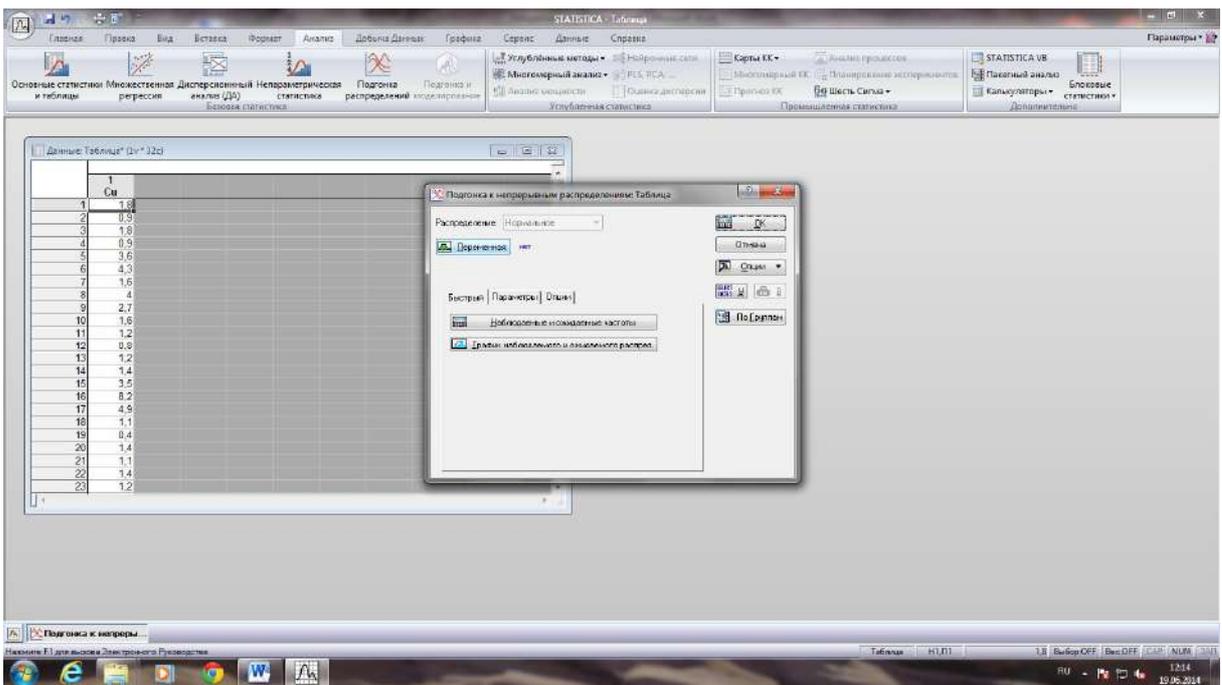
По кумуляте определить медианное значение и сравнить его с вычисленным по формуле.

- 5) Выбрать наиболее подходящую вероятностную модель распределения по критерию Пирсона χ^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.

Верхняя граница	Наблюд. Частота	Кумул. Наблюд.	Процент Наблюд.	Кумул. % Наблюд.	Ожидаем. Частота	Кумул. Ожидаем.	Процент Ожидаем.	Кумул. % Ожидаем.	Наблюд. - Ожидаем.
<= 0,00000	0	0	0,00000	0,00000	3,153719	3,15372	9,85637	9,8564	-3,15372
0,50000	3	3	9,37500	9,37500	1,952147	5,10587	6,10646	15,9558	1,04785
1,00000	4	7	12,50000	21,87500	2,699886	7,71575	8,15589	24,1117	1,39011
1,50000	9	16	28,12500	50,00000	3,293103	10,91886	10,00970	34,1214	5,79690
2,00000	5	21	15,62500	65,62500	3,698766	14,61764	11,27746	45,3899	1,39121
2,50000	0	21	0,00000	65,62500	3,732436	18,26908	11,65386	57,0827	-3,73244
3,00000	3	24	9,37500	75,00000	3,543765	21,80384	11,07426	68,1370	-0,54376
3,50000	1	25	3,12500	78,12500	3,088719	24,89256	9,65225	77,7893	-2,08872
4,00000	2	27	6,25000	84,37500	2,471341	27,36390	7,72294	85,5122	-0,47134
4,50000	3	30	9,37500	93,75000	1,815211	29,17911	5,67253	91,1847	1,18479
5,00000	1	31	3,12500	96,87500	1,225843	30,40395	3,62492	95,0096	-0,22584
5,50000	0	31	0,00000	96,87500	0,742659	31,14664	2,98747	97,9970	-0,74266
6,00000	0	31	0,00000	96,87500	0,430471	31,59111	1,34622	98,7222	-0,43047
6,50000	0	31	0,00000	96,87500	0,224638	31,81565	0,70168	99,4239	-0,22464
7,00000	0	31	0,00000	96,87500	0,107616	31,92317	0,33699	99,7699	-0,10762
7,50000	0	31	0,00000	96,87500	0,047259	31,97043	0,14768	99,9076	-0,04726
8,00000	0	31	0,00000	96,87500	0,019069	31,98940	0,05959	99,9672	-0,01907
8,50000	1	32	3,12500	100,00000	0,097063	31,99866	0,02207	99,9893	0,99824
<= бесконеч.	0	32	0,00000	100,00000	0,093440	32,00000	0,01675	100,0000	-0,09344

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 α ($\alpha=0,05$) 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 σ_v^2 и генеральный коэффициент корреляции ρ_{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 σ_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 σ_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 \bar{V} и \bar{U} , выборочные дисперсии S_v^2 и S_u^2 и коэффициенты корреляции r_{VU} . При доверительной вероятности γ или соответственно с уровнем значимости $\alpha = 1-\gamma$ оценить генеральную среднюю \bar{V} , генеральную дисперсию σ_v^2 и генеральный коэффициент корреляции ρ_{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 \bar{V} и \bar{U} , выборочные дисперсии S_v^2 и S_u^2 и коэффициенты корреляции r_{UV} . При доверительной вероятности γ или соответственно с уровнем значимости $\alpha = 1-\gamma$ оценить генеральную среднюю \bar{U} , генеральную дисперсию σ_v^2 и генеральный коэффициент корреляции ρ_{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 \bar{V} и \bar{U} , выборочные дисперсии S_v^2 и S_u^2 и коэффициенты корреляции r_{UV} . При доверительной вероятности γ или соответственно с уровнем значимости $\alpha = 1-\gamma$ оценить генеральную среднюю \bar{U} , дисперсию \hat{U} , σ_v^2 и генеральный коэффициент корреляции ρ_{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 \bar{V} и \bar{U} , выборочные дисперсии S_v^2 и S_u^2 и коэффициенты корреляции r_{VU} . При доверительной вероятности γ соответственно с уровнем значимости $\alpha = 1-\gamma$ оценить генеральную среднюю \bar{U} , генеральную дисперсию σ_v^2 и генеральный коэффициент корреляции ρ_{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 \bar{V} , выборочные дисперсии S_v^2 и S_u^2 и коэффициенты корреляции r_{VU} . При доверительной вероятности γ или соответственно с уровнем значимости $\alpha = 1-\gamma$ оценить генеральную среднюю \bar{V} , генеральную дисперсию σ_v^2 и генеральный коэффициент корреляции ρ_{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:

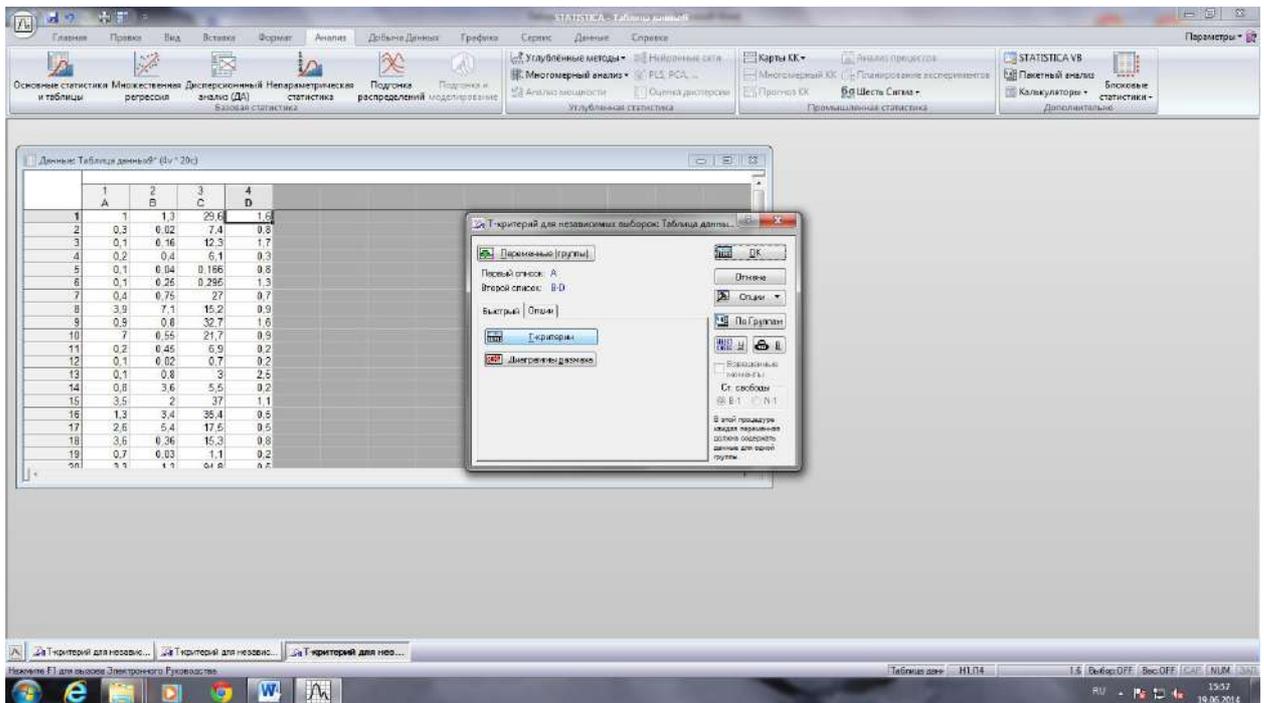
1. Создать исходную таблицу значений (вариант из приложения 3) в программе «Statistica».
2. Рассчитать t-критерий Стьюдента в программе:
Анализ → Основные статистики и таблицы → t-критерий для независимых переменных → ОК.
Далее произвести выбор переменных для попарного сравнения: в левом «окне» выбрать первую переменную (А), а в правом – последующие три переменные (В, С, D). Далее последовательно менять переменные: В – С, D; С-D.

The screenshot shows the STATISTICA software interface. The main window displays a data table with 20 rows and 4 columns labeled 1-A, 2-B, 3-C, and 4-D. A dialog box titled 'Выборите две списка переменных' (Select two lists of variables) is open, showing a list of variables on the left and a list of selected variables on the right. The selected variables are 1-A, 2-B, 3-C, and 4-D. The dialog box also includes buttons for 'OK', 'Отмена' (Cancel), and 'Выборы' (Select), as well as a 'Подходящие переменные' (Suitable variables) checkbox.

	1 A	2 B	3 C	4 D
1	1	1.3	29.6	1.6
2	0.3	0.02	7.4	0.8
3	0.1	0.16	12.3	1.7
4	0.2	0.4	6.1	0.3
5	0.1	0.04	0.186	0.8
6	0.1	0.26	0.285	1.3
7	0.4	0.75	27	0.7
8	3.9	7.1	15.2	0.9
9	0.9	0.8	32.7	1.6
10	7	0.55	21.7	0.9
11	0.2	0.45	6.9	0.2
12	0.1	0.02	0.7	0.2
13	0.1	0.8	3	2.5
14	0.8	3.6	5.5	0.2
15	3.5	2	37	1.1
16	1.3	3.4	35.4	0.5
17	2.6	5.4	17.5	0.5
18	3.6	0.36	15.3	0.8
19	0.7	0.03	1.1	0.2
20	9.3	4.1	0.6	0.5

ОК

Выбрать: Т-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			
A	61,52	3,97				
D	64,45	4,68	-1,68			
B	59,26	3,29				
C	60,59	2,48	-5,05			
D	64,45	4,68				
B	59,26	3,29	-3,70			
D	64,45	4,68				
C	60,59	2,48	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 (α) 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:

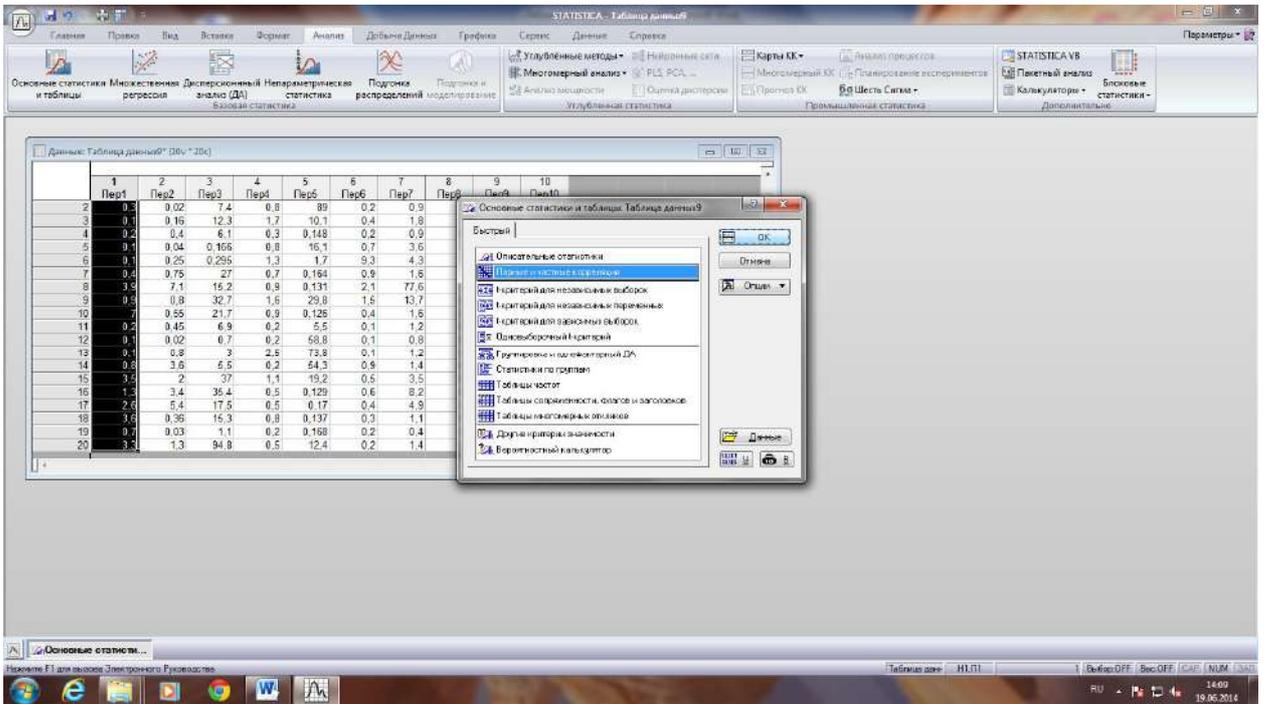
1. Определить направленность и силу корреляционной связи между геохимическими элементами (выбрать пару элементов из приложения 1), построив корреляционную матрицу. Выделить значимые корреляционные связи по другим элементам.
2. Построить корреляционное поле между данными элементами, провести геометрическую 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:

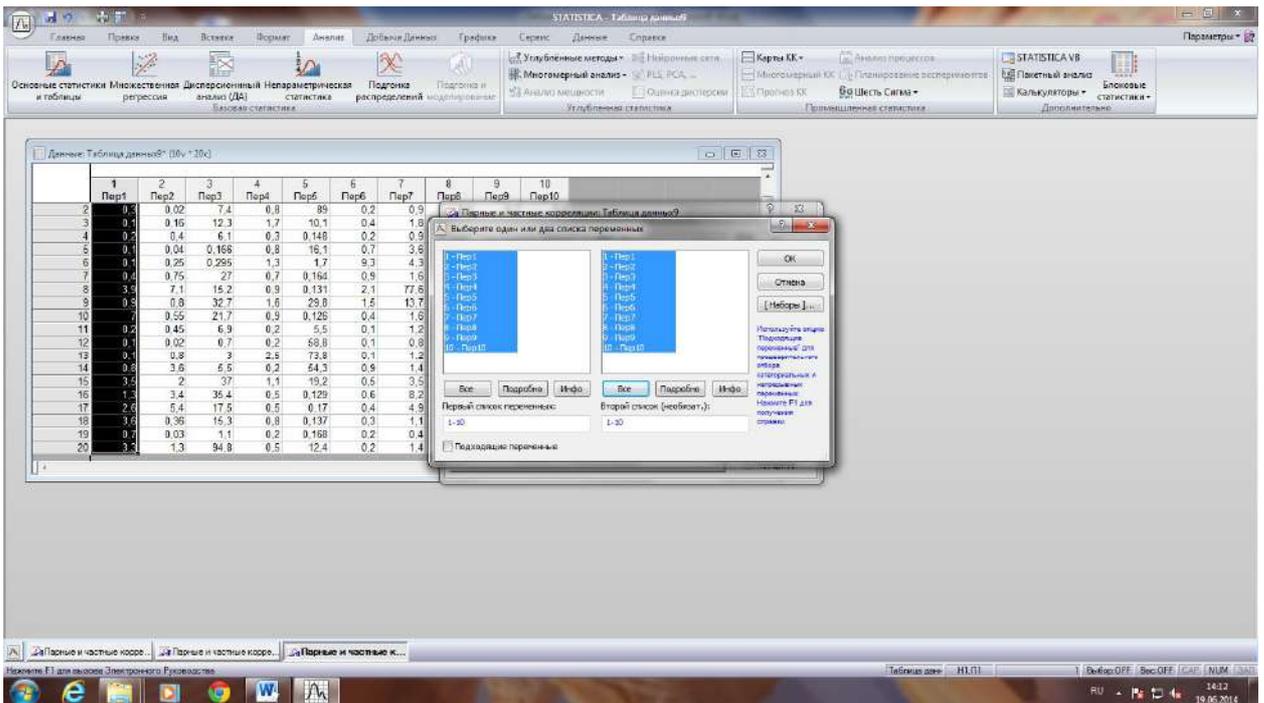
1. В программе «Statistica» произвести набор исходных значений (из приложения 1) и выполнить корреляционный анализ.

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



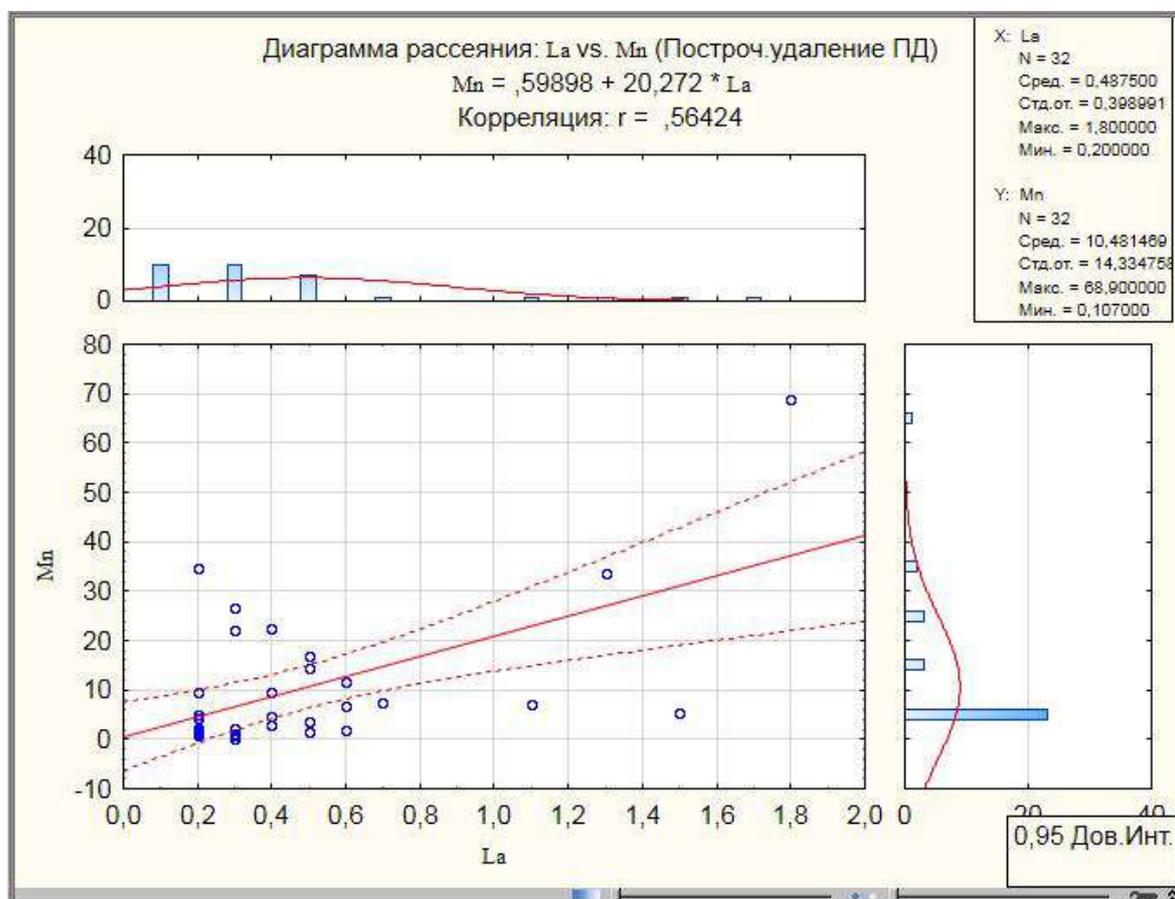
Результатом анализа является корреляционная матрица (рис. 3) – таблица, в которой по диагонали расположены единицы, а недиагональные значения представляют парные коэффициенты корреляции между соответствующими элементами. Красным цветом в таблице выделены значимые коэффициенты корреляции

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):

$$r = \sin \left[90 * \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right] \text{ где } n_1 - \text{число точек в квадрантах 1 и 3, } n_2 - \text{число точек в квадрантах 2 и 4.}$$

При правильном расчете коэффициент корреляции, вычисленный методом дробового выстрела должен быть близок к коэффициенту, вычисленному в программе «Статистика»

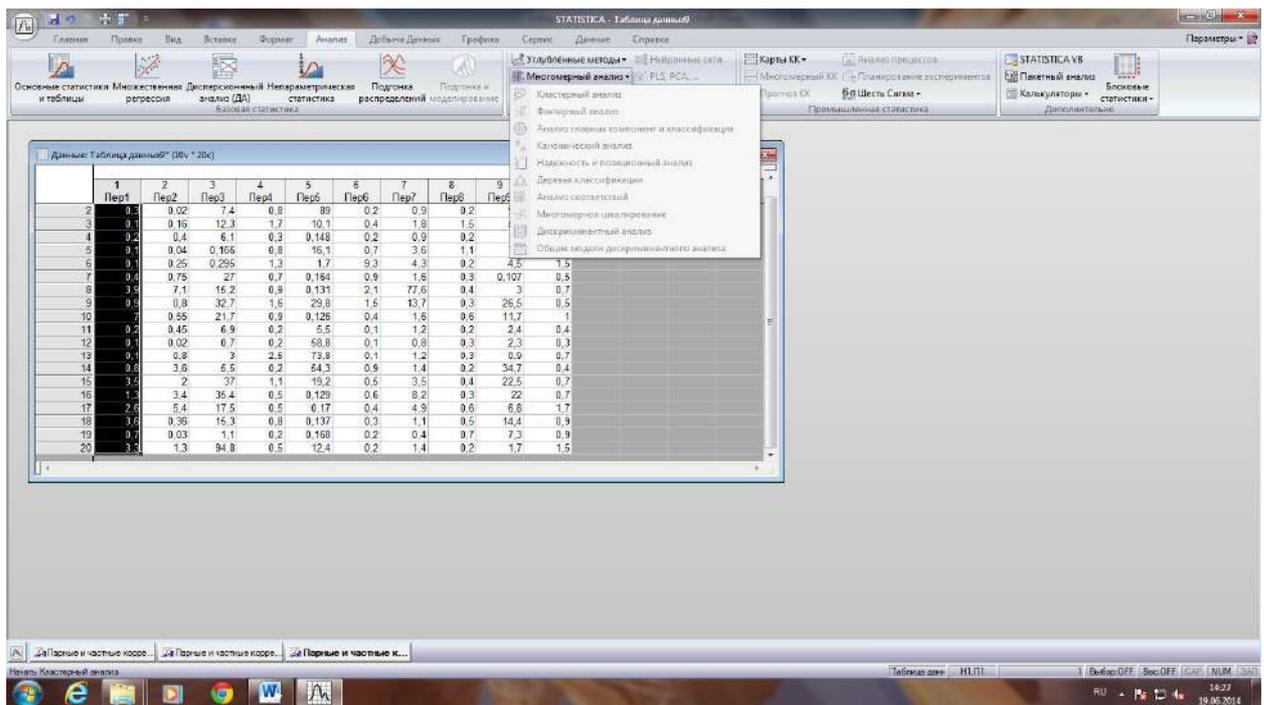
4. Рассчитать коэффициент детерминации R^2 по формуле:

$$R^2 = r^2 * 100; R^2 = 25\% \text{ , при } r_{M_0-N_i} = 0.5$$

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

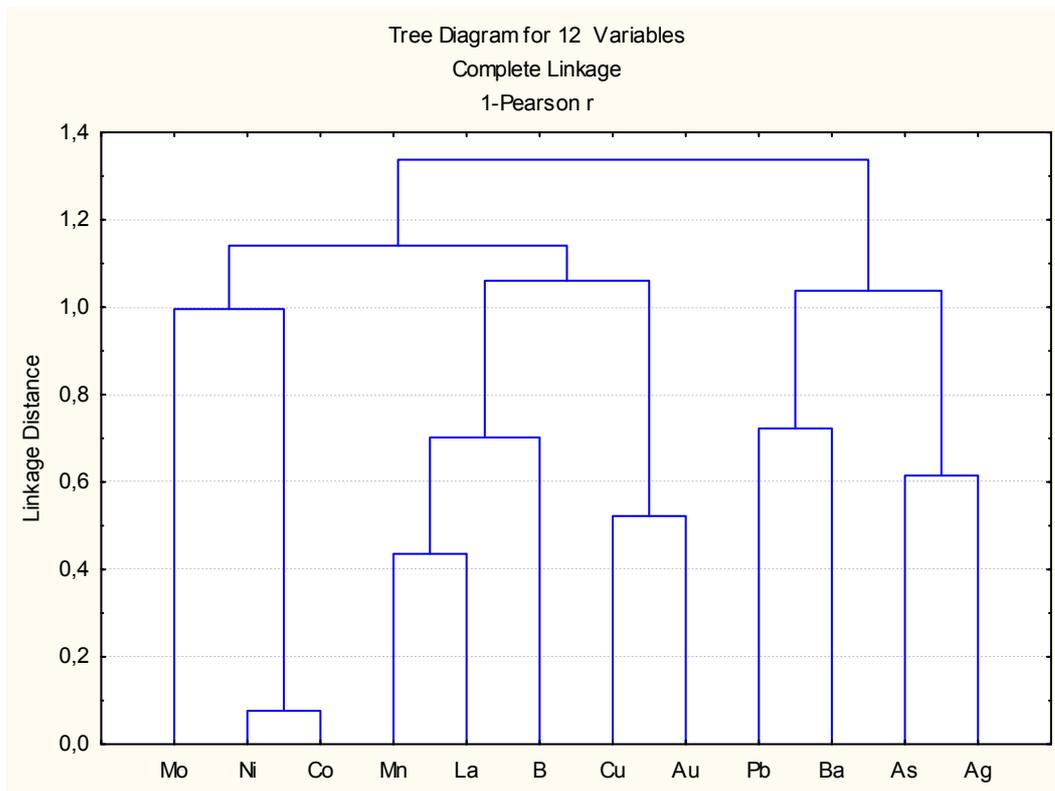


Рис. 5. Дендрограмма

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
Ag	-0,544677	-0,222147	0,292940	0,151587	0,006173
Au	0,031876	-0,127341	0,851671	0,232546	0,188428
As	-0,452401	-0,065245	-0,015270	0,570009	0,012023
B	0,715945	0,267331	0,022059	0,024204	-0,119592
Ba	0,004869	-0,240497	-0,191223	0,719354	-0,298353
Co	0,064896	0,961585	0,094613	-0,057629	-0,009537
Cu	0,018482	0,144409	0,835138	-0,123668	-0,181491
La	0,628861	-0,195490	0,100675	-0,174568	0,613719
Mn	0,728010	-0,115447	0,146296	-0,068046	0,214196
Mo	0,012532	0,047769	-0,049093	-0,027290	0,914888
Ni	0,124181	0,946175	-0,077177	-0,054121	0,003878
Pb	-0,042506	0,097271	0,285034	0,759587	0,085653
Expl.Var	1,962361	2,103160	1,676000	1,554387	1,438936

Prp.Totl	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 10⁻³ %)

	Вар.1	Вар.2	Вар.3	Вар.4	Вар.5	Вар.6	Вар.7	Вар.8	Вар.9	Вар.10	Вар.11	Вар.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 10⁻³ %)

	Вар.13	Вар.14	Вар.15	Вар.16	Вар.17	Вар.18
№ п/п	Sb	Sr	Th	V	W	Zn
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, γ
		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 ₂ O (%)				Содержание Na ₂ 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.

Методические указания по дисциплине «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ГЕОЛОГИИ» согласованы с выпускающей кафедрой **литологии и геологии горючих ископаемых**

Заведующий кафедрой ЛГГИ



подпись

к.т.-м.н., С.А. РЫЛЬКОВ

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 кумулят. 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 **сожуритизации, 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 (ϵ), имеет вид $y = f(x_1, x_2, \dots, x_k) + \epsilon$, т.е. одному значению аргумента соответствуют близкие, но различающиеся между собой значения переменной. Различие их обуславливается влиянием случайных, неуправляемых воздействий неучтенных факторов. При характери-

стике 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, про-

цессы 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 γ .

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 равновероятных 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 x примет значение меньше x , то есть $F(x) = P(X < x)$. Вероятность того, что случайная величина x 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 σ^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 ГРП 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 $n \times 10^{-7}$ % (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 **частостями** (W_i).

$W_i = n_i / N$ 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 округляют 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 (Pn_i): $Pn_i = n_i / h$, где n_i – частота интервала, h – ширина интервала (шаг);

плотность частот (P_{Wi}): $P_{Wi} = Wi / h$, где Wi – частота интервала, h – ширина интервала (шаг).

Таким образом, **вариационным рядом совокупности** с непрерывным признаком называется таблица, в возрастающем порядке перечислены интервалы, середины интервалов и соответствующие им частоты, частоты, плотности частот или частоты (табл. 1).

Таблица 1

Интервальный вариационный ряд совокупности

№№ интервалов	Границы интервалов, $a_i - b_i$	Середина интервалов, U_i	Частоты, n_i	Частоты, W_i	Плотности частот, Pn_i	Плотности частоты, P_{Wi}
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
...
Σ			50	1,00	25,0	0,50

Проверка правильности построения вариационного ряда осуществляется по формулам:
 $\Sigma n_i = N$; $\Sigma W_i = 1$; $\Sigma Pn_i = N / h$; $\Sigma P_{Wi} = 1 / h$.

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 частоты.

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 частоты.

Кумулята – это кривая накопленных частоты (интегральный полигон). Это график, при построении которого по оси абсцисс откладываются в возрастающем порядке границы интервалов, а по оси ординат – соответствующие концам интервалов накопленные частоты (W_{si}).

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 структурные 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 $(-\infty, +\infty)$;

σ^2 – дисперсия случайной величины x ;

μ – математическое ожидание случайной величины x .

Математическим ожиданием случайной величины (μ) 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 σ^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 $M_o < Med < \mu_x$.

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*.

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 σ^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 σ^2 ; обусловленных данными факторами с остаточной (случайной) σ^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_1	A_2	...	A_k
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 α 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 сумми 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 походные 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 ($\bar{x}_{i\dots n}$ $\bar{x}_{.j}$) и общее среднее \bar{x} в этом случае рассчитывается по формулам:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_{ijk}; \quad \bar{x}_{i\dots} = \frac{1}{qn} \sum_{j=1}^q \sum_{k=1}^n x_{ijk} = \frac{1}{q} \sum_{j=1}^q \bar{x}_{ij}; \quad \bar{x}_{.j} = \frac{1}{pn} \sum_{i=1}^p \sum_{k=1}^n x_{ijk} = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p \bar{x}_{ij}$$

Общая схема вычислений дисперсий при двухфакторном анализе в таблице.

Вид дисперсий	Сумма квадратов отклонений	Число степеней свободы	Дисперсия
Факторная по фактору А	$C_1 = nq \sum_{i=1}^p (\bar{x}_{i\dots} - \bar{x})^2$	$p-1$	$S_1^2 = \frac{C_1}{p-1}$
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	$C_3 = n \cdot \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q (\bar{x}_{ij} - \bar{x}_{i\dots} - \bar{x}_{.j} + \bar{x})^2$	$(p-1) \cdot (q-1)$	$S_3^2 = \frac{C_3}{(p-1)(q-1)}$
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 корреляционно-

го 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

$$r = \text{cov}_{xy} / \sigma_x \sigma_y$$

$\text{cov}_{xy} = \sum(x_i - \bar{x}_i) \cdot (y_i - \bar{y}_i) / n$ – ковариация x и y (совместная изменчивость).

σ_x и σ_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.

$$\bar{\eta} = \frac{\sigma(\bar{y}_i)}{\sigma(y)}$$

\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 η 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 (η_{uv}^2 , η_{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_ϕ – факторная дисперсия. Она характеризует изменчивость признака условной функции под действием фактора условного аргумента.

$$S_u^2 = \frac{\sum (u_i - \bar{u})^2}{n} \quad S_v^2 = \frac{\sum (v_i - \bar{v})^2}{n}$$

$$S_{\phi(v)}^2 = \frac{\sum_{i=1}^k n_i \cdot (\bar{u}_i - \bar{u})^2}{n} \quad S_{\phi(u)}^2 = \frac{\sum_{i=1}^k n_i \cdot (\bar{v}_i - \bar{v})^2}{n}$$

k – число интервалов соответственно по признаку v и u ;

\bar{u}_i – условное среднее для i -ого интервала;

S_{ϕ}^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 η^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 $\text{tg}\alpha$, где α - угол наклона линии регрессии $u = a + bv$ к оси абсцисс. Чем больше угол α , 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.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_n x_n = \beta_0 + \sum \beta_i x_i;$$

β_0, β_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 β_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 призна-

ков 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 – *дендрогаммы*, в которой по оси абсцисс располагаются символные значения переменных, а по оси ординат – значения коэффициентов корреляции. Древовидный 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 закономерности 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 коррелированы 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 РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Проректор по учебно-методическому комплексу



**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.ДВ.01.01 КОНЦЕПЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА**

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

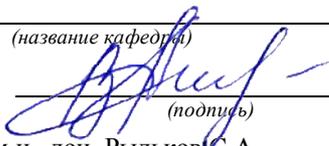
форма обучения: очная

Автор: Алексеев В.П., д.г.-м.н., профессор

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)

Зав. кафедрой



(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.03.2020

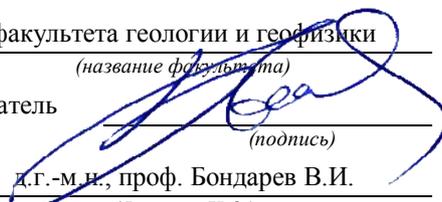
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель



(подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

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 № 3 Геология нефти и газа / В.П. Алексеев. Екатеринбург: УГГУ, 2019. 11 с.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Проректор по учебно-методическому комплексу



**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Б1.В.ДВ.01.02 ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫЕ ЗАПАСЫ
НЕФТИ И ГАЗА**

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Алексеев В.П., д.г.-м.н., профессор

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 7 от 03.03.2020
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 7 от 20.03.2020
(Дата)

Екатеринбург
2020

Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Трудноизвлекаемые запасы нефти и газа» 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 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 «Трудноизвлекаемые запасы нефти и газа». 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, 2, 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 учебным пособиям [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: Общие представления о ТрИЗ; терминология. [1, 2, 3]

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.

Дополнительная литература: [4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Какие категории запасов называют «трудноизвлекаемыми»?
2. Отличия традиционных и нетрадиционных коллекторов.

Тема 2: Сланцевый газ: геология и технология. [1, 2, 3]

Сланцевый газ. Тонкозернистая «жесткая» порода с неэмигрировавшим (находящимся *in situ*) газом в силу изначальной замкнутости системы. Технологические приемы разработки (гидроудар, деструкция реагентами).

Дополнительная литература: [4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что представляет собой сланцевый газ?
2. Технологические приемы разработки месторождений сланцевого газа.

Тема 3: Сланцевая нефть: геология и технология. [1, 2, 3]

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.

Дополнительная литература: [4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Какую нефть называют сланцевой?
2. Технологические приемы разработки месторождений сланцевой нефти.

Тема 4: Угольный метан и газогидраты. [1, 2, 3]

Угольный метан. Газоугольные бассейны. Твердые растворы газа в угле (клатраты), энергетические затраты на их разъединение. Газогидраты, их обусловленность дегазацией недр и концентрация в глубинных океанических зонах (частично в подошве многолетне-мерзлых пород).

Дополнительная литература: [4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что такое клатраты?
2. Перспективы промышленной добычи газогидратов.

Вопросы

к экзамену по курсу «Трудноизвлекаемые запасы нефти и газа»

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 газозольными месторождениями; клатраты.
15. Оценка ресурсов сланцевой нефти в конкретных геологических объектах.

Рекомендуемая литература

- 1 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>
2. 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>
3. 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> (дата обращения: 11.09.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Яценко, И.Г. Статистический анализ качества трудноизвлекаемых нефтей / И.Г. Яценко, Ю.М. Полищук // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. — 2015. — № 4. — С. 56-66. — ISSN 2500-1019. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/295559>
5. Трудноизвлекаемые запасы нефти и газа: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация № 3 Геология нефти и газа / В.П. Алексеев. Екатеринбург: УГГУ, 2019. 11 с.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Проректор по учебно-методическому комплексу

С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.ДВ.02.01 БАССЕЙНОВЫЙ АНАЛИЗ

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Маслов А.В., д.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.03.2020
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020
(Дата)

Екатеринбург
2020

Введение

Учебным планом специальности 21.05.02 Прикладная геология по дисциплине «Бассейновый анализ» предусматривается написание контрольной работы на тему «Описание и анализ конкретного осадочного бассейна». Это самостоятельный труд студента, который способствует углублённому изучению пройденного материала.

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

ПСК-3.1: Способность осуществлять поиски и разведку месторождений нефти, газа, газового конденсата.

Результаты обучения, достижение которых свидетельствует об освоении компетенции:

Знания: предмет бассейнового анализа, основные понятия и объекты исследования, историю становления дисциплины; классификации осадочных бассейнов, основанные на разных подходах (историческая ретроспектива), современную геодинамическую классификацию осадочных бассейнов; характеристику основных этапов формирования осадочного выполнения рифтовых бассейнов (современных и ископаемых); характеристику основных этапов формирования осадочного выполнения авлакогенов (древних и молодых); основные особенности формирования осадочного выполнения бассейнов надрифтовых впадин (современных и ископаемых); закономерности формирования осадочного выполнения сдвига-раздвиговых бассейнов, бассейнов межконтинентальных рифтов и бассейнов в пределах срединно-океанических хребтов; основные особенности формирования осадочного выполнения бассейнов пассивных континентальных окраин (современных и ископаемых); основные закономерности эволюции и формирования различных типов осадочных бассейнов, существующих в пределах островодужных систем; характеристику основных этапов формирования осадочного выполнения бассейнов коллизионного этапа цикла Уилсона

Умения: работать с текстовой и графической документацией, характеризующей особенности формирования и эволюции различных типов осадочных бассейнов; уметь анализировать последовательности крупных осадочных ассоциаций и «читать» по ним основные этапы формирования осадочного выполнения внутриконтинентальных рифтов, надрифтовых впадин и бассейнов пассивных континентальных окраин; анализировать последовательности крупных осадочных ассоциаций и «читать» по ним основные этапы формирования осадочного выполнения осадочных бассейнов островодужных обстановок (преддуговых, междуговых, задуговых и окраинных морей); анализировать последовательности крупных осадочных ассоциаций и «читать» по ним основные этапы формирования осадочного выполнения бассейнов коллизионного этапа (межгорных впадин, остаточных бассейнов, бассейнов предгорных прогибов и др.); составить краткие информационные образы различных осадочных бассейнов по предложенным преподавателем графическим материалам

Владения: навыками анализа информации по осадочному выполнению модельных/референтных и других осадочных бассейнов, приведенной в учебном пособии; навыками работы с литолого-фациальными колонками, картами терригенно-минеральных ассоциаций, геологическими и сейсмостратиграфическими разрезами, литолого-палеогеографическими картами, схемами распределения осадочных формаций; другими типами материалов, позволяющих составить более или менее полное представление об истории формирования осадочного выполнения различных типов осадочных бассейнов и закономерностях размещения в них залежей УВ; способностью анализировать и обобщать различную геологическую и геофизическую информацию, позволяющую самостоятельно ориентироваться в особенностях развития осадочного выполнения различных типов бассейнов и закономерностях размещения в них залежей УВ и

применять полученные теоретические знания при поисках и разведке месторождений нефти, газа, конденсата.

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

Объекты работы: Рифтовые впадины северо-восточного Китая (Учебное пособие А.В. Маслов, В.П. Алексеев «Осадочные формации и осадочные бассейны», 2003 г.: стр. 73) Восточно-Африканская рифтовая система (там же, стр. 75) Среднерусский авлакоген (там же, стр. 78) Кивиноусский авлакоген (там же, стр. 78-79)

Вариант 1. Восточно-Африканская рифтовая система

- 1) Установите основные структурные особенности Восточно-Африканской рифтовой системы
- 2) Установите возраст и строение осадочного выполнения Руква-Ньясской и Танганьикской рифтовых зон
- 3) Назовите морфологические особенности рифтовых впадин западной ветви Восточно-Африканской рифтовой системы
- 4) Определите стадии развития северной части Танганьикской рифтовой зоны и характер связанных с ними осадочных и вулканогенных накоплений
- 5) Дайте общую характеристику направленности процессов осадконакопления в западной ветви Восточно-Африканской рифтовой системы

Вариант 2. Рифтовые впадины северо-восточного Китая

- 1) Время формирования рифтовых впадин
- 2) Форма рифтовых впадин
- 3) Мощность и особенности формирования осадочного выполнения впадин
- 4) Факторы, определяющие перспективность осадочного выполнения рифтовых впадин на УВ (углеводороды)
- 5) Стадии развития рифтовых впадин и их особенности
- 6) Существуют ли, на Ваш взгляд, какие-либо черты сходства в развитии рифтовых впадин Китая и Восточной Африки?

Вариант 3. Среднерусский авлакоген

- 1) определите морфологические особенности авлакогена (основные его структурные элементы)
- 2) Установите особенности состава и строения, а также возраст осадочного выполнения авлакогена
- 3) сравните ориентировочную длительность формирования осадочного выполнения Восточно-Африканской рифтовой зоны и Среднерусского авлакогена

Вариант 4. Кивиноусский авлакоген

- 1) Установите особенности строения и состава осадочного выполнения авлакогена
- 2) Назовите основные стадии эволюции Кивиноуского авлакогена
- 3) Перечислите морфологические особенности рифтовых впадин различных этапов развития Кивиноуского авлакогена
- 4) какова последовательность событий в эволюции рифтогенного бассейна Кивино?
- 5) Есть ли, на Ваш взгляд, сходство в развитии Среднерусского и Кивиноуского авлакогенов?

Контрольная работа по теме «Бассейны надрифтовых впадин»

Объекты работы: Западно-Сибирский мегабассейн (Учебное пособие А.В. Маслов, В.П. Алексеев «Осадочные формации и осадочные бассейны», 2003 г.: стр. 81-86), Североморский мегабассейн (Учебное пособие А.В. Маслов, В.П. Алексеев «Осадочные формации и осадочные бассейны», 2003 г.: стр. 86-91)

Вариант 1. Западно-Сибирский мегабассейн

- 1) Площадь мегабассейна
- 2) Возраст и состав комплексов фундамента
- 3) Возраст и состав осадочного выполнения Западно-Сибирского мегабассейна
- 4) Длительность формирования осадочного выполнения Западно-Сибирского мегабассейна
- 5) Основные этапы формирования мегабассейна
- 6) Чем представлены нефте- и газогенерирующие (материнские) комплексы
- 7) Присутствуют ли в мегабассейне суббассейны? (если «да», то дать краткую характеристику одного из них)
- 8) Соляная тектоника (есть или нет)
- 9) Вертикальная зональность в размещении месторождений нефти и газа (есть или нет)
- 10) Общие разведанные запасы нефти и газа
- 11) Чем представлены резервуары?
- 12) Чем представлены покрышки?
- 13) Максимальная величина запасов нефти в пределах одного месторождения
- 14) Максимальная величина запасов газа в пределах одного месторождения
- 15) Факторы, контролирующие формирование в Западно-Сибирском мегабассейне месторождений УВ сырья

Вариант 2. Североморский осадочный бассейн

- 1) Площадь мегабассейна
- 2) Возраст и состав комплексов фундамента
- 3) Возраст и состав осадочного выполнения Североморского мегабассейна
- 4) Длительность формирования осадочного выполнения Североморского мегабассейна
- 5) Основные этапы формирования Североморского мегабассейна
- 6) Чем представлены нефте- и газогенерирующие (материнские) комплексы
- 7) Присутствуют или отсутствуют в Североморском мегабассейне суббассейны? (если суббассейны есть, дать одному из них краткую характеристику)
- 8) Соляная тектоника (есть или нет)
- 9) Вертикальная зональность в размещении месторождений нефти и газа (есть или нет)
- 10) Общие разведанные запасы нефти и газа
- 11) Чем представлены резервуары?
- 12) Чем представлены покрышки?
- 13) Максимальная величина запасов нефти в пределах одного месторождения
- 14) Максимальная величина запасов газа в пределах одного месторождения

15) Основные факторы, определяющие присутствие в мегабассейне месторождений УВ

Вариант 3. Бассейн Мексиканского залива

- 1) Площадь мегабассейна
- 2) Возраст и состав комплексов фундамента
- 3) Возраст и состав осадочного выполнения бассейна Мексиканского залива
- 4) Длительность формирования осадочного выполнения бассейна Мексиканского залива
- 5) Основные этапы формирования бассейна Мексиканского залива
- 6) Чем представлены нефте- и газогенерирующие (материнские) комплексы
- 7) Присутствуют или отсутствуют в бассейне Мексиканского залива суббассейны? (если суббассейны есть, дать одному из них краткую характеристику)
- 8) Соляная тектоника (есть или нет)
- 9) Общие разведанные запасы нефти и газа
- 10) Чем представлены резервуары?
- 11) Чем представлены покрышки?
- 12) Максимальная величина запасов нефти в пределах одного месторождения
- 13) Максимальная величина запасов газа в пределах одного месторождения
- 14) Основные факторы, определяющие присутствие в бассейна Мексиканского залива месторождений УВ

Вариант 4. Мичиганский бассейн

- 1) Площадь мегабассейна
- 2) Возраст и состав комплексов фундамента
- 3) Возраст и состав осадочного выполнения Мичиганского бассейна
- 4) Длительность формирования осадочного выполнения Мичиганского бассейна
- 5) Основные этапы формирования Мичиганского бассейна
- 6) Чем представлены нефте- и газогенерирующие (материнские) комплексы
- 7) Присутствуют или отсутствуют в Мичиганском бассейне суббассейны? (если суббассейны есть, дать одному из них краткую характеристику)
- 8) Общие разведанные запасы нефти и газа
- 9) Чем представлены резервуары?
- 10) Чем представлены покрышки?
- 11) Максимальная величина запасов нефти в пределах одного месторождения
- 12) Максимальная величина запасов газа в пределах одного месторождения
- 13) Основные факторы, определяющие присутствие в Мичиганском бассейне месторождений УВ

Контрольная работа по теме «Пассивные континентальные окраины»

Объекты работы: Восточная окраина Северо-Американского кратона (Учебное пособие А.В. Маслов, В.П. Алексеев «Осадочные формации и осадочные бассейны», 2003 г.: стр. 127-128); Восточная (палеозойская) окраина Русской платформы (там же, стр. 134-136)

Вариант 1. Восточная окраина Северо-Американского кратона

1. Какие крупные структуры распознаются в осадочной толще атлантической (восточной) пассивной окраины Северной Америки?
2. Чем представлено здесь осадочное выполнение грабенов и приразломных прогибов?
3. Дайте краткую характеристику осадочного выполнения какого-либо грабена (особое внимание следует уделить генезису различных осадочных ассоциаций).

4. Назовите основные этапы формирования восточной пассивной окраины Северной Америки.

Вариант 2. Восточная (палеозойская) окраина Русской платформы

1. Назовите ориентировочные размеры палеозойской восточной окраины Русской платформы
2. С какими процессами связано зарождение палеозойской восточной окраины Русской платформы?
3. В чем состоит принципиальное отличие среднедевонско-среднекаменноугольного этапа развития окраины Русской платформы от предшествующего?
4. Какие, на Ваш взгляд, процессы привели к накоплению на пассивной окраине мощных осадочных толщ?
5. Какие типы структур были характерны для девонского этапа развития палеозойской восточной окраины Русской платформы?
6. Назовите основные типы осадочных формаций, участвующих в строении палеозойской восточной окраины Русской платформы.
7. Какие особенности формирования осадочных последовательностей палеозойской восточной окраины Русской платформы обусловили ее высокую потенциальную нефтегазоносность?

Вариант 3. Восточная (палеозойская) окраина Русской платформы

1. Назовите ориентировочные размеры палеозойской восточной окраины Русской платформы
2. С какими процессами связано зарождение палеозойской восточной окраины Русской платформы?
3. Назовите характерные черты ордовикско-раннедевонской истории палеозойской восточной окраины Русской платформы.
4. Какие, на Ваш взгляд, процессы привели к накоплению на пассивной окраине мощных осадочных толщ?
5. Какие типы структур были характерны для девонского этапа развития палеозойской восточной окраины Русской платформы?
6. Назовите характерные черты позднепалеозойского этапа развития палеозойской восточной окраины Русской платформы; в чем принципиальное отличие этого этапа от предшествующего?
7. Какие особенности формирования осадочных последовательностей палеозойской восточной окраины Русской платформы обусловили ее высокую потенциальную нефтегазоносность?

Контрольная работа по теме «Карбонатные платформы»

Объекты работы: классификация карбонатных платформ (Учебное пособие А.В. Маслов, В.П. Алексеев «Осадочные формации и осадочные бассейны», 2003 г.: стр. 95-96, 100-102) Бассейн Мексиканского залива (там же, стр. 98-100)

Вариант 1.

- 1) Что называется карбонатной платформой?
- 2) Подразделяется ли бассейн Мексиканского залива на какие-либо подчиненные элементы?
- 3) С какими структурами связаны в рассматриваемом бассейне рифовые массивы?

- 4) Какие породы являются в бассейне Мексиканского залива коллекторами нефти?
- 5) Назовите мощность горизонтов коллекторов
- 6) Какие породы являются крышками?
- 7) Каковы максимальные запасы нефти и газа в одном месторождении залива?
- 8) Каковы доказанные запасы нефти и газа в рассматриваемом бассейне?
- 9) Назовите величину потенциальных запасов нефти в бассейне Мексиканского залива?

Вариант 2.

- 1) Что называется карбонатной платформой?
- 2) Какие условия необходимы для формирования карбонатных платформ?
- 3) Назовите время начала формирования какого-либо из суббассейнов?
- 4) С какими структурами связаны в рассматриваемом бассейне рифовые массивы?
- 5) Какие породы являются в бассейне Мексиканского залива коллекторами нефти?
- 6) Какие породы являются крышками?
- 7) Какие типы ловушек присутствуют в бассейне Мексиканского залива?
- 8) Каковы доказанные запасы нефти и газа в рассматриваемом бассейне?
- 9) Назовите величину потенциальных запасов нефти в бассейне Мексиканского залива?

Контрольная работа по теме «Форландовые бассейны»

Объекты работы: Пермский Предуральский форландовый бассейн (Учебное пособие А.В. Маслов, В.П. Алексеев «Осадочные формации и осадочные бассейны», 2003 г.: стр. 173-178), Причерноморский форландовый бассейн (там же, стр. 178-179)

Вариант 1. Пермский Предуральский форландовый бассейн

- 1) Когда был заложен Предуральский форландовый бассейн?
- 2) Назовите причины появления пермского Предуральского форландового бассейна.
- 3) Какие факторы предопределили появление в бассейне галогенной (соленосной) формации?
- 4) Было ли формирование седиментационных ванн Предуральского форландового бассейна равномерным и одновременным?
- 5) Какими по составу и генезису отложениями выполнен Предуральский форландовый бассейн
- 6) Какие «бассейны» существовали в Предуральском форландовом бассейне в сакмарском веке?
- 7) В чем специфика процессов осадконакопления кунгурского века?
- 8) Чем определяется минерализация Предуральского форландового бассейна?
- 9) Какова примерная длительность формирования Предуральского форландового бассейна?
- 10) Был ли заложен Предуральский предгорный бассейн одновременно по всей своей протяженности?

Вариант 2. Пермский Предуральский форландовый бассейн

- 1) Когда был заложен Предуральский форландовый бассейн?
- 2) Был ли бассейн заложен одновременно на всем своем протяжении?
- 3) Какие факторы предопределили появление в бассейне галогенной (соленосной) формации?
- 4) Какой тип бассейнов предшествовал образованию форландового бассейна?

- 5) Было ли формирование седиментационных ванн Предуральского форландового бассейна равномерным и одновременным?
- 6) Какими по составу и генезису отложениями выполнен Предуральский форландовый бассейн?
- 7) В чем состояла специфика процессов осадконакопления в ассельском веке?
- 8) В чем специфика процессов осадконакопления кунгурского века?
- 9) Назовите формации, слагающие Предуральский форландовый бассейн?
- 10) Есть ли в разрезе Предуральского форландового бассейна вертикальная минерагеническая зональность?

Вариант 3. Пермский Предуральский форландовый бассейн

- 1) Когда был заложен Предуральский форландовый бассейн?
- 2) Был ли бассейн заложен одновременно на всем своем протяжении?
- 3) Какие факторы предопределили появление в бассейне формации каменной соли?
- 4) Какой тип бассейнов предшествовал образованию форландового бассейна?
- 5) Образовались ли седиментационные ванны Предуральского предгорного бассейна одновременно?
- 6) Какими по составу и генезису отложениями преимущественно выполнен Предуральский форландовый бассейн?
- 7) Если ли в распределении осадочных ассоциаций в Предуральском предгорном бассейне определенная специфика вкрест и по его простиранию?
- 8) В чем специфика процессов осадконакопления кунгурского века?
- 9) Назовите основные формации, слагающие Предуральский форландовый бассейн?
- 10) Чем определяется свойственная Предуральскому форландовому бассейну вертикальная минерагеническая зональность?

Вариант 4. Причерноморский форландовый бассейн

- 1) Назовите причины появления Причерноморского форландового бассейна.
- 2) Какими отложениями (состав, генезис, формационная принадлежность) выполнен Причерноморский форландовый бассейн?
- 3) Охарактеризуйте кратко общую структуру Причерноморского форландового бассейна.
- 4) Чем определяется минерагения осадочного выполнения Причерноморского форландового бассейна?
- 5) Какие факторы контролируют распределение месторождений Мп в отложениях Причерноморского форландового бассейна?
- 6) С какими процессами связано поступление Мп в бассейн и каковы механизмы его накопления?

Вариант 5. Причерноморский форландовый бассейн

- 1) Где расположен Причерноморский форландовый бассейн?
- 2) Какие причины контролировали появление Причерноморского форландового бассейна?
- 2) Какими по составу отложениями выполнен Причерноморский форландовый бассейн?
- 3) Какими по генезису отложениями выполнен Причерноморский форландовый бассейн?
- 4) Охарактеризуйте кратко общую структуру Причерноморского форландового бассейна.
- 5) Чем определяется присущая Причерноморскому форландовому бассейну минерагения?
- 6) Какие факторы контролируют распределение месторождений Мп в отложениях Причерноморского форландового бассейна?

Контрольная работа по теме «Бассейны активных континентальных окраин»

Объекты работы: преддуговые бассейны (Учебное пособие А.В. Маслов, В.П. Алексеев «Осадочные формации и осадочные бассейны», 2003 г.: стр. 156), междуговые бассейны (там же, стр. 158), задуговые осадочные бассейны (там же, стр. 159-163)

Вариант 1. Преддуговые осадочные бассейны

- 1) Назовите типичные размеры современных преддуговых бассейнов
- 2) Какова мощность осадочного выполнения современных преддуговых бассейнов?
- 3) В чем состоят особенности морфологии современных преддуговых бассейнов?
- 4) Между какими элементами островодужных систем расположены преддуговые бассейны?
- 5) Какие структуры выступают источниками осадков для преддуговых бассейнов?

Вариант 2. Преддуговые осадочные бассейны

- 1) Какие типы осадков свойственны преддуговым бассейнам?
- 2) Какие типы преддуговых бассейнов выделены Б.А. Соколовым?
- 3) Какие типы преддуговых бассейнов выделяются в работах западных геологов?
- 4) Назовите современные преддуговые бассейна на территории России
- 5) Есть ли примеры ископаемых преддуговых бассейнов на территории России?

Вариант 3. Междуговые осадочные бассейны

- 1) Где в пределах островодужных систем локализованы междуговые бассейны?
- 2) Какова мощность осадочного выполнения междуговых бассейнов и чем оно представлено?
- 3) Каковы механизмы формирования междуговых бассейнов?
- 4) Назовите 3-4 примера современных междуговых бассейнов
- 5) Есть ли в пределах современных междуговых бассейнов проявления УВ?
- 6) Есть ли отличия между осадочным выполнением современных и древних междуговых бассейнов?

Вариант 4. Междуговые осадочные бассейны

- 1) Характерны ли междуговые бассейны для всех современных островодужных систем?
- 2) Какова мощность осадочного выполнения междуговых бассейнов?
- 3) Чем представлено осадочное выполнение современных междуговых бассейнов?
- 4) Характерны ли междуговые бассейны для всех ископаемых островодужных систем?
- 5) Назовите 3-4 примера ископаемых междуговых бассейнов
- 6) Есть ли в пределах южноуральского сегмента Уральского складчатого пояса примеры отложений ископаемых междуговых бассейнов?

Вариант 5. Задуговые осадочные бассейны и бассейны окраинных морей

- 1) В каких обстановках происходит формирование задуговых бассейнов?
- 2) Назовите типичные морфологические особенности задуговых бассейнов.
- 3) Какова мощность осадочного выполнения задуговых бассейнов?
- 4) Чем (по составу) представлено осадочное выполнение современных задуговых систем?
- 5) Какими по генезису комплексами представлено осадочное выполнение современных задуговых систем?

б) Влияет ли скорость поддвижения океанической литосферы на состав отложений задуговых осадочных бассейнов?

Вариант 6. Задуговые осадочные бассейны и бассейны окраинных морей

- 1) Все ли современные бассейны окраинных морей имеют сопоставимую мощность осадочного выполнения?
- 2) Наблюдается ли латеральная изменчивость отложений окраинных морей?
- 3) Присутствуют ли в окраинных морях полосовидные магнитные аномалии?
- 4) Каковы примерные размеры окраинных морей?
- 5) Какова примерная мощность отложений в приконтинентальных районах окраинных морей?
- б) В чем состоит роль месторождения «Белый Тигр» для теоретической нефтяной литологии?

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 с основами бассейнового анализа;
- умение работе с текстовой и графической документацией, характеризующей особенности формирования и эволюции различных типов осадочных бассейнов;
- владение навыками анализа информации по осадочному выполнению модельных/референтных и других осадочных бассейнов;
- 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 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 осадочного бассейна.

<i>Критерии оценивания контрольной работы</i>	<i>Количество баллов</i>
Самостоятельность и правильность определения геологического и тектонического строения территории конкретного осадочного бассейна	0-3
Развернутое и правильное описание механизмов формирования	0-3

конкретного осадочного бассейна	
Правильность выделения и описания региональных нефтегазоносных комплексов конкретного осадочного бассейна	0-2
Полнота и правильность выводов по работе, владение профессиональной терминологией	0-2
Итого	0-10

9-10 баллов (90-100%) - оценка «отлично»

7-8 баллов (70-89%) - оценка «хорошо»

5-6 баллов (50-69%) - оценка «удовлетворительно»

0-4 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно».

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если работа выполнена самостоятельно, геологическое и тектоническое строение территории конкретного осадочного бассейна определено правильно, дано развернутое и правильное описание механизмов его формирования, правильно выделены и описаны региональные нефтегазоносные комплексы, работа оформлена аккуратно, с использованием профессиональной терминологии, выводы по работе полные и правильные – 9-10 баллов.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если работа выполнена самостоятельно, геологическое и тектоническое строение территории конкретного осадочного бассейна определено в целом правильно, с незначительными замечаниями, дано правильное описание механизмов его формирования, выделены и описаны региональные нефтегазоносные комплексы с незначительными замечаниями, исправляемыми самостоятельно; работа оформлена аккуратно, с использованием профессиональной терминологии, выводы по работе полные и в целом правильные – 7-8 баллов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа выполнена с подсказками, геологическое и тектоническое строение территории конкретного осадочного бассейна определено с ошибками, описание механизмов его формирования, выделены и описаны региональные нефтегазоносные комплексы со значительными замечаниями, работа оформлена неаккуратно, с использованием профессиональной терминологии, выводы по работе неверные – 5-6 баллов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа выполнена несамостоятельно, геологическое и тектоническое строение территории конкретного осадочного бассейна определено неверно, не описаны механизмы его формирования, не выделены и не описаны региональные нефтегазоносные комплексы, работа оформлена неаккуратно, без использования профессиональной терминологии, выводы по работе отсутствуют – 0-4 балла.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Проректор по учебно-методическому комплексу



МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.ДВ.02.01 БАССЕЙНОВЫЙ АНАЛИЗ

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Маслов А.В., д.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол №7 от 03.03.2020
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020
(Дата)

Екатеринбург
2020

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.

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 специализация № 3 Геология нефти и газа / А.В. Маслов. Екатеринбург: УГГУ, 2019. 14 с.

Введение

Учебным планом специальности 21.05.02 Прикладная геология по дисциплине «Литогеодинамика» предусматривается написание контрольной работы на тему «Описание и анализ строения осадочного бассейна». Это самостоятельный труд студента, который способствует углублённому изучению пройденного материала.

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

ПСК-3.1: Способность осуществлять поиски и разведку месторождений нефти, газа, газового конденсата.

Результаты обучения, достижение которых свидетельствует об освоении компетенции:

Знания: предмет литогеодинимического анализа осадочных бассейнов, основные понятия и объекты исследования, историю становления дисциплины; литогеодинимические основы классификации осадочных бассейнов, исходные понятия, определения осадочных бассейнов/палеобассейнов, ряды осадочных формаций-индикаторов геодинамических обстановок; основные подходы к геодинамической систематике осадочных бассейнов, классификационно-диагностическую систему осадочных бассейнов; принципы литогеодинимического анализа основных осадочных систем, факторы, воздействующие на систему/системы, влияние изменений уровня Мирового океана, причины и значение перерывов в осадконакоплении для литогеодинимического анализа, вариации скоростей осадконакопления в седиментационных системах разных типов; геодинамические типы осадочных бассейнов (бассейны внутриплитных, спрединговых, субдукционных обстановок). Систематика, основные типы и примеры бассейнов (зрелые континентальные рифты, авлакогены, подводные конусы выноса на пассивных и активных континентальных окраинах, шельфовые, склоново-шельфовые бассейны, бассейны/области осадконакопления на континентальном подножии, глубоководные желоба, преддуговые, междуговые и задуговые бассейны/окраинные моря); геодинамические типы осадочных бассейнов (бассейны коллизионных обстановок (остаточные, предгорные, межгорные бассейны). Систематика, основные типы и примеры бассейнов; основные особенности флюидогеодинамики осадочных бассейнов различных геодинамических типов. Структурно-гидрогеологические категории осадочных бассейнов; гидрогеохимическую зональность осадочных бассейнов. Формационно-гидрогеохимические категории осадочных бассейнов. Общие черты зональности минерализации, химического состава и металлоносности подземных вод в различных геодинамических типах осадочных бассейнов; зональность газового состава подземных вод. Зональность изотопного и микробиологического состава подземных вод различных геодинамических типов осадочных бассейнов; гидрогеодинамическую зональность осадочных бассейнов (верхний и нижний гидрогеодинамические этажи); гидрогеотермическую зональность осадочных бассейнов. Основные парагентические группы подземных вод. Роль подземных вод осадочных бассейнов как полезного ископаемого

Умения: работать с текстовой и графической документацией, характеризующей особенности формирования и эволюции различных типов осадочных бассейнов; уметь анализировать последовательности крупных осадочных ассоциаций и «читать» по ним основные этапы формирования осадочного выполнения внутриконтинентальных рифтов, надрифтовых впадин и бассейнов пассивных континентальных окраин; реконструировать последовательности крупных осадочных ассоциаций и «читать» по ним основные этапы формирования осадочного выполнения осадочных бассейнов островодужных обстановок (преддуговых, междуговых, задуговых и окраинных морей); уметь анализировать последовательности крупных осадочных ассоциаций и «читать» по ним основные этапы формирования осадочного выполнения бассейнов коллизионного этапа (межгорных

впадин, остаточных бассейнов, бассейнов предгорных прогибов и др.); ориентироваться в основных особенностях флюидогеодинамики осадочных бассейнов различных геодинамических типов, представлять основные структурно-флюидогеологические категории осадочных бассейнов; анализировать гидрогеохимическую зональность конкретных осадочных бассейнов, решать задачи по реконструкции зональности минерализации, химического состава и металлоносности подземных вод в тех или иных типах осадочных бассейнов; прогнозировать зональность газового и изотопного состава подземных вод различных геодинамических типов осадочных бассейнов; прогнозировать гидрогеодинамическую зональность/стратификацию верхнего и нижнего гидрогеодинамических этажей осадочных бассейнов различных типов

Владения: навыками анализа информации по осадочному выполнению модельных/референтных и других осадочных бассейнов; навыками работы с сейсмостратиграфическими разрезами, литолого-палеогеографическими картами, схемами латерального и вертикального распределения осадочных формаций; другими типами материалов, позволяющих составить представление об истории формирования осадочного выполнения различных геодинамических типов осадочных бассейнов и закономерностях размещения в них залежей УВ; способностью анализировать и обобщать различную геологическую и геофизическую информацию, позволяющую ориентироваться в особенностях развития осадочного выполнения различных геодинамических типов бассейнов и закономерностях размещения в них залежей полезных ископаемых и УВ и применять полученные в рамках лекционного курса теоретические знания при прогнозе результатов поисков и разведки месторождений нефти, газа и газоконденсата; навыками анализа последовательностей крупных осадочных ассоциаций и «читать» по ним основные этапы формирования осадочного выполнения различных геодинамических типов осадочных бассейнов, формирующихся на разных этапах цикла Уилсона; способностью ориентироваться в основных особенностях флюидогеодинамики осадочных бассейнов различных геодинамических типов; навыками анализа гидрогеохимической зональности осадочных бассейнов; представлениями об основных формационно-гидрогеохимических категориях осадочных бассейнов, владеть навыками решения задач реконструкции зональности минерализации, химического состава и металлоносности подземных вод в разных типах осадочных бассейнов; способностями прогнозировать зональность газового и изотопного состава подземных вод различных геодинамических типов осадочных бассейнов; навыками анализа гидрогеодинамической зональности верхнего и нижнего гидрогеодинамических этажей осадочных бассейнов различных типов.

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

Вариант 1

По приведенной исходной информации установите характерные особенности строения и основные черты формирования осадочного выполнения внутриконтинентальных рифтовых бассейнов.

Исходные данные для выполнения задания: Осадочные формации и осадочные бассейны / А.В. Маслов, В.П. Алексеев; – Екатеринбург: УГГГА, 2003. – 203 с.

Вариант 2

По приведенной исходной информации дайте определение и установите характерные особенности «дельтовых осадочных бассейнов».

Исходные данные для выполнения задания: Осадочные формации и осадочные бассейны / А.В. Маслов, В.П. Алексеев; – Екатеринбург: УГГГА, 2003. – 203 с.

Вариант 3

По приведенной исходной информации установите основные области накопления осадочных ассоциаций пассивных континентальных окраин, основные типы осадочных ассоциаций и главные процессы, контролирующие их формирование.

Исходные данные для выполнения задания: Осадочные формации и осадочные бассейны / А.В. Маслов, В.П. Алексеев; – Екатеринбург: УГГГА, 2003. – 203 с.

Вариант 4

По приведенной исходной информации установите причины зарождения, условия существования и исчезновения карбонатных платформ.

Исходные данные для выполнения задания: Осадочные формации и осадочные бассейны / А.В. Маслов, В.П. Алексеев; – Екатеринбург: УГГГА, 2003. – 203 с.

Вариант 5

По приведенной исходной информации установите геодинамический режим формирования осадочных бассейнов пассивных континентальных окраин.

Исходные данные для выполнения задания: Осадочные формации и осадочные бассейны / А.В. Маслов, В.П. Алексеев; – Екатеринбург: УГГГА, 2003. – 203 с.

Вариант 6

По приведенной исходной информации определите принадлежность перечисленных осадочных бассейнов к этапам цикла Уилсона (бассейны: Мичиганский, Венский, Предуральский, Предгималайский, Индоло-Кубанский, Индо-Гангский, Восточно-Баренцевоморский, Охотоморский, Сантос, Кампос, Предкарпатский, Североморский, Восточно-Сибирский).

Исходные данные для выполнения задания: Осадочные формации и осадочные бассейны / А.В. Маслов, В.П. Алексеев; – Екатеринбург: УГГГА, 2003. – 203 с.

Вариант 7

По приведенной исходной информации установите основные особенности строения и формирования и типы осадочных ассоциаций в преддуговых бассейнах.

Исходные данные для выполнения задания: Осадочные формации и осадочные бассейны / А.В. Маслов, В.П. Алексеев; – Екатеринбург: УГГГА, 2003. – 203 с.

Вариант 8

По приведенной исходной информации установите характерные для начальной стадии цикла Уилсона осадочные бассейны и определите общие особенности формирования их осадочного выполнения.

Исходные данные для выполнения задания: Осадочные формации и осадочные бассейны / А.В. Маслов, В.П. Алексеев; – Екатеринбург: УГГГА, 2003. – 203 с.

Вариант 9

Выделите и дайте характеристику истории становления литогеодинамического анализа осадочных бассейнов.

Исходные данные для выполнения задания: Литогеодинамика и минерагения осадочных

бассейнов / Е.А. Басков, Г.А. Беленицкая, С.И. Романовский и др.; Под ред. А.Д. Щеглова.
– СПб.: ВСЕГЕИ, 1998. – 480 с.

Вариант 10

По приведенной исходной информации установите и дайте характеристику научных основ для создания литогеодинамических классификаций осадочных бассейнов.

Исходные данные для выполнения задания: Литогеодинамика и минерагения осадочных бассейнов / Е.А. Басков, Г.А. Беленицкая, С.И. Романовский и др.; Под ред. А.Д. Щеглова.
– СПб.: ВСЕГЕИ, 1998. – 480 с.

Вариант 11

По приведенной исходной информации установите ряды осадочных формаций-индикаторов бассейнов надрифтовых впадин.

Исходные данные для выполнения задания: Литогеодинамика и минерагения осадочных бассейнов / Е.А. Басков, Г.А. Беленицкая, С.И. Романовский и др.; Под ред. А.Д. Щеглова.
– СПб.: ВСЕГЕИ, 1998. – 480 с.

Вариант 12

По приведенной исходной информации установите основные/современные подходы к разработке геодинамической систематики осадочных бассейнов.

Исходные данные для выполнения задания: Литогеодинамика и минерагения осадочных бассейнов / Е.А. Басков, Г.А. Беленицкая, С.И. Романовский и др.; Под ред. А.Д. Щеглова.
– СПб.: ВСЕГЕИ, 1998. – 480 с.

Вариант 13

По приведенной исходной информации установите базовые требования к созданию современной классификационно-диагностической системы осадочных бассейнов.

Исходные данные для выполнения задания: Литогеодинамика и минерагения осадочных бассейнов / Е.А. Басков, Г.А. Беленицкая, С.И. Романовский и др.; Под ред. А.Д. Щеглова.
– СПб.: ВСЕГЕИ, 1998. – 480 с.

Вариант 14

По приведенной исходной информации установите и охарактеризуйте современные принципы литогеодинамического анализа основных осадочных систем.

Исходные данные для выполнения задания: Литогеодинамика и минерагения осадочных бассейнов / Е.А. Басков, Г.А. Беленицкая, С.И. Романовский и др.; Под ред. А.Д. Щеглова.
– СПб.: ВСЕГЕИ, 1998. – 480 с.

Вариант 15

По приведенной исходной информации установите факторы, воздействующие на осадочные системы, а также их возможную иерархию

Исходные данные для выполнения задания: Литогеодинамика и минерагения осадочных бассейнов / Е.А. Басков, Г.А. Беленицкая, С.И. Романовский и др.; Под ред. А.Д. Щеглова.
– СПб.: ВСЕГЕИ, 1998. – 480 с.

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 с основами литогеодинамического анализа осадочных бассейнов;
- умение работе с текстовой и графической документацией, характеризующей особенности формирования и эволюции различных типов осадочных бассейнов;
- владение навыками представления об истории формирования осадочного выполнения различных геодинамических типов осадочных бассейнов и закономерностях размещения в них залежей УВ;;
- 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 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 литогеодинамического анализа осадочного бассейна.

<i>Критерии оценивания контрольной работы</i>	<i>Количество баллов</i>
Самостоятельность и правильность выполнения задания	0-1
Умение извлекать и использовать основную (важную) информацию из заданных теоретических, научных, справочных, энциклопедических источников	0-1
Оформление работы в соответствии с предъявляемыми требованиями	0-1
Наличие и полнота выводов, использование профессиональной терминологии	0-1
Итого	0-5

5 баллов (90-100%) - оценка «отлично»

4 балла (70-89%) - оценка «хорошо»

3 балла (50-69%) - оценка «удовлетворительно»

0-2 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно».

Критерии оценки:

Ответ правильный, всесторонне и глубоко освещает предложенный вопрос, показывает умение студента делать выводы, соблюдать нормы литературной речи, владение профессиональной лексикой (полный и правильный ответ) – 5 баллов.

Ответ отвечает основным предъявляемым требованиям - студент обстоятельно владеет материалом, показывает умение делать выводы, соблюдать нормы литературной

речи, владение профессиональной лексикой, однако не на все вопросы дает глубокие, исчерпывающие и аргументированные ответы (неточный, правильный ответ) – 4 балла.

Ответ неполно раскрывает поставленные вопросы, студент поверхностно отвечает на вопросы, допускает существенные недочеты - затрудняется делать выводы, использовать нормы литературной речи, профессиональной лексики (неточный и неполный ответ) – 3 балла.

Ответы на вопросы неправильны или не отличаются аргументированностью. Студент не показывает необходимых минимальных знаний, бытовая речь, неумение делать выводы, а также, если студент отказывается отвечать (неправильный ответ, отказ от ответа) – 0-2 балла.

Правила оценивания:

оценка «отлично» выставляется, если обучающийся получил за ответы 5 баллов;

оценка «хорошо» выставляется, если обучающийся получил за ответы 4 балла;

оценка «удовлетворительно» выставляется, если обучающийся получил за ответы 3 балла;

оценка «неудовлетворительно» выставляется, если обучающийся получил за ответы 0-2 балла.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Проректор по учебно-методическому комплексу



МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.ДВ.02.02 ЛИТОГЕОДИНАМИКА

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Маслов А.В., д.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

_____ (название кафедры)

Зав. кафедрой

_____ (подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

_____ (Фамилия И.О.)

Протокол № 8 от 03.03.2020

_____ (Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

_____ (название факультета)

Председатель

_____ (подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

_____ (Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

_____ (Дата)

Екатеринбург
2020

Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Литогеодинамика» 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 закономерностям формирования осадочных бассейнов;
- 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 «Литогеодинамика». 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: Предмет литогеодинамического анализа осадочных бассейнов, основные понятия и объекты исследования, историю становления дисциплины. Основные определения осадочных формация/крупных ассоциаций осадочных горных пород и главные типы осадочных бассейнов. Классификации осадочных бассейнов, этапы их исследования. Современная/геодинамическая классификация осадочных бассейнов. Основная учебная литература. Основные современные направления литогеодинамического анализа осадочных бассейнов [1], 5-15.

Дополнительная литература: [2, 3, 4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Для какого этапа/стадии развития океана характерна молассовая формация?
2. Термин «осадочный бассейн»: эволюция взглядов исследователей. Наиболее приемлемое с Вашей точки зрения определение.
3. Какой принцип положен в основу большинства существующих в настоящее время классификаций осадочных бассейнов? Классификация осадочных бассейнов Г.А. Беленицкой: принцип, режимы, обстановки, модельные типы осадочных бассейнов.
4. Цикл Уилсона, количество стадий и характерные для каждой геодинамические особенности и процессы осадконакопления.
5. Классический геосинклинальный цикл и цикл Уилсона: черты сходства и различия.
6. Для какого этапа/стадии развития океана характерны аспидная, флишевая и молассовая формации?
7. Термин «осадочная формация». История появления и эволюция представлений.
8. Термин «осадочная формация» современное понимание, области применения.
9. Последовательность формация в классическом геосинклинальном цикле.
10. Можно ли вписать типовую последовательность формация М. Бертрана в цикл Уилсона. И, если можно, то как?

Тема 2: Основные подходы к геодинамической систематике осадочных бассейнов, классификационно-диагностическую систему осадочных бассейнов. Принципы литогеодинамического анализа основных осадочных систем, факторы, воздействующие на систему/системы, влияние изменений уровня Мирового океана, причины и значение перерывов в осадконакоплении для литогеодинамического анализа, вариации скоростей осадконакопления в седиментационных системах разных типов. Геодинамические типы осадочных бассейнов (бассейны внутриплитных, спрединговых, субдукционных обстановок). Систематика, основные типы и примеры бассейнов (зрелые континентальные рифты, авлакогены, подводные конусы выноса на пассивных и активных континентальных окраинах, шельфовые, склоново-шельфовые бассейны, бассейны/области осадконакопления на континентальном подножии, глубоководные желоба, преддуговые, междуговые и задуговые бассейны/окраинные моря) [1], с. 47-71

Дополнительная литература: [2, 3, 4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Характерные особенности строения и основные черты формирования осадочного выполнения внутриконтинентальных рифтовых бассейнов.

2. «Дельтовые осадочные бассейны»: определение, особенности строения, модельные примеры.
3. Общие особенности процессов осадконакопления в сдвиговых бассейнах. Основные примеры подобного рода бассейнов.
4. Стадии развития Восточно-Африканской рифтовой зоны. Особенности формирования осадочных образований каждой стадии.
5. Осадочные бассейны межкратонных рифтов: морфология, особенности формирования осадочного выполнения, примеры модельных объектов.
6. Длительность формирования осадочных бассейнов внутриконтинентальных рифтовых зон и авлакогенов. Черты сходства и различия в формировании осадочного выполнения указанных структур.
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. Карбонатные платформы: определение, причины зарождения, условия существования и исчезновения, основные типы, примеры современные и древние.
10. Стадийность развития внутриконтинентальных рифтовых бассейнов.
11. Геодинамический режим формирования осадочных бассейнов пассивных континентальных окраин. Общая характеристика особенностей формирования осадочного выполнения этих бассейнов.
12. Пассивные континентальные окраины «атлантического типа»: строение, основные особенности формирования, модельные примеры.
13. Аккреционная призма преддугового осадочного бассейна: определение, место в бассейне и основные закономерности ее формирования.
14. Основные типы бассейнов, формирующиеся в пределах активных континентальных окраин: строение, особенности развития, модельные примеры.
15. Цикл Уилсона, количество стадий и характерные для каждой геодинамические особенности и процессы осадконакопления.
16. Преддуговые, междуговые, задуговые бассейны и бассейны окраинных морей: строение, особенности формирования, общая характеристика процессов осадконакопления.

Тема 3. Основные особенности гидрогеологии и флюидогеодинамики осадочных бассейнов различных геодинамических типов. Структурно-гидрогеологические категории осадочных бассейнов. Гидрогеохимическая зональность осадочных бассейнов. Формационно-гидрогеохимические категории осадочных бассейнов. Общие черты зональности минерализации, химического состава и металлоносности подземных вод в различных геодинамических типах осадочных бассейнов. Зональность газового состава подземных вод. Зональность изотопного и микробиологического состава подземных вод различных геодинамических типов осадочных бассейнов [1], с. 71-167

Дополнительная литература: [2, 3, 4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Литогеодинамический анализ осадочных бассейнов: предмет и объекты исследования.
2. История становления литогеодинамического анализа осадочных бассейнов.
3. Литогеодинамические основы классификации осадочных бассейнов.
4. Ряды осадочных формаций-индикаторов геодинамических обстановок.
5. Основные подходы к геодинамической систематике осадочных бассейнов.
6. Классификационно-диагностическая система осадочных бассейнов.
7. Принципы литогеодинамического анализа основных осадочных систем.

8. Факторы, воздействующие на осадочные системы.
9. Значение перерывов в осадконакоплении для литогеодинимического анализа.
10. Основные особенности флюидогеодинимики осадочных бассейнов надрифтовых впадин.
11. Основные особенности флюидогеодинимики осадочных бассейнов пассивных континентальных окраин.
12. Вариации скоростей осадконакопления в седиментационных системах разных типов.

Тема 4. Гидрогеодинамическая зональность осадочных бассейнов (верхний и нижний гидрогеодинамические этажи). Основные парагентические группы подземных вод бассейнов различных этапов геодинамического цикла Уилсона. Роль подземных вод осадочных бассейнов как полезного ископаемого [1], с. 167-192

Дополнительная литература: [2, 3, 4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Формационно-гидрогеохимические категории осадочных бассейнов.
2. Общие черты зональности минерализации, химического состава и металлоносности подземных вод в различных геодинамических типах осадочных бассейнов.
3. Гидрогеохимическая зональность осадочных бассейнов надрифтового типа.
4. Структурно-гидрогеологические категории осадочных бассейнов.
5. Основные формационно-гидрогеохимические категории осадочных бассейнов.
6. Зональность минерализации в бассейнах пассивных континентальных окраин.
7. Химический состав и металлоносность подземных вод бассейнов надрифтовых впадин.
8. Химический состав и металлоносность подземных вод бассейнов пассивных окраин.
9. Химический состав и металлоносность подземных вод бассейнов межгорных впадин.
10. Зональность газового и изотопного состава подземных вод бассейнов межгорных впадин.
11. Зональность газового и изотопного состава подземных вод бассейнов надрифтовых впадин.
12. Зональность газового и изотопного состава подземных вод бассейнов пассивных окраин.
13. Гидрогеохимическая зональность осадочных бассейнов.
14. Гидрогеодинамическая зональность осадочных бассейнов (верхний и нижний гидрогеодинамические этажи).
15. Гидрогеодинамическая зональность верхнего и нижнего гидрогеодинамических этажей бассейнов межгорных впадин.
16. Роль подземных вод осадочных бассейнов как полезного ископаемого.

Вопросы к экзамену по курсу «Литогеодинимика»

1. Цикл Уилсона, количество стадий и характерные для каждой геодинамические особенности и процессы осадконакопления.
2. «Дельтовые осадочные бассейны»: определение, особенности строения, модельные примеры.
3. Для какого этапа/стадии развития океана характерна молассовая формация?
4. Термин «осадочный бассейн»: эволюция взглядов исследователей. Наиболее приемлемое с Вашей точки зрения определение.
5. Какой принцип положен в основу большинства существующих в настоящее время классификаций осадочных бассейнов? Классификация осадочных бассейнов

6. Г.А. Беленицкой: принцип, режимы, обстановки, модельные типы осадочных бассейнов.
7. Классический геосинклинальный цикл и цикл Уилсона: черты сходства и различия.
8. Для какого этапа/стадии развития океана характерны аспидная, флишевая и молассовая формации?
9. Характерные особенности строения и основные черты формирования осадочного выполнения внутриконтинентальных рифтовых бассейнов.
10. Общие особенности процессов осадконакопления в сдвиговых бассейнах. Основные примеры подобного рода бассейнов.
11. Стадии развития Восточно-Африканской рифтовой зоны. Особенности формирования осадочных образований каждой стадии.
12. Осадочные бассейны межкратонных рифтов: морфология, особенности формирования осадочного выполнения, примеры модельных объектов.
13. Длительность формирования осадочных бассейнов внутриконтинентальных рифтовых зон и авлакогенов. Черты сходства и различия в формировании осадочного выполнения указанных структур.
14. На какой стадии цикла Уилсона образуются осадочные бассейны внутриконтинентальных рифтов? Дайте общую характеристику данной стадии цикла Уилсона.
15. Основные области накопления осадочных ассоциаций пассивных континентальных окраин: типа осадочных ассоциаций, процессы, контролирующие их формирование.
16. Стадийность развития внутриконтинентальных рифтовых бассейнов.
17. Карбонатные платформы: определение, причины зарождения, условия существования и исчезновения, основные типы, примеры современные и древние.
18. Геодинамический режим формирования осадочных бассейнов пассивных континентальных окраин. Общая характеристика особенностей формирования осадочного выполнения этих бассейнов.
19. Пассивные континентальные окраины «атлантического типа»: строение, основные особенности формирования, модельные примеры.
20. Аккреционная призма преддугового осадочного бассейна: определение, место в бассейне и основные закономерности ее формирования.
21. Основные типы бассейнов, формирующиеся в пределах активных континентальных окраин: строение, особенности развития, модельные примеры.
22. С каким геодинамическим режимом связано формирование осадочных бассейнов внутриконтинентальных рифтовых зон?
23. Преддуговые, междуговые, задуговые бассейны и бассейны окраинных морей: строение, особенности формирования, общая характеристика процессов осадконакопления.
24. Осадочные бассейны, характерные для начальной стадии цикла Уилсона. Общая характеристика формирования осадочного выполнения, примеры модельных бассейнов.
25. При каком условии глубоководные желоба почти полностью выполнены осадками? Можно ли встретить обратную ситуацию? Примеры.
26. Основные особенности флюидогеодинамики осадочных бассейнов надрифтовых впадин.
27. Гидрогеохимическая зональность осадочных бассейнов надрифтового типа.
28. Гидрогеохимическая зональность осадочных бассейнов пассивных континентальных окраин.
29. Гидрогеохимическая зональность предгорных осадочных бассейнов.
30. Основные особенности флюидогеодинамики осадочных бассейнов пассивных континентальных окраин.

31. Основные особенности флюидогеодинамики предгорных осадочных бассейнов.
32. Основные формационно-гидрогеохимические категории осадочных бассейнов.
33. Зональность минерализации в бассейнах пассивных континентальных окраин.
34. Зональность минерализации в предгорных бассейнах.
35. Химический состав и металлоносность подземных вод бассейнов пассивных окраин.
36. Химический состав и металлоносность подземных вод бассейнов межгорных впадин.
37. Зональность газового и изотопного состава подземных вод бассейнов межгорных впадин.
38. Зональность газового и изотопного состава подземных вод бассейнов надрифтовых впадин.
39. Зональность газового и изотопного состава подземных вод бассейнов пассивных окраин.
40. Гидрогеодинамическая зональность верхнего и нижнего гидрогеодинамических бассейнов надрифтовых впадин.
41. Гидрогеодинамическая зональность верхнего и нижнего гидрогеодинамических этажей бассейнов пассивных окраин.

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.html3>.
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. Литогеодинамика: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация № 3 Геология нефти и газа / А.В. Маслов. Екатеринбург: УГГУ, 2019. 18 с.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Проректор по учебно-методическому комплексу


С.А. Управов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.ДВ.03.01 ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ**

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

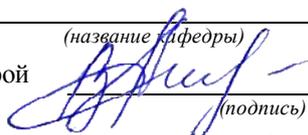
форма обучения: очная

Автор: Алексеев В.П., д.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)

Зав. кафедрой



к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.034.2020

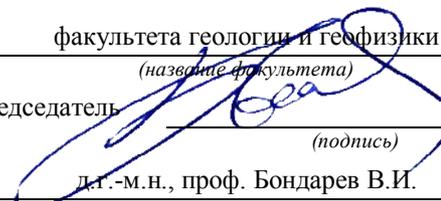
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель



д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.034.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

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 РАН, 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 № 3 Геология нефти и газа / В.П. Алексеев. Екатеринбург: УГГУ, 2019. 14 с.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Проректор по
комплексу





МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.ДВ.03.02 АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

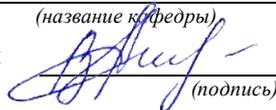
Автор: Алексеев В.П., д.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры

Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)

Зав. кафедрой



к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.03.2020

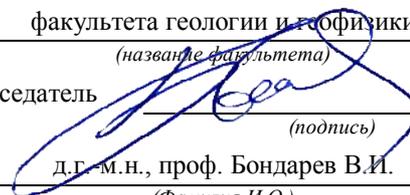
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель



д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

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-, 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 газовые 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 № 3 Геология нефти и газа / В.П. Алексеев. Екатеринбург: УГГУ, 2019. 11 с.

Введение

Учебным планом специальности 21.05.02 Прикладная геология по дисциплине «Ихнофациальный анализ» предусматривается написание контрольной работы на тему «Определение ихнофоссилий в образце керна». Это – самостоятельный труд студента, который способствует углублённому изучению пройденного материала.

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

профессиональных

ПК-6: способностью осуществлять геологический контроль качества всех видов работ геологического содержания на разных стадиях изучения конкретных объектов

Знать: основные приемы и последовательность работ при выделении и идентификации индивидуальных ихнофоссилий.

Уметь: выделять, диагностировать и анализировать ихнофоссилии.

Владеть: навыками распознавания следов жизнедеятельности организмов.

профессионально-специализированных

в производственно-технологической деятельности

ПСК-3.2: способностью обрабатывать и интерпретировать вскрытые глубокими скважинами геологические разрезы.

Знать: основные приемы и последовательность работ при выделении и интерпретации ассоциаций ихнофоссилий.

Уметь: применять комплекс ихнологических и ихнофациальных методов для решения практических задач при палеогеографических реконструкциях осадочных бассейнов.

Владеть: 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 ихнофоссилий, в полученном образце керна. Опишите основные морфологические признаки. Проанализируйте условия обитания и установите геологическое значение исследуемых ихнофоссилий.

1. Следы жизнедеятельности организмов и их палеонтологическое значение : монография / О. С. Вялов ; Академия наук УССР, Институт геологии и геохимии горючих ископаемых, Львовское геологическое общество. - Киев :Наукова Думка, 1966. - 219 с. : ил. - Библиогр.: с. 157.

2. Распознавание солоноватоводных обстановок осадконакопления с использованием ихнологических данных [Текст] = Reconstruction of brackish-water systems using an ichnological framework / А. В. Щепеткина, М. К. Джинграс, С. Д. Пембертон // Геология и геофизика. - 2018. - Т. 59, № 1. - С. 66-88. - Библиогр.: с. 88 . - ISSN 0016-7886

Каждый вариант контрольной работы составлен из каменного материала в виде образца керна осадочных пород с остатками ихнофоссилий.

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 ихнофоссилий

1. Определение формы сохранности ископаемых остатков.
2. Общие закономерности строения ихнофоссилий
3. Сделать зарисовку, указав линейный масштаб. Выделить стрелками и подписать названия всех выявленных элементов следов жизнедеятельности.
4. Определить и доказать систематическую принадлежность ихнофоссилий.
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 ископаемых органических остатков.

<i>Критерии оценивания контрольной работы</i>	<i>Количество баллов</i>
Правильность определения систематической принадлежности ихнофоссилий	0-1
Полнота описания морфологического строения ихнофоссилий	0-2
Логичность и аргументированность выводов по работе	0-1
Использование профессиональной терминологии	0-1
Итого	0-5

- 5 баллов (90-100%) - оценка «зачтено»
- 4 балла (70-89%) - оценка «зачтено»
- 3 балла (50-69%) - оценка «зачтено»
- 0-2 балла (0-49%) - оценка «не зачтено».

Критерии оценки:

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся:

- если правильно определена систематическая принадлежность; дано полное описание морфологического строения; выводы по работе логичные и аргументированные, материал изложен профессиональным языком;

- если правильно определена систематическая принадлежность; дано полное описание морфологического строения; имеется вывод по работе или его нет, материал изложен профессиональным языком;

- если правильно определена систематическая принадлежность; описание морфологического строения с существенными замечаниями; выводы по работе нелогичны или отсутствуют, материал изложен без использования профессиональной терминологии;

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если правильно определена систематическая принадлежность или не определена; описание морфологического строения неполно или неверно; выводы по работе нелогичны или отсутствуют, материал изложен без использования профессиональной терминологии.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Проректор по учебно-методическому комплексу


С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.ДВ.04.01 ИХНОФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Погромская О.Э., д.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

Зав. кафедрой

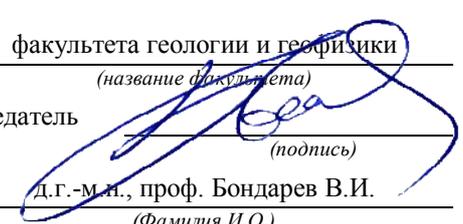

(подпись)
к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.03.2020
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики
(название факультета)

Председатель


(подпись)
д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020
(Дата)

Екатеринбург
2020

Введение

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

- ✓ выполнение домашних заданий;
- ✓ освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую программу дисциплины [8];
- ✓ 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 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 «Ихнофациальный анализ». 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: Вводная часть. [1, 2]

Определение ихнологии. История возникновения и развития ихнологии. Значение ихнологии и ее место в естественных науках. Основная терминологическая база.

Дополнительная литература: [3, 4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что такое ихнофоссилии?
2. Что такое ихнофагии?
3. Что такое топонимия?

Тема 2: Различные классификации ископаемых следов жизнедеятельности. [1, 2]

Этология. Различные подходы к классификации ископаемых следов жизнедеятельности. Топонимические классификации. Этологическая классификация, основные типы поведения животных и факторы окружающей среды. Таксономическая классификация.

Дополнительная литература: [3, 4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что означает след хождения?
2. Назовите основные этологические группы по назначению ходов
3. Что такое структуры убежища?

Тема 3: Основные, наиболее часто встречающиеся ихнотаксоны. [1, 2]

Arenicolites Salter, 1857; Chondrites Brongniart, 1828; Cruziana d'Orbigny, 1879; Diplocraterion Torell, 1870; Gastrochaenolites Leymerie, 1842; Ophiomorpha Lundgren 1891; Palaeophycus Hall, 1847; Paleodictyon Meneghini, 1850; Phycosiphon Fischer-Ooster 1858; Planolites Nicholson, 1873; Schaubcylindrichnus Frey and Howard, 1981; Skolithos Haldeman, 1840; Teichichnus Seilacher, 1955; Thalassinoides Ehrenberg, 1944; Trypanites Magdefrau, 1932; Zoophycos Massalongo, 1855.

Дополнительная литература: [3, 4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Морфология ихнофагии зоофикос Zoophycos
2. Морфология ихнофагии сколитос Skolithos
3. Что такое круциана Cruziana?

Тема 4: Концепция ихнофагии. Наиболее распространенные ихнофагии. [1, 2]

Рекуррентные ассоциации ихнофоссилий. Концепция ихнофагии. Состав, характеристика, этологическая, экологическая и седиментологическая интерпретация наиболее распространенных ихнофагий: Skolithos, Cruziana, Zoophycos, Nereites. Ихнофагии, контролируемые субстратом (Trypanites, Teredolites и др.).

Дополнительная литература: [3, 4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Назовите глубинные ихнофагии

2. Назовите ихнофагии, характерные для берегового склона
3. Назовите прибрежные ихнофагии

Тема 5: Современные методы исследования ихнофоссилий и биотурбированных отложений. [1, 2]

Обзор современных лабораторных и аналитических методов исследования современных и захороненных ихнофоссилий, биотурбированных отложений.

Дополнительная литература: [3, 4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что такое ихнотекстурный анализ?
2. Что такое ихнотекстурный индекс?
3. Изобразите ихнотекстурную диаграмму

Тема 6: Комплексирование результатов ихнологических методов с другими геологическими исследованиями осадочных толщ. [1, 2]

Комплексирование ихнологических и ихнофагиальных исследований древних отложений с седиментологическими, стратиграфическими построениями, бассейновым анализом и др. Влияние биотурбации на петрофизические свойства осадочных образований.

Дополнительная литература: [3, 4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что такое ярусность следов жизнедеятельности?
2. Назовите ихнофоссилии, характерные для верхнего яруса мягких осадков
3. Что такое замороженный ихнотекстурный профиль?

Вопросы к зачету по курсу «Ихнофагиальный анализ»

1. Оказывают ли влияние абиотические условия среды на количество и разнообразие ихнофоссилий?
2. Свидетельством какого фактора, являются структуры поверхностного питания?
3. Результатом воздействия какой фауны, являются структуры подземного питания?
4. Можно ли по ихнофоссилиям судить о твердости донного субстрата?
5. Что означает этология в ихнологии?
6. Что означает след хождения?
7. Какие изменения происходят в осадке в результате биотурбации?
8. Что такое ихноценоз?
9. Что такое топономия?
10. Что такое следовая дорожка?
11. Что такое биостратификационная структура?
12. Что такое биодепозиционная структура?
13. Что такое биоэрозионная структура?
14. Что такое шахта в ихнологии?
15. Что такое туннель в ихнологии?
16. Что такое футеровка стенки места обитания?
17. Что такое структура твёрдого дна?
18. Что такое структура мягкого дна?
19. Что такое возвратное заполнение следа?
20. Что такое пассивное заполнение следа?

21. Что такое активное заполнение следа?
22. Что означает термин ризолит?
23. Что означает термин графоглиптид?
24. Что означает термин гипоглиф?
25. Что означает термин эпиглиф?

Рекомендуемая литература

1 Дедова И.С. Основы палеонтологии и геологического профилирования [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И.С. Дедова, В.А. Харланов. — Электрон. текстовые данные. — Волгоград: Волгоградский государственный социально-педагогический университет, «Перемена», 2017. — 74 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70734.html>

2 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>

3 Следы жизнедеятельности организмов и их палеонтологическое значение : монография / О. С. Вялов ; Академия наук УССР, Институт геологии и геохимии горючих ископаемых, Львовское геологическое общество. - Киев : Наукова Думка, 1966. - 219 с. : ил. - Библиогр.: с. 157.

4 Распознавание солоновато-водных обстановок осадконакопления с использованием икнологических данных [Текст] = Reconstruction of brackish-water systems using an ichnological framework / А. В. Щепеткина, М. К. Джинграс, С. Д. Пембертон // Геология и геофизика. - 2018. - Т. 59, № 1. - С. 66-88. - Библиогр.: с. 88 . - ISSN 0016-7886

5 Ихнофациальный анализ: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация № 3 Геология нефти и газа / В.П. Алексеев. Екатеринбург: УГГУ, 2019. 11 с.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Проректор по учебно-методическому комплексу

С.А. Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Б1.В.ДВ.04.02 МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ**

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Погромская О.Э., к.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.03.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

(подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

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:

профессиональных

ПК-6:Способность осуществлять геологический контроль качества всех видов работ геологического содержания на разных стадиях изучения конкретных объектов.

Результаты обучения, достижение которых свидетельствует об освоении компетенции:

Знания: морфологию ископаемых микроорганизмов;

Умения: выделять, диагностировать и анализировать микрофоссилии;

Владения: навыками работы с препаратами микрофоссилий.

ПСК-3.2:Способность обрабатывать и интерпретировать вскрытые глубокими скважинами геологические разрезы.

Знания: основы систематики, образ жизни и геологическое значение различных групп микроорганизмов; основные методы использования микроскопических остатков для целей детальной стратиграфии

Умения: использовать данные микропалеонтологии при корреляции вскрытых глубокими скважинами разрезов и определения стратиграфического положения стратонов; использовать их для определения палеогеографических условий накопления

Владения: представлениями об основных зональных стратиграфических шкал 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 исследуемыхмикрофоссилий.

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. - Библиогр.: с. 113-116. 10

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	0-1
Полнота описания морфологического строения микрофоссилий	0-2
Логичность и аргументированность выводов по работе	0-1
Использование профессиональной терминологии	0-1
Итого	0-5

- 5 баллов (90-100%) - оценка «зачтено»
- 4 балла (70-89%) - оценка «зачтено»
- 3 балла (50-69%) - оценка «зачтено»
- 0-2 балла (0-49%) - оценка «не зачтено».

Критерии оценки:

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся:

- если правильно определена систематическая принадлежность; дано полное описание морфологического строения; выводы по работе логичные и аргументированные, материал изложен профессиональным языком;
- если правильно определена систематическая принадлежность; дано полное описание морфологического строения; имеется вывод по работе или его нет, материал изложен профессиональным языком;

- если правильно определена систематическая принадлежность; описание морфологического строения с существенными замечаниями; выводы по работе нелогичны или отсутствуют, материал изложен без использования профессиональной терминологии;

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если правильно определена систематическая принадлежность или не определена; описание морфологического строения неполно или неверно; выводы по работе нелогичны или отсутствуют, материал изложен без использования профессиональной терминологии.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Проректор по
комплексу



МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.ДВ.04.02 МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

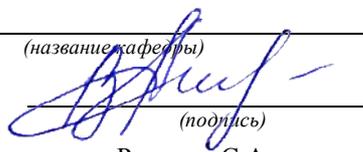
Автор: Погромская О.Э., д.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры

Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)

Зав. кафедрой



(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.03.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель



(подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

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 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 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 микрообъектов. [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, главные морфологические признаки и их диагностика в шлифах. Характеристика основных надсемейств. Биономические 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 Тинтинниды. [1-3]

Методика изучения Тинтиннид. Морфология и состав скелета. Основы систематики и экология тинтиннид. Стратиграфическое значение.

Дополнительная литература: [4-8].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Назовите особенности морфологии отряда Тинтиннид.

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 Conodontata.
5. Перечислите отряды класса Conodontata.
6. Охарактеризуйте основные этапы эволюции конодонтов во времени.
7. Расскажите о стратиграфическом значении конодонтов.
8. Опишите особенности методики изучения конодонтов.

Тема 7: Одноклеточные водоросли: кокколитофорида, 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 Spermophyta (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 № 3 Геология нефти и газа / В.П. Алексеев. Екатеринбург: УГГУ, 2019. 13 с.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Проректор по учебно-методическому комплексу

С.А. Зоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.ДВ.05.02 СИНЕРГЕТИКА В ГЕОЛОГИИ
НЕФТИ И ГАЗА**

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Алексеев В.П., д.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)

Зав. кафедрой _____

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 037.03.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель _____

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

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 фациальный 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 № 3 Геология нефти и газа / В.П. Алексеев. Екатеринбург: УГГУ, 2019. 11 с.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Проректор по учебно-методическому комплексу

С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.ДВ.06.01 МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Кривихин С.В., д.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)

Зав. кафедрой



к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.03.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель



д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

Введение

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

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

ПК-7: Готовность применять правила обеспечения безопасности технологических процессов, а также персонала при проведении работ в полевых условиях, на горных предприятиях, промыслах и в лабораториях.

Результаты обучения, достижение которых свидетельствует об освоении компетенции:

Знания: правила безопасности персонала при проведении работ в полевых условиях, на горных предприятиях, промыслах и в лабораториях.

Умения: оценивать степень безопасности работ в полевых условиях.

Владения: навыками обеспечения безопасности при отборе проб, а также персонала при проведении работ в полевых условиях и в лабораториях.

ПСК-3.1: Способность осуществлять поиски и разведку месторождений нефти, газа, газового конденсата.

Знания: классификацию, основные типы и условия образования осадочных пород; методы полевого изучения осадочных пород, их диагностические признаки, особенности седиментации; основные методы лабораторного изучения осадочных пород; значение осадочных горных пород как коллекторов нефти и газа.

Умения: проводить детальное описание диагностических признаков образцов терригенных пород; применять данные лабораторных исследований для характеристики осадочных пород; проводить качественную оценку коллекторских свойств осадочных пород.

Владения: навыками литолого-фациального расчленения терригенных отложений по комплексу диагностических признаков; навыками анализа результатов лабораторных методов исследования осадочных пород для качественной оценки коллекторских свойств.

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

Выполнить:

1. Зарисовку образцов терригенных пород
2. Провести описание диагностических признаков
3. Сделать вывод об условиях формирования пород

Вариативность работы осуществляется выдачей студентам индивидуальных наборов образцов

Порядок выполнения контрольной работы

Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующего, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций. Также

необходимо проанализировать практико-ориентированные задания, выполнявшиеся по этой теме ранее. прочитанных ранее.

Результат выполнения контрольной работы представляет собой решение поставленной задачи - описание образцов и оценка условий их формирования. Работа выполняется в рукописном варианте, согласно представленному в задании плану.

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, плохосортированным, с неоднородной косо-волнистой слоистостью, вплоть до узловатой 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 вверху.

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

Текст работы должен демонстрировать:

- знакомство автора методологические основы фашиального анализа осадочных пород;

- умение проводить фашиальную диагностику осадочных пород

- владение навыками литолого-фашиального расчленения терригенных 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.

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.

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 содержания.

<i>Критерии оценки контрольной работы</i>	<i>Количество баллов</i>
Правильность выполнения задания (определения признаков) по каждому из образцов	0-3
Аккуратность и детальность зарисовки каждого из образцов и аргументированность их описания	0-1
Использование профессиональной терминологии	0-1
Итого	0-5

3-5 баллов (50-100%) - «зачтено»

0-2 балла (0-49%) - «не зачтено».

Критерии оценки:

Оценка «зачтено» 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 -5 баллов.

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 - 4 балла.

- 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 -3 балла.

Оценка «не зачтено» 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 -0-2 балла

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Проректор по учебно-методическому комплексу

С.А. Упоров

УТВЕРЖАЮ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.ДВ.06.01 МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Кривихин С.В., к.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры

Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.03.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

(подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 78 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

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 [9];
- ✓ 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 [9]. 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 [5-8]. 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 [1-4] 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, общие вопросы безопасности геологоразведочных работ. [1-4]

Место осадочных пород в общей классификации горных пород. Образование осадочных пород: гипергенез, седиментогенез, диагенез, катагенез, метабенез. Классификации осадочных пород. Безопасность геологоразведочных работ: требования к персоналу, работа в условиях повышенной опасности, эксплуатация оборудования, инструментов и аппаратуры.

Дополнительная литература: [5-8].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. На какой стадии формирования осадочных пород происходит «мобилизация вещества»?
2. Приведите приме биохемотренной 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), галлоиды (соли – галиты, сильвиниты), сульфаты (гипсы, ангидрит), каоустобиолиты (угли, нефть).

Дополнительная литература: [5-8].

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: [5-8].

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: [5-8].

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. Типовые решения организации труда в геологосъемочных партиях, проводящих групповую геологическую съемку масштаба 1:50000 : нормативно-технический материал / Всесоюзный научно-исследовательский институт экономики минерального сырья и геологоразведочных работ ; сост. С. Е. Синицкий [и др.]. - Москва : ВИЭМС, 1987. - 49 с.

7. Охрана труда при геологоразведочных работах : учебное пособие / Новочеркасский политехнический институт ; науч. ред. С. И. Сергеев. - Новочеркасск : [б. и.], 1987. - 72 с.

8. 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>

9. Методы изучения осадочных пород: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация № 3 Геология нефти и газа / С.В. Кривихин. Екатеринбург: УГГУ, 2019. 12 с.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Проректор по учебно-методическому комплексу

С.А. Упоров



МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.ДВ.06.02 ОСНОВЫ ФАЦИАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Кривихин С.В., д.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры

Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)

Зав. кафедрой

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.034.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

Введение

Учебным планом специальности 21.05.02 Прикладная геология по дисциплине «Основы фациального анализа» предусматривается написание контрольной работы на тему «Описание образцов осадочных пород».

Этосамостоятельный труд студента, который способствует углублённому изучению пройденного материала.

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

ПСК-3.1:Способность осуществлять поиски и разведку месторождений нефти, газа, газового конденсата.

Знания:- классификация осадочных пород;особенности осадконакопления в различных палеоландшафтных обстановках; перечня текстурно-структурных и других диагностических признаков осадочных пород;значения фациального анализа для диагностики коллекторы нефти и газа, классификаций литолого-фациального расчленения отложений.

Умения:типизация осадочных пород по вещественному составу и условиям образования; характеристикаосновных палеогеографических обстановок осадконакопления; визуально определять диагностические признаки пород в образцах,проводить литолого-фациальное расчленение отложений по комплексу диагностических признаков

Владения:основами методологии генетических исследований в осадочной геологии,навыками детальной документации образцов осадочных пород;навыками применения литолого-фациальных реконструкций для качественной оценки коллекторских свойств пород.

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

Выполнить:

- 1.Зарисовку образцов терригенных пород
2. Провести описание диагностических признаков
3. Сделать вывод об условиях формирования пород

Вариативность работы осуществляется выдачей студентам индивидуальных наборов образцов

Порядок выполнения контрольной работы

Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующего, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций. Также необходимо проанализировать практико-ориентированные задания, выполнявшиеся по этой теме ранее.прочитанных ранее.

Результат выполнения контрольной работы представляет собой решение поставленной задачи - описание образцов и оценка условий их формирования.Работа выполняется в рукописном варианте, согласно представленному в задании плану.

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 узловатой 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 вверху.

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

Текст работы должен демонстрировать:

- знакомство автора методологические основы фашиального анализа осадочных пород;
- умение проводить фашиальную диагностику осадочных пород
- владение навыками литолого-фашиального расчленения терригенных 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.

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 содержания.

<i>Критерии оценки контрольной работы</i>	<i>Количество баллов</i>
Правильность выполнения задания (определения признаков) по каждому из образцов	0-3
Аккуратность и детальность зарисовки каждого из образцов и аргументированность их описания	0-1
Использование профессиональной терминологии	0-1
Итого	0-5

3-5 баллов (50-100%) - «зачтено»

0-2 балла (0-49%) - «не зачтено».

Критерии оценки:

Оценка «зачтено» 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 -5 баллов.

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 - 4 балла.

- 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 -3 балла.

Оценка «не зачтено» 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 -0-2 балла

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Проректор по учебно-методическому комплексу

С.А.Уповор

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.ДВ.06.02 ОСНОВЫ ФАЦИАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Кривихин С.В., к.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры

Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)

Зав. кафедрой



к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.03.2020

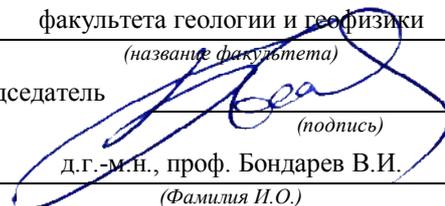
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель



д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

Введение

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

- ✓ выполнение домашних заданий;
- ✓ освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую программу дисциплины [9];
- ✓ 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 «Основы фациального анализа». Здесь указаны наименование и содержание лекционных тем в соответствии с рабочей программой дисциплины [9]. 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 [4-8]. 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 [1-3] 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. Образование и основные типы осадочных пород, общие требования безопасности к геологоразведочным работам [1-3]

Стадии формирования осадочных пород: гипергенез, седиментогенез, диагенез, катагенез, метагенез. Классификации осадочных пород: терригенные, хемогенные, органигенные породы. Распространение и промышленная значимость осадочных пород. Терригенные горные породы (грубообломочные, песчано-алевритовые, глинистые). Карбонатные породы (известняки, доломиты). Галоиды (соли – галиты, сильвиниты), сульфаты (гипсы, ангидрит). Каустобиолиты (угли, нефть). Основные меры безопасности при горно-разведочных работах (проведение и крепление выработок, устройство выходов из выработок и др.). Пожарная профилактика при полевых работах, средства и методы тушения пожаров.

Дополнительная литература: [4-8].

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.
4. Каковы основные метры безопасности при проведении геологоразведочных работ?
5. Профилактика противопожарной безопасности при полевых геологических работах.

Тема 2. Обстановки осадконакопления. [1-3]

Основные понятия, используемые при седиментологических реконструкциях. Континентальная группа отложений: пролювий, аллювий, озера, пустыни, болота. Переходная группа отложений: заливы и лагуны, дельты. Бассейновая группа отложений: побережья с терригенной седиментацией, побережья аридных зон и эвапориты, мелководные карбонатные обстановки, подвижное (активное) мелководье, открытый бассейн.

Дополнительная литература: [4-8].

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. Диагностические признаки пород. [1-3]

Признаки пород. Окраска породы. Структура пород: гранулометрический состав, сортированность отложений, окатанность и сферичность. Текстура (слоистость). Наблюдение над органическими остатками. Контакты и переходы слоев. Вторичные изменения, степень цементации.

Дополнительная литература: [4-8].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Чем определяется окраска пород?

2. Что понимается под «сортированностью породы»
3. Объясните формирование косої слоистости

Тема 4. Литолого-фациальное расчленение пород. [1-3]

Методология генетических исследований. Понятие «фация». Принципы фациального расчленения пород. Процедура установления фаций по диагностическим признакам. Классификации литолого-фациального расчленения различных типов отложений. Значение литолого-фациальных исследований при изучении осадочных пород.

Дополнительная литература: [4-8].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Какой из диагностических признаков является основным для определения фациальной принадлежности породы.
2. Объясните условия формирования аккумулятивных отложений подвижной зоны бассейнового мелководья.
3. Какие практические задачи решает использование литолого-фациального анализа при изучении осадочных толщ?

Рекомендуемая литература

1. 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. 5
2. Алексеев В.П. Литолого-фациальный анализ : учеб.-метод. пособие / Уральская гос. горно-геологическая академия. - Екатеринбург : УГГА, 2002. - 147 с. : табл.; рис. - Библиогр.: с. 128-139.
3. 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>.
4. Бакиров А.А. Литолого-фациальный и формационный анализ при поисках и разведке скоплений нефти и газа [Текст] : учебное пособие / А. А. Бакиров, А. К. Мальцева ; ред. А. А. Бакиров. - Москва : Недра, 1985. - 159 с.
5. Типовые решения организации труда в геологосъемочных партиях, проводящих групповую геологическую съемку масштаба 1:50000 : нормативно-технический материал / Всесоюзный научно-исследовательский институт экономики минерального сырья и геологоразведочных работ ; сост. С. Е. Синицкий [и др.]. - Москва : ВИЭМС, 1987. - 49 с.
7. Охрана труда при геологоразведочных работах : учебное пособие / Новочеркасский политехнический институт; науч. ред. С. И. Сергеев. - Новочеркасск: [б. и.], 1987. - 72 с.
8. 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>
9. Основы фациального анализа: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация № 3 Геология нефти и газа / С.В. Кривихин. Екатеринбург: УГГУ, 2019. 12 с.

Проректор по учебно-методическому
комплексу _____



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
И МЕТОДИКЕ ПРОВЕДЕНИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ
Б2.Б.01(У) ПО ПОЛУЧЕНИЮ ПЕРВИЧНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УМЕНИЙ
И НАВЫКОВ Ч. 1. ДЛЯ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ
ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ**

Авторы: Огородников В. Н., д.г-м.н., доцент; Поленов Ю. А., д.г-м.н., доцент

Одобрены на заседании кафедры
геологии

(название кафедры)

Зав.кафедрой

(подпись)

Огородников В.Н.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 8 от 17.03.2020

(Дата)

Рассмотрен методической комиссией
Факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

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

Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, ч.1 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; измерять 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

Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, ч.1 должна проводиться 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 посменно 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 ручьёв) 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 даётся 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, керны 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. Рекомендуется 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, "Kaalmag") 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 крышкой 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 фиксации 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. 340^0 , $\angle -30^0$, или при вертикальном залегании - азимута простираия и угла падения, например, аз. прост. $340^0 \angle 90^0$. Точность измерения в складчатых областях 5^0 для азимута и $2-3^0$ 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 $4-5^0$. Таких измерений необходимо сделать не менее 4-5. Разброс измерений в $20-30^0$ 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:

- штафные 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 заголовки, 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.

Организовано 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.



Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

И.В. Назаров, Е.В. Шипилова

**Методические указания
к геодезической практике для студентов всех
специальностей**

Екатеринбург - 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	5
1. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ И ИХ РАБОЧИЕ ПОВЕРКИ.....	6
1.1. Рабочие поверки теодолита Т-30 (2Т-30).....	6
1.2. Рабочие поверки нивелира Н-3.....	10
2. ПЛАНОВО-ВЫСОТНОЕ СЪЁМОЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ. ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ.....	13
2.1. Рекогносцировка местности и закрепление пунктов съёмочного обоснования.....	13
2.2. Измерение горизонтальных и вертикальных углов в тахеометрическом ходе.....	14
2.3. Измерение длин сторон тахеометрического хода.....	18
2.4. Привязка хода к пунктам опорной геодезической сети.....	19
3. ПЛАНОВО-ВЫСОТНОЕ СЪЁМОЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ. КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ.....	20
3.1. Вычисление привязки.....	20
3.2. Вычисление горизонтальных проложений длин линий.....	22
3.3. Вычисление отметок пунктов съёмочного обоснования методом тригонометрического нивелирования.....	23
3.4. Вычисление координат пунктов съёмочного обоснования.....	26
3.4.1. Вычисление угловой невязки хода.....	26
3.4.2. Вычисление дирекционных углов сторон хода.....	29
3.4.3. Вычисление приращений координат, их невязок и координат пунктов съёмочного обоснования.....	29
4. ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА.....	32
4.1. Работа на станции.....	32
4.2. Ведение журнала тахеометрической съёмки.....	33
4.3. Составление абриса.....	37
5. СОСТАВЛЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА.....	39
5.1. Вычерчивание координатной сетки.....	39
5.1.1. Построение пунктов съёмочного обоснования по координатам.....	39
5.2. Нанесение ситуации и рельефа местности на план.....	40

5.3. Оформление топографического плана	40
6. ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ ПО ОСИ ТРАССЫ	41
6.1. Рекогносцировка трассы	42
6.2. Разбивка пикетажа по трассе и поперечных профилей.....	42
6.3. Нивелирование по оси трассы и по поперечным профилям	43
6.4. Работа на станции при нивелировании	44
6.5. Камеральная обработка результатов нивелирования	4
6.5.1. Обработка нивелирного журнала	4
6.5.2. Построение профиля трассы	6
6.5.3. Проектирование по профилю	9
7. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ	12
7.1. Элементы геодезических разбивочных работ.....	12
7.1.1. Вынос в натуру проектного горизонтального угла	12
7.1.2. Вынос в натуру проектного расстояния.....	13
7.2. Вынос в натуру точки с заданными координатами (полярным способом)	13
7.3. Вынос в натуру точки с заданной отметкой	16
7.4. Вынос в натуру линии с проектным уклоном.....	17
8. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА ПО ПРАКТИКЕ	20
<i>Приложение 1</i>	22
<i>Приложение 2</i>	23

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Задачей учебной геодезической практики является закрепление теоретических знаний студентов и приобретение ими практических навыков при решении различных инженерно-геодезических задач.

Все виды работ, предусмотренные программой, выполняются студентами самостоятельно бригадами в составе 6 человек, Продолжительность учебной геодезической практике 2 недели.

Студенты допускаются к производству геодезических работ на практике лишь после изучения правил по охране труда и технике безопасности.

В период прохождения геодезической практики студенты обязаны выполнять установленный распорядок дня, бережно относиться к полученным приборам и инструментам и поддерживать дисциплину и порядок на полигоне и территории базы.

Руководитель практики систематически контролирует в течение всего периода практики все виды полевых и камеральных работ и принимает законченные работы.

Зачет по практике преподаватель принимает по пятибалльной системе от каждого студента в присутствии всех членов бригады.

Студенты, пропускающие дни практики, опаздывающие или уходящие с работы раньше срока по неуважительной причине, к зачету по практике не допускаются.

1. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ И ИХ РАБОЧИЕ ПОВЕРКИ

Для измерения углов на учебно-геодезической практике используются теодолиты Т-30, 2Т-30.

Основные части теодолита показаны на рис 1.1, отсчетные устройства приборов - на рис 1.2, сетка нитей - на рис 1.3.

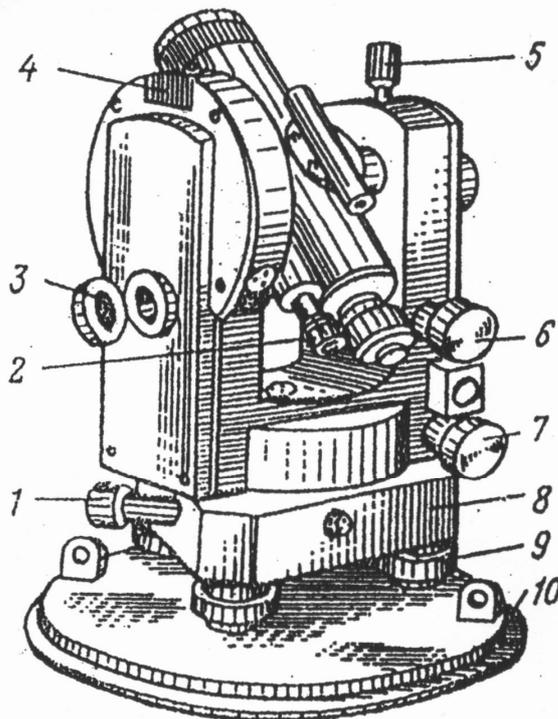


Рис. 1.1. Устройство теодолита 2Т30:

1 – наводящий винт лимба; 2 – микроскоп; 3 – зеркало для освещения шкал микроскопа; 4 – гнездо для крепления буссоли; 5 – закрепительный винт трубы; 6 – наводящий винт трубы; 7 – наводящий винт алидады; 8 – подставка; 9 – подъемные винты; 10 – основание.

1.1. Рабочие поверки теодолита Т-30 (2Т-30)

Поверка 1. Ось цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна вертикальной оси вращения прибора.

Уровень горизонтального круга устанавливают по направлению двух подъемных винтов, приводят или пузырек на середину, Затем поворачивают, алидаду на 180° . При отклонении пузырька от середины более чем на 2 деления производят юстировку – на половину дуги отклонения пузырька

уровня перемещают юстировочными винтами уровня. Затем поверку повторяют.

Поверка 2. Визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна к горизонтальной оси вращения трубы

Выбирают на местности удаленную точку. Наводят теодолит на удаленную точку и берут отсчёты по горизонтальному кругу при двух положениях вертикального круга КЛ₁ и КП₁. Открепив станovým винтом штатива подставку теодолита, поворачивают прибор примерно на 180° и повторяют то же самое, получая отчеты при КЛ₂ и КП₂. Получают значение коллимационной ошибки С по формуле:

$$C = \frac{(ККЛ - КП1 \pm 180^\circ) + (ККЛ - КП2 \pm 180^\circ)}{4}$$

Если величина С превышает 2', то вычисляют исправленный отсчет КП - С и устанавливают его на горизонтальном круге микрометрическим винтом алидады. При этом центр сетки нитей сместится с точки наведения. Для исправления данного положения вращают горизонтальные исправленные винты сетки нитей до совмещения ее центра с точкой наведения.

Пример: отсчеты по горизонтальному кругу

	КЛ	КП
Наведение 1	40°22'	220°20'
Наведение 2	200°10'	20°10'

$$C = \frac{(40^\circ 22' - 220^\circ 20' + 180^\circ 00') + (200^\circ 10' - 20^\circ 10' - 180^\circ 00')}{4}$$

$$C = \frac{4'}{4} = 1'$$

В штриховом микроскопе теодолита Т30 в середине поля зрения виден штрих, относительно которого осуществляется отсчет по лимбу (рис. 1.2, а). Перед отсчетом по лимбу необходимо определить цену деления лимба. В теодолите Т30 цена деления лимба составляет 10 угловых минут, т.к. градус разделен на шесть частей. Число минут оценивается на глаз в десятых долях

цены деления лимба. Точность отсчета составляет 1'.

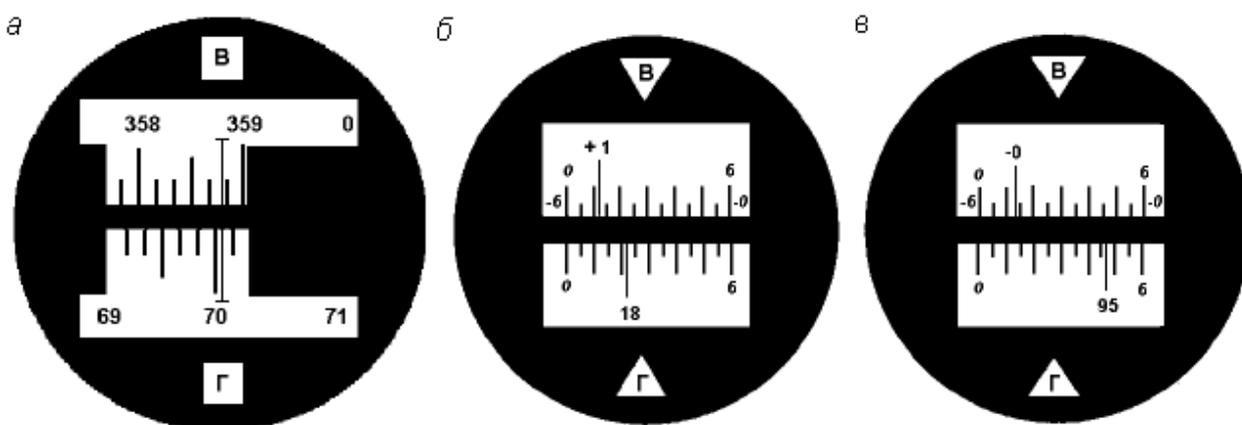


Рис. 1.2. Поле зрения отсчетных устройств: штрихового микроскопа с отсчетами по вертикальному кругу – $358^{\circ} 48'$, по горизонтальному – $70^{\circ} 03'$ (а); шкалового микроскопа с отсчетами: по вертикальному кругу – $1^{\circ} 11'$, по горизонтальному – $18^{\circ} 22'$ (б); по вертикальному кругу – $-0^{\circ} 47'$ по горизонтальному – $95^{\circ} 47'$ (в).

В шкаловом микроскопе теодолита 2Т30 в поле зрения видна шкала, размер которой соответствует цене деления лимба (рис. 1.2, б, в). Для теодолита технической точности размер шкалы и цена деления лимба равны $60'$. Шкала разделена на двенадцать частей, и цена ее деления составляет 5 угловых минут. Если перед числом градусов знака минус нет, отсчет производится по шкале от 0 до 6 в направлении слева направо (рис. 1.2, б). Если перед числом градусов стоит знак минус, в этом случае минуты отсчитываются по шкале вертикального круга, где перед цифрами от 0 до 6 стоит знак минус в направлении справа налево (рис. 1.2, в). Десятые доли цены деления шкалы берутся на глаз с точностью до $30''$.

Поверка 3. Горизонтальная ось вращения зрительной трубы должна быть перпендикулярна оси вращения теодолита.

Устанавливают теодолит недалеко от стены здания. Центр сетки нитей зрительной трубы наводят на высоко расположенную точку и, закрепив алидаду, наклоняют трубу примерно до горизонтального положения. Отмечают карандашом на стене проекцию центра сетки нитей. Переводят трубу через зенит, снова повторяют все действия. Если наблюдаемое в

зрительной трубе горизонтальное расстояние между двумя проекциями центра сетки нитей не превышает тройную ширину биссектора сетки, то условие поверки считается выполненным (рис. 1.3). В противном случае прибор подлежит исправлению на заводе.



Рис. 1.3 Сетка нитей

Поверка 4. Определение и исправление места нуля (МО) вертикального круга.

При двух положениях круга наводят центр сетки нитей на хорошо видимый предмет и берут отсчёты по вертикальному кругу КЛ и КП. Значение МО вычисляют по формуле:

Для 2Т-30

$$МО = \frac{КЛ + КП}{2}$$

для Т-30

$$МО = \frac{КЛ + КП - 180^\circ}{2}$$

Пример:

Отсчёты КЛ $7^\circ 20'$ $МО = \frac{7^\circ 20' + 172^\circ 44' - 180^\circ}{2} = 2'$

для Т-30 КП $172^\circ 44'$

отсчёты КЛ $7^\circ 20'$ $МО = \frac{7^\circ 20' - 7^\circ 24'}{2} = -2'$

для 2Т-30 КП $-7^\circ 24'$

Место нуля определяют дважды. Среднее значение не должно превышать 1-3'.

В противном случае микрометрическим винтом вертикального круга устанавливают на вертикальном круге отсчет, равный КП-МО. При этом центр сетки нитей сместится с наблюдаемой точки. Для исправления МО его совмещают с точкой наведения, вращая вертикальные исправительные винты сетки нитей.

Для контроля поверку повторяют. При выполнении этой поверки следят, чтобы пузырёк уровня горизонтального круга находился в нуль-пункте.

1.2. Рабочие поверки нивелира Н-3

Нивелир Н-3 предназначен для определения превышения между смежными точками местности. Основные части нивелира приведены на рис. 1.4.

Поверка 1. Ось круглого уровня должна быть параллельно оси вращения нивелира.

Вращением подъемных винтов приводят пузырек круглого уровня на середину. Поворачивают нивелир на 180°. Если пузырек не сместится с середины то условие выполнено. В противном случае юстировочными винтами уровня перемещают его к нуль-пункту на половину дуги отклонения. Затем поверку повторяют.

Поверка 2. Визирная ось зрительной трубы, должна быть параллельна оси цилиндрического уровня.

Поверку выполняют двойным нивелированием одной и той же линии длиной 50-75 м (рис 1.5)

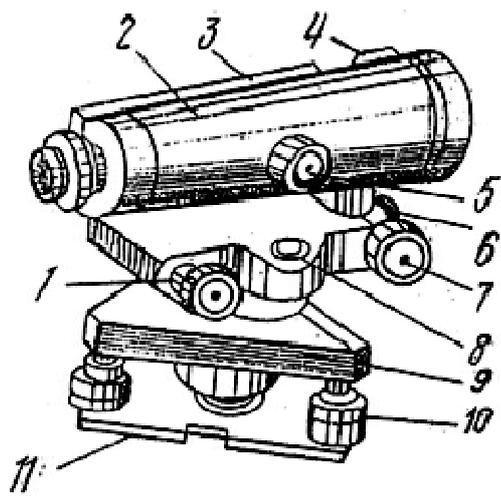
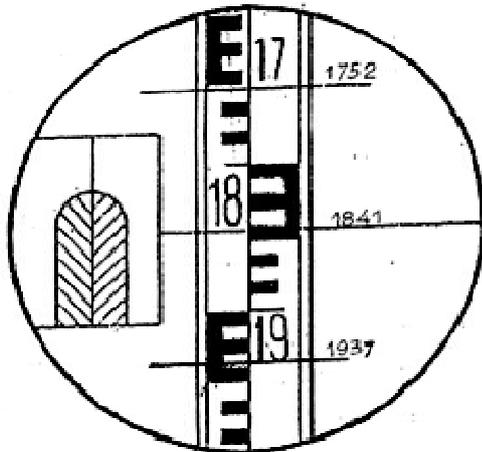


Рис. 1.4. Устройство нивелира:

- 1 – элевационный винт;
- 2 – зрительная труба;
- 3 – цилиндрический уровень;
- 4 – визир;
- 5 – винт фокусировки;
- 6 – закрепительный винт;
- 7 – наводящий винт;
- 8 – круглый уровень;
- 9 – подставка;
- 10 – подъемные винты;
- 11 – основание.



Отсчёты по рейке:

- 1752 мм - верхняя нить
- 1841 мм - средняя нить
- 1937 мм - нижняя нить

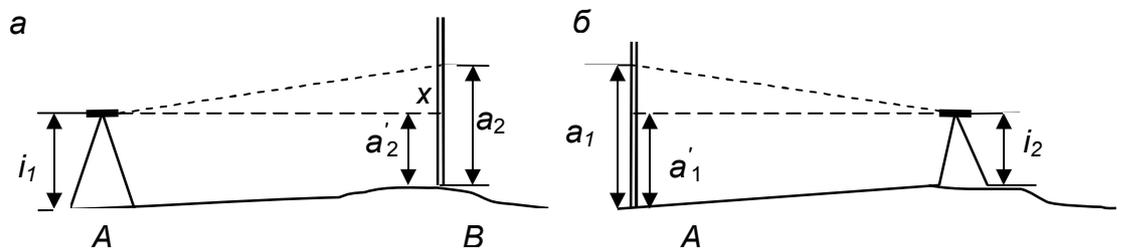


Рис. 1.5. Схема проверки главного геометрического нивелира

Устанавливают нивелир в точке А, а рейку в точке В. Измеряют высоту инструмента i_1 , в точке А и берут отсчёт по рейке a_1 в точке В. Затем нивелир и рейку меняют местами и снова измеряют высоту инструмента i_2 и берут отсчёт по рейке a_2 . Если визирная ось не параллельна оси уровня и составляет с ним некоторый угол ν , то отсчёты по рейке будут содержать некоторую погрешность X . Величину этой погрешности определяют по формуле:

$$X = \frac{a_1 + a_2}{2} - \frac{i_1 + i_2}{2} \text{ мм}$$

Пример: $i_1 = 1420$ мм

$i_2 = 1540$ мм

$a_1 = 1180$ мм

$a_2 = 1786$ мм

$$X = \frac{1180 + 1786}{2} - \frac{1420 + 1540}{2} = 3 \text{ мм}$$

Если величина $X > 4$ мм, то не параллельность осей исправляют. Для этого вычисляют исправленный отсчет $a_2 = a_2 - X$ (рис 1.5) и, действуя элевационным винтом, устанавливают его на рейке по середине нити сетки. Затем, действуя вертикальными юстировочными винтами цилиндрического уровня, совмещают изображение концов пузырька уровня. Для контроля поверку повторяют.

Поверка 3. Сетка нитей должна быть расположена правильно, т.е. вертикальная нить должна быть вертикальна, а горизонтальная – горизонтальна.

На расстояние 15-20 м вывешивают отвес, наводят трубу нивелира на нить отвеса. Если вертикальная нить сетки нитей параллельна нити отвеса, то условие выполнено. В противном случае исправление делают поворотом всей оправы сетки нитей до правильного положения, предварительно ослабив винты оправы.

2. ПЛАНОВО-ВЫСОТНОЕ СЪЁМОЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ. ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ.

Для производства топографо-геодезических работ на местности необходимо иметь сеть пунктов съёмочного обоснования.

На практике каждая бригада студентов на своем участке создает планово-высотную съёмочную сеть в виде замкнутого тахеометрического хода с общим числом вершин 6-7, в котором измеряют горизонтальные и вертикальные углы и длины сторон, а также осуществляют привязку тахеометрического хода к пунктам опорной геодезической сети.

2.1. Рекогносцировка местности и закрепление пунктов съёмочного обоснования.

Инструменты и принадлежности для выполнения работы: штыри, две вешки, молоток, тетрадь, две ручки.

Бригада студентов вместе с преподавателем обходит участок, выбирает места для точек съёмочного обоснования и закрепляет их. При этом необходимо соблюдать ряд условий:

- Удобство установки теодолита для работы на станции;
- Взаимная видимость на соседние пункты;
- Максимальный обзор местности и полнота съёмки;
- Расстояния между пунктами от 40 до 100 м.

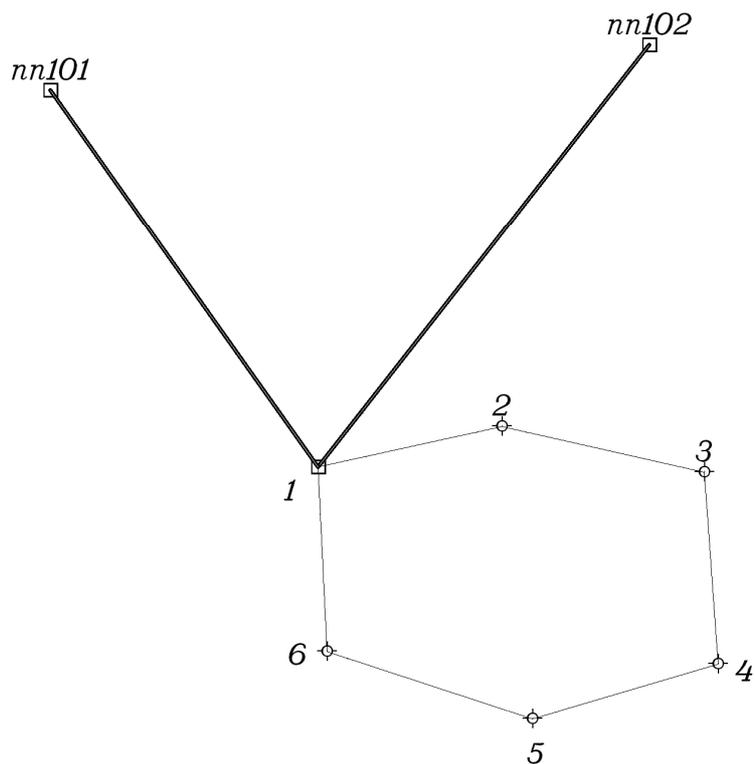


Рис 2.1 Схема расположения пунктов съёмочного обоснования.

Закрепление пунктов съёмочного обоснования производят металлическими штырями, которые забивают до уровня земной поверхности, вокруг штыря делают окопку, каждому из них присваивается порядковый номер. При рекогносцировке составляют общую схему расположения точек съёмочного обоснования (рис. 2.1).

2.2. Измерение горизонтальных и вертикальных углов в тахеометрическом ходе

Инструменты и принадлежности для выполнения работы: теодолит, две вешки, одна рейка, полевой журнал для измерения углов, карандаш, тетрадь.

На каждом пункте планово-высотного хода измеряют горизонтальный угол, вертикальные углы и наклонные длины линий. Углы измеряют теодолитами Т-30 или 2Т-30 одним полным приемом, длины сторон хода – нитяным дальномером. Результаты измерений записывают в журнал

измерения углов и длин линий простым карандашом (таблица 1).

Порядок работы:

1) Теодолит центрируют над пунктом по отвесу с точностью 5 мм и горизонтируют с помощью цилиндрического уровня при горизонтальном круге;

2) На две смежные точки выставляют визирные вехи, на которых отмечают ярким шнурком высоты инструмента на данной точке стояния;

3) Измерение горизонтального угла начинают при положении зрительной трубы КЛ. Открепив закрепительный винт алидады, наводят на низ вехи (во избежание ошибок из-за наклона вехи). Берут отсчет по горизонтальному кругу, записывают его в полевой журнал (1) (таблица 1, действие(1)). В скобках показана последовательность действий при измерениях и записи в журнале). Затем открепляют закрепительный винт алидады, пересечение основных штрихов сетки наводят на низ правой вехи, берут отсчет по горизонтальному кругу, записывают в журнал (2). Вычитая из отсчёта (2) отсчёт (1), получают значение угла (3), измеренное одним полуприёмом;

4) Переводят трубу через зенит. Повторяя действия, описанные в пункте 3, измеряют горизонтальный угол вторым полуприёмом при положении зрительной трубы КП. По отсчетам (4) и (5) вычисляют значение угла (6), полученного из второго полуприема;

5) Сравнивают значения углов (3) и (6), полученные из двух полуприёмов. Их разность не должна быть больше $2t$, т.е. $1'$, где $t=30''$ – точность теодолита. Вычисляют среднее значение горизонтального угла (7) по формуле:

$$\frac{(3) - (6)}{2} = (7)$$

6) Измерение вертикального угла начинают при положении зрительной трубы КЛ. Зрительную трубу наводят на веху, установленную на смежной точке. Основной (средний) горизонтальный штрих сетки совмещают с

отметкой высоты инструмента на вехе (шнурок). После чего берут отсчет по вертикальному кругу (8). Затем наводятся на веху, установленную второй точке, и записывают значения по вертикальному кругу (9);

7) Переводят зрительную трубу через зенит, повторяют действия, описанные в пункте 6, при положении зрительной трубы КП. Берут отсчет по вертикальному кругу и записывают в журнал (10), (11);

8) Вычисляют МО вертикального круга (12).

9) Вычисляют угол наклона (13) по формуле:

$$\nu = \text{КЛ} - \text{МО}$$

Контроль:

- При измерении вертикальных углов на станции колебание МО для разных вертикальных углов не должно превышать $\pm 2'$;

- Значения углов наклона, измеренных в прямом и обратном направлениях, не должны отличаться более, чем на $\pm 3'$.

Запрещается! В полевом журнале стирать резинкой результаты измерений, писать цифру на цифре, переписывать полевой журнал. Ошибочные измерения зачеркиваются одной чертой, затем записи продолжают дальше. Все записи должны вестись четко и аккуратно с использованием шрифтов (см. Приложение 1).

Таблица 1

ЖУРНАЛ ИЗМЕНЕНИЯ УГЛОВ И ДЛИН ЛИНИЙ

Дата	Исполнитель	Точки визирован.	Горизонтальный круг			Точки		Круг	Вертикальный круг			Длины линий измеренные
			Отсчёт ° '	Измеренный угол ° '	Средний угол ° '	Стояния	Визиров.		Отсчёт	Место нуля	Угол наклона	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	КЛ	2	196°15' (1)	244°24' (3)	244°24,5' (7)	1	2	КЛ	-2°01' (8)	-0°0'30" (12)	-2° 00' 30" (13)	57,1 (14)
		6	80°39' (2)					КП	2°00' (10)			
	КП	2	16°17' (4)	244°25' (6)		1	6	КЛ	8°35' (9)	0°	8°35'	116,5 (15)
		6	260°42' (5)					КП	-8°35' (11)			
2	КЛ	3	146°55'	59°46'	59°46'	2	1	КЛ	-8°36'	0°	-8°36'	116,5 (16)
		1	206°41'					КП	8°36'			
	КП	3	326°59'	59°46'		2	3	КЛ	-2°20'	-0°2'	-2°18'	82,5
		1	26°45'					КП	2°18'			

2.3. Измерение длин сторон тахеометрического хода

В процессе проложения тахеометрического хода в поле измеряют длины сторон хода. Для этого на смежные точки ставят нивелирную рейку (нулем вниз), наводят зрительную трубу на рейку, совмещая верхний дальномерный штрих сетки нитей с каким-нибудь целым делением рейки (обычно с отсчетом 1000). Подсчитывают длину отрезка “ l ” в см между верхним и нижним дальномерными штрихами. Доли сантиметровых делений оценивают на глаз.

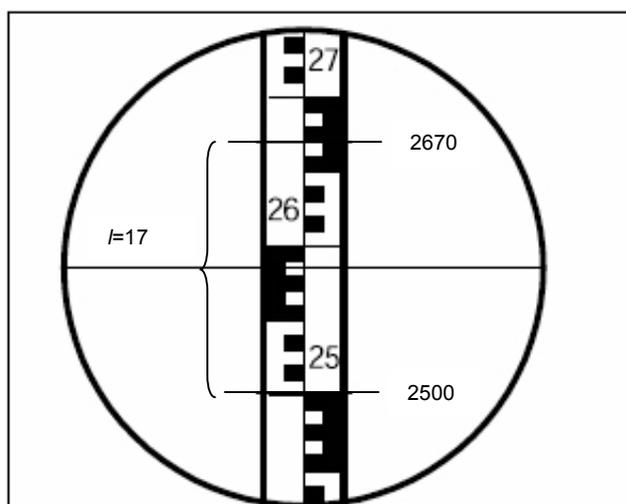


Рис. 2.2 Определение расстояний нитяным дальномером

Длина измеренной стороны определяется по формуле

$$S_{изм} = K * l_{см},$$

где K - коэффициент нитяного дальномера ($K=100$), l - длина отрезка в см между верхней и нижней дальномерными нитями.

Пример: на рис. 2.2 отчет по верхней нити 2670, отчет по нижней нити 2500, $l=2670-2500=170$ мм=17 см, $S_{изм}=17$ см x 100=1700 см=17,0 м.

На станции длину каждой стороны хода измеряют дважды по черной и по красной сторонам рейки, или по одной стороне, но по разным делениям рейки. Разность результатов измерений должна быть не более 0,3 м на 100 метров длины. Среднее значение длины стороны хода записывают в полевой журнал (14) с округлением до 0,1 м.

Длины сторон хода обязательно измеряют в обратном направлении. Разность между результатами измерений ”прямо” (15) и “обратно” (16) не должна превышать 1:200-1:400 (0,3-0,5 м на 100 м длины).

2.4. Привязка хода к пунктам опорной геодезической сети.

Привязку тахеометрического хода выполняют для определения дирекционного угла начальной стороны хода. Одна из вершин тахеометрического хода является пунктом опорной геодезической сети (рис. 3.1). С него есть видимость на два других геодезических пункта (пп101, пп102). Для привязки хода к опорной геодезической сети производят измерение примычных углов φ_1 и φ_2 . Это угол между твердой стороной и первой стороной тахеометрического хода (рис. 3.1). В полевом журнале вычерчивают схему привязки, показывают примычные углы.

Каждый примычный угол φ_1 и φ_2 измеряют двумя приемами с перестановкой лимба между приемами примерно на 90° . Для контроля измеряют угол между исходными сторонами (δ). Контроль производят по формуле:

$$\delta = \varphi_1 - \varphi_2$$

Допустимое расхождение $\pm 3'$.

3. ПЛАНОВО-ВЫСОТНОЕ СЪЁМОЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ. КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ.

После последних измерений производят проверку полевых журналов, правильность записей и вычислений измеренных и средних значений. По значениям измеренных горизонтальных углов и длин линий составляют схему съёмочного обоснования и ее привязки (рис. 3.1). На схему выписывают измеренные значения углов и длин. Затем приступают к вычислениям. Вычисления линейных величин ведут с точностью до 0.1м, а углов – до 30". Из полевого журнала выписывают измеренные примычные углы φ_1 и φ_2 .

3.1. Вычисление привязки

Дирекционный угол начальной стороны хода (α_{1-2}) (рис. 3.1) вычисляют дважды, исходя из значений дирекционных углов исходных сторон опорной геодезической сети (α_{1-A} , α_{1-B}) и измеренных углов (φ_1 , φ_2) по формулам:

$$\alpha_{1-2} = \alpha_{1-nn101} + \varphi_1$$

$$\alpha_{1-2} = \alpha_{1-nn102} + \varphi_2$$

Дирекционные углы исходных сторон вычисляют решая обратные геодезические задачи, по формулам:

$$r_{1-nn101} = \arctg \frac{Y_{nn101} - Y_1}{X_{nn101} - X_1}, \quad r_{1-nn102} = \arctg \frac{Y_{nn102} - Y_1}{X_{nn102} - X_1}.$$

Расхождение полученных значений α_{1-2} не должно превышать 2-3'.

После нахождения значения румба необходимо определить координатную четверть, содержащую направление. Координатную четверть определяют по знакам приращений координат (рис. 3.2).

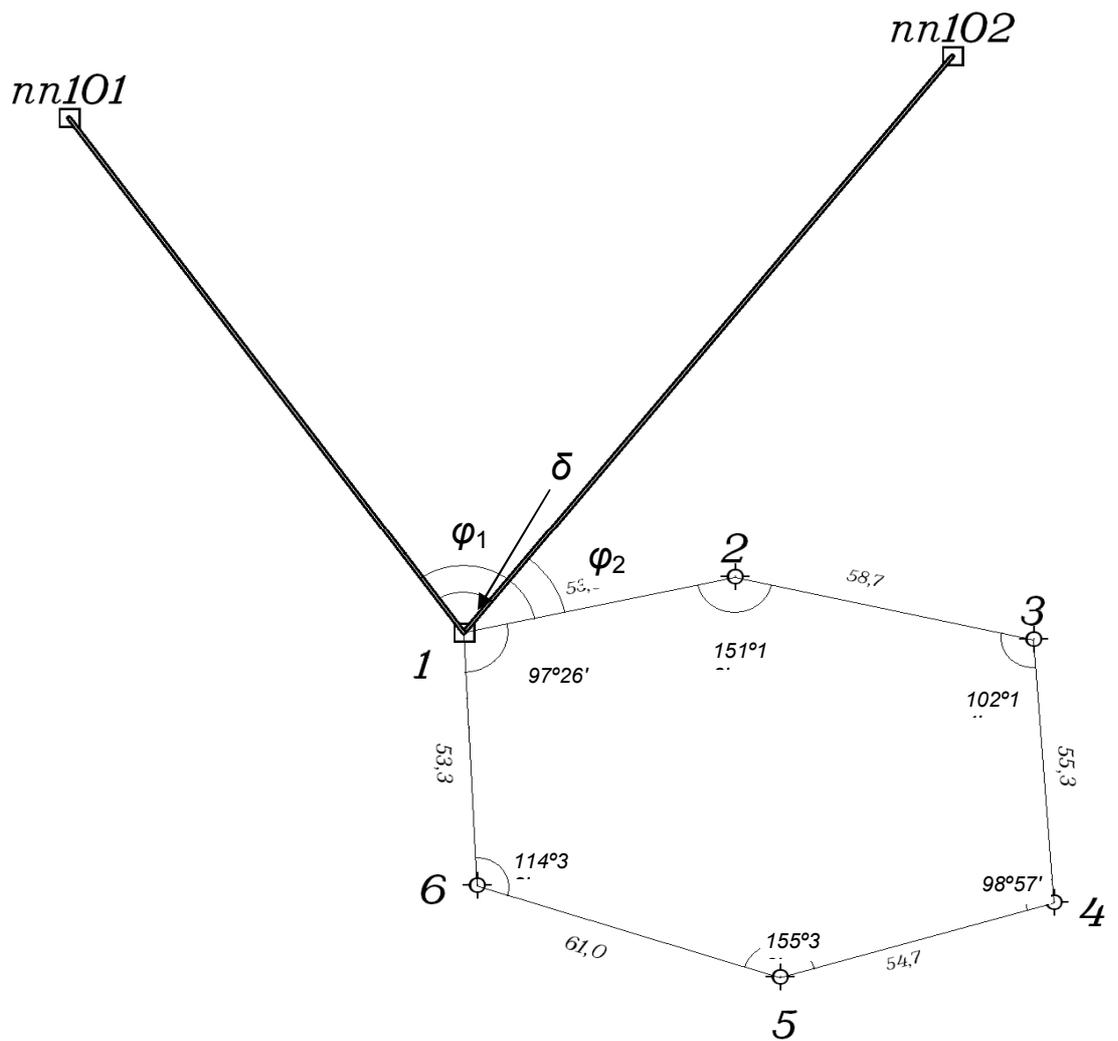


Рис. 3.1. Схема тахеометрического хода и геодезической привязки

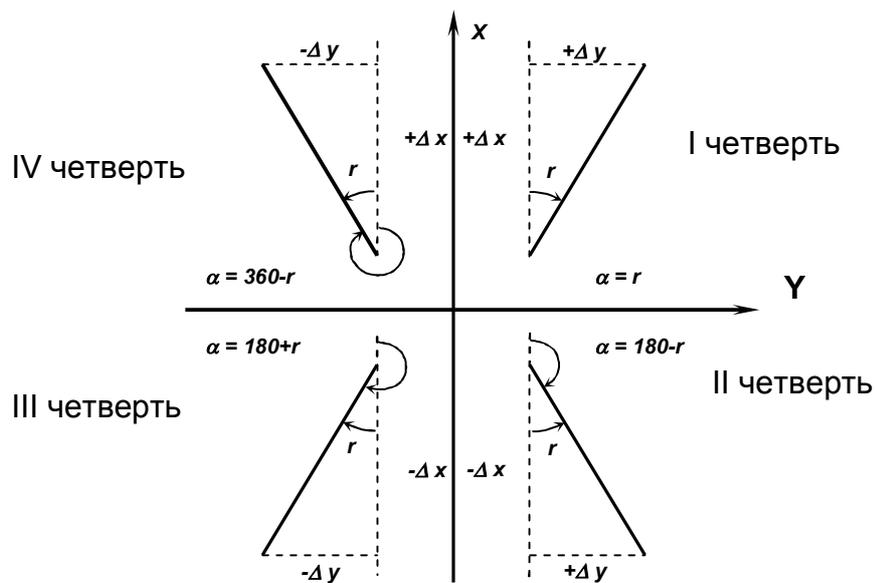


Рис. 3.2 Зависимости между дирекционными углами и румбами

Пример записи и вычислений дирекционных углов приведен ниже.

Исходные данные

Название пункта	X, м	Y, м	H, м
1	3348.05	2238.25	271,36
пп101	4099.71	1639.28	282,40
пп102	4001.87	2581.51	290,24

$$r_{1-nn101} = \arctg \frac{Y_{nn101} - Y_1}{X_{nn101} - X_1} = \arctg \frac{1639.28 - 2238.25}{4099.71 - 3348.05} = \arctg \frac{-598.97}{751.66} =$$

$$= 38.54993965^\circ = 38^\circ 33' 00'' (IVч.)$$

$$\alpha_{1-nn101} = 360^\circ - 38^\circ 33' 00'' = 321^\circ 27'$$

$$r_{1-nn102} = \arctg \frac{Y_{nn102} - Y_1}{X_{nn102} - X_1} = \arctg \frac{2581.51 - 2238.25}{4001.87 - 3348.05} = \arctg \frac{343.26}{653.82} =$$

$$= 27.69992196^\circ = 27^\circ 42' 00'' (Iч.)$$

$$\alpha_{1-nn102} = 27^\circ 42' 00''$$

$$\varphi_I = 333^\circ 18' 00''$$

$$\alpha_{1-2} = 321^\circ 27' 00'' + 333^\circ 18' 00'' = 294^\circ 45' 00''$$

$$\varphi_2 = 267^\circ 05' 00''$$

$$\alpha_{1-2} = 27^\circ 42' 00'' + 267^\circ 05' 00'' = 294^\circ 47' 00''$$

$$\text{Средний } \alpha_{1-2} = 294^\circ 46' 00''$$

3.2. Вычисление горизонтальных проложений длин линий

Горизонтальные проложения необходимо знать для вычисления координат точек тахеометрического хода.

Вычисление горизонтальных проложений выполняют в ведомости вычисления отметок съёмочного обоснования (Таблица 3).

Из журнала измерения улов и длин линий выписывают среднее значения длин линий (S), полученные по результатам измерений в прямом и обратном направлениях, в графу 4 табл. 3 и углы наклона (v), измеренные в прямом и обратном направлениях, в графы 2 и 3 табл. 3. По этим данным

вычисляют горизонтальные проложения с точностью до 0.01 м по формуле:

$$D = S * \cos^2 v,$$

где S – среднее значение измеренной длины линии (графа 4), v – угол наклона линии в прямом направлении (графа 2), D – горизонтальное проложение (графа 5).

3.3 Вычисление отметок пунктов съёмочного обоснования методом тригонометрического нивелирования

Вычисление отметок производится с точностью до 0.01 м в ведомости вычисления отметок (Таблица 3).

По измеренным расстояниям и углам наклона вычисляют превышения между точками хода в прямом и обратном направлениях по формуле:

$$h = D * \tan v$$

Значения превышений с соответствующим знаком записывают в графы 6 и 7.

Расхождения в превышениях, полученных в прямом и обратном направлениях, допускаются не более 4 см на 100 м. Если это условие выполнено, то в графе 8 вычисляют средние превышения, сохраняя перед ними знак превышения из прямого хода. Сумму положительных и отрицательных значений превышений записывают в графе 8 внизу. Далее подсчитывают невязку по превышениям. Она равна сумме превышений замкнутого хода:

$$f_h = \Sigma h_{cp}$$

Допустимую высотную невязку вычисляют по формуле:

$$\text{дон. } f_h = \pm 0.2 \text{ м} \sqrt{\Sigma D(\text{км})}$$

где ΣD сумма горизонтальных проложений хода (периметр в км).

Полученную невязку f_h распределяют между превышениями с обратным знаком пропорционально длинам линий по формуле:

$$\delta_{hi} = -\frac{f_h}{\Sigma D} * D_i$$

Контроль: $\Sigma \delta = -f_h$

Величины поправок записывают в графе 8 над превышениями. В графу 9 записывают исправленные превышения.

Контроль: если исправленные превышения вычислены правильно, их алгебраическая сумма должна быть равна нулю.

По исправленным превышениям последовательно вычисляют отметки пунктов съемочного обоснования по формуле:

$$H_{n+1} = H_n + h_n,$$

где H_{n+1} – высота последующего пункта (м), H_n – отметка предыдущего пункта (м), h_n – превышение между смежными пунктами (м).

Контролем вычисления отметок является получение отметки исходной точки в конце вычислений.

Таблица 3

Вычисления отметок точек съемочного обоснования

№№ точек	Вертикальные углы		Длины сторон, м		Превышение, м				Отметки точек, м	№№ точек
	Прямо ° ' "	Обратно ° ' "	Измеренные S	Горизонтальное проложение D	Прямо	Обратно	Среднее	Исправлен ное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1							-0,02		230.00	1
2	-2°01'	+2°02'	83.0	82.90	-2,92	+2,95	-2,94	-2,96	227.04	2
3	-5°24'	+5°25'	122.0	120.92	-11,43	11,46	-11,45	-11,48	215.56	3
4	+2°15'	-2°16'	98.0	97.85	+3,85	-3,88	+3,87	+3,85	219.41	4
5	+1°56'	-1°57'	120.0	119.86	+4,05	-4,09	+4,07	+4,04	223.45	5
6	+4°30'	-4°29'	100.5	99.88	+7,86	-7,83	+7,85	+7,83	231.28	6
1	-0°56'	+0°58'	76.5	76.48	-1,25	+1,29	-1,27	-1,28	230.00	1
				$\Sigma D = 597,89 \text{ м}$		$\Sigma h_{\text{cp}} (+) = +15.79$ $\Sigma h_{\text{cp}} (-) = -15.66$		$\Sigma = 0$		
							$f_h = +0.13$	$\text{Доп. } f_h = \pm 0.2 \text{ м} \sqrt{\Sigma D(\text{км})}$		
								$\text{Доп. } f_h = \pm 0.2 \text{ м} \sqrt{0.6} = \pm 0.15$		

Вычислил

Орлов

Проверил

Петров

3.4. Вычисление координат пунктов съемочного обоснования

Вычисление координат производится в ведомости вычисления координат (Таблица 4). В графу 1 ведомости выписывают номера вершин хода, в графу 2 – номера точек визирования. В графу 3 выписывают против соответствующих вершин средние значения измеренных горизонтальных углов. Значения горизонтальных проложений линий выписывают в графу 6 из таблицы 3.

3.4.1. Вычисление угловой невязки хода

Угловой невязкой f_{β} замкнутого тахеометрического хода называется разность между суммой измеренных горизонтальных углов $\Sigma\beta_{\text{изм}}$ и теоретической суммой внутренних углов плоского многоугольника $\Sigma\beta_{\text{теор}}$ т.е.

$$f_{\beta} = \Sigma\beta_{\text{изм}} - \Sigma\beta_{\text{теор}}$$

где $\Sigma\beta_{\text{теор}} = 180^{\circ} \cdot (n-2)$, n – число углов многоугольника.

Вычисленные значения $\Sigma\beta_{\text{изм}}$ и $\Sigma\beta_{\text{теор}}$ подписывают внизу графы 3.

Здесь же вычисляют величину допустимой угловой невязки по формуле:

$$f_{\beta_{\text{доп}}} = 2 * t \quad (t = 0^{\circ}0'30'' - \text{точность инструмента}),$$

$$f_{\beta_{\text{доп}}} = \pm I' \sqrt{n}.$$

Если значение угловой невязки не превосходит допустимой величины, то ее распределяют поровну с обратным знаком между измеренными углами, с точностью до $30''$, т.е. вычисляют поправки к измеренным горизонтальным углам по формулам:

$$\delta_{\beta} = -\frac{f_{\beta}}{n}$$

Если полученное значение поправки меньше $30''$, то угловую невязку вводят в наиболее слабое место тахеометрического хода (короткие стороны хода, горизонтальные углы $\leq 20^{\circ}$ или $\geq 150^{\circ}$, точки съемочного обоснования, наиболее удаленные от исходных пунктов сети).

Контроль: $\sum \delta_{\beta} = -f_{\beta}$.

Поправки в измеренные углы подписывают над их значениями.

Вычисляют исправленные горизонтальные углы

$$\beta_{исп} = \beta_{изм} + \delta_{\beta}.$$

Контроль: $\sum \beta_{исп} = 180^{\circ} * (n-2)$.

Таблица 4

Вычисление координат точек съёмочного обоснования

Номера точек		Горизонтальные углы		Дирекционные углы ° ' "	Горизонтальные проложения, м	Приращения координат, м				Координаты, м	
Станция	Визир	Измеренные ° ' "	Исправленные ° ' "			Вычисленные		Исправленные		X	Y
						ΔX	ΔY	ΔX	ΔY		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1						+0.05	+0.08			3348.05	2238.25
2	3			294°46'	82.90	+34.73	-75.27	+34.78	-75.19		
	1	110°59'00"	110°59'			+0.07	+0.12			3382.83	2162.06
3	4			3°47'	120.92	+120.64	+7.98	+120.71	+8.10		
	2	123°09'00"	123°09'			+0.06	+0.10			3503.54	2171.16
4	5			60°38'	97.85	+48.01	+85.32	+48.07	+85.42		
	3	105°15'00"	105°15'			+0.07	+0.12			3551.61	2256.58
5	6			135°23'	119.86	-85.35	+84.21	-85.28	+84.33		
	4	117°58'00"	117°58'			+0.06	+0.10			3466.33	2340.91
6	1	-0°0'30"		197°25'	99.88	-95.32	-29.90	-95.26	-29.8		
	5	124°58'30"	124°58'			+0.05	+0.08			3371.07	2311.11
1	2	-0°0'30"		252°27'	76.48	-23.07	-72.94	-23.02	-72.86		
	6	137°41'30"	137°41'		$\Sigma D =$ 597,89					3348.05	2238.25
			$\Sigma \beta_{\text{исп}} = 720^\circ$	(294°46')		$f_x = -0.36$ $f_s = 0.85$	$f_y = -0.6$	0	0		

$$\Sigma \beta_{\text{изм}} = 720^\circ 01' 00''$$

$$\Sigma \beta_{\text{теор}} = 720^\circ 00' 00''$$

$$f_\beta = +1'$$

$$f_{\beta \text{ доп}} = \pm 1' \sqrt{n} = \pm 1' \sqrt{6} = \pm 2,4'$$

$$\frac{1}{\Sigma D \div f_s} = \frac{1}{703} < \frac{1}{300}$$

Вычислил Орлов

Проверил Петров

3.4.2. Вычисление дирекционных углов сторон хода

Вычисление дирекционных углов сторон хода производят по дирекционному углу начальной стороны и исправленным горизонтальным углам. Начальный дирекционный угол стороны 1-2 выписывают из решения привязки (см. раздел 3.1). В нашем примере $\alpha_{1-2} = 294^\circ 46'$. Его записывают в графу 5 между точками 1 и 2. Дирекционные углы остальных сторон хода вычисляют по формулам:

$$\alpha_{n+1} = \alpha_n + \beta_{\text{лев}} - 180^\circ - \text{для левых углов,}$$

$$\alpha_{n-1} = \alpha_n - \beta_{\text{прав}} + 180^\circ - \text{для правых углов,}$$

где α_{n+1} – дирекционный угол последующей стороны хода, α_n – дирекционный угол предыдущей стороны хода.

Контроль: полученный дирекционный угол первой стороны хода в конце вычислений должен быть равен исходному. С этой целью по дирекционному углу последней стороны и горизонтальному углу при вершине 1, которые ранее в вычислениях не участвовал, получают дирекционный угол начальной стороны ($\alpha_{1-2} = 294^\circ 46'$).

Вычисленные значения дирекционных углов сторон хода записывают в графу 5.

3.4.3. Вычисление приращений координат, их невязок и координат пунктов съемочного обоснования.

Приращение координат хода вычисляют по следующим формулам:

$$\Delta X_i = D_i * \cos \alpha_i, \Delta Y_i = D_i * \sin \alpha_i,$$

где D_i – горизонтальное проложения линий; α_i – дирекционные углы этих линий.

Вычисления производят с точностью до 0.01 м.

Вычисленные приращения координат записывают в графах 7 и 8.

Для замкнутого хода алгебраическая сумма приращений по каждой оси координат должна быть равна нулю:

$$\sum \Delta X = 0, \sum \Delta Y = 0$$

Внизу графы 7 и 8 находят значения невязок f_x и f_y (по осям абсцисс и ординат), по формулам:

$$f_x = \sum \Delta X, f_y = \sum \Delta Y$$

Невязки в приращениях координат обусловлены действием погрешностей измерения углов и сторон хода. Совместное влияние невязок приращений по осям координат характеризуется линейной невязкой в периметре:

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$

Допустимую линейную невязку вычисляют по формуле относительной ошибки:

$$\frac{1}{\sum D \div f_s} \leq \frac{1}{500},$$

где $\sum D$ – сумма горизонтальных проложений длин сторон хода (периметр).

Периметр ($\sum D$) подсчитывают в графе 6 и выписывают внизу. После проверки допустимости относительной линейной невязки $\frac{1}{\sum D \div f_s}$

распределяют невязки приращений координат f_x и f_y .

Невязки f_x и f_y распределяют с обратным знаком в каждое приращение координат пропорционально длинам сторон, т.е. вычисляют поправки к приращениям координат по формулам:

$$\delta X_i = -\frac{f_x}{\sum D} * D_i, \delta Y_i = -\frac{f_y}{\sum D} * D_i$$

и подписывают их над приращениями в графах 7 и 8.

В графах 9 и 10 записывают исправленные значения приращений координат:

$$\Delta X_{\text{ИСПР}} = \Delta X_i + \delta X_i, \Delta Y_{\text{ИСПР}} = \Delta Y_i + \delta Y_i$$

Контроль: $\sum \Delta X_{\text{ИСПР}} = 0, \sum \Delta Y_{\text{ИСПР}} = 0.$

Далее, в графах 11 и 12 последовательно вычисляют координаты точек тахеометрического хода от координат начальной точки 1, используя исправленные приращения координат, по формулам:

$$X_{n+1} = X_n + \Delta X_{\text{ИСПР}}, Y_{n+1} = Y_n + \Delta Y_{\text{ИСПР}},$$

где X_n, Y_n – координаты предыдущего пункта, X_{n+1}, Y_{n+1} – координаты последующего пункта.

Контроль: вычисленные координаты начальной точки хода должны быть равны исходным (Таблица 4).

4. ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

Инструменты и принадлежности для выполнения работ: теодолит, одна вешка, одна рейка, полевой журнал для тахеометрической съемки, абрисы, два карандаша, тахеометрические таблицы.

Тахеометрическую съемку ситуации и рельефа местности выполняют с пунктов съемочного обоснования в масштабе 1:500. На каждой станции измеряют расстояние, горизонтальный и вертикальные углы до съемочных пикетов, т.е. определяют полярные координаты каждой снимаемой точки (съемочных пикетов).

Все записи результатов измерений ведут в журнале тахеометрической съемки (Таблица 5). В процессе съемки составляют абрис (рис. 4.1).

Особо важное значение при съемке имеет правильный выбор съемочных пикетов. При съемке ситуации рейку устанавливают на характерных точках контуров (углы зданий, изгибы дорог, рек, границы угодий, столбы электролиний и т.д.). При съемке рельефа рейку устанавливают на характерных точках и линиях рельефа местности (вершина холма, дно котловины, водораздел, тальвег, перегибы скатов, урезы воды).

Съемочные пикеты должны равномерно покрывать всю территорию съемки. Расстояние от точек съемочного обоснования до съемочных пикетов должно быть не более 80 м.

4.1. Работа на станции

Работу на станции выполняют в следующем порядке:

- теодолит центрируют над точкой с точностью до 1см с помощью отвеса и горизонтируют с помощью цилиндрического уровня горизонтального круга;

- определяют МО вертикального круга на каждой станции, значение МО записывают в журнал тахеометрической съемки (Таблица 5) для данной станции. Устанавливают визирную веху на следующую по ходу точку

съемочного обоснования. Направление на эту точку принимают за начальное (например: станция 1, направление на точку 2), ориентируют лимб по начальному направлению. Для этого, вращая алидадой, устанавливают отсчет на горизонтальном круге $0^{\circ}00'$. Затем алидаду закрепляют, открепляют лимб, наводят теодолит на выставленную веху (на пункте 2). Далее лимб закрепляют до конца съемки на этой станции, а алидаду открепляют. Съемка ведется только при положении зрительной трубы круг «лево» (КЛ);

- рейкой измеряют высоту инструмента до 0.01м, записывают ее значение в журнал и отмечают на рейке ярким шнурком ($i = 1.30\text{м}$);

- рейку устанавливают на съемочный пикет;

- наводят теодолит на рейку, измеряют нитяным дальномером расстояние до рейки и записывают в журнал (1);

- наводят центр сетки нитей на высоту инструмента (шнурок), берут отсчеты по горизонтальному и вертикальному кругам теодолита и записывают в журнал (2), (3). Если на рейке отметки высоты инструмента не видно, то наводят центр сетки нитей на верх рейки и записывают на этом пикете высоту визирования ($v=3\text{ м}$) в графу 8 таблицы 5.

4.2. Ведение журнала тахеометрической съемки

В журнале указывают номер станции, начальное направление, МО, высоту инструмента i в метрах, отметку точки H_0 съемочного обоснования в метрах. В соответствующие графы журнала записывают результаты полевых измерений (расстояний, отсчетов по горизонтальному и вертикальному кругам). Затем вычисляют углы наклона на съемочные пикеты по формуле:

$$v = KL - MO.$$

Находят горизонтальное проложение D и превышение h' между точкой съемочного обоснования и съемочным пикетом по углу наклона и расстоянию из тахеометрических таблиц или по формулам, которые приведены в тахеометрических таблицах:

$$D = S * \cos^2 v,$$

$$h' = D * \tan v$$

$$h = h' + i - v,$$

где D – горизонтальное проложение, S – измеренное нитяным дальномером расстояние, v – угол наклона, i – высота инструмента, v – высота визирования.

Знак превышения соответствует знаку угла наклона.

Отметку съемочного пикета вычисляют по формуле:

$$H = H_0 + h,$$

и записывают в графу 11 (Таблица 5).

ЖУРНАЛ ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

Точка стояния 1

$H_0=230.0$ $i=1.30$

Начальное направление 2

№№ пикет ов	Расстояния по дальномеру, м	Отсчеты по кругам /КЛ/		Углы наклона ° ' "	Горизонтальн. проложения, м
		Горизонтальн. ° ' "	Вертикальн. ° ' "		
1	2	3	4	5	6
		0°00'			
1	38.0	23°00'	352°59'	-7°00'	37.44
2	35.0	53°30'	355°06'	-4°53'	34.75
3	56.0	81°00'	356°06'	-3°53'	55.74
4	86.1	100°00'	356°36'	-3°23'	85.80
5	52.3	112°41'	358°47'	-1°12'	52.28
6	72.0	116°02'	354°23'	-5°36'	71.31
7	25.0	137°30'	352°34'	-7°25'	24.58
8	46.5	141°00'	355°17'	-4°42'	46.19
9	25.8	180°10'	349°39'	-10°20'	24.97

Таблица 5

$$MO = \frac{КЛ + КП - 180^\circ}{2} \quad (Т-30) \quad КЛ=354^\circ 3' 5''$$

КП=185°23'

Дата 13.07.17.

Исполнитель Петров

$v=КЛ-МО$

МО=- 0°1'

h', м	Высота визиров v, м	i-v	Превышение $h=h'+i-v$	Отметки пикетов $H=H_0+h$	Примечание
7	8	9	10	11	12
-4.60	1.30	0	-4.60	225.40	рельеф, дорога
-2.97	1.30	0	-2.97	227.03	рельеф, дорога
-3.78	1.30	0	-3.78	226.22	дорога
-5.07	1.30	0	-5.07	224.93	дорога
-1.10	1.30	0	-1.10	228.90	рельеф,луг
-6.99	3.00	-1.70	-8.69	221.31	рельеф,луг
-3.20	1.30	0	-3.20	226.80	обрыв, 2м
-3.80	1.30	0	-3.80	226.20	обрыв, 2м
-4.55	1.30	0	-4.55	225.45	обрыв, 2м

Вычислил

Проверил

4.3. Составление абриса

Абрис – это схематический чертеж участка местности, снимаемого с данной станции. Абрис составляют на каждой станции одновременно с заполнением журнала тахеометрической съемки (рис. 4.1).

При заполнении абриса центр окружности принимают за станцию, с которой выполняют съемку, один из радиусов за начальное направление (0°), расстояния между окружностями принимают равными 10 м. Каждый съемочный пикет намечают на абрисе точкой, рядом надписывают его порядковый номер.

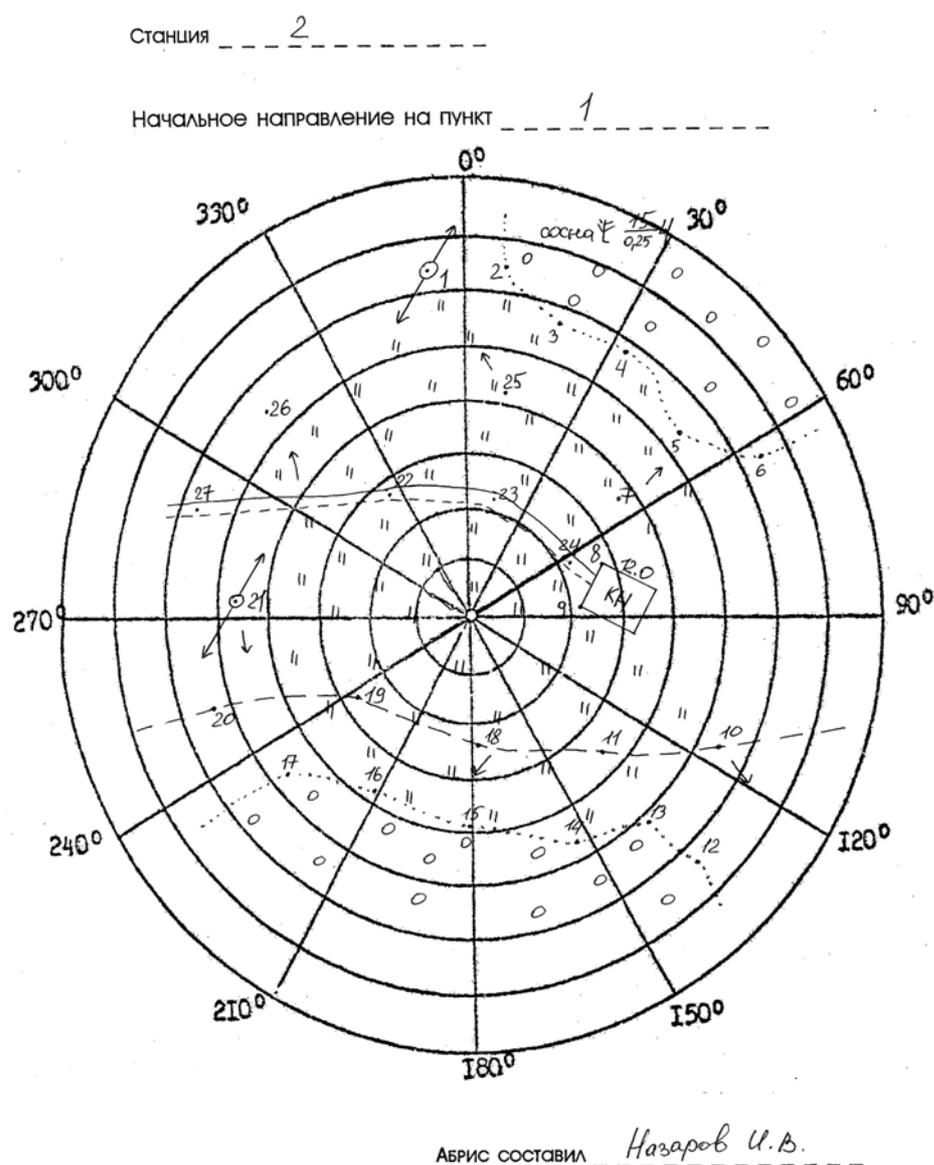


Рис. 4.1 Абрис тахеометрической съемки на п. 1

При съемке следят за тем, чтобы нумерация съемочных пикетов на абрисе соответствовала нумерации этих же пикетов в журнале тахеометрической съемки. На абрис наносят все снятые контуры ситуации, сопровождая их пояснительными надписями и условными знаками. На абрисе стрелками показывают направление скатов.

Составление абрисов является ответственной частью тахеометрической съемки, т.к. он в дальнейшем используется для создания топографического плана. Его надо вести аккуратно, все записи делают четко, отточенным карандашом, прямолинейные контуры вычерчивать по линейке. Четкое ведение абриса способствует качественному составлению топографического плана. Абрис сдается вместе с журналом тахеометрической съемки.

Закончив съемку на станции, по абрису проверяют, все ли элементы ситуации и рельефы засняты, нет ли пропусков, достаточно взято ли съемочных пикетов. Съемочные пикеты должны быть расположены не реже, чем через 3 см в масштабе плана, т.е. через 15 м на местности (в масштабе 1:500), их количество зависит от сложности ситуации и сложности рельефа. Кроме того, проверяют, не сбилась ли во время съемки ориентировка теодолита. Для этого в конце съемки снова визируют зрительную трубу по начальному направлению и проверяют неизменность отсчета по лимбу. Допустимое отклонение должно быть не более 3'. Сделав такой контроль, переходят на следующую станцию.

5. СОСТАВЛЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА

При тахеометрической съемке топографический план создается камеральным путем. Размер рамки для планов масштаба 1:500 принят 50*50см. План составляют в масштабе 1:500 и оформляют в соответствии с «Условными знаками для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500».

Составление плана выполняют в следующем порядке:

- вычерчивание координатной сетки;
- построение точек по координатам;
- нанесение ситуации и местности на план;
- оформление топографического плана.

5.1. Вычерчивание координатной сетки

Координатную сетку строят на листе чертежной бумаги А1, стороны сетки принимают равными 10*10см. Координатную сетку получают путем ее переноса со стандартных сеток, изготовленных на картографической пленке, через световой стол.

Правильность построения координатной сетки контролируют путем измерения циркулем-измерителем диагоналей всех квадратов сетки. Ошибки в длинах диагоналей не должны превышать 0.2 – 0.3 мм.

5.1.1. Построение пунктов съёмочного обоснования по координатам

Для построения пунктов съёмочного обоснования по координатам в масштабе 1:500 сетку координат оцифровывают через 50 м. За начало координат принимают юго-западный угол рамки. От него к северу надписывают абсциссы X, к востоку – ординаты Y. Координаты юго-западного угла плана выбирают так, чтобы тахеометрический ход разместился примерно в середине листа. Построение каждой точки съёмочного обоснования производят с помощью циркуля-измерителя и

масштабной линейки. Вначале определяют, в каком квадрате сетки располагается данная точка. Затем значение абсциссы откладывают по обеим сторонам квадрата и соединяют тонкой прямой линией. На этой линии откладывают значение ординаты Y . Полученную точку обводят условным знаком (кружочком), рядом надписывают номер пункта планово-высотного хода и его отметку до 0.01 м (справа от пункта).

Построение пунктов съемочного обоснования обязательно контролируют. Для этого значение горизонтального проложения между двумя точками циркулем-измерителем откладывают на масштабной линейке и сравнивают с расстоянием между соответствующими точками на плане. Допустимое расхождение этих величин не должно быть более ± 0.5 мм.

5.2. Нанесение ситуации и рельефа местности на план

Ситуацию наносят на план по данным журнала тахеометрической съемки и абрисов. Съемочные пикеты наносят на план по горизонтальному углу и горизонтальному проложению. Горизонтальные углы откладывают при помощи кругового транспортира от начального направления, а горизонтальные проложения – циркулем-измерителем по линейке. Справа от полученной точки подписывают отметку съемочного пикета до 0.1 м, слева – ее номер. Руководствуясь абрисом и подписями, сделанными в примечаниях тахеометрического журнала, рисуют условными знаками элементы ситуации. Виды угорий пока обозначают надписями. По отметкам точек проводят горизонтали с сечением рельефа через 1 м. Интерполирование горизонталей выполняют по тем направлениям, которые указаны в абрисе.

Окончив составление ситуации и рельефа на станции, приступают к нанесению съемочных пикетов следующей станции.

Составленный план представляют на просмотр преподавателю. После просмотра и проверки по указанию преподавателя план оформляют.

5.3. Оформление топографического плана

Порядок оформления следующий:

1) Пункты опорной геодезической сети, пункты съемочной сети, характерные высотные точки, ориентиры и местные предметы.

2) Гидрографическая сеть, урезы воды, подписи, относящиеся к гидрографии.

3) Населенные пункты.

4) Элементы линейной протяженности (границы контуров, дорожная сеть, электролинии, телефонные линии и др.)

5) Рельеф. При этом выделяют утолщенные горизонталы, расставляют бергштрихи, размещают надписи горизонталей, кратные 5 м, вычерчивают формы рельефа, не выражающиеся горизонталями (обрывы, ямы, скалы и др.).

6) Почвенно-растительный покров (виды угодий, которые ранее подписывались, теперь вычерчивают условными знаками).

7) Рамка и зарамочное оформление.

Во избежание пропусков после оформления план тщательно корректируют. Без разрешения преподавателя не следует стирать с плана съемочные пикеты. Все оформление выполняется в соответствии с «Условными знаками для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500».

Перечень сдаваемых материалов: журнал тахеометрической съемки, абрисы для каждой станции, топографический план.

6. ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ ПО ОСИ ТРАССЫ

Назначение нивелирования по оси трассы - определение отметок точек местности и построение профиля оси будущего инженерного сооружения.

Работы по нивелированию трассы состоят из следующих этапов:

- рекогносцировка трассы;
- разбивка пикетажа и поперечных профилей;
- нивелирование по оси трассы и по поперечным профилям;
- камеральная обработка результатов нивелирования;
- построение профиля;
- проектирование по профилю.

Инструменты и принадлежности для выполнения работы: нивелир Н-3 со штативом, две рейки, мерная лента, шпильки, колья или штыри для закрепления пикетов, молоток, нивелирный журнал, пикетажный журнал, карандаши.

6.1. Рекогносцировка трассы

Трассу выбирают с учетом следующих условий: число поворотов трассы должно быть минимальным, стороны трассы должны проходить на местности по возможности с малыми углами наклона.

В процессе рекогносцировки закрепляют вершины углов поворота (ВУ).

6.2. Разбивка пикетажа по трассе и поперечных профилей

Стороны трассы измеряют стальной лентой (шпагатом), отмечая на трассе штырями или кольшечками пикеты – точки, отстоящие одна от другой на 100м. Для трасс, проходящих по участкам со сложным рельефом, пикеты могут разбиваться через 50м.

Количество пикетов на бригаду – 12, количество поперечников – 2.

Если угол наклона местности больше 2° , то расстояние между пикетами увеличивают на величину поправки за наклон. Около каждого пикета забивают сторожок – кол или штырь с табличкой, на котором пишут номер пикета и номер бригады.

Расстояние до плюсовых точек, намечаемых на перегибах местности и пересечении трассы с дорогами и ЛЭП, измеряют от младшего пикета и

отмечают сторожками, например ПК 5 + 65.0 (рис. 6.1).

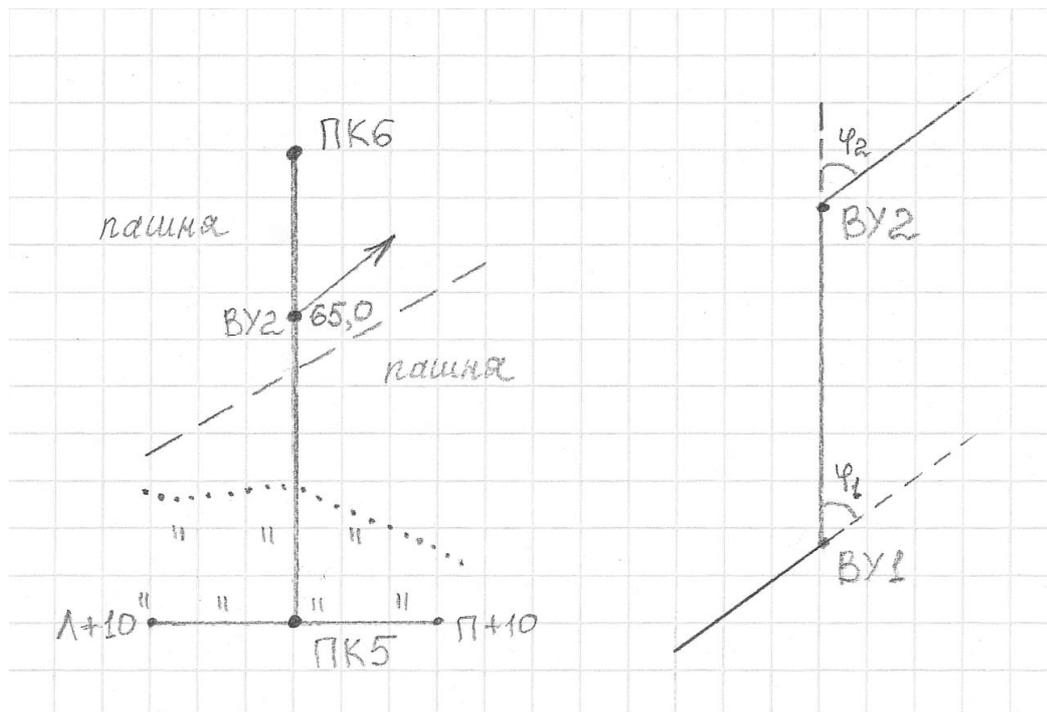


Рис. 6.1 Пикетажный журнал

Разбивают поперечные профили. Для этого перпендикулярно к оси трассы измеряют расстояние от оси трассы влево и вправо до точек перегиба местности. Концы поперечного профиля и точки перегиба отмечают сторожками, на которых надписывают расстояния от оси трассы с добавлением буквы Л (влево) или П (вправо) от оси трассы, например, Л+10.0 или П+5.0. Началом поперечного профиля может быть пикет или плюсовая точка. Его длину принимают по указанию преподавателя (10-20м).

В процессе разбивки пикетажа ведут пикетажный журнал (рис. 6.1), в котором в масштабе 1:1000 показывают ось трассы, пикеты, плюсовые точки, поперечные профили, углы поворота, направление поворота трассы (стрелкой), на глаз зарисовывают контуры местности в полосе шириной по 20м в обе стороны от оси трассы.

6.3. Нивелирование по оси трассы и по поперечным профилям

После выполнения проверок нивелира, результаты которых записывают на первой странице журнала, приступают к нивелированию по пикетажу.

Нивелирование выполняют способом «из середины». Нивелирный ход привязывают к ближайшему реперу. На каждой станции хода две нивелирные точки являются связующими, с их помощью передают высоты по ходу. Остальные точки называются промежуточными. Как правило, связующими точками являются пикеты. Если превышение между пикетами больше длины рейки, то для передачи высот используют дополнительные связующие точки, называемые «икс» точками. «Икс» точки закрепляют кольшками или штырями. Между смежными пикетами может быть несколько точек «икс», в зависимости от рельефа. В качестве «икс» точек можно использовать плюсовые точки. Примеры выбора станции и связующих точек показаны на рис. 6.2.

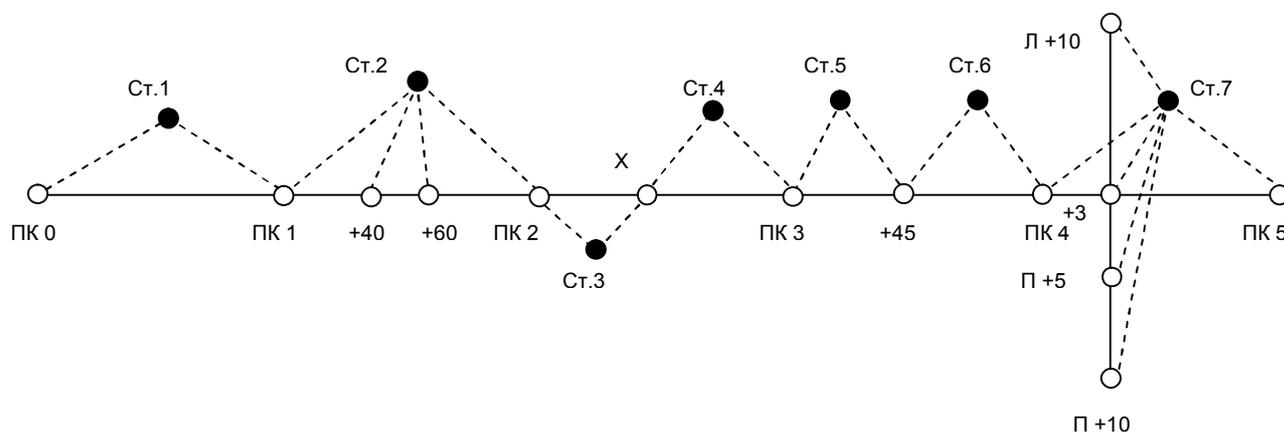


Рис. 1.12 Выбор станций при нивелировании трассы

6.4. Работа на станции при нивелировании

Все записи при нивелировании ведут в полевом журнале карандашом. Работу на станции производят в следующем порядке. Нивелир устанавливают примерно на равном расстоянии от связующих точек. Равенство расстояний определяют на глаз. На связующих точках на кольшках устанавливают рейки.

Нивелир горизонтируют с помощью круглого уровня. Наводят трубу нивелира на заднюю рейку, совмещают элевационным винтом концы пузырька цилиндрического уровня и берут отсчет по черной стороне рейки (1). Порядок записей и вычислений показан в таблице 6. Поворачивают

рейку, проверяют точность совмещения концов пузырька цилиндрического уровня и берут отсчет по красной стороне (2). Затем нивелир наводят на переднюю рейку, обязательно совмещают элевационным винтом концы пузырька цилиндрического уровня и снова берут отсчеты по черной и по красной сторонам рейки (3), (4).

При нивелировании все отсчеты и превышения записывают в миллиметрах.

Если отсчет по рейке больше 1м, то рейку необходимо слегка покачивать вперед и назад. При этом в нивелир наблюдают и берут наименьший отсчет. Тут же на станции вычисляют превышения h по черной (5) и красной (6) сторонам реек по формуле:

$$h = З - П,$$

где З – отчет по задней рейке; П – отчет по передней рейке.

Эти превышения не должны отличаться более чем на 5мм. При большом расхождении нивелирование связующих точек повторяют, несколько изменив высоту инструмента.

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ

Таблица 6

Прямой ход

Дата 27.07.02

Исполнитель Орлов

№№ станци и	Номер пикетов и промежуток точек	Отсчет по рейке			Превышения	
		задний	передний	промежуток	+	-
1	2	3	4	5	6	7
1	0-1	1861(1)	1363(3)		498(5)	
		6646(2)	6146(4)		500(6)	
2	1-2	0430(1)	0656(3)			226(5)
		5218(2)	5440(4)			222(6)
	1+40.0			2530(8)		
	1+60.0			2340(9)		
3	2-x	2830	420		2410	
		7615	5202		2413	
4	x-3	2131	720		1411	
		6915	5509		1406	
5	3-3+45.0	2752	151		2601	
		7535	4942		2593	
Σ		43933	30549		13832	448
		+13384			+13384	
					+6692	

Среднее превышение		Горизонт инструмент а	Отметка и точек	Номера пикетов в и пром. Точек	Примечания
+	-				
8	9	10	11	12	13
+2 499(7)			127.115	0	
		128.046	127.616	1	
	+2 224(7)				
			125.516	1+40.0	
			125.706	1+60.0	
			127.394	2	
+2 2412					
+2 1408					
			131.218	3	
+1 2597			133.816	3+45.0	
6916	224				
+6692					

Вычислил Петров

Если разность превышений, вычисленных на станции, не превосходит допуск, то вычисляют среднее превышение (7) до целых мм и записывают в графе 8 или 9.

Одновременно с нивелированием связующих точек нивелируют плюсовые точки и точки поперечного профиля. Для этого после вычисления среднего превышения на станции рейку с задней связующей точками и точки поперечного профиля, устанавливают ее на землю у сторожков нулем вниз, берут по одному отсчету только по черной стороне рейки и записывают отсчет в графу 5 (8), (9).

После этого задний реечник переходит на следующую связующую точку, а передний остается на предыдущей связующей точке, наблюдатель переходит и выбирает следующую станцию. Если в районе трассы есть только один репер, к которому будет привязываться трасса, то для контроля нивелирования студенты на практике прокладывают обратный нивелирный ход, начиная нивелирование с последнего пикета. В обратном ходе нивелируют только связующие точки. Если есть возможность привязать последний пикет к реперу, то обратный ход не прокладывают.

Все записи в журнале должны быть выполнены аккуратно, без подчисток и исправлений. Неправильные записи зачеркивают, а в примечаниях пишут причину зачеркивания.

В полевом журнале дают схему привязки (рис. 6.3) и делают полевую привязку. Для этого выполняют нивелирование от репера до ПКО в прямом и обратном направлениях, вычисляют среднее превышение h_{cp} .

Решают привязку, т.е. вычисляют отметку ПКО ($H_{пко}$) по формуле:

$$H_{пко} = H_{Rp} + h_{cp}$$
$$h_{cp} = \frac{h_{пр} + h_{обр}}{2}$$

если привязка сделана по схеме (а).

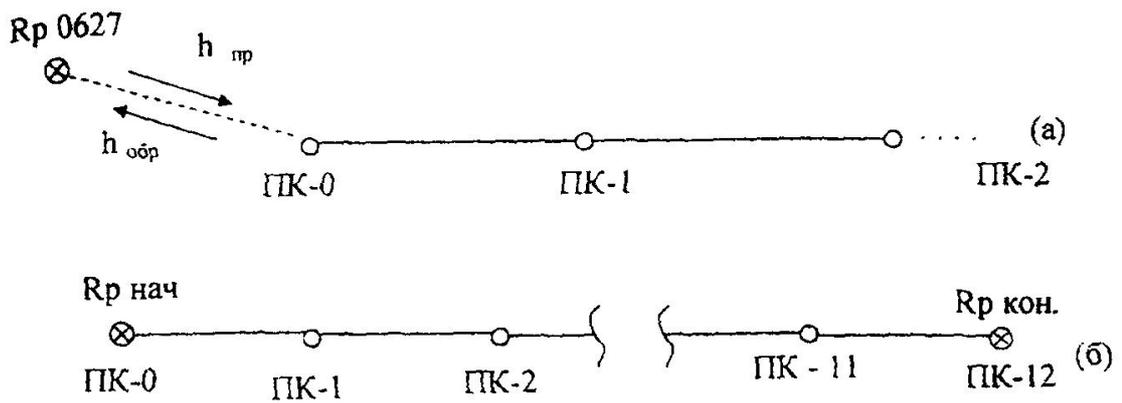


Рис. 6.3 Схемы привязки нивелирного хода: (а) – висячий ход, (б) – разомкнутый ход

6.5. Камеральная обработка результатов нивелирования

Камеральную обработку производят в таком порядке:

- обработка нивелирного журнала;
- построение профиля;
- проектирование по профилю.

6.5.1. Обработка нивелирного журнала

Для проверки правильности записей и вычислений в журнале производят постраничный контроль по формуле:

$$\sum 3 - \sum \Pi = \sum h.$$

Для этого на каждой странице журнала находят: суммы отсчетов $\sum 3$, $\sum 4$ по графам 3, 4; суммы превышений $\sum 6$, $\sum 7$, $\sum 8$, $\sum 9$ по графам 6, 7, 8, 9 (Таблица 6). Вычисляют величины:

$$\sum 3 - \sum 4; \sum 6 + \sum 7; \sum 8 + \sum 9.$$

Соблюдение равенств:

$$\sum 3 - \sum 4 = \sum 6 + \sum 7; \frac{\sum 6 + \sum 7}{2} = \sum 8 + \sum 9,$$

показывает, что вычисления на данной странице сделаны верно. Аналогично производят контроль и на следующих страницах журнала. Суммируя величины $(\sum 8 + \sum 9)$ отдельно по прямому и обратным ходам,

получают суммарное превышения $\sum h_{\text{прям}}$ – прямого и $\sum h_{\text{обр}}$ обратного ходов. Сумма величин $\sum h$ прямого и обратных ходов дает невязку f_h :

$$f_h = \sum h_{\text{прям}} + \sum h_{\text{обр}}$$

Если ход пройден точками с известными отметками $H_{\text{НАЧ}}$ и $H_{\text{КОН}}$ (Рис. 6.3(б)), невязку вычисляют по формуле:

$$f_h = \sum h_{\text{ср}} - (H_{\text{КОН}} - H_{\text{НАЧ}})$$

Допустимое значение невязки вычисляют по формуле:

$$f_{\text{доп}} = \pm \sqrt{L(\text{км})} \text{ мм},$$

где L – длина хода (в километрах) от начального до конечного пикета.

Вычисляют невязку в полевом журнале, на чистой странице.

Если полученная невязка больше допустимой, то нивелирный ход переделывают. Если полученная невязка допустима, то в случае (а) половину ее распределяют с обратным знаком поровну в превышения прямого хода, округляя при этом поправки до целых километров. Во втором случае (б), вся невязка распределяется поровну с обратным знаком на превышения между связующими точками. Поправки в превышениях δ_h вычисляют по формуле:

$$\delta_h = -\frac{f_h}{n}$$

где n – число превышений.

Записывают поправки над средними превышениями в полевом журнале. Исправленные превышения определяют по формуле:

$$h_l = h_{\text{ср}} + \delta_{h_l}$$

Из привязки хода к реперу вычисляют отметку нулевого пикета $H_{\text{ПКО}}$ (в нашем примере $H_{\text{ПКО}} = 127,115$ м). Записывают ее в графе (II) напротив нулевого пикета(0).

Зная эту отметку и исправленные превышения, последовательно вычисляют отметки связующих точек по всему ходу:

$$H_1 = H_0 + h_1, H_2 = H_1 + h_2 \dots$$

Получив отметку последнего пикета H_k , проверяют правильность вычислений по формуле:

$$H_{\text{КОН}} - H_{\text{НАЧ}} = \sum h - \frac{f_h}{2} \quad (a) \text{ или } H_{\text{КОН}} - H_{\text{НАЧ}} = \sum h - f_h(b).$$

Вычисления в журнале заканчивают нахождением отметок промежуточных точек. Их вычисляют через горизонт инструмента ГИ. Горизонтом инструмента называют отметку визирного луча нивелира на данной станции. ГИ вычисляют по формуле:

$$\text{ГИ} = H + a,$$

где H – отметка связующей точки на данной станции; a – отсчет по черной стороне рейки на этой точке.

Пример: Для станции 2 в таблице 6:

$$\text{ГИ} = H_1 + a_1,$$

$$H_{\text{ПК1}} = 127.616 \text{ м}, a_1 = 0430 \text{ мм} - \text{отсчет на ПК1},$$

ГИ = 128.046 м (записывают в графу 10 напротив станции 2).

Отметки промежуточных точек $H_{\text{ПРОМ}}$ находят вычитанием промежуточных отсчетов по рейке «с» из горизонта инструмента:

$$H_{\text{ПРОМ}} = \text{ГИ} - c$$

На этой же станции находим:

$$H_{\text{ПК1}+40.0} = 128.046 - 2.530 = 125.516 \text{ м},$$

$$H_{\text{ПК1}+60.0} = 128.046 - 2.340 = 125.706 \text{ м}.$$

6.5.2. Построение профиля трассы

По вычисленным отметкам пикетов, плюсовых точек и точек поперечного профиля на координатной бумаге строят продольный и поперечный профили местности по трассе. Масштабы построения:

- для продольного профиля: горизонтальный 1: 2000, вертикальный 1:200;
- для поперечного профиля: горизонтальный 1: 200, вертикальный 1:200.

Последовательность построения профиля приведена ниже.

Первоначально вычерчивают сетку профиля. Название граф и размеры

в миллиметрах показаны на рис. 6.4.

В графе «Расстояния» отмечают положения пикетов и плюсовых точек, выписывают расстояния между плюсовыми точками и пикетами. «Икс» точки не строят. Ниже этой графы выписывают номера пикетов.

Пользуясь пикетажным журналом, заполняют графу «План трассы», в которой показывают:

- а) ось в виде прямой линии красного цвета;
- б) ситуацию (по результатам съемки полосы местности) соответствующими условными знаками.

В графу «Фактические отметки» выписывают из журнала нивелирования отметки всех пикетов и плюсовых точек с округлением до 0.01 м.

Выбирают и надписывают отметку условного горизонта, которая должна быть на 5-8 метров меньше самой низкой отметки по трассе.

В системе прямоугольных координат, где линия условного горизонта – ось расстояний, а вертикальная линия, проходящая через нулевой пикет – ось отметок, строят положение всех пикетов и плюсовых точек.

Полученные точки соединяют прямыми линиями и получают продольный профиль местности по оси трассы. Все построения выполняют карандашом.

Над точками продольного профиля, которые служили началом поперечных профилей, строят сетки поперечных профилей (рис. 6.4).

Заполняют графы «Расстояния» и «Фактические отметки» так же, как это делалось при построении продольного профиля. Под сеткой надписывают пикетажные обозначения точек поперечного профиля.

Выбрав условный горизонт, строят положение точек поперечного профиля. Соединив полученные точки, получают поперечный профиль местности.

инженерных задач.

6.5.3. Проектирование по профилю

На практике по продольному профилю студенты проводят проектную линию, которая будет являться профилем оси будущего инженерного сооружения (дороги, канала и т.д.). Проектную линию намечают графически с учетом следующих требований:

- уклоны участков проектной линии не должны превышать допустимых значений (предельный уклон задается преподавателем);
- объем земляных работ должны быть минимальным;
- объемы насыпей и выемок должны быть примерно одинаковы, т.е. на профиле должно соблюдаться примерное равенство площадей насыпей и выемок;
- шаг проектирования принимают от 100 до 600 м;
- измерение уклона проектной линии можно производить на пикетах или плюсовых точках.

Проектная отметка ПК0 задается преподавателям или принимается равной фактической отметке этого пикета.

На рис. 6.4 проектная отметка ПК0 $H_0=125.60$ м. участков проектной линии с разными уклонами намечено три: длиной 200, 145 и 155 м; измерение уклона проектной линии предусмотрено в двух точках: на ПК2 и на плюсовой точке ПК3+45.0 расчет и вычерчивание проектной линии производится в следующем порядке:

По профилю определяют приближенно (с точностью 0.1 мм в вертикальном масштабе профиля) проектные отметки точек перелома и конца проектной линии:

$$H_2 = 127.4\text{м}; H_{3+45.0} = 133.8\text{м}; H_5 = 137.4\text{м}.$$

Вычисляют превышения по участкам проектной линии:

$$h_1 = H_2 - H_0 = +1.8\text{м};$$

$$h_2 = H_{3-45.0} - H_2 = +6.4\text{м}$$

$$h_3 = H_5 - H_{3+45.0} = +3.6\text{м}.$$

вычисляют уклоны i – отношения превышений h к горизонтальным проложениям участков проектной линии d :

$$i = \frac{h}{d}.$$

$$i_1 = \frac{1,8}{200} = +0.009;$$

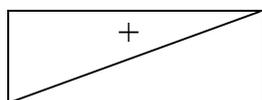
$$i_2 = \frac{6,4}{145} = +0.045;$$

$$i_3 = \frac{3,6}{155} = +0.023.$$

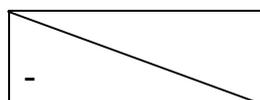
Полученные уклоны округляют до 0.001 и выписывают в графу «Проектные уклоны» продольного профиля.

Все данные проектирования наносят на профиль красным цветом.

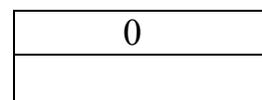
Под выписанными уклонами проводят линии (с подъемом (а), спуском (б) или горизонтальные (с) – в зависимости от знака уклона). Под линиями выписывают длины участков проектной линии.



(а)



(б)



(с)

По значениям округленных уклонов вычисляют и выписывают в соответствующую графу продольного профиля проектные отметки концов участков проектной линии по формуле:

$$H_{n-1} = H_n + i * d.$$

Для нашего примера:

$$H_2 = 125.60 + 0.009 * 200 = 125.60 + 1.80 = 127.40\text{м}$$

$$H_{3-45} = 127.40 + 0.45 * 145 = 127.40 + 6.52 = 133.92\text{м}$$

$$H_5 = 133.92 + 0.023 * 155 = 133.92 + 3.56 = 137.46\text{м}$$

На профиле уточняют по вычисленным отметкам положение точек перелома и конца проектной линии, соединяют полученные отрезки линиями и получают проектный профиль оси будущего инженерного сооружения.

Вычисляют и выписывают проектные отметки всех остальных пикетов и плюсовых точек трассы по той же формуле (здесь « d » - это расстояние между пикетами, или расстояние от пикета до плюсовой точки). $H_1 = H_0 + i * 100 = 126.50\text{м}$, $H_{1-40} = H_1 + i * 40 = 126.86\text{ м}$. Контролем вычислений служат выписанные проектные отметки конца участков проектной линии.

Вычисляют рабочие отметки как разности проектных и фактических отметок соответствующих точек профиля. Рабочие отметки выписывают около проектной линии: положительные (высота насыпи) – выше, а отрицательные (глубина выемки) – ниже проектной линии.

В заключении по вычисленной отметке точки оси поперечного профиля наносят положение проектной линии на поперечном профиле. Над проектной линией выписывают ее отметку. Проектную линию наносят горизонтально, по 10м влево и вправо от оси трассы. Показывают кюветы (если линия идет в выемке) и откосы (если линия идет по насыпи). Уклон откосов и бортов канав 45° , ширина дна кювета – 0.6 м. Над продольным профилем вычерчивают штамп.

Перечень сдаваемых материалов: отчет по нивелированию (раздел в общем отчете по практике), пикетажный журнал, журнал нивелирования, профиль местности по оси трассы.

7. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

На геодезической практике студенты выполняют следующие инженерно-геодезические задачи:

- вынос в натуру точки с заданными координатами;
- вынос на местность точки с заданной отметкой;
- вынос в натуру линии с заданным уклоном.

Проектные данные для выполнения этих задач (отметки, длины линий, уклон, координаты) задает преподаватель.

Подготовительные работы для решения инженерно-геодезических задач выполняются по топографическому плану масштаба 1:500, составленному студентами по результатам тахеометрической съемки.

Вынос проекта в натуру (геодезические разбивочные работы) осуществляются от имеющихся на участке пунктов геодезической сети с использованием следующих геодезических приборов: теодолита Т-30, нивелира Н-3 или Н-10, мерной ленты, рулетки.

7.1. Элементы геодезических разбивочных работ

Разбивочные работы можно представить как совокупность отдельных простых операций. Рассмотрим основные из них.

7.1.1. Вынос в натуру проектного горизонтального угла

Над вершиной угла O устанавливают теодолит и ориентируют его лимб вдоль заданного направления OA . Вращением алидады откладывают проектный угол β и по направлению визирной оси трубы забивают колышек C_1 . Для исключения влияния коллимационной ошибки проводят трубу через зенит и откладывают величину угла β при другом положении вертикального круга, забивают колышек в точке C_2 . Расстояние C_1-C_2 делят пополам, полученный угол AOC и будет проектным углом. После построения проектного угла производят контрольные измерения этого угла.

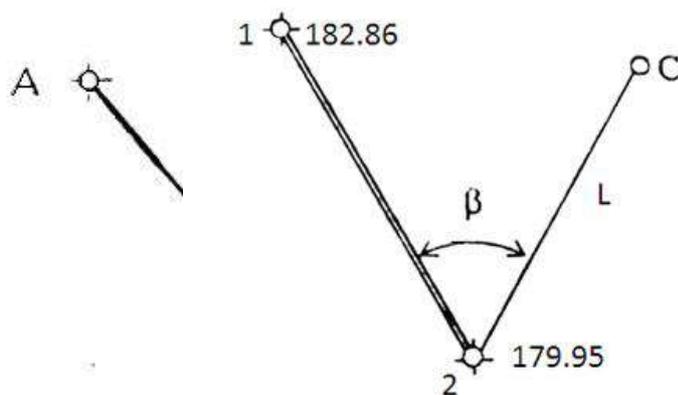


Рис 7.1 Построение на местности проектного горизонтального угла

7.1.2. Вынос в натуру проектного расстояния

Для выноса проектного расстояния по заданному направлению мерной лентой откладывают наклонную длину, конец линии закрепляют кольшком. Для контроля длину линии измеряют второй раз – обратно. Наклонное проектное расстояние находят по формуле:

$$L = \sqrt{D^2 + h^2},$$

где D – горизонтальное проложение линии, м; h – превышение между точками концами линии, м.

D и h определяют по топографическому плану.

7.2. Вынос в натуру точки с заданными координатами (полярным способом)

На топографическом плане запроектирована буровая скважина (С), которую необходимо вынести в натуру от ближайших пунктов геодезической сети (в примере пункты 1 и 2 на рис. 7.2).

Рис. 7.2 Схема выноса в натуру запроектированной точки

Прямоугольные координаты и отметки пунктов геодезической сети 1 и 2 выписывают из ведомостей вычисления координат и высот точек съемочного обоснования, а координаты и отметку точки С студенты определяют графически с топографического плана (таблица 7).

Таблица 7

Исходные данные

	X	У	Н
1	3833.62	2950.42	182.86
2	3771.20	2838.80	179.95
С	3764.42	2858.20	184.50

Для переноса запроектированной точки в натуру применим способ полярных координат.

Вначале выполняют геодезическую подготовку проекта. Для этого необходимо вычислить разбивочные элементы, т.е. полярный угол β и полярное расстояние L по формулам:

$$\beta = \alpha_{2-C} - \alpha_{2-1},$$

$$r(\alpha_{2-C}) = \operatorname{arctg} \frac{Y_C - Y_2}{X_C - X_2},$$

$$r(\alpha_{2-1}) = \operatorname{arctg} \frac{Y_1 - Y_2}{X_1 - X_2},$$

$$L = \sqrt{D^2 + h^2}, D_{2-C} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}, h = H_C - H_2,$$

где X_1, X_2, Y_1, Y_2 – прямоугольные координаты исходных пунктов; X_C, Y_C – прямоугольные координаты запроектированной точки С; H_2, H_C – отметки точек 2 и С; D_{2-C} – горизонтальное проложение линии 2 – С; L – наклонное проектное расстояние от пункта 2 до точки С; $\alpha_{2-C}, \alpha_{2-1}$ – дирекционные углы линий 2-С и 2-1.

В нашем примере:

$$r(\alpha_{2-1}) = \operatorname{arctg} \frac{2950.42 - 2838.80}{3833.62 - 3771.20} = \operatorname{arctg} \frac{+111.62}{+62.42} = 1.78821 (1 - \text{ячетверть}),$$

$$r(\alpha_{2-1}) = \alpha_{2-1} = 60^\circ 47' 07'',$$

$$r(\alpha_{2-C}) = \operatorname{arctg} \frac{2858.20 - 2838.80}{3764.42 - 3771.20} = \operatorname{arctg} \frac{+19.40}{-6.78} = 2.86136 (2 - \text{ячетверть}),$$

$$r_{2-C} = 70^\circ 44' 10'',$$

$$\alpha_{2-C} = 180^\circ - 70^\circ 44' 10'' = 109^\circ 15' 50'',$$

$$\beta = 109^\circ 15' 50'' - 60^\circ 47' 07'' = 48^\circ 28' 43'',$$

$$D_{2-C} = \sqrt{19.40^2 + 6.78^2} = 20.55 \text{ м},$$

$$h = 184.50 \text{ м} - 179.95 \text{ м} = 4.55 \text{ м},$$

$$L = \sqrt{20.55^2 + 4.55^2} = 21.05 \text{ м}.$$

Затем составляют разбивочный чертеж в масштабе топографического плана, на котором запроектирован объект (рис. 7.3).

На разбивочный чертеж наносят: пункты геодезической сети (1, 2); величины углов и линий, которые необходимо отложить на местности от исходных пунктов до проектированной точки.

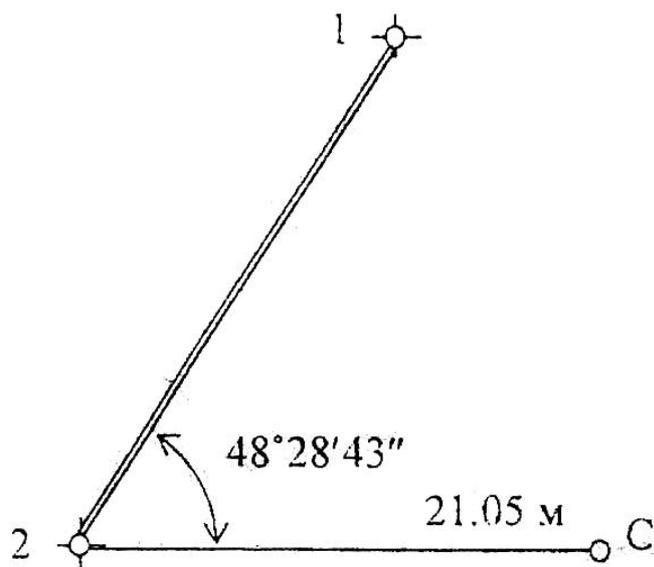


Рис. 7.3 Разбивочный чертеж

На местности в точке 2 устанавливают теодолит и способами изложенными выше (7.1.1, 7.1.2), отмеряют величины, указанные на разбивочном чертеже. Для контроля можно вычислить полярные координаты точки С от пункта 1.

7.3. Вынос в натуру точки с заданной отметкой

От пункта геодезической сети А с отметкой $H_0=49.347\text{м}$ необходимо вынести на местность точку В с проектной отметкой $H_{\text{пр}}=48.000\text{м}$. Сначала точку В выносят и закрепляют на местности в соответствии с ее плановым положением.

Для выноса проектной отметки в точке В между исходной точкой А и проектной точкой В устанавливают нивелир (рис. 1.18).

Установив рейку на т. А, берут по ней отсчет «а» (пусть $a = 0.572\text{м}$).

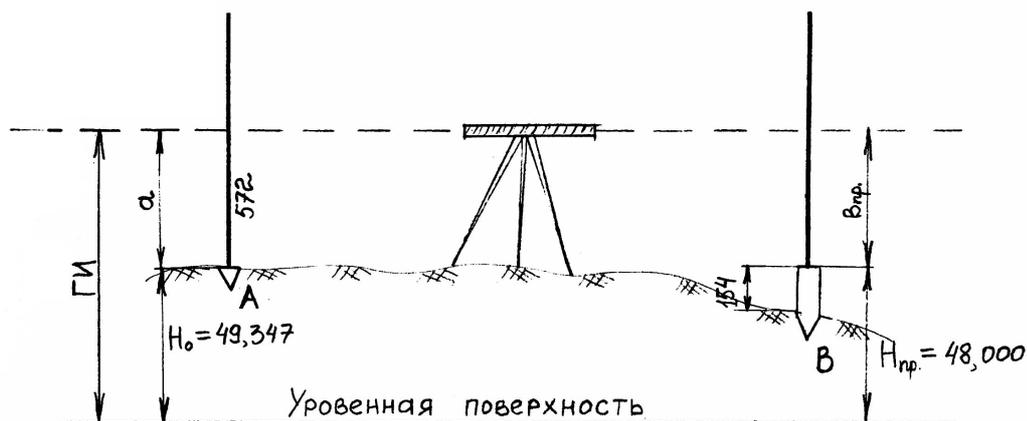


Рис. 7.4 Вынос в натуру точки с проектной отметкой

Определяют горизонт инструмента (ГИ) по формуле:

$$\text{ГИ} = H_0 + a = 49.347 + 0.572 = 49.946 \text{ м.}$$

Вычисляют проектный отсчет по рейке $v_{\text{пр}}$, соответствующий проектной отметке точки В.

$$v_{\text{пр}} = \text{ГИ} - H_{\text{пр}} = 49.946 \text{ м} - 48.000 \text{ м} = 1946 \text{ мм.}$$

Затем, наблюдая в трубу нивелира по рейке установленной в точке В, забивают колышек на такую глубину, чтобы отсчет по рейке, установленной пятой на колышке, был равен вычисленному значению «в пр» = 1946 мм.

Допустим, отсчет по рейке в т. В равен 2100 мм, тогда $2100 - 1946 = 154$ мм, это величина, на которую надо приподнять колышек, чтобы получить проектную отметку, соответствующую верху колышка.

7.4. Вынос в натуру линии с проектным уклоном

От пункта геодезической сети А с отметкой $H_0 = 50.20 \text{ м}$ (рис 7.5(a)) требуется разбить линию длиной $D = 30 \text{ м}$ с уклоном $i = 0.040$.

Проектное направление линии выносят на местность, закрепляют точками, расположенными через 10 м (1, 2, В).

Вычисляют проектные отметки точек 1, 2, В по формуле:

$$H_{\text{пр}} = H_0 + i * d,$$

где $H_{\text{пр}}$ – проектная отметка точки, закрепленной на линии АВ; i –

проектный уклон; d - расстояние от исходной точки А до определенной точки.

$$H_{\text{пр1}} = 50.20 + 0.040 \cdot 10 = 50.20 + 0.04 = 50.24 \text{ м.}$$

$$H_{\text{пр2}} = 50.20 + 0.040 \cdot 20 = 50.20 + 0.08 = 50.28 \text{ м.}$$

$$H_{\text{прВ}} = 50.20 + 0.040 \cdot 30 = 50.20 + 0.12 = 50.32 \text{ м.}$$

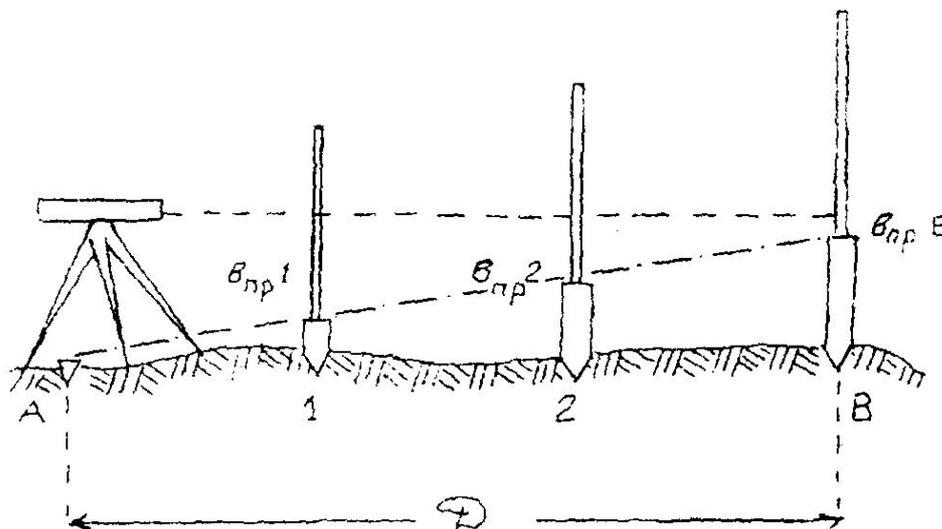


Рис. 7.5 (а). Построение заданного уклона

Вычисленные проектные отметки точек 1, 2, В выносят в натуру изложенным выше способом. На рис. 7.5 (а) $v_{\text{пр1}}$, $v_{\text{пр2}}$, $v_{\text{прВ}}$ – проектные отсчеты по рейке в точках 1, 2, В.

При другом способе разбивки проектного уклона подъемными винтами нивелира наклоняют трубу нивелира до тех пор, пока отсчет по рейке на вынесенной проектной точке В не станет равен высоте инструмента. В результате линия визирования будет параллельна линии заданного уклона. Промежуточные точки линии определяют установкой рейки в точках 1 и 2 и получением на них того же отсчета, что и на точке В (рис. 7.5 (б)).

Материалы, прилагаемые к отчету в главе «Инженерно-геодезические задачи».

В отчете по геодезической практике в главе «Инженерно-геодезические задачи» дается описание решения задачи, все вычисления по определению разбивочных элементов и разбивочные чертежи с указанием углов и длин,

которые необходимо отложить на местности от исходных пунктов до проектных точек; на топографическом плане бригады указывают проектные точки.

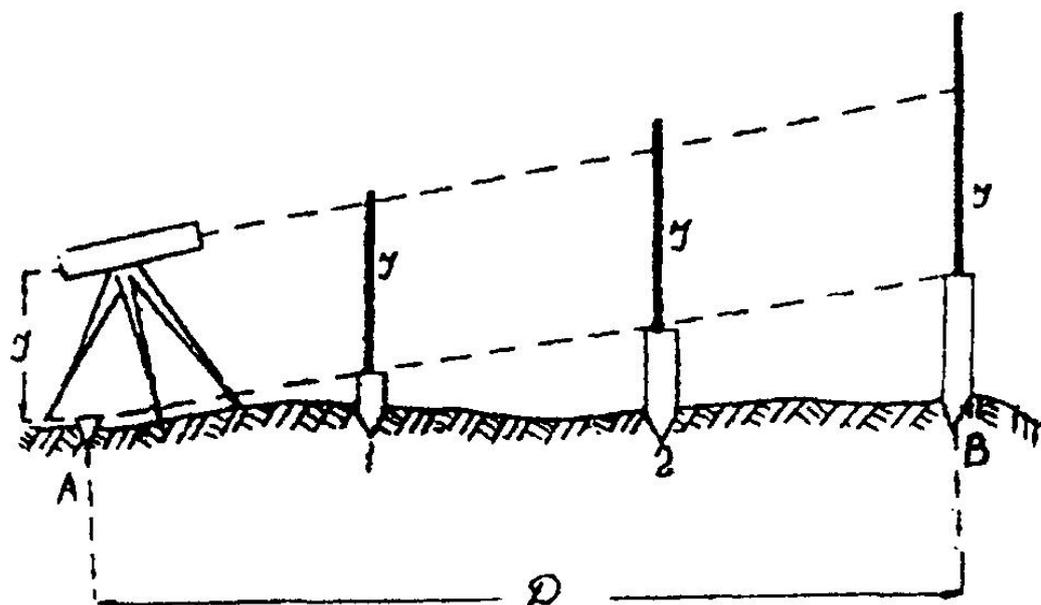


Рис. 7.5(б) Построение заданного уклона

8. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА ПО ПРАКТИКЕ

По итогам геодезической практики студенты пишут бригадный отчет. Отчет оформляется на листах А-4. В отчете отражаются следующие вопросы:

- описание участка работ: местоположения, рельеф, растительность, гидрография, дорожная сеть, наличие населенных пунктов, промышленных предприятий и т.п.;

- виды геодезических работ, поверки приборов, камеральная обработка результатов полевых измерений, результаты и допуски;

- виды работ, выполненные отдельными студентами.

Содержание отчета:

1. Общие сведения
2. Физико-географическая характеристика района работ
3. Рекогносцировка местности и закладка центров
4. Поверки теодолита
5. Измерение горизонтальных и вертикальных углов и измерение расстояний
6. Вычисление координат и отметок съемочного обоснования
7. Тахеометрическая съемка
8. Поверки нивелира
9. Геометрическое нивелирование
10. Инженерно-техническое нивелирование по оси трассы
11. Решение инженерно-геодезических задач
12. Вычерчивание топографического плана

К отчету прилагаются:

1. Схема съемочного обоснования и привязки в произвольном масштабе (на схему выписывают средние значения измеренных углов и длин)
2. Журналы измерения углов и длин сторон
3. Ведомости вычисления отметок точек съемочного обоснования

4. Ведомость вычисления координат точек съемочного обоснования
5. Журнал тахеометрической съемки
6. Абрисы
7. Топографический план масштаба 1:500.
8. Пикетажный журнал
9. Журнал нивелирования
10. Профиль местности по оси трассы

Стандартный шрифт

Стандартный шрифт (по ГОСТу 2.304-81 – чертежный шрифт) пишется от руки с наклоном 1:3. Применяется для ведения записей в журнале и оформления документации.

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р

С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я

а б в г д е ж з и й к л м н о п р с т

у ф х ц ч ш щ ъ ы ь э ю я

СХЕМА Профиль План

147°25' 638,9 70,241 139°57'

Студент Преподаватель

Вычислительный шрифт

Вычислительный шрифт имеет прямое начертание. Он применяется при полевых и вычислительных работах. Шрифт легко запоминается и читается, прост в исполнении.

А Б В Г Д Е Ж З И К Л М Н О
 П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ю Я
 а б в г д е ж з и к л м н о
 п р с т у ф х ц ч ш щ ъ ю я ъ

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Пирамида. Сигнал. Азимутный пункт. Широта и долгота.
 Наблюдение горизонтальных углов. Исправленные углы.

4 152	4 3175	9.175 371	3.323 715	4 252.62	3 189.14
2 245	11 657	7 963.57	152 343.5	1.569 145	2 356.16
250° 41'	24° 32'	293° 38' 45"	225° 49'	31° 53' 47"	15° 24'

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Проректор по учебно-методическому комплексу: С.А. Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ
ПО УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ ПО ПОЛУЧЕНИЮ ПЕРВИЧНЫХ
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УМЕНИЙ И НАВЫКОВ, ч. 3**

Специальность:
21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:
Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Душин В.А., профессор, д.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры
*Геологии, поисков и разведки
месторождений полезных ископаемых*

(название кафедры)

Зав. кафедрой



(подпись)

д.г.-м.н., проф. Душин В.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 190 от 17.03.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель



(подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

Методические указания по учебной практике по получению первичных профессиональных умений и навыков, ч. 3 согласована с выпускающей кафедрой **литологии и геологии горючих ископаемых**

Заведующий кафедрой ЛГГИ  к.г.-м.н., С.А. РЫЛЬКОВ

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.	Физико-географическая и геологическая характеристики Сухоложского района	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 противоэнцефалитные 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 отдельно 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 пытливость 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

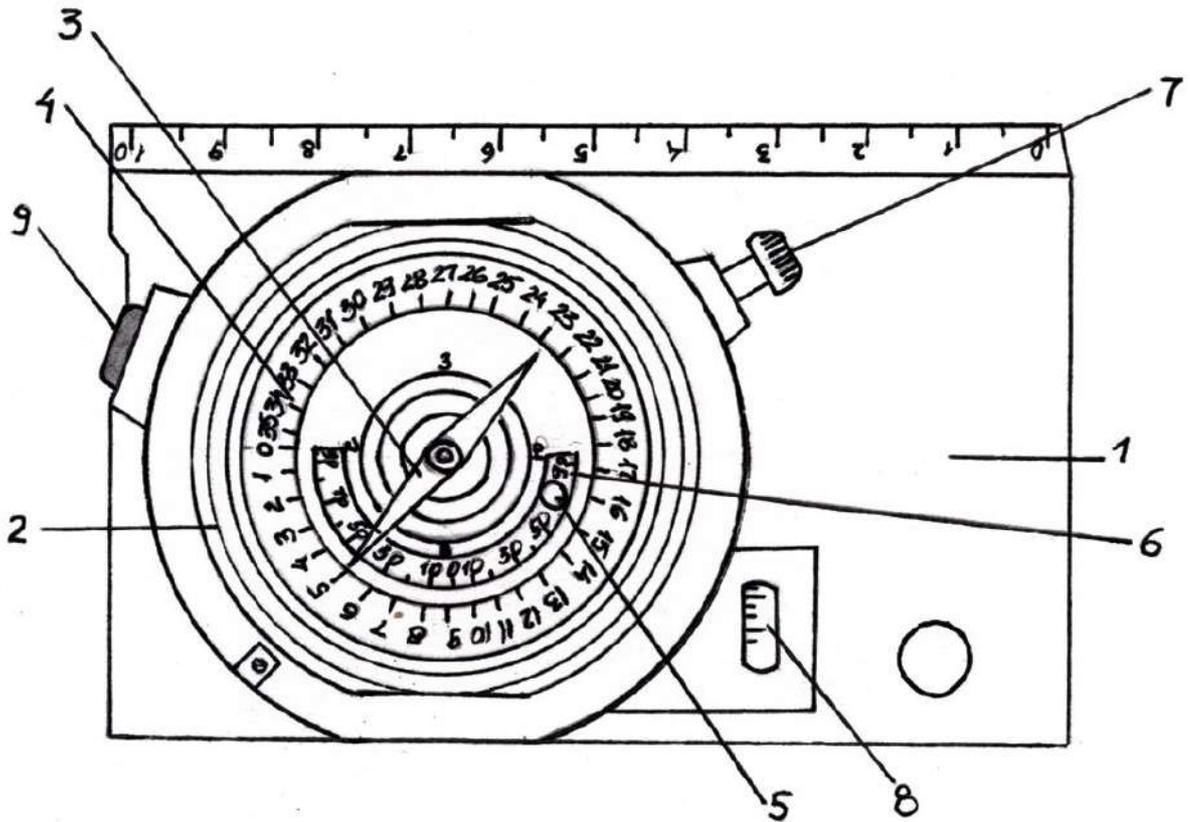


Рис. I. Устройство горного компаса.

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).

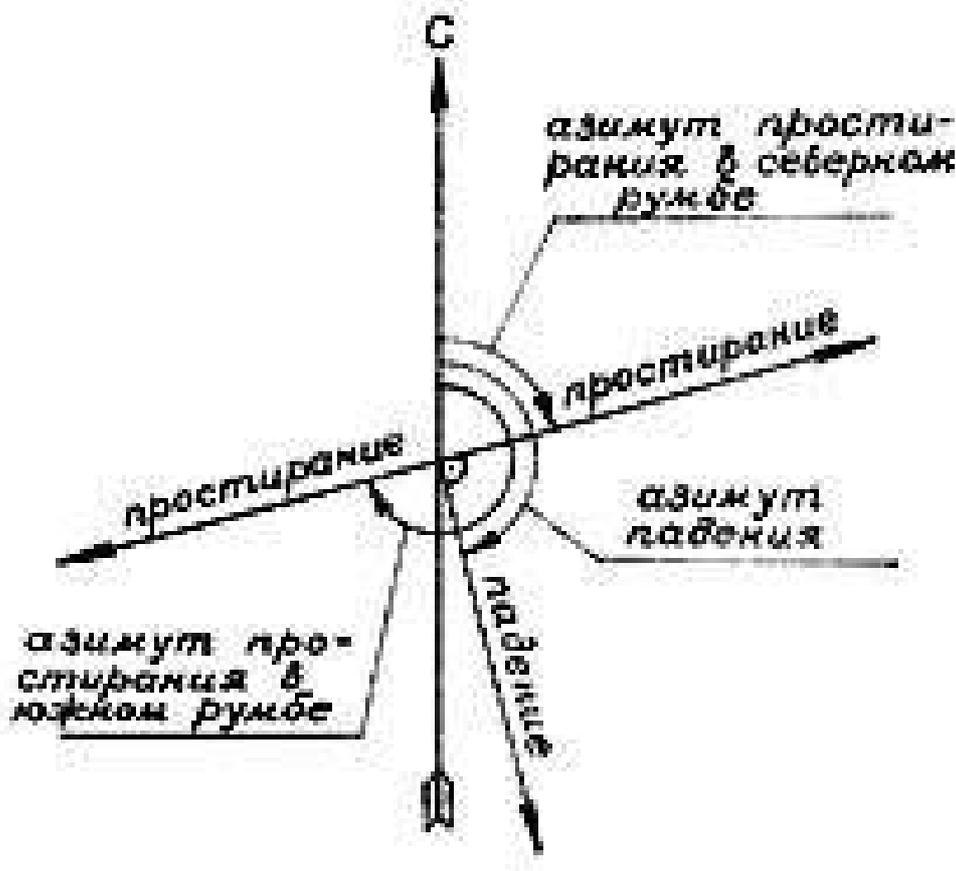


Рис. 2. Схема, поясняющая понятия азимута простирания, азимута падения и соотношения между ними.

Поскольку склонение магнитной стрелки в Сухоложском районе: восточное 13° , 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.

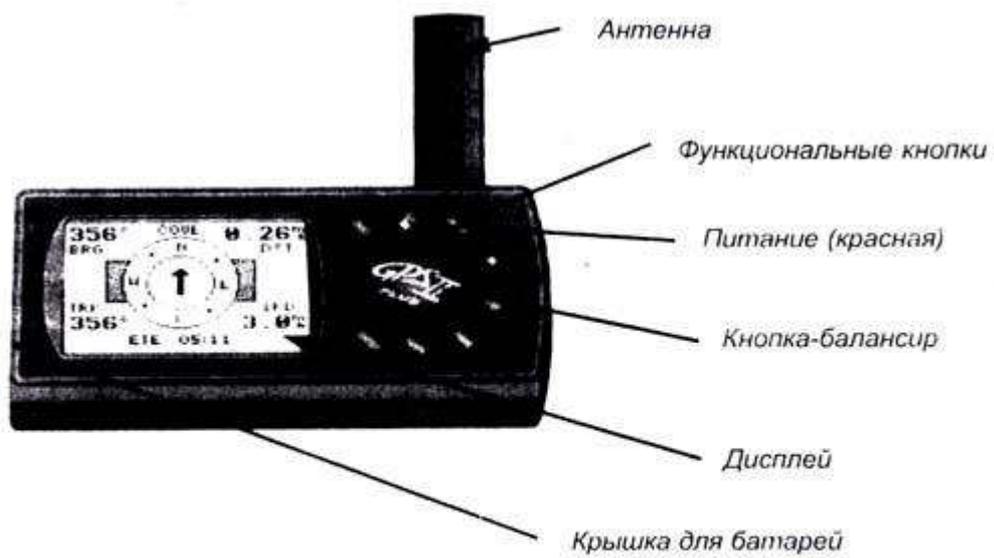
Как было сказано выше, при глазомерной привязке, расстояния между пикетами (или точкой наблюдений и репером) измеряются шагами. С этой целью определяется масштаб шагов, для чего на местности рулеткой или мерной лентой измеряется расстояние, равное 100 м., а затем определяется количество пар шагов, уложившихся 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 ⁰)						
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 ⁰)						
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, расщепление 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 этикетуются 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.

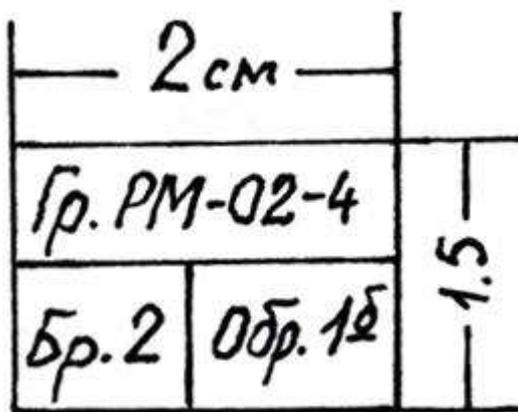


Рис. 4. Форма и содержание этикетки, наклеиваемой на образец.

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 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).

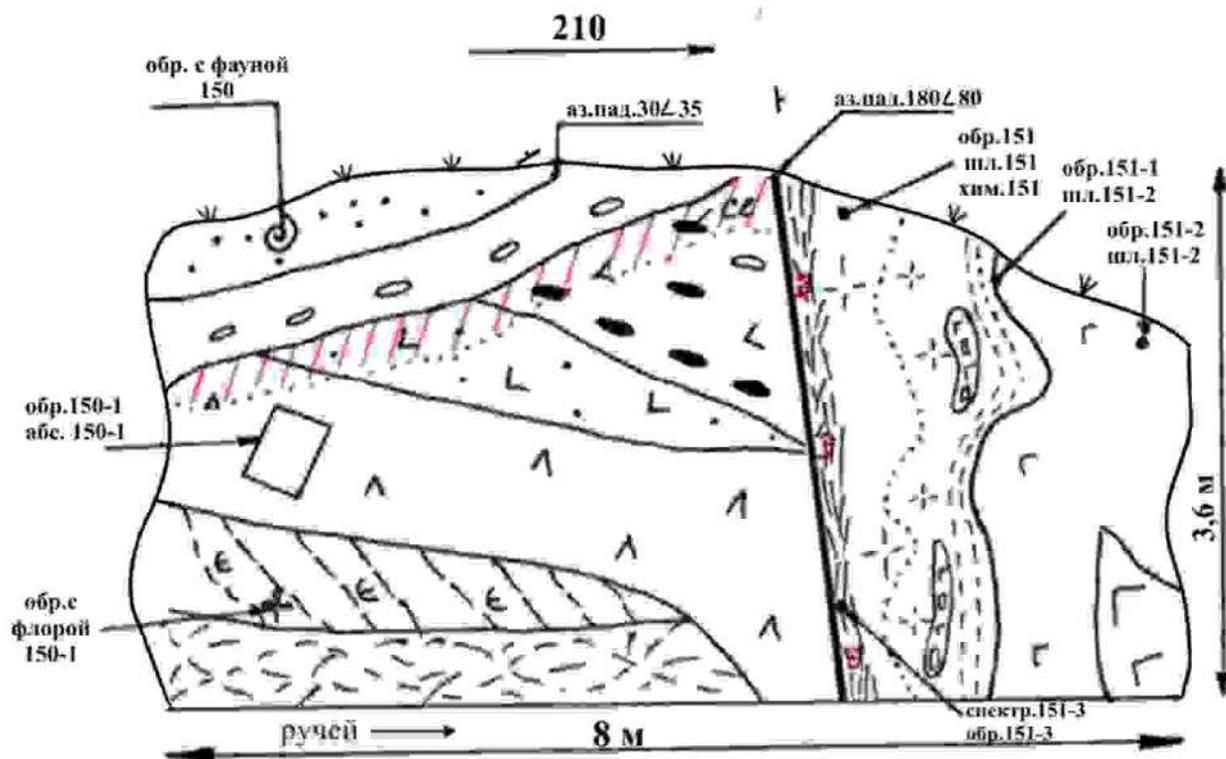


Рис. 5. Пример зарисовки обнажения

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 накальвается 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. Сухой Лог – 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 (D₃kd). Возраст стратонов определен по ископаемой фауне и флоре.

Средний отдел D₂

Базальт-дацитовая толща (D₂bd). 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 (D₂sh). 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, андезитам 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, алевроитовыми 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_{2,3}

Маминская толща (D_{2-3mm}). 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 D₃

Кодинская свита (D_{3kd}). 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: алевролиты, 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 C_1

Стратоны нижнего отдела каменноугольной системы представлены бекленищевской (C_1bk), егоршинской и бурсунской (C_1eg+C_1br), исетской (C_1is) свитами.

Бекленищевская свита (C_1bk). 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 (C_1eg+C_1br). 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 (C_1is). Свита имеет широкое площадное распространение в восточной части Сухоложского полигона. Разрез свиты можно наблюдать по 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 известняках 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 С₂

Щербаковская свита (С₂щс). 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 геополигона 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 корях 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 (Т₃-J₁Ĉ). 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 составляют преимущественно вулканогенные породы разного состава (от базальтов до риолитов) с незначительным количеством пестроцветных конгломератов, песчаников и аргиллитов. Верхнюю часть разреза составляют преимущественно осадочные сероцветные мелко- и тонкообломочные породы. Обломочные породы по составу относятся к полимиктовым. В прибортовых частях грабенов широким развитием пользуются краснобурые 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 К₁

Нижний отдел меловой системы представлен **аптским и альбским ярусами К₁ а**, состоящим из двух стратонов – алапаевской и синарской.

Алапаевская толща представлена каолинит-гидрослюдитыми серыми, бурыми, кирпично-красными глинами с песком, хорошо окатанной кварцевой галькой и щебнем окремнелого 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 К₂

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 P

Палеогеновая система в Сухоложском районе представлена верхним палеоценом-нижним эоценом. На восточном склоне Урала эти отложения известны под названием **серовской свиты**.

Серовская свита P₁₋₂ sr.

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_{1sv}). 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,IEIuv*) 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 ($a^1\Pi$) и уфимской ($a^u\Pi$) террас, озерными (Шии), аллювиальными и озерными ($a, \text{Шии}$) отложениями уйско-убоганской свиты, делювиальными отложениями среднеуральского надгоризонта ($d\Pi\text{sr}$).

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 ($a^1\Pi$) 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 вильгортковский, 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 коричневато-серых глин и коричневато-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 (dIIsg) 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^kIII) 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 пенеplена 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 батуриной 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 (tHgr²) 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, элпсовидными 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, расщепления, 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 ячикообразный 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 порфириновых 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 порфириновых 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. Вальной. 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 км². 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. м³/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 геополигон 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 магматические и осадочные 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

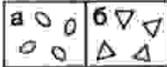
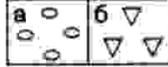
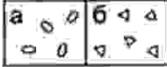
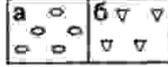
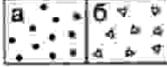
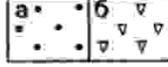
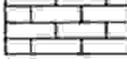
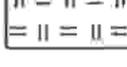
План описания пород различных типов

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 флюидальности, 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	

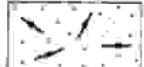
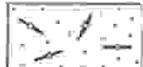
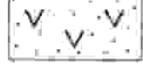
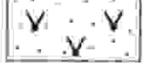
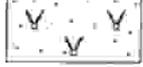
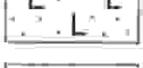
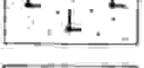
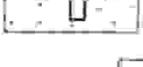
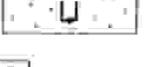
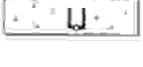
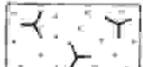
Условные обозначения:

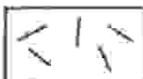
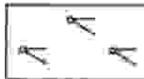
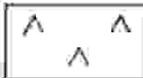
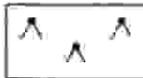
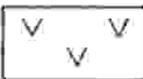
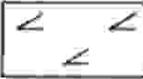
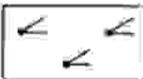
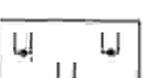
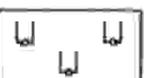
Обломочные и глинистые породы разного состава

Рыхлые	Сцементированные
	
Глыбы	Глыбовые брекчии
	
Валуны (а), неокатанные валуны (б)	Валунный конгломерат (а), валунные брекчии (б)
	
Гальки (а), щебень (б)	Галечниковый конгломерат (а), щебеночные брекчии (б)
	
Гравий(а), дресва (б)	Гравийный конгломерат (а), дресвяная брекчия (б)
	
Пески	Песчаники
	
Алевриты	Алевролиты
	
Глины	Аргиллиты
	
Известняки	Доломиты
	
Трепалы, диатомиты	Радиолариты, яшмы
	
Сульфатно-галогенные	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			

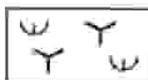
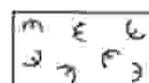
Группа	Петрохимические ряды		
	Нормальный	Субщелочной	Щелочной
ва	 Риолиты	 Трахириолиты	 Комендиты
а	 Риодациты	 Трахириодациты	 Пантеллериты
с	 Плагхиориодациты		
к	 Дациты	 Трахидациты	 Щелочные трахидациты
и			
с		 Трахиты	 Щелочные трахиты
р	 Андезиты	 Трахиандезиты	
д			
с	 Андезибазальты	 Трахиандезибазальты, латиты	 Фонолиты
р			 Основные фонолиты
о	 Базальты	 Трахибазальты	 Щелочные базальтоиды
р	 Пикробазальты		 Основные фойдиты
у	 Пикриты	 Субщелочные пикриты	 Щелочные пикриты
л			
т			
р			
а			

ВУЛКАНОГЕННО-ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ

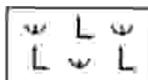
Осадочно-пирокластические породы (туффы)

Сцементированные

Рыхлые



Псефитовый туффит
разного состава



Псаммитовый туффит
основного состава



Пелитовый туффит
преимущественно
риолитового состава

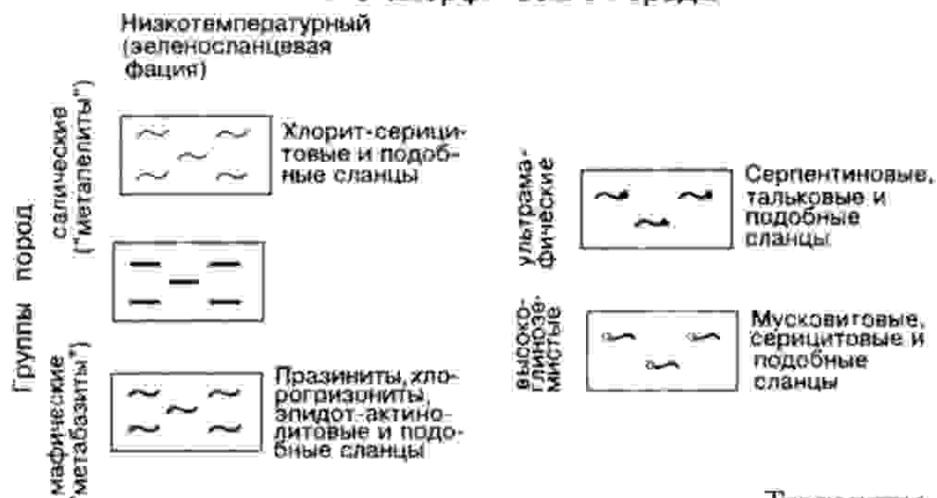
СЕМЕЙСТВА ИНТРУЗИВНЫХ ПОРОД

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		Фельдшпатовидные сиениты
Основные		Анортозиты		Монзониты, монцодиориты		Основные фельдшпатовидные сиениты
		Габброиды		Субщелочные габброиды		Щелочные габброиды
		Перкриты (пироксениты, гарнблендиты)				Основные фойдолиты
Ультраосновные		Перидотиты		Кимберлиты		Ультраосновные фойдолиты
		Дуниты				Мелилитолиты
		Ультрамафиты (гипербазиты) без расчленения				Карбонатиты
		Апогипербазитовые серпентиниты				

Порфиновые породы обозначаются комбинацией знаков видов или разновидностей пород с точками

Метаморфические породы



Нерасчлененные по фа́циям



Тектониты



СОСТАВ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ



МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Проректор по учебно-методическому комплексу: С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ПРАКТИКИ ПО ПОЛУЧЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УМЕНИЙ И ОПЫТА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, Ч.1

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Алексеев В.П., д.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.03.2020
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020
(Дата)

Екатеринбург
2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ПРАКТИКА ПО ПОЛУЧЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УМЕНИЙ И ОПЫТА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ч. 1.....	4
1.1. Цели и задачи практики.....	4
1.2. Содержание отчета по производственной практике	5
1.3. Задачи по сбору фактического материала при прохождении производственной практики на объектах геологоразведочных работ	6

1. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА

1.1. Цели и задачи практики

Производственную практику 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 производственной 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 шламограммы 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 района 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 производственной практике

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 производственной практики 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 непосредствен-

ное 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 производственной 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 ежедневных 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 первой производственной практики каждый студент должен четко представлять, что основной курсовой работой по специальности на седьмом семестре будет 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 РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Проректор по учебно-методическому комплексу _____
С.А. Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ
ПРАКТИКИ ПО ПОЛУЧЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ
УМЕНИЙ И ОПЫТА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, Ч.2**

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Алексеев В.П., д.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры

Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)

Зав. кафедрой _____

(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.03.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель _____

(подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ПРАКТИКА ПО ПОЛУЧЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УМЕНИЙ И ОПЫТА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ч. 2.....	4
1.1. Цели и задачи практики.....	4
1.2. Содержание отчета по производственной практике	5
1.3. Задачи по сбору фактического материала при прохождении производственной практики на объектах геологоразведочных работ	6

1. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА

1.1. Цели и задачи практики

Производственную практику 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 производственной 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 шламограммы 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 района 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 производственной практике

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 производственной практики 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 непосредствен-

ное 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 производственной 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 ежедневных 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 первой производственной практики каждый студент должен четко представлять, что основной курсовой работой по специальности на седьмом семестре будет 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 РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Проректор по учебно-методическому комплексу *С.А. Рыльков*

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Алексеев В.П., д.г.-м.н.

Одобрены на заседании кафедры

Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)

Зав. кафедрой

С.А. Рыльков
(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 03.03.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

В.И. Бондарев
(подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА	9
1.1. Цели и задачи преддипломной практики.....	9
1.2. Особенности прохождения преддипломной практики на конкретных участках производства геологоразведочных и эксплуатационных работ	10
1.3. Перечень основных разделов дипломного проектирования, со стандартным рубрикаторм дипломного проекта	12
1.4. Тема для специального рассмотрения (“спецвопрос”).....	15

1. ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА

1.1. Цели и задачи преддипломной практики

Преддипломная (вторая производственная) практика проводится студентами после восьмого семестра обучения на предприятии, проводящем геологоразведочные работы по выбранному студентом профилю специализации.

Основной целью преддипломной практики является закрепление знаний, полученных студентом в процессе обучения в институте, на основе глубокого и всестороннего изучения деятельности предприятия, на котором проводится практика, а также сбор необходимых фондовых и других материалов для дипломного проектирования.

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 преддипломной практике фактический материал для завершающего этапа обучения, должен четко представлять оптимальный объем этого материала, обеспечивающий решение всех задач дипломного проектирования. Для этого, перед началом преддипломной практики, студент должен получить от преподавателя (руководителя практики) задание на ее прохождение (дипломное задание). С целью повышения реальности и научно-практической ценности дипломного проекта дипломное задание 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 преддипломной практики возможно на любом участке полевых работ как геологоразведочного, так и эксплуатационного направления. Студент на преддипломной 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 преддипломной практики – 4 недели. Следует также учесть, что, после окончания девятого семестра и сдачи сессионных экзаменов и зачетов, перед дипломированием у студента появляется возможность (по договоренности с предприятием, где проходила преддипломная практика) завершить сбор недостающих материалов для дипломного проектирования.

1.2. Особенности прохождения преддипломной практики на конкретных участках производства геологоразведочных и эксплуатационных работ

1.2.1. Тематические, научно-исследовательские работы

Преддипломная 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

Преддипломная 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 дипломный проект можно рекомендовать собрать информацию по обоснованию приме-

няемой методики исследования геологического строения изучаемой территории.

Преддипломная 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 проектирования 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

Преддипломная 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

Преддипломная 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

Преддипломная 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 дипломного проектирования, с стандартным рубрикаторм дипломного проекта

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 преддипломную практику, 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 дипломного проекта; 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 работ. Раздел определяет в конечном итоге принимаемые проектом технические решения, основанные на информации по местонахождению площади проектируемых работ, ее инфраструктуре, орогидрографическим 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 орогидрографические 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, гидрогеоло-

гические 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 составлении дипломного проекта фондовой и опубликованной литературы.

1.4. Тема для специального рассмотрения (“спецвопрос”)

Особое внимание при дипломном проектировании 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, желательно 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, определяется объем информации, которую следует собрать.

Объем работ для выполнения специальной части диплома

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 дипломного проекта (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.

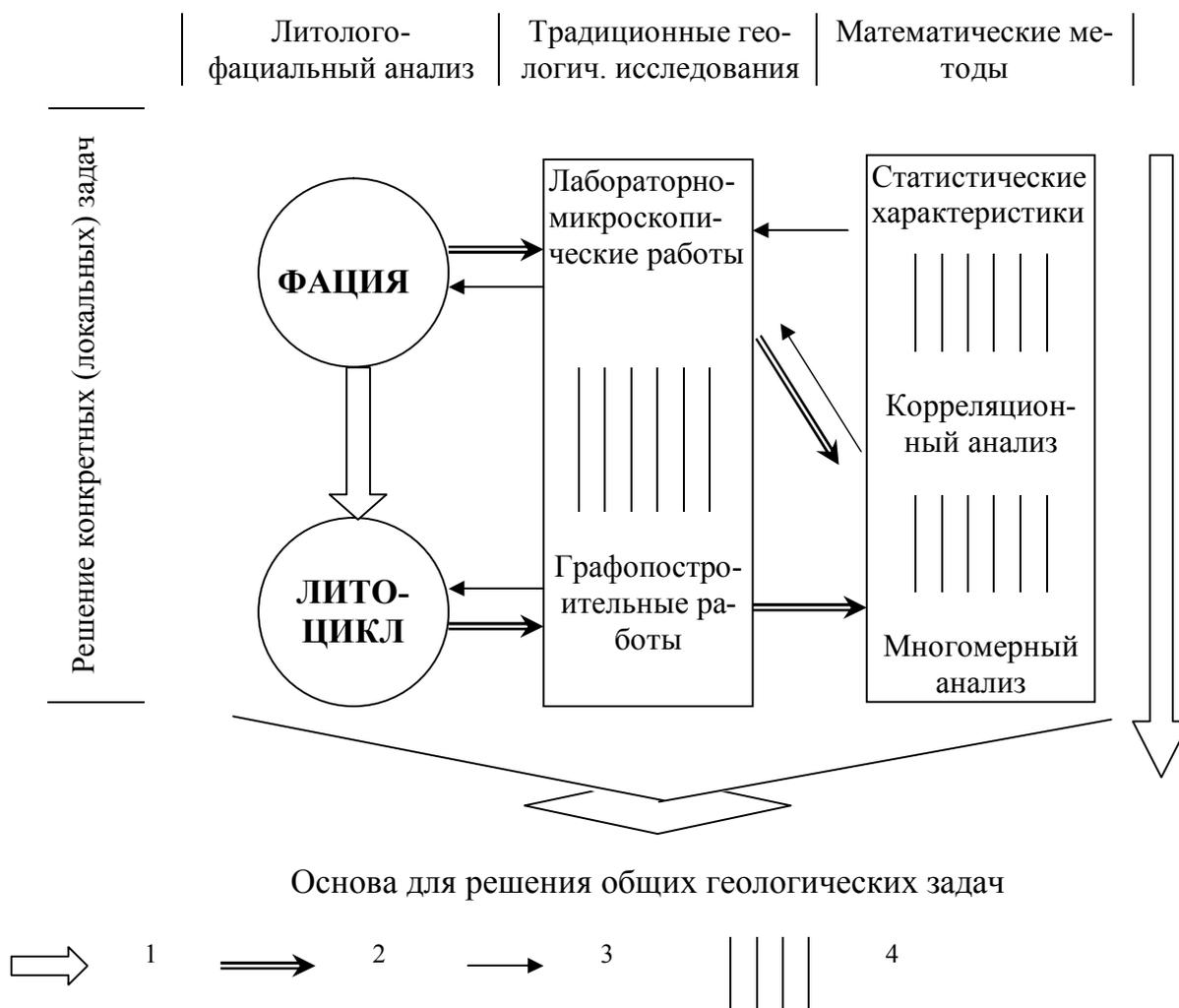


Рис. 1. Соотношение основных видов исследований (применительно к литолого-фациальному анализу)

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, прослой	Детальные колонки, зарисовки

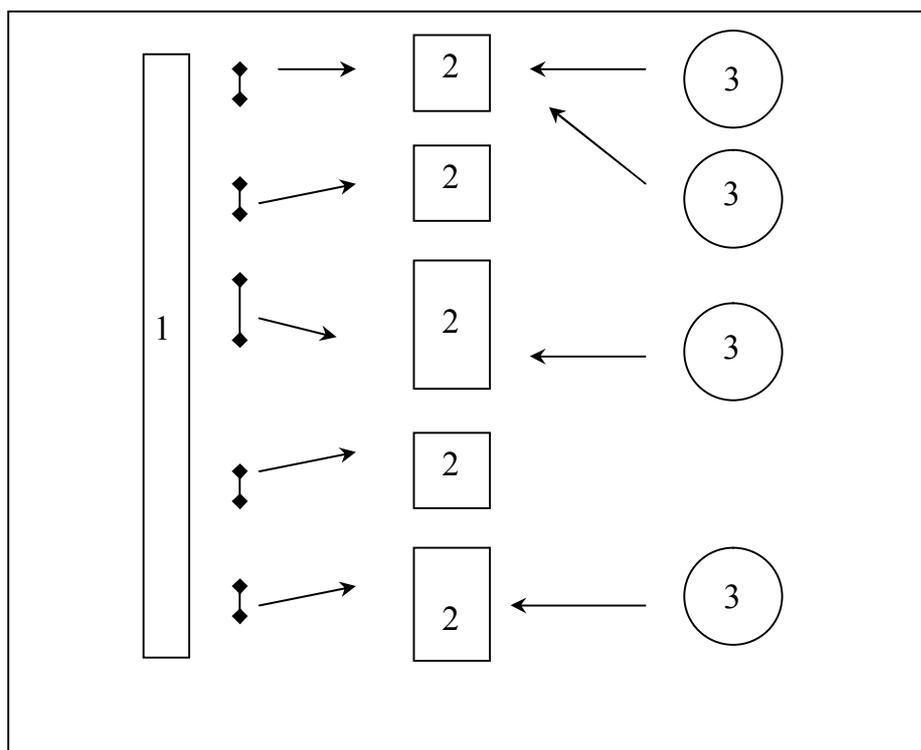


Рис. 2. Вариант совмещения на одном чертеже результатов изучения общего строения интервала

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 РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Проректор
методическому комплексу



С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Авторы: Алексеев В.П., д.г.-м.н., Ворожев Е. С., к.г.-м.н., Кралина Л. И., Крылаткова Н. А., к.г.-м.н., Самсонов Г. А., Третьякова Л. И.

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых

(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
к.г.-м.н., доц. Рьльков С.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 7 от 03.03.2020
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 7 от 20.03.2020
(Дата)

Екатеринбург
2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ВКР СПЕЦИАЛИСТА, ПОРЯДОК ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЯ.....	5
1. СТРУКТУРА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ.....	7
1.1. Общая структура ВКР в виде дипломного проекта.....	7
1.2. Структура исследовательской ВКР в виде дипломной работы.....	8
2. ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	9
2.1. Геологическое строение района (месторождения)	9
2.1.1. Геологическая и геофизическая изученность района работ	9
2.1.2. Стратиграфия и литология	10
2.1.3. Тектоника	10
2.1.4. Нефтегазоносность	11
2.1.5. Гидрогеология и инженерная геология.....	12
2.2. Геологическое описание месторождения (участка или залежи)	12
3. МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	13
3.1. Анализ результатов ранее выполненных работ. Обоснование целевого геологического задания	13
3.2. Методика проектируемых работ	13
3.2.1. Региональный этап.....	14
3.2.2. Поисково-оценочный и разведочный этап.....	14
3.3. Геофизические работы.....	15
3.4. Опробование	20
3.5. Подсчет ресурсов, запасов и геолого-экономическая оценка изучаемого объекта	21
3.5.1. Подсчет запасов	21
3.5.2. Оперативный подсчет запасов.....	22
3.5.3. Окончательный подсчет запасов	23
3.5.4. Эффективность работ.....	24
4. ТЕХНИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	27
4.1. Технология бурения скважин	27
4.1.1. Выбор способа бурения	27
4.1.2. Выбор конструкции скважины.....	28
4.1.3. Выбор профиля скважины.....	30

4.1.4. Выбор породоразрушающего инструмента (ПРИ) и рациональной технологии бурения	31
4.5.1. Выбор бурового раствора.....	32
4.6.1. Выбор бурового оборудования	33
4.1.7. Вскрытие продуктивного пласта (ПП) и освоение скважины ...	33
4.1.8. Инструмент для отбора керна	34
4.1.9. Цементирование скважин	35
4.2. Охрана недр и окружающей среды.....	36
5. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	37
5.1. Техничко-экономические расчеты и обоснования	37
5.2. Организационно-производственные и хозяйственно-бытовые вопросы ...	40
5.3. Смета.....	40
5.4. Сводные технико-экономические данные.....	41
6. СПЕЦИАЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	42
6.1. Темы и рекомендуемые объемы работ.....	42
6.2. Примерная структура специального раздела	43
6.3. Глубина проработки материала	43
7. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ВКР И ПРОЦЕДУРА ЕЕ ЗАЩИТЫ	45
Список литературы	50
Приложение 1. Пример заполнения титульного листа ВКР	51
Приложение 2. Пример заполнения задания по ВКР специалиста	52
Приложение 3. Пример выполнения листа «Реферат»	54
Приложение 4. Форма штампа к чертежам ВКР	55
Приложение 5. Примеры библиографических описаний.....	56

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ВКР СПЕЦИАЛИСТА, ПОРЯДОК ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЯ

Подготовка ВКР специалиста – заключительный этап обучения, показывающий общий уровень знаний по специальности и профессиональной подготовке инженера-геолога.

ВКР разрабатывается с целью:

- закрепления и расширения знаний студентов;
- углубленного изучения вопросов геологии, поисков и разведки месторождений нефти и газа, организации и экономики нефтегазоразведочных работ;
- овладения навыками самостоятельного решения конкретных геологических и инженерных задач.

В основу ВКР должен быть положен самостоятельно собранный во время преддипломной практики фактический материал, а также сведения из опубликованных работ и фондовых источников. ВКР специалиста может выполняться в форме дипломного проекта или дипломной работы.

Тема ВКР, выполняемой в форме проекта, должна предусматривать решение определенной задачи по региональному изучению осадочных бассейнов или их участков, поискам, оценке и разведке конкретного месторождения (залежи) в соответствии в «Временным положением об этапах и стадиях геологоразведочных работ на нефть и газ», утвержденным приказом Министра природных ресурсов № 126 от 07.02.2001 г.

В целях более углубленного изучения одного из геологических или методических вопросов в задании по ВКР (проекту) определяется специальная глава, выполняемая самостоятельно на основании лично собранных и обработанных материалов и исследований.

В случае, если студенты за время обучения в университете проявили склонность к научно-исследовательской работе и собрали в период прохождения преддипломной практики представительный геологический материал, достаточный для проведения самостоятельных научных исследований, ВКР может быть выполнена в виде дипломной работы. Решение об этом по представлению руководителя ВКР принимается выпускающей кафедрой, визируется директором Института геологии и геофизики и утверждается проректором по учебной работе.

ВКР в форме проекта обычно состоит из четырех разделов: геологического, методического, технического и экономического. На геологический раздел отводится 35 % объема проекта, на методический – 25 %, на технический – 20 % и экономический – 20 %. Общий объем текстовой части дипломного проекта не должен превышать 100-150 страниц, дипломной работы – 100 страниц. Текст ВКР рекомендуется сопровождать картами,

разрезами, схемами, фотографиями и т. д. Требования, предъявляемые к содержанию и объему проекта, зависят от стадийности проектируемых работ.

К выполнению ВКР допускаются студенты, полностью окончившие теоретический курс обучения и положительно аттестованные по всем дисциплинам и практикам, предусмотренным учебным планом. О допуске к дипломному проектированию издается приказ по университету.

На период проектирования студенту назначается руководитель из числа преподавателей выпускающей кафедры. После ознакомления с собранными на преддипломной практике материалами руководитель выдает студенту задание на ВКР и определяет консультантов по её отдельным разделам. Задание на ВКР (дипломный проект) утверждается заведующим выпускающей кафедры, а темы исследовательских работ подлежат утверждению на заседании кафедры.

Одновременно с выдачей задания руководитель вместе со студентом составляет календарный план работы, в котором указываются сроки выполнения отдельных разделов и срок представления полностью подготовленной ВКР. Не реже одного раза в неделю студент отчитывается о ходе дипломирования перед руководителем, контролирующим выполнение календарного плана. При необходимости студент может быть приглашен для отчета о работе над проектом (работой) на заседание выпускающей кафедры.

1. СТРУКТУРА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

1.1. Общая структура ВКР в виде дипломного проекта

Проект состоит из четырех обязательных разделов (кроме специального): геологического, методического, технического и экономического. Примерная структура проекта (ВКР специалиста) и ориентировочный объем основных разделов приводится ниже.

Структура проекта	Объем страниц
Титульный лист.	1
Задание на ВКР (инженера).	2
Реферат.	1
Оглавление.	1-2
Введение.	1-2
1. Геологический раздел.	20-30
1.1. Общие сведения о районе работ	
1.2. Геологическое строение района (месторождения)	
1.2.1. Геологическая и геофизическая изученность района работ	
1.2.2. Стратиграфия и литология	
1.2.3. Тектоника	
1.2.4. Нефтегазоносность	
1.2.5. Гидрогеология	
1.3. Геологическое описание месторождения (участки или залежи)	
2. Методический раздел.	20-30
2.1. Анализ результатов ранее выполненных работ. Обоснование целевого геологического задания	
2.2. Методика проектируемых работ	
2.3. Геофизические работы	
2.4. Опробование	
2.5. Подсчет ресурсов, запасов и геолого-экономическая оценка изучаемого объекта	
3. Технический раздел.	20-30
3.1. Технология бурения скважин	
3.2. Охрана окружающей среды	
4. Экономический раздел.	20-30
4.1. Техничко-экономические расчеты и обоснования	
4.2. Организационно-производственные и хозяйственно-бытовые вопросы	
4.3. Смета	
4.4. Сводные технико-экономические данные	
Специальный раздел (как правило, помещается после соответствующего раздела или подраздела).	25-40
Заключение.	1-2
Список литературы.	1-3
Приложения.	не регламент.

Обязательные чертежи к ВКР (проекту)

Лист 1. Сводный геолого-геофизический (геолого-стратиграфический, геолого-литологический, литолого-стратиграфический) разрез района работ (площади, месторождения).

Лист 2. Выкопировка из тектонической карты соответствующего района.

Лист 3. Геологический (сейсмогеологический разрез (по линии скважин месторождения, участка...), с положением (обоснованием глубин) проектных скважин.

Лист 4. Структурная карта по кровле (подошве) свиты (пласта), отражающему горизонту с положением проектных скважин и обычно совмещенная с подсчетом запасов.

Лист 5. Геолого-технический наряд на бурение (строительство) скважины.

Лист 6. Иллюстрации к специальному разделу (фотографии, графики, схемы, карты, модели...).

1.2. Структура исследовательской ВКР в виде дипломной работы

Исследовательские ВКР индивидуальны по тематике и результатам научных исследований. Очень примерно предлагается один из вариантов такой работы.

Введение (с определением цели и постановкой задачи)

1. Геологическое строение объекта

1.1. Стратиграфия и литология

1.2. Тектоника

1.3. Нефтегазоносность

2. Методика и объемы выполненных работ

2.1. Методика (с изучением вопроса)

2.2. Объемы (особо-самостоятельные исследования)

3. Результаты проведенных исследований

Например:

3.1. Состав пород (петрография песчаников)

3.2. Генезис песчаников (или стадия литогенеза)

3.3. Закономерности чередования выделенных типов в разрезе

или их изменения на площади

Заключение (развернутый итог работы)

Список литературы

Список приложений (при необходимости)

2. ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Введение

Отмечается значение изучаемого месторождения УВ (углеводородов) в экономике страны. Указывается место, условия и продолжительность преддипломной практики и виды работ, выполнявшихся студентом. Приводится перечень собранных материалов, основные литературные источники (фондовые и опубликованные), использованные при написании геологического раздела.

Общие сведения о районе работ

Указывается географическое и административное положение района, его границы, орогидрография. Приводятся сведения об абсолютных отметках, относительных превышениях, характере расчлененности поверхности. Дается оценка обнаженности района, обстоятельства, затрудняющие проведение геологоразведочные работы (ГРР).

Климат (количество осадков и их распределение по месяцам, средние температуры зимой и летом, продолжительность зимнего и летнего периодов, преобладающие ветры), высота снежного покрова, начало и конец ледостава, глубины промерзания грунта, наличие многолетней мерзлоты. Сроки действия зимников, речной навигации.

Растительность – видовой состав, густота леса. Возможность использования лесных угодий для заготовки деловой древесины и дров. Толщина почвенного покрова, заболоченность, сельскохозяйственные и другие угодья, и т. п. Дается оценка проходимости территории.

При характеристике гидрографической сети кратко описывается режим рек и озер с указанием среднемесячных расходов и колебаний уровня воды в водотоках, характер и время проявления паводков. Отмечается наличие искусственных водоемов, родников, источников питьевой и технической воды с указанием расстояния от них до объекта работ.

Сведения о городах, поселках и удаленности от них участков работ, об обеспеченности района транспортными путями, строительными материалами, электроэнергией, рабочей силой.

Глава сопровождается обзорной картой, на которую должны быть нанесены площадь проектируемых работ, основные населенные пункты, базы партии и экспедиции.

2.1. Геологическое строение района (месторождения)

2.1.1. Геологическая и геофизическая изученность района работ

Дается краткий обзор геологической и геофизической изученности. В хронологической последовательности излагается история изучения рай-

она и открытия месторождений УВ. Более подробно освещаются результаты ГРП последних лет, их методика, объемы, основные результаты. Могут быть приведены данные об эксплуатации месторождения. Раздел главы может быть сопровождается схематической мелкомасштабной картой, на которой показано положение месторождения и контуры площадей проведенных работ.

2.1.2. Стратиграфия и литология

В первую очередь для района проектируемых работ указывается принятое разделение его разреза на структурные этажи: фундамент, промежуточный структурный этаж (ПСЭ) и чехол. Затем для каждого этажа (структурного яруса) приводится последовательно (от древних к молодым) описание распространенных в районе пород с указанием их возраста. Петрографический и литологический состав пород фундамента, его контакт с породами чехла. Наличие, состав и мощность кор выветривания. Литологический состав и мощность пород осадочного чехла (по свитам, горизонтам, пачкам), характер контактов отдельных стратиграфических подразделений. Для них желательно приводить руководящую фауну и флору (в том числе споры, пыльцу). Более подробное описание дается для продуктивных свит и горизонтов. Указывается положение в разрезе основных отражающих горизонтов. Обязательной иллюстрацией к этой главе ВКР является сводный геолого-стратиграфический разрез, на котором показана принадлежность отложений разреза к конкретным подразделениям стратиграфической шкалы (в общем случае это группа, система, отдел, ярус, подъярус, свита, горизонт, подсвита, пачка, пласт). Приводится также в определенных обозначениях (условных знаках) литологический состав пород, их краткое описание. Из геофизических сведений обычно указываются индексы отражающих горизонтов (сейсмических границ), диаграммы каротажных кривых (КС, ПС). Не лишними здесь являются и данные по нефтегазоносности, как правило, это индексы продуктивных пластов. Для разрезов по конкретной скважине приводятся глубины в метрах, в случае сводных разрезов – мощности (или интервалы мощностей) отдельных частей разреза.

2.1.3. Тектоника

Рассматривается положение района проектируемых работ по отношению к региональным тектоническим структурам фундамента и чехла. Обязательным графическим приложением к этой части ВКР являются выкопировки из тектонической карты фундамента и чехла. На первой показываются (а в тексте – кратко характеризуются) тектонические мегакомплексы (и возраст их стабилизации), структурно-формационные зоны с отдельными геологическими формациями, разрывные нарушения (главные, второстепенные) и их возраст. Поскольку подавляющее большинство ВКР

выполняется по объекту Западно-Сибирской НГМП, можно в качестве примеров рекомендовать пользоваться следующими картами: «Схематическая структурно-формационная карта фундамента центральной части Западно-Сибирской плиты (под ред. В. С. Суркова, 1998 г.)»; «Тектоническая карта фундамента Западно-Сибирской плиты (под ред. В. С. Суркова, 2000 г.)». На второй выкопировке также показываются (и кратко описываются) тектонические структуры разных порядков, важнейшие дизъюнктивные нарушения. Для той же Западно-Сибирской НГМП могут быть рекомендованы карты: «Тектоническая карта мезозойско-кайнозойского ортоплатформенного чехла Западно-Сибирской геосинеклизы (ред. И. И. Нестеров, 1990 г.)», «Тектоническая карта центральной части Западно-Сибирской плиты (под ред. В. И. Шпильмана, Н. И. Змановского, Л. Л. Подсосовой, 1998 г.)». На всех выкопировках следует показать положение площади проектируемых работ (или лицензионного участка). На тектонических картах могут быть показаны и открытые в рассматриваемом районе месторождения нефти и газа.

2.1.4. Нефтегазоносность

В начале этой части ВКР следует указать принадлежность рассматриваемой территории к конкретному нефтегазоносному району и области. Затем дается характеристика ближайших к участку проектируемых работ выявленных месторождений УВ. Для каждого объекта следует привести следующие сведения:

- 1) географическое положение;
- 2) геотектоническая приуроченность;
- 3) генетический тип месторождения;
- 4) приуроченность объекта к локальному структурному элементу (размер по замкнутой изогипсе, высота или амплитуда, ориентировка оси, нарушенность дизъюнктивами, углы падения крыльев);
- 5) все стратиграфические подразделения разреза;
- 6) собственно нефтегазоносность месторождения (количество, возраст, мощность продуктивных горизонтов (или нефтегазоносных комплексов), мощности и литологический состав коллекторов и покрышек; для залежей УВ – их количество, положение в разрезе и на площади, генетический тип, параметры (длина, ширина, высота), характер и положение контактов – водонефтяного, газонефтяного, газоводяного); нефтенасыщенные мощности;
- 7) особенности строения месторождения: наличие и виды несогласий, перерывов в разрезе; зон выклинивания, замещения проницаемых пород непроницаемыми;
- 8) в случае наличия дизъюнктивной тектоники – амплитуды нарушений, наличие в залежах отдельных блоков;
- 9) состав и физические свойства флюидов;

10) распределение запасов и степень изученности (или освоенности) месторождения.

Эту часть ВКР следует сопровождать геологическими разрезами через месторождение. Не лишними будут и выкопировки из карт критериев прогноза УВ-залежей (или, например, «Обзорной карты месторождений нефти и газа Западно-Сибирской провинции (под ред. И. И. Нестерова, 1997 г.)»).

2.1.5. Гидрогеология (и инженерная геология)

Эта часть ВКР должна содержать краткую характеристику водоносных горизонтов: их литологический состав, глубины залегания, химический состав и качество вод; инженерно-геологические свойства пород. В районах развития многолетних пород приводятся сведения о характере и глубине распространения, влияния мерзлотных явлений на условия проведения ГРП.

2.2. Геологическое описание месторождения (участка или залежи)

Приводятся более детальные сведения, касающиеся именно участка (фланга) месторождения или залежи, являющихся непосредственно объектом проведения работ, и не вошедшие в соответствующие части (2.1.2, 2.1.3, 2.1.4) геологического раздела ВКР. Обязательным листом демонстрационной графики к этой части ВКР является структурная карта по кровле какой-то свиты (отражающего сейсмического горизонта, продуктивного пласта). В общем случае на ней, кроме изогипс кровли свиты (или отражающего горизонта), следует показать границы участка проектируемых работ (или лицензионного участка), положение поисковых и разведочных скважин (пройденных и проектных), внешние и внутренние контуры нефтеносности и газоносности, положение сейсмических профилей прошлых лет. Кроме структурной карты к этой части ВКР следует составить крупномасштабный геологический (или сейсмологический) разрез по линии скважин участка работ, на котором желательно показать положение наряду с пройденными и проектных скважин. При наличии необходимых данных полезно составление карт толщин (или эффективных нефтенасыщенных толщин) продуктивных пластов.

3. МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1. Анализ результатов ранее выполненных работ. Обоснование целевого геологического задания

Проводится анализ результатов ранее выполненных геологосъемочных и геофизических работ. Обзор приводится в хронологическом порядке. Текст сопровождается схемой геологической (геофизической) изученности.

При анализе материалов предыдущих исследователей необходимо обратить внимание на вопросы (проблемы), недостаточно изученные в предшествующие периоды.

При анализе результатов предыдущих работ подлежат рассмотрению вопросы, касающиеся:

- а) общей геологической изученности объекта;
- б) детальности изучения вещественного состава пород-коллекторов и покрышек, а также флюидов объекта;
- в) характера выявленной изменчивости основных параметров подсчета запасов как по разрезу, так и по латерали;
- г) возможности выявления новых залежей;
- д) изученности гидрогеологических, инженерно-геологических условий на исследуемом участке.

В заключение обзора приводится общая оценка разведанности оцениваемого объекта.

С учетом выполненного анализа изученности (площади, участка, залежи, месторождения) формулируется целевое геологическое задание на выполнение проектируемых работ. В соответствии с утвержденным МПР РФ «Временным положением об этапах и стадиях геологоразведочных работ на нефть и газ» (2001) темой ВКР (дипломного проекта) может быть одна из стадий всех трех этапов, в том числе:

- **Региональный этап. 2 стадия - Оценка зон нефтегазонакопления.**
- **Поисково-оценочный этап. 3 стадия - Поиск и оценка месторождений (залежей).**
- **Разведочный этап. 1 стадия - Разведка и пробная эксплуатация.**

При разработке геологического задания также желательно сформулировать, каковы границы ожидаемой залежи (месторождения), группа, тип и вид ловушки.

3.2. Методика проектируемых работ

На основе сформулированного целевого геологического задания обосновывается рациональная методика проектируемых работ. Причем, следует иметь в виду, что для студентов специальности ГН одной из ос-

новых задач, решаемых при дипломном проектировании, стоит необходимость применения всего объема полученных теоретических знаний в процессе прохождения курса и, в первую очередь, теоретических основ поиска и разведки нефти и газа, что связано с производством бурения глубоких скважин.

3.2.1. Региональный этап

Рассмотрение возможности в качестве целевого геологического задания дипломного проектирования второй стадии регионального этапа работ связано, в первую очередь, с тем, что при проведении этих работ используется в полной мере типовой комплекс работ, характерный для производства исследований на всех этапах геологоразведочного процесса на нефть и газ.

Типовой комплекс работ на данной стадии включает в себя:

- дешифрирование материалов аэро-, фото- и космических съемок, геологическую, гидрогеологическую, структурно-геоморфологическую, геохимическую съемки масштаба 1:100000 - 1:25000 и другие исследования;
- аэромагнитную, гравиметрическую съемки масштабов 1:100000 - 1:25000 и электроразведку;
- сейсморазведочные работы по системе опорных профильных пересечений;
- бурение опорных и параметрических скважин на опорных профилях в различных структурно-фациальных условиях;
- обобщение и анализ геолого-геофизической информации, результатов бурения скважин.

Задачей проектанта является обоснование рациональной (необходимой и достаточной) методики для конкретного объекта, что и должно найти отражение в предлагаемом прогнозно-поисковом комплексе (ППК).

Обосновывается необходимость применения конкретного метода проектируемых геологоразведочных работ, определяется их конкретный объем.

3.2.2. Поисково-оценочный и разведочный этап

Проектирование работ данных этапов проводится только для третьей стадии - поиска и оценки месторождений (залежей) поисково-оценочного этапа и для собственно разведочного, так как две первые стадии поисково-оценочного этапа нацелены только на выявление и подготовку объекта непосредственно к проведению поисково-оценочных работ и характеризуются применением типового комплекса работ дистанционными методами.

Для третьей стадии поисково-оценочного этапа характерен следующий типовой комплекс работ:

- бурение и испытание поисково-оценочных скважин;
- детализационная скважинная и наземная сейсморазведка;

➤ специальные работы и исследования по изучению геологического разреза и положения контуров залежей и элементов ограничения залежи.

Для работ разведочного этапа дополнительно рассматривается вопрос переинтерпретации геолого-геофизических материалов с учетом данных, полученных при бурении поисково-оценочных скважин.

Объемы работ и виды геолого-геофизических исследований определяются проектом, а для каждой скважины - геолого-техническим нарядом.

В качестве примера рассмотрим, какие вопросы должен осветить проектировщик бурения и испытания скважин:

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.

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.

Конструкция скважины. На основании литолого-технологического разреза и ожидаемых осложнений при бурении скважины предлагается обосновать принимаемую проектом конструкцию скважины.

Отбор проб в процессе бурения скважины керна, флюидов. В соответствии с назначением скважины, ожидаемой мощностью продуктивного горизонта (пласта) определяются интервалы проходки с отбором керна, даются объемы ожидаемого выноса керна (раздельно по коллектору и по крышке). Проводится отбор проб флюидов.

Работы сопутствующие полевым. Имеются в виду топографические работы и строительство на буровой.

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.

В завершение проводится подсчет запасов углеводородов объемным методом. При проведении поисково-оценочных работ запасы подсчитываются по категориям C_1+C_2 , при проведении разведочных работ – определяется количество запасов, переведенных из категории C_2 в категорию C_1 .

3.3. Геофизические работы

Виды, объемы и методы геофизических исследований, применяемых на отдельных этапах и стадиях, должны составлять рациональный ком-

плекс. Такой комплекс должен обеспечивать решение геолого-экономических задач с минимальными затратами времени и финансов с учетом этапности геологоразведочного процесса и при этом соответствовать нормативным документам, регламентирующим качество производимых работ.

На **региональном этапе** геофизические работы представлены весьма широко. Наряду с сейсморазведкой велика роль методов, изучающих потенциальные геофизические поля, – гравиразведки и магниторазведки. Без этих методов практически районирование территорий по тектоническому строению, выделение литолого-стратиграфических комплексов, оценка перспектив их нефтегазоносности и определение первоочередных объектов для постановки поисковых работ на нефть и газ в настоящее время невозможно.

На стадии **прогноза нефтегазоносности** геофизические работы помогают решать почти все геологические задачи: прогноз нефтегазоносности, обоснование наиболее перспективных направлений дальнейших исследований, выбор первоочередных объектов исследований – нефтегазоперспективных районов и зон, а также перспективных комплексов.

На стадии **оценки зон нефтегазонакопления** главная задача региональных работ заключается в подготовке объектов, нефтегазоперспективных зон и зон нефтегазонакопления, для постановки поисковых работ (сейсморазведочных и буровых) в новых или малоизученных нефтегазоносных районах и стратиграфических комплексах. Типовыми задачами геофизики на этой стадии могут быть:

- выявление в сейсмостратиграфических комплексах (ССК) зон нефтегазонакопления, связанных со структурами первого порядка или региональными зонами выклинивания;
- уточнение регионального тектонического и структурно-формационного строения исследуемых зон;
- установление основных закономерностей распространения зон коллекторов и флюидоупоров в различных ССК;
- выделение первоочередных объектов для проведения поисковых работ.

Стандартный геофизический комплекс работ на этой стадии включает все виды работ и методы исследований, указанные выше, но выполняющиеся по более плотной сети наблюдений и с укрупнением масштабов исследований до 1:100 000 и крупнее. Для сейсморазведочных работ масштаба 1:100 000 по системе взаимоувязанных профилей характерная плотность сети профилей составляет 0,33-0,37 пог. км на кв. км.

Целью **поисково-оценочного этапа работ** является обнаружение новых месторождений нефти и газа или новых залежей на ранее открытых месторождениях и оценка их запасов по сумме категорий S_1 и S_2 . На всех стадиях этого этапа главным поисковым геофизическим методом является сейсморазведка. Она решает как структурные задачи, так и задачи прогно-

зирования геологического разреза (ПГР). Материалы сейсморазведки являются базовыми для принятия решения при переходе от одной стадии этого этапа к другой.

Другие полевые геофизические методы используются при благоприятных для их применения геолого-геофизических условиях в основном в помощь сейсморазведке. Они используются для решения структурных задач, определения элементов разломной тектоники, вертикальных и круто падающих контактов горных пород, положения интрузий различного состава, изучения верхней части геологического разреза (ВЧР).

На стадии подготовки объектов к поисковому бурению объектами проведения работ являются выявленные ловушки. На современном этапе геолого-геофизической изученности среди широкого спектра задач, стоящих перед геофизическими работами на стадии подготовки объектов, следует выделить:

- уточнение геологического строения выявленных первоочередных объектов с целью подготовки их к поисковому бурению, выполняемое на основе принципов сейсмостратиграфии с использованием современных интерпретационных комплексов;

- выяснение литолого-петрофизических свойств пород, слагающих геологический разрез подготовленных объектов;

- выявление зон распространения и морфологии пород-коллекторов и флюидоупоров, а также особенностей их пространственного взаиморасположения;

- количественная оценка ресурсов категории C_3 в пределах подготовленных и выявленных объектов;

- выбор объектов постановки детализационных сейсморазведочных исследований;

- выбор первоочередных объектов из подготовленных для постановки поискового бурения.

Типовой комплекс геофизических работ на стадии подготовки включает:

- высокоточную гравиразведку и детальную электроразведку при наличии геолого-геофизических предпосылок в условиях осложненной интерпретации данных сейсморазведки;

- детальную сейсморазведку МОГТ3D масштаба 1:25000 по плотной сетке бинов 25×59, 25×25, в простых сейсмогеологических условиях может применяться сейсморазведка МОГТ 2D с высокой плотностью профилей свыше 1,2 пог. км на кв. км.

Интерпретация сейсмических материалов выполняется с учетом данных скважин, и, при необходимости, с привлечением материалов других геофизических методов. Кроме выполнения структурных построений по горизонтам, освещающим строение нефтегазоносных и нефтегазоперспек-

тивных комплексов, выполняется динамическая интерпретация данных сейсморазведки.

Объектами проведения работ на *стадии поиска и оценки месторождений (залежей)* являются подготовленные к поисковому бурению ловушки и открытые месторождения (залежи).

Типовой комплекс геофизических работ включает:

- каротажные исследования поисково-оценочных скважин;
- детализационную скважинную (ВСП, НВСП) и наземную полевую сейсморазведку МОГТ 3D или переинтерпретации ранее полученных материалов трехмерной сейсмики с учетом вновь пробуренных скважин.

В процессе поиска и оценки месторождений (залежей) решается задача установления факта наличия или отсутствия промышленных запасов нефти и газа. В случае открытия месторождения (залежи) подтверждающие геолого-геофизические материалы в установленном порядке представляются на государственную экспертизу запасов и по ее результатам ставятся на государственный баланс.

На этой стадии на основе комплексной интерпретации геофизика может решить следующие вопросы:

- установление фазового состояния углеводородов;
- изучение фильтрационно-емкостных характеристик коллекторов;
- определение эффективных толщин, значений пористости, нефтегазонасыщенности;
- предварительная геометризация залежей и подсчет запасов по категориям C_2H C_1 .

Целью работ *разведочного этапа* является изучение характеристик месторождений (залежей), обеспечивающих составление технологической схемы разработки месторождения УВ или уточнение промысловых характеристик эксплуатационных объектов в процессе разработки. Объектами проведения работ являются месторождения (залежи) нефти и газа.

В процессе разведки геофизикой могут решаться следующие вопросы:

- уточнение положения контактов газ - нефть - вода и контуров залежей;
- исследование гидродинамической связи залежей с законтурной областью;
- уточнение изменчивости емкостно-фильтрационных характеристик коллекторов;
- изучение характеристик продуктивных пластов, определяющих выбор методов воздействия на залежь и призабойную зону с целью повышения коэффициентов извлечения УВ.

Генеральной целью геолого-геофизических работ является построение трехмерных геологических *моделей* нефтегазосодержащей толщи (резервуара). В принципе, построение моделей резервуаров проводится с мо-

мента открытия месторождения и продолжается, по мере накопления данных, вплоть до поздних стадий эксплуатации.

Трехмерные геологические модели представляются в виде набора цифровых сеток, описывающих положение стратиграфических границ продуктивного пласта и границ коллекторов, контуров нефтеносности, границ зон замещений, положений тектонических нарушений, отметок или карт поверхностей контактов залежи (ВНК, ГНК), карт подсчетных параметров - пористости K_p , проницаемости $K_{пр}$, нефтенасыщенности K_n , эффективных толщин $H_{эф}$, нефтенасыщенных толщин $H_{эф.н.}$, карт удельных объемов $V=K_p \cdot H_{эф}$ и удельных запасов $V_{oil}=K_p \cdot K_n \cdot H_{эф.н.}$

В качестве исходных данных используются:

- сейсмические поверхности;
- отбивки границ стратиграфических горизонтов в скважинах; отбивки границ проницаемых прослоев в скважинах;
- результаты корреляции границ;
- результаты определения литологии, характера насыщения, эффективных и нефтенасыщенных толщин, фильтрационных и емкостных свойств коллекторов; отметки ВНК и ГНК в скважинах; геостатистические зависимости между данными сейсморазведки и бурения;
- зависимости «кern-кern» и «кern-ГИС» (изменение величины коэффициента водонасыщенности в зависимости от расстояния от ВНК, зависимость $K_{пр} - K_p$);
- схема тектонических нарушений с оценкой их амплитуды.

С использованием данных о свойствах пластовых флюидов производится подсчет запасов углеводородов. На основе тесноты геостатистических зависимостей, точности определения подсчетных параметров по ГИС, погрешности структурных построений и определения площади нефтеносности дается оценка точности подсчета запасов углеводородов. Подсчетные планы формируются по ГИС с использованием карты кровли коллекторов, контуров нефтеносности, данных по результатам испытаний скважин и оценки их насыщения. На эти планы выносятся также таблицы результатов испытаний и подсчета запасов, границы зон запасов разных категорий.

Поскольку основные объемы работ сосредоточены на этом этапе, можно рекомендовать следующую **структуру** подраздела ВКР, охватывающего постановку геофизических работ: физико-геологические предпосылки для применения геофизических методов (физические свойства объектов, вмещающих пород и факторы, усложняющие применение методов); краткие сведения о геофизических исследованиях, проведенных на изучаемой территории, изученность района сейсморазведкой, гравиразведкой, магниторазведкой; ГИС-бурение, ГИС-контроль; стадия разработки месторождения и задачи, стоящие на данном этапе перед геофизическими службами; условия проведения работ; анализ опыта проведения геофизических

методов в районе проектируемых работ или района схожего и аналогичного по геологическим условиям; определение перспективности объекта исследования на данной стадии изучения; описание необходимого и достаточного объема исследовательских работ; оперативный анализ геологической модели залежей и обоснование ранее проведенных исследований геофизическими методами; рекомендуемый обязательный, типовой и эффективный комплекс методов для решения задач (геологических, технических, технологических и др.); методика проведения работ (сеть, точность, последовательность и комплексирование методов, скорость, масштабы регистрации продуктивных и промежуточных интервалов при проведении ГНС); аппаратура, используемая при исследовании объекта; обработка и интерпретация результатов; Графическое представление материалов исследования (схемы, таблицы, диаграммы, планшеты, заключения и т. д.).

3.4. Опробование

При проведении геологоразведочных работ на нефть и газ под термином «опробование» понимается комплекс работ, обеспечивающий вызов притока флюида в открытом стволе из пласта с помощью испытателя пластов на трубах (ИПТ). Кроме испытателей пластов на трубах применяют испытатели пластов на кабеле, а также испытатели пластов внутри бурильной колонны. Принцип трубного испытателя заключается в том, что при помощи пакера (при селективном испытании (двух пакеров)) изолируют интервал, подлежащий испытанию, от остальной части ствола. Затем снижают давление для получения необходимой депрессии в подпакерном или междупакерном пространстве. Величину депрессии регулируют за счет высоты столба жидкости в колонне бурильных труб. Под влиянием депрессии пластовые флюиды поступают в скважину, а из нее – через фильтр в колонну бурильных труб. Данная операция проводится при первичном вскрытии пласта и обеспечивает отбор пластовых флюидов, измерение пластового давления, гидродинамических параметров и ориентировочного дебита.

При заканчивании скважин производится вторичное вскрытие пласта путем перфорации обсадной колонны цементного камня и стенки скважины прострелочно-взрывным, сверлящим или другим типом перфоратора, с максимальным сохранением фильтрационных характеристик пластов. Вторичное вскрытие пласта можно осуществлять и через достаточно продолжительный временной интервал, что не допустимо при опробовании в открытом стволе.

Опробование скважин проводится с целью определения продуктивности пласта (группы пластов), а испытание в колонне нацелено на конкретный объект. В целом термины «опробование» и «испытание» в нефтегазовой геологии довольно часто подразумевают одно и то же.

3.5. Подсчет ресурсов, запасов и геолого-экономическая оценка изучаемого объекта

Завершение геологоразведочных работ на любой стадии любого этапа обязательно включает оценку изучаемой территории (провинции, региона, района, месторождения, залежи). На начальном этапе геологоразведочного процесса, когда информации не достаточно, речь может идти о *качественной оценке* территории, иными словами: имеются или нет на изученном объекте залежи (месторождения) углеводородов.

В качественной оценке территории широко используется метод аналогии с уже известными нефтегазовыми провинциями, областями, районами. Качественная оценка дается на основании имеющейся информации о развитых на исследуемой территории породах, которые могут быть коллекторами или флюидоупорами.

3.5.1. Подсчет запасов

По выделенным в результате нефтегеологического районирования объектам при определенной степени их изученности проводится *количественная оценка* прогнозных ресурсов. Количественная оценка прогнозных ресурсов может проводиться по категориям D_1 и D_2 (с 2009 г. D_2 , D_3) при условии, если имеются обоснованные данные для такой оценки. В противном случае ограничиваются только качественной оценкой.

С 50-60-х годов прошлого столетия и по сегодняшний день известны и широко используются следующие методы количественной оценки прогнозных ресурсов нефти и газа: *косвенные*: 1) сравнительно-геологические, 2) историческо-статистические; *прямые*: 3) объемно-генетические.

В основе метода сравнительных геологических аналогий лежит принцип, в соответствии с которым прогнозные ресурсы УВ какой-либо территории оцениваются по параметрам, полученным в хорошо изученных районах, с использованием коэффициентов, учитывающих различия геологического строения изученного и оцениваемого районов. Метод сравнительных геологических аналогий широко применялся на практике в конце прошлого столетия и был опробован в различных регионах страны. Этот метод объединяет:

- а) объемно-статистический метод;
- б) метод использования удельной плотности ресурсов по площади – в данном случае прогнозная карта представлена с характеристикой концентрации ресурсов на единицу площади (удельных плотностей), например: до 1 тыс. т/км², 1-10 тыс. т/км², 10-100 тыс. т/км², или с другой размерностью: прогноз ресурсов на мощность выделяемых НТК на конкретной площади, на мощность толщи осадочного бассейна и т. п.;
- в) метод использования удельных плотностей ресурсов по объему пород;

г) метод использования удельных ресурсов (на усредненную структуру). Вторая группа включает способы многомерного математического моделирования процессов нефтегазообразования и нефтегазонакопления. Объемно-генетический метод основан на определении общей массы УВ, генерированных в нефтегазоматеринских толщах, масштабах их эмиграции в природные резервуары и аккумуляции нефти и газа в ловушках.

Большое применение получил также метод экспертных оценок. Специалисты-ученые нефтегазовой отрасли, специализирующиеся на прогнозных оценках, используя методы аналогии, внося поправки на отличия изучаемого объекта с объектом-аналогом, дают количественные оценки. Результатом такого прогноза обычно служит оптимально принятый интервал разброса значений.

Роль количественной оценки ресурсов исключительно важна на каждой стадии геологоразведочного процесса. В первую очередь данная оценка определяет сам статус объекта: включение его в кадастр объектов, предназначенных для дальнейших геологоразведочных работ. По мере проведения работ дистанционными методами проводится разбраковка всех включенных в кадастр объектов и на выходе мы уже имеем список перспективных объектов, предназначенных для проверки их продуктивности поисковым бурением. Количественная оценка ресурсов каждого из объектов определяет его ранг (очередность ввода в бурение).

По состоянию на 01.01.2008 г. государственная ресурсная база России не изучается практически уже 15 лет. Это не означает, что крупные недропользователи не знают и не контролируют ресурсную базу своих лицензионных участков. Однако, на уровне составления Государственного баланса информация по ресурсной базе России находится на уровне начала 90-х годов прошлого столетия.

3.5.2. Оперативный подсчет запасов

Если в результате проведенных поисково-оценочных работ на перспективном объекте после завершения поискового бурения выявлен продуктивный объект, то после проведения испытания его в колонне проводится оперативный подсчет запасов по продуктивной скважине, а при выявленном ВНК (ГВК) - объектом подсчета запасов становится вся подготовленная к поисково-оценочному бурению структура. Подсчет запасов проводится по категориям C_1+C_2 , где контуры запасов категории C_1 ограничены площадью круга, очерченного вокруг продуктивной скважины радиусом, равным удвоенному расстоянию принятой в данном районе (провинции) сети эксплуатационных скважин, или квадрату, в который вписывается круг с этим радиусом. Предварительно оцененные запасы (категория C_2) подсчитываются в границах контура изучаемой структуры за вычетом объемов, отнесенных к категории C_1 .

На всех стадиях геологоразведочного процесса (встреча продуктивного горизонта возможна и на региональном этапе работ) используется подсчет запасов только объемным методом, так как мы здесь имеем дело со статической системой. Сущность метода заключается в определении массы нефти или объема свободного газа, приведенных к стандартным (поверхностным) условиям, в насыщенных ими объемах пустотного пространства пород-коллекторов для конкретной залежи. Для месторождения, состоящего из двух и более залежей, подсчет запасов проводится по каждой залежи отдельно.

Подсчет запасов проводится в следующей последовательности:

➤ определяется объем пород-коллекторов, содержащих углеводороды V ;

➤ определяются основные параметры подсчета (средняя пористость пород-коллекторов $K_{п}$, средняя нефтенасыщенность $K_{н}$ или, если имеем дело с газовым объектом, средняя газонасыщенность $K_{г}$ пород-коллекторов);

➤ определяются пересчетные коэффициенты (для нефтяного объекта, учитывающий усадку нефти в поверхностных условиях, – θ и плотность нефти в поверхностных условиях – $\sigma_{н}$, для газового объекта – барический $K_{р}$ и термический K_{t}).

Общая формула подсчета геологических запасов нефти выглядит следующим образом:

$$Q = VK \cdot K_{н} \theta \sigma_{н}.$$

Общая формула подсчета геологических запасов газа выглядит следующим образом:

$$Q = VK_{п} K_{г} K_{р} K_{t}.$$

Подсчет запасов нефти и газа является темой специального курса, где в этот переходный период (2008-2009 гг.) рассматривается как с использованием Временной классификации 2001 г., так и по Классификации 2005 г.

Оперативный подсчет запасов отражается в ежегодном Государственном балансе запасов углеводородов по конкретной территории.

3.5.3. Окончательный подсчет запасов

По завершению разведочных работ на месторождении проводится окончательный подсчет запасов по всему объекту, отчет с которым рассматривается в ФГУ «ГКЗ». Одновременно с подсчетом запасов месторождения в ФГУ «ГКЗ» представляется технико-экономическое обоснование коэффициента извлечения нефти (ТЭО КИН) по рассматриваемому объек-

ту. Защита в ГКЗ обоих документов производится одновременно, иными словами ТЭО КИН является частью материалов подсчета запасов нефти и горючих газов.

Обычно ТЭО КИН разрабатывается той же организацией, которая проводит окончательный подсчет запасов. Требования к составу и правилам оформления представляемых на Государственную экспертизу материалов по технико-экономическому обоснованию коэффициентов извлечения нефти регламентированы ФГУ «ГКЗ».

ТЭО КИН выполняется:

- для разведанных месторождений - по результатам геолого-разведочных работ;
- для разрабатываемых месторождений - по данным доразведки и результатам разработки части или всего месторождения.

Коэффициент извлечения нефти (КИН) определяется отношением начальных извлекаемых запасов к начальным геологическим запасам. Коэффициенты извлечения нефти, извлекаемые запасы нефти, растворенного в нефти газа и содержащихся в них компонентов, определяются по результатам повариантных расчетов динамики технологических и экономических показателей разработки, выполненных в соответствии с регламентирующими документами.

Расчетные варианты различаются между собой объединением объектов подсчета (пластов) в эксплуатационные объекты, системами размещения и плотностью сеток скважин, способами воздействия на залежи нефти, очередностью и темпами разбуривания эксплуатационных объектов.

Рекомендуемый КИН месторождения принимается по совокупной сумме рациональных вариантов разработки эксплуатационных объектов, обеспечивающих возможно более полное извлечение запасов нефти при положительных экономических результатах разработки месторождения и ограничениях, обусловленных технологическими и техническими возможностями, правилами ведения горных работ, требованиями охраны недр и окружающей среды.

Окончательный подсчет запасов, утвержденный в ФГУ «ГКЗ», в течение отработки месторождения может быть пересмотрен в случае, если наблюдаются существенные отклонения в ту или иную сторону по текущим запасам и текущему КИН.

3.5.4. Эффективность работ

Ведущими оценочными параметрами месторождений, наряду с КИН, являются рассчитанные экономические критерии разработки, определяющие эффективность их производства, такие как:

- чистый дисконтированный доход (NPV);
- индекс доходности (PI);
- внутренняя норма возврата капитальных вложений (IRR);

- срок окупаемости капитальных вложений (Пок).
Рассмотрим эти параметры подробнее.

Чистый дисконтированный доход (NPV) – это сумма прибыли от реализации и амортизационных отчислений, уменьшенная на величину инвестиций направляемых на освоение нефтяного месторождения – определяется как сумма текущих годовых потоков, приведенных к начальному году.

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{(Pt+At)-Kt}{(1+Eн)^{t-t_p}}$$

где: NPV – дисконтированный поток денежной наличности; Pt – прибыль от реализации в t -ом году; At – амортизационные отчисления в t -ом году; Kt – капитальные вложения в разработку месторождения в t -ом году; $Eн$ – норматив дисконтирования, доли ед.; T – расчетный период оценки - годы; t , t_p – соответственно, текущий и расчетный год.

Индекс доходности (PI) характеризует экономическую отдачу вложенных средств и представляет собой отношение суммарных приведенных чистых поступлений (прибыли от реализации нефти и амортизационных отчислений) к суммарному дисконтированному объему капитальных вложений.

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^T Pt/(1+Eн)^{t-t_p}}{\sum_{t=1}^T Kt/(1+Eн)^{t-t_p}}$$

где: те же обозначения, что и в первой формуле.

Внутренняя норма возврата капитальных вложений (IRR) – представляет собой то значение нормы дисконта при котором сумма чистого дохода от инвестиций равна сумме инвестиций, т. е. капиталовложения окупаются. Или другими словами – это то значение норматива дисконтирования, при котором величина суммарного потока наличности за расчетный срок равна нулю.

$$IRR = \sum_{t=1}^T \frac{(Pt+At)-Kt}{(1+IRR)^{t-t_p}} = 0,$$

где: те же обозначения, что и в первой формуле.

Период окупаемости вложенных средств (Пок) – это продолжительность периода, в течение которого начальные негативные значения накопленной денежной наличности полностью компенсируются ее положительными значениями.

$$IRR = \sum_{t=1}^T \frac{(\Pi_t + A_t) - K_t}{(1 + IRR)^{t - t_p}} = 0,$$

где: те же обозначения, что и в первой формуле.

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В разделе рассматриваются вопросы технологии сооружения скважины, производится выбор основного и вспомогательного оборудования для реализации геологического задания. Составляется геолого-технический наряд на бурение (строительство скважины (формат А1)).

4.1. Технология бурения скважины

В начале раздела приводится характеристика геолого-технических условий проходки скважин. Дается характеристика физико-механических свойств горных пород (устойчивость, твердость, абразивность, трещиноватость, анизотропия, проницаемость и пористость и т. п.), их категория по буримости, а также указываются интервалы возможных отложений и отбора проб.

4.1.1. Выбор способа бурения

Принятие решения об использовании того или иного способа бурения – один из ответственных этапов при проектировании технологии бурения, так как в дальнейшем выбранный способ определяет многие технические решения – режимы бурения, гидравлическую программу, бурильный инструмент, тип буровой установки и, как следствие технологию крепления скважины.

В качестве исходной информации для принятия решения о способе бурения используют следующие данные: глубину бурения и забойную температуру, профиль ствола и диаметр долот, тип породоразрушающего инструмента и бурового раствора.

На основании этой информации в соответствии с табл. 4.1 может быть выбран способ бурения по интервалам или для всей скважины в целом.

Таблица 4.1

Рекомендуемые области применения способов бурения

Исходная информация	Способ бурения		
	роторный	ГЗД	электробуром
H , м:			
3000-3500	+	+	+
3500-4200	+	–	+
> 4200	+	–	–
$T_{\text{заб}}$, °С:			
<140	+	+	+

Исходная информация	Способ бурения		
	роторный	ГЗД	электробуром
>140	+	-	-
Профиль ствола скважины:			
вертикальный	+	+	+
наклонно направленный,	-	+	+
горизонтальный			
Тип и размер долот:			
энергоемкие типа 2Л, 3Л,	+	-	-
шарошечные типа М			
шарошечные типа МС, МСЗ, С,			
СЗ, СТ, Т, ТЗ, ТКЗ, К и ОК	+	+	+
гидромониторные	+	-	-
многолопастный твердосплавный истирающего действия	-	+	+
алмазные и ИСМ	-	+	+
шарошечные бурильные головки диаметром, мм:			
<190,5	+	-	-
>190,5	+	+	+
Тип циркулирующего агента:			
буровой раствор плотностью, г/м ³			
≤1700-1800	+	+	+
≥1700-1800	+	-	+
Степень аэрации:			
высокая	+	-	+
низкая	+	+	+
Газы, пена	+	-	-

Примечание. Знакам "+" и "-" соответствуют рекомендуемая и не рекомендуемая области применения.

4.1.2. Выбор конструкции скважины

Конструкцию скважины следует выбирать с учетом глубины залегания нефтяных и газовых пластов, давления в них, характера разбуриваемых пород, наличия осложнений при бурении скважины, условий эксплуатации, а также возможности проведения ремонтных работ.

Конструкция скважины должна быть прочной и обеспечивать изоляцию продуктивных горизонтов, минимальные затраты средств на разведку и разработку месторождения, достижения необходимого режима эксплуа-

тации, максимального использования пластовой энергии для транспорта добываемых нефти и газа, доведение скважины до проектной глубины.

При бурении скважины на нефть и газ ее ствол должен быть закреплен обсадными колоннами: направление кондуктор, техническая колонна*, эксплуатационная колонна*, хвостовик*.

Конструкцию скважины начинают с выбора Дэ.к. (диаметра эксплуатационной колонны). Необходимо помнить, что увеличение диаметра скважины увеличивает стоимость ее бурения и заканчивания (что должно компенсироваться ожидаемым экономическим эффектом).

Дэ.к. должен обеспечить перевод скважины с фонтанной добычи на насосную, а также размещение оборудования для одновременной эксплуатации нескольких горизонтов.

Выбор размеров обсадных колонн и диаметров ствола на отдельных интервалах скважины осуществляют методом снизу вверх.

Диаметр эксплуатационной колонны выбирают в зависимости от вида полезного ископаемого и ее дебита. Ниже показаны примерные сочетания диаметров эксплуатационных колонн и дебитов применяемых на практике (табл. 4.2, 4.3).

Таблица 4.2

Нефтяные скважины

Дебит, т/сут	40	40-100	100-150	150-300	300
Примерный диаметр эксплуатационной колонны	114	127-140	140-146	168-178	178-194

Таблица 4.3

Газовые скважины

Дебит, тыс м ³ /сут	75	250	500	1000	5000
Примерный диаметр эксплуатационной колонны	114	114-146	146-168	168-219	219-273

После выбора диаметра эксплуатационной колонн, определяется количество обсадных колонн и глубины их спуска. Число обсадных колонн определяется на основании анализа геологического разреза в месте заложения скважины.

Определив число обсадных колонн и глубину их спуска, приступают к согласованию расчетным путем нормализованных диаметров обсадных

* Наличие этих колонн – обосновывается.

колонн и породоразрушающего инструмента. Исходным для расчета является диаметр эксплуатационной колонны.

Таким образом, порядок проектирования конструкции скважины сводится к следующему:

- выбирается диаметр эксплуатационной колонны;
- решается вопрос о числе и глубине спуска технических (промежуточных) колонн;
- определяется глубина спуска кондуктора и шахтного направления;
- выбирается диаметр долота для бурения скважины (ствола) под эксплуатационную колонну;
- определяется диаметр технической колонны;
- выбирается диаметр долота для бурения скважины под техническую колонну;
- определяется диаметр кондуктора;
- выбирается диаметр долота для бурения скважины под кондуктор;
- определяется диаметр шахтного направления;
- определяются интервалы цементирования кондуктора технической и эксплуатационных колонн.

4.1.3. Выбор профиля скважины

Профиль ствола скважины определяется для наклонно направленных скважин.

Профиль направленной скважины должен обеспечить:

- ✓ высокое качество скважины как объекта последующей эксплуатации;
- ✓ бурение и крепление скважины с применением существующих технологий и технических средств;
- ✓ минимальные затраты на строительство скважины;
- ✓ возможность применения методов одновременной эксплуатации нескольких горизонтов при разработке многопластовых месторождений нефти;
- ✓ безаварийное бурение и крепление;
- ✓ минимальные нагрузки на буровое оборудование при спуско-подъемных операциях;
- ✓ надежную работу внутрискважинного эксплуатационного оборудования;
- ✓ свободное прохождение по стволу скважины приборов и устройств.

При кустовом бурении профиль направленной скважины должен обеспечить заданную сетку разбуривания нефтегазового месторождения и экономически рациональное число скважин в кусте при соблюдении требований к надежности эксплуатации скважин.

Проектирование профиля скважины заключается в выборе типа и вида профиля, а также в определении необходимого для расчета геометрии профиля комплекса параметров, включающего:

- ✓ проектные значения глубины и отклонения ствола скважины от вертикали;
- ✓ длину вертикального участка;
- ✓ значения предельных радиусов кривизны и углов наклона ствола скважины в интервале установки и работы внутрискважинного эксплуатационного оборудования, а также на проектной глубине.

Проектирование профиля скважины и проектирование других технологических мероприятий, обеспечивающих его реализацию, следует рассматривать в комплексе.

Выбор того или иного профиля скважины обуславливает в значительной степени выбор способа бурения, типа долота, гидравлической программы бурения, параметров режима бурения, и наоборот.

На выбор типа профиля скважины оказывает влияние оснащённость буровых предприятий специальными устройствами для наклонно направленного бурения и технологической оснастки низа бурильной колонны, а также средствами контроля за параметрами ствола скважины и проводкой интервалов ориентированного бурения.

4.1.4. Выбор породоразрушающего инструмента (ПРИ) и рациональной технологии бурения

Тип ПРИ выбирается в зависимости от физико-механических свойств горных пород, глубины скважины и способа бурения. Различают типы ПРИ: М, МС, С, СТ, Т, К, ОК. По назначению весь ПРИ делится на долота (без отбора проб), бурильные головки (для отбора проб) и специальные долота (расширители, чикобуры, цементобуры).

Под режимом бурения понимают комплекс субъективных факторов, которые определяют эффективность работы породоразрушающего инструмента на забое скважины. Каждый из этих факторов называется режимным параметром.

В качестве основных режимных параметров можно выделить следующие: нагрузка на долото p_d , кН; частота вращения инструмента n , мин⁻¹; расход промывочной жидкости Q , л/с; тип и качество циркуляционного агента.

Режимные параметры можно подразделить на две группы:

- 1) первичные режимные параметры, или параметры управления;
- 2) вторичные режимные параметры, или параметры контроля.

Первичные параметры поддаются произвольному регулированию с целью управления процессом бурения. Параметры второй группы находятся в зависимости от конкретных условий в скважине или в случае применения забойных двигателей определяются характеристикой привода.

Сочетание режимных параметров бурения, которое обеспечивает наилучшие показатели углубления скважины, наиболее высокую эффективность работы породоразрушающего инструмента и необходимое каче-

ство буровых работ с использованием имеющегося оборудования, называется **оптимальным режимом бурения**. Такой режим бурения устанавливается для конкретных геологических условий с учетом характеристик имеющегося оборудования для наиболее эффективного его использования.

Расчет параметров режима бурения ведется для каждой выделенной пачки горных пород применительно к конкретному типу долота и способу бурения.

4.1.5. Выбор бурового раствора

Тип и параметры буровых растворов выбираются с учетом: геологических и гидрогеологических условий залегания пород, их литологического и химического составов; устойчивости пород под воздействием фильтра бурового раствора наличия проницаемых пластов, их мощности и пластовых давлений; давлений гидравлического разрыва; накопленного опыта, а также наличия сырья для приготовления бурового раствора.

В зависимости от перечисленных условий и глубины скважины раствор иногда приходится выбирать не только для каждого района, участка или отдельно скважины, но и для бурения различных интервалов в одной скважине.

Тип и свойства бурового раствора в комплексе с технологическими мероприятиями и техническими средствами должны обеспечивать безаварийные условия бурения с высокими технико-экономическими показателями, а также качество вскрытия продуктивных горизонтов.

Свойства бурового раствора (БР)

1. Плотность бурового раствора – $\rho_{б.р.}$ – выбирается исходя из условий создания противодействия, препятствующего притоку в скважину пластовых флюидов и предотвращения гидроразрыва наиболее слабых пластов. Условия предупреждения ГРП:

$$\rho_{б.р.(max)} \leq \frac{|\rho_{г.р.}| - |\Delta\rho_{ож}|}{g \cdot H},$$

где $\rho_{г.р.}$ – давление гидроразрыва пласта; $\Delta\rho_{ож}$ – ожидаемое повышение давления в скважине; g – ускорение свободного падения; H – глубина залегания горизонта.

2. Вязкость T и статическое напряжение сдвига СНС буровых растворов должны быть возможно меньшими, но достаточными для удержания во взвешенном состоянии частиц выбуренной породы и утяжелителя для данной плотности бурового раствора.

3. Величина фильтрации бурового раствора Φ_{30} строго регламентируется при проходке проницаемых песчаников, глин с низким поровым давлением и продуктивных горизонтов. Для этих условий $\Phi_{30} = (3 \div 6) \text{ см}^3$. Нормальные условия – $\Phi_{30} \leq (20 \div 25) \text{ см}^3$.

4. Содержание песка $\leq (1\div 2)$ %.
5. Содержание рН:
 - при рН < 7 – коррозия у стальных труб;
 - при рН > 12 – коррозия у дюралю.

При выборе основных параметров бурового раствора (ρ , T , СНС, Φ_{30}) стремятся приблизить их к минимально допустимому пределу, при котором можно вести процесс бурения без заметных осложнений.

4.1.6. Выбор бурового оборудования

При выборе типа буровой установки в качестве исходного условия принимается глубина бурения, а затем проверяют, подходит ли она по нагрузке на крюке. Расчетный вес самой тяжелой обсадной колонны или нагрузка, возможная при ликвидации прихвата бурильной колонны, не должны превышать допустимой нагрузки на крюке.

Выбранная буровая установка должна обладать высокими технико-эксплуатационными характеристиками и в полной мере соответствовать условиям бурениями транспортирования на точку. Тип привода выбирается в зависимости от степени обустройства конкретного региона.

Приводится краткая техническая характеристика выбранной буровой установки.

4.1.7. Вскрытие продуктивного пласта (ПП) и освоение скважины

Вскрытие продуктивного горизонта (пласта) – комплекс работ, связанных с его разбуриванием и обеспечением наиболее благоприятных условий для притока нефти или газа в период ее освоения и эксплуатации. Производится обоснование выбора способа первичного вскрытия продуктивных пластов; выбор аппаратуры для опробования перспективных объектов в процессе бурения (комплекты испытательного инструмента (КИИ) и МИГ, выбор способа вторичного вскрытия и жидкости для заполнения эксплуатационной колонны в этот период, способа создания депрессии для вызова притока из пласта; выбор колонн насосно-компрессорных труб (НКТ); выбор оборудования для испытания скважин, обоснование необходимости стимулирующего воздействия на испытываемые объекты.

Выбирается противовыбросовое оборудование (превенторы).

Последнее мероприятие перед сдачей скважины в эксплуатацию – вызов притока жидкости из горизонта (пласта). При жидкости в скважину возможен только в том случае, когда давление на забой в скважине меньше пластового давления. Поэтому работы по освоению скважин заключаются в понижении давления на забой и очистке забоя от грязи, бурового раствора и песка. Эти работы осуществляются различными способами в зависимости от характеристик горизонта (пласта), величины пластового давления, количества газа, содержащегося в нефти, и технической оснащенности.

Вызов притока и очистка забоя при освоении фонтанных скважин производятся промывкой скважины, нагнетанием в скважину сжатого воздуха (или газа), свабированием или комбинацией этих способов. При промывке глинистый раствор, находящийся в скважине, заменяется водой или нефтью. Благодаря этому давление на забой уменьшается, а также происходит очистка его от глинистой корки и грязи. Промывку осуществляют при собранной арматуре на устье скважины, со спущенными в нее до фильтра насосно-компрессорными трубами. Эти трубы после промывки остаются в скважине для эксплуатационных целей.

Вызов притока (независимо от способа) на фонтанных скважинах должен производиться при собранной фонтанной арматуре. Освоение скважин, вскрывших пласт с низким давлением, начинают с промывки забоя водным раствором специальных химических реагентов или нефтью. Затем приступают к возбуждению пласта тартанием при помощи желонки. Это длинное узкое ведро с клапаном в днище, которое спускают в скважину на стальном канате. Многократным спуском желонки скважину очищают от грязи, столб жидкости в ней постепенно замещается нефтью, поступающей из пласта.

4.1.8. Инструмент для отбора керна

Все снаряды для колонкового бурения вне зависимости от конструкций состоят из следующих основных частей:

- ✓ бурильной головки для разрушения породы вокруг обуриваемого керна;
- ✓ внешнего корпуса;
- ✓ внутренней колонковой трубы для сохранения и выноса керна; кернодержателя (кернорвателя).

По принципу применения снаряды для колонкового бурения подразделяют на снаряды (керноприемные устройства) с несъемной (постоянной) колонковой трубой и на снаряды со съемной грунтоносной. При работе снарядами для колонкового бурения со съемной грунтоносной керн извлекается специальным ловителем на канате, бурильную головку поднимают после полной ее отработки. При роторном способе бурения наиболее широкое распространение имеют колонковые снаряды «Недра» (ВНИИБТ разработаны снаряды этой серии в размерах 203/100, 164/80, 138/67 и 122/53 (цифры в числителе обозначают диаметр корпуса снаряда, в знаменателе – номинальный диаметр керноприема бурильной головки)).

Для осложненных условий бурения предназначены колонковые снаряды серии «Селур» размерами 146/30 и 114/52 мм. Снаряды этой серии имеют одинаковую со снарядами серии «Недра» керноприемную часть (кернорватель, керноприемная труба, регулировочный винт), но корпус уменьшенного диаметра.

Для бурения в трудноотбираемых породах применяют колонковые снаряды серии «Кембрий». Эти снаряды позволяют отбирать керн большего, по сравнению с колонковыми снарядами серии «Недра» и «Селур», диаметра и работают со специальными бурильными головками. Колонковые снаряды «Кембрий» выпускаются в размерах 172/100 и 122/67 мм. Колонковые снаряды «Недра», «Селур» и «Кембрий» имеют несъемные керноприемники.

Чтобы обеспечить высокий процент выноса керна в турбинном бурении, созданы специальные турбобуры для колонкового бурения, в которых турбобур, керноприемное устройство и бурильная головка представляют собой единый комплекс, приспособлений к работе на высокооборотном режиме.

Режим работы со снарядами для колонкового бурения устанавливаются, исходя из типоразмеров долот, глубины бурения, характера проходимых пород и способа бурения.

Студенту необходимо привести характеристику керноприемного устройства и бурильной головки для колонкового бурения.

4.1.9. Цементирование скважин

Основной целью цементирования скважины является получение прочного, водогазонефте непроницаемого, концентрично расположенного в затрубном пространстве кольца цементного камня, который по всей высоте обеспечивал бы разобщение и надежную изоляцию вскрытых скважиной продуктивных горизонтов и зон осложнений.

В настоящее время наиболее распространены следующие способы цементирования скважины: одноступенчатое, двухступенчатое, манжетное, цементирование хвостовика и колоны, спускаемых секциями. Способ цементирования выбирается для каждой конкретной скважины в зависимости от температуры в ее стволе, опасности поглощения при заданной высоте подъема цементного раствора и возникновения затрубных проявлений в период ОЗЦ. Время цементирования не должно превышать 75 % времени начала схватывания цементного раствора.

Исходными данными для расчета любого метода цементирования являются диаметр долота для бурения под данную обсадную колонну; диаметр и глубина спуска обсадной колонны; высота подъема цементного раствора за колонной; высота цементного стакана в колонне; удельный вес промысловой жидкости; удельный вес цемента; толщины стенок труб обсадной колонны (по секциям).

Расчет цементирования скважины сводится к определению необходимого количества сухого цемента, воды, продавочной жидкости; конечного давления при цементировании; продолжительности цементирования; количества цементировочных агрегатов и цемента-смесительных машин.

После окончания цементирования обсадные колонны проверяют на герметичность методами: опрессовки ($\rho_{\text{опр}} = 1,2 \rho_{\text{уст}}$), или снижением уровня жидкости в колонне.

4.2. Охрана недр и окружающей среды

Окружающая среда (атмосфера, почва, источники питьевых вод) может быть загрязнена в результате выброса из скважины при фонтанировании или перетока через неизолированное заколонное пространство пластовых флюидов, содержащих углеводороды, соли натрия, кальция и других элементов, а также в результате выбрасывания бурового раствора, который остался по окончании бурения, или небрежного обращения с радиоактивными изотопами, иногда используемыми для контроля качества разобщения пластов.

Одним из основных мероприятий, направленных на предотвращение загрязнения окружающей среды, является сооружение на расстоянии 100...200 м от скважины с подветренной стороны до начала вскрытия продуктивных горизонтов (пластов) большого земляного амбара для сбора пластовой жидкости, выбрасываемой из скважины при опробовании, освоении, испытании скважины и при управляемом фонтанировании. Все углеводороды, оказавшиеся на территории вокруг скважины, по окончании работ должны быть собраны и утилизированы либо сожжены, если утилизация невозможна. Оставшийся буровой раствор следует транспортировать на другую буровую установку для использования или захоронить в специально отведенном месте, при необходимости предварительно нейтрализовав вредные химические реагенты. Территория вокруг законченной скважины должна быть рекультивирована и возвращена для сельскохозяйственного (или иного) использования. Небольшая площадка вокруг эксплуатационной скважины в соответствии с действующими нормами должна быть ограждена земляным валом и благоустроена.

5. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

5.1. Техничко-экономические расчеты и обоснования

В начале раздела рассматриваются следующие вопросы:

➤ Общая организация работ. Ведомственная подчиненность и местоположение экспедиции (партии). Организационная структура, расположение основных цехов и вспомогательных служб.

➤ Организация материально-технического снабжения и работы транспорта. Обеспеченность трудовыми ресурсами. Последовательность выполнения всего комплекса геологоразведочных работ.

1. Основные проектные данные.
2. Сводный сметный расчет (первичный монтаж).
3. Сводный сметный расчет (повторный монтаж).
4. Интервальная шкала.
5. Сметный расчет № 1.1 Подготовительные работы к строительству скважин (первичный монтаж).
6. Сметный расчет № 1.1.1 транспортировки грузов при выполнении подготовительных работ (первичный монтаж).
7. Сметный расчет № 1.1 Подготовительные работы к строительству скважин (повторный монтаж).
8. Сметный расчет № 1.1.1 транспортировки грузов при выполнении подготовительных работ (повторный монтаж).
9. Приложение. Расчет стоимости транспортировки строительных машин и механизмов.
10. Приложение. Расчет расхода ГСМ, необходимых для работы строительных машин и механизмов.
11. Сметный расчет № 1.2 на рекультивацию земель и охрану окружающей природной среды (повторный монтаж).
12. Сметный расчет № 1.2.1 транспортировки грузов при рекультивации земель (повторный монтаж).
13. Сметный расчет № 2.1 Строительство и разборка (передвижка) вышки привышечных сооружений, монтаж, демонтаж (первичный монтаж).
14. Сметный расчет № 2.1.1 транспортировки грузов при строительстве и разборке (первичный монтаж).
15. Сметный расчет № 2.1 Строительство и разборка (передвижка) вышки привышечных сооружений, монтаж, демонтаж (повторный монтаж).
16. Сметный расчет № 2.1.1 транспортировки грузов при строительстве и разборке (повторный монтаж).
17. Сметный расчет 2.1.2 Суточная амортизация оборудования и ме-

таллоконструкций.

18. Расчет стоимости амортизации бурового оборудования.
19. Сметный расчет № 2.2 Монтаж и демонтаж установки для испытания скважины (повторный монтаж).
20. Сметный расчет № 2.2.1 транспортировки грузов при монтаже и демонтаже установки для испытания скважины (повторный монтаж).
21. Сметный расчет № 3.1 Бурение скважины.
22. Расчет № 3.1.1 стоимости транспортировки грузов к сметному расчету № 3.1.
23. Расчет стоимости износа буровых труб В связи с использованием в компоновке труб АБТ.
24. Расчет стоимости износа снаряда "Недра" при отборе керна
25. Сметный расчет № 3.2 Крепление скважины.
26. Расчет № 3.2.1 стоимости транспортировки грузов к сметному расчету № 3.2.
27. Сметный расчет № 4.1 Испытание скважины испытателем пластов на буровых трубах в процессе бурения.
28. Сметный расчет № 4.4 Испытание скважины на продуктивность в эксплуатационной колонне.
29. Сметный расчет № 6.1 Эксплуатация теплофикационной котельной установки.
30. Сметный расчет стоимости топо-геодезических работ.
31. Сметный расчет на затраты, связанные с рекультивацией земель и охраной окружающей природной среды.
32. Сметный расчет № 9.1 Транспортировка грузов и вахт авиатранспортом.
33. Калькуляция.

Технико-экономические расчеты выполняются для всех видов работ, предусмотренных методическим разделом дипломного проекта. Основанием для расчетов должны служить:

- Инструкция по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы. Приказ Комитета РФ по геологии и использованию недр от 22.11.1993 г. Л'« 108;
- Сборники сметных норм на геологоразведочные работы. ССН, выпуски I -It. М., 1992;
- Сборники норм основных расходов на геологоразведочные работы. СНОР, выпуски 1-И . М., 1993;
- другие справочные материалы по проектированию геологоразведочных работ.

В ССН приведены укрупненные нормы времени (выработки) и нормативные материалы для расчета норм основных расходов, по которым

определяются единичные и комплексные расценки, используемые для составления смет на геологоразведочные работы.

Комплект ССН и СНОР состоит из одиннадцати выпусков:

Выпуск 1. Работы геологического содержания.

Часть I. Работы общего назначения.

Часть II. Съёмки геологического содержания и поисков полезных ископаемых.

Часть III. Геохимические работы при потеках и разведке полезных ископаемых.

Часть IV. Гидрогеологические и связанные с ними работы.

Часть V. Опробование твердых полезных ископаемых.

Выпуск 2. Геоэкологические работы.

Выпуск 3. Геофизические работы. Часть 1. Сейсморазведка; Часть 2. Электроразведка; Часть 3. Гравиразведка, магниторазведка (наземная); Часть 4. Аэрогеофизические работы; Часть 5. Геофизические исследования в скважинах; Часть 6. Скважинная геофизика; Часть 7. Радиометрические работы.

Выпуск 4. Горно-разведочные работы.

Выпуск 5. Разведочное бурение.

Выпуск 6. Морские геологоразведочные работы.

Выпуск 7. Лабораторные работы.

Выпуск 8. Торфоразведочные работы.

Выпуск 9. Топографо-геодезические и маркшейдерские работы.

Выпуск 10. Транспортное обслуживание геологоразведочных работ.

Выпуск 11. Строительство зданий и сооружений.

Часть 1. Строительство при обустройстве баз геологоразведочных организаций.

Часть 2. Строительство зданий и сооружений на объектах геологоразведочных работ.

Каждый выпуск (часть) ССН состоит из введения, общих положений, в которых приводятся сведения о его составе и порядке применения и сметных норм, включая технические условия и содержание работ, нормы времени (выработки) на их производство, затраты труда ИТР и рабочих, нормативы затрат по статьям «Износ» и «Услуги», а также нормы расхода материалов, электроэнергии и сжатого воздуха, основное оборудование и аппаратурно-технические средства с нормами амортизационных отчислений и коэффициентами на резерв.

В нормах, кроме затрат на основные виды работ, учтены затраты на технологически связанные с ним работы, выполнение которых является обязательным.

При выполнении геологоразведочных работ в условиях, отличных от предусмотренных ССН, к нормам времени (выработки применяются поправочные коэффициенты. Особые условия и размеры коэффициентов приведены в выпусках (частях) ССН.

По видам и методам работ, на которые нормы в ССН отсутствуют, сметная стоимость определяется путем составления сметно-финансовых расчетов (СФР).

5.2. Организационно-производственные и хозяйственно-бытовые вопросы

Освещаются вопросы, связанные с обустройством базы, организацией подсобно-вспомогательных служб, организацией быта и т. п. (ССН, вып. II, части 1, 2). Рассматривается: организация ремонтных работ, энергоснабжения, водо- и глиноснабжения, транспорта, расчет штата партии, в том числе ИТР и рабочих на полевые работы, на период проектирования. Приводится календарный график выполнения работ по проекту, начиная с проектирования и заканчивая камеральным периодом (включая подготовку отчета).

5.3. Смета

Смета составляется на весь комплекс работ, необходимых для выполнения геологического задания и предусмотренных методической частью дипломного проекта. К смете прилагаются:

- поправочные коэффициенты, применяемые при расчете сметной стоимости геологоразведочных работ;
- общая сметная стоимость геологоразведочных работ (форма СМ 1);
- расчет единичных сметных расценок (форма СМ 4);
- единичные сметные расценки (УКР, ПКР) геологоразведочных работ (форма СМ 3);
- основные расходы на расчетную (физическую) единицу работ (форма СМ 5);
- расчет стоимости транспортировки фузлов на геологоразведочных работах (форма СМ 8);
- расчет сметной стоимости транспортировки персонала на геологоразведочных работах (форма СМ 7);
- расчет сметной стоимости работ, не нормируемых ССН и СНОР (форма СМ 6);
- расчет сметной стоимости организации и ликвидации полевых работ;
- расчет компенсируемых затрат (производственные командировки, полевое довольствие, доплаты и компенсации, премии); резерв на непредвиденные работы; работы, выполненные подрядным способом;
- расчет экономической эффективности геологоразведочных работ. Рассчитываются балансовая прибыль, налог на прибыль, направления расходования чистой прибыли, расчет средней заработной платы и выработки на одного работающего.

5.4. Сводные технико-экономические данные (пример)

Наименование	Значение
1. Номер района строительства скважины	5-К
2. Номера скважин, строящихся по данному проекту, площадь	41, 42, 44, 45, 46, 47, 48. Сергинский л. у.
3. Расположение	суша
5. Цель бурения	разведочные
6. Назначение скважины	разведка
7. Проектный горизонт	палеозой
8. Проектная глубина (м)	2500
9. Количество объектов испытания: в колонне	5
в открытом стволе	4
10. Вид скважины	вертикальные
11. Категория скважины	вторая
12. Металлоемкость конструкции скважины (кг/м)	37,73
13. Способ бурения	роторно-турбинный
14. Вид привода	дизель электрический
15. Вид строительства	первичный, повторный
16. Тип буровой установки	БУ-3000 ДГУ
17. Тип вышки	ВМР-45х200
18. Наличие механизмов АСП	нет
19. Номер основного комплекта бурового оборудования	12
20. Максимальная масса колонны:	
обсадной (т)	63,21
бурильной (т)	52,38
суммарная (при спуске) (т)	64,52
21. Тип установки для испытания	А-50 У
22. Продолжительность цикла строительства скважины (сут)	217,4 / 207,4
в т. ч.: строительно-монтажных работ: первичных /повторных	61,0 / 51,0
подготовительных работ к бурению	4,0
бурения и крепления	34,1
испытания: в открытом стволе	7,2
в эксплуатационной колонне	111,1
23. Проектная скорость бурения (м/ст·мес)	2200,0

6. СПЕЦИАЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

6.1. Темы и рекомендуемые объемы работ

Тема специальных исследований должна быть определена во время прохождения производственной практики и (или) преддипломной практики и обеспечена сбором необходимой информации. Инструкцией по прохождению практик [2] определено, что направления исследований могут быть (очень и очень укрупненно) классифицированы следующим образом

- лабораторно-микроскопические исследования;
- графопостроительные работы;
- количественная и компьютерная обработка информации.

Естественно, что все эти направления теснейшим образом взаимосвязаны. Очень примерно тематика и объемы работ по специальному разделу могут выглядеть следующим образом.

Рекомендуемый объем самостоятельных исследований для выполнения специальной части дипломного проекта (некоторые примеры)

Наименование темы		Единицы измерения	Количество
<i>Микроскопические исследования</i>			
1.	Петрографический состав песчаников	Шлиф	20-40
2.	Гранулометрический анализ сцементированных пород	То же	10-15
<i>Лабораторные исследования по отобранным пробам</i>			
3.	Химический (силикатный), рентгеноструктурный, микронзондовый	Анализ	Не менее 30
4.	Высокоточные анализы (например, ICP-MS)	То же	От 5-10
<i>Обработка собранной (вещественной) информации</i>			
5.	«Точечные» анализы, единичные показатели (например, сортированность породы)	Анализ по 1-2 параметрам	Не менее 100
6.	Комплексные анализы (гранулометрия по фракциям, ФЕС и др.)	Анализ с набором параметров (5 и более)	От 30
<i>Графопостроительные работы</i>			
7.	Расчленение разреза по детальному описанию	Скважина, м	1-2 Не менее 300

Наименование темы		Единицы измерения	Количество
8.	Корреляция отложений (с применением ГИС; лабораторных данных)	Скважина, м	Не менее 2; может существенно варьировать в зависимости от масштаба Не менее 50 по каждой из скважин
9.	Историко-геологические построения: изопахический, изохорический треугольники, палеотектонические профили, модель прогрева	Участок работ	
<i>Иные виды работ (обобщающего характера)</i>			
10.	Изучение морфологии продуктивных горизонтов (коллекторов): карты эффективных мощностей (толщин) и пр.	Пластоточка	Не менее 20
11.	Построение моделей (строения толщи, продуктивных горизонтов и пр.)	Не регламентируется	

6.2. Примерная структура специального раздела

При написании раздела следует придерживаться рекомендации, имеющей очень общий характер: его объем должен соотноситься с объемом дипломного проекта (работы) примерно как $3 \div 5 : 1$. Здесь же отметим, что глубина проработки вопроса для ВКР в виде дипломной работы по отношению к специальному разделу должна соответствовать примерно той же величине.

Поскольку специальный раздел ВКР в виде дипломного проекта по сути во многом адекватен ВКР в виде дипломной работы, то его структура во многом близка к таковой и должна содержать следующие основные разделы (см. п. 1.2):

- постановка задачи;
- краткий анализ истории вопроса (методологии исследований) : в целом и для исследуемого объекта в частности;
- непосредственные результаты работ;
- выводы, включая практическое значение.

6.3. Глубина проработки материала

Специальный раздел предусматривает исключительно *самостоятельную* работу дипломанта разного характера и рода, что и следует из примерного перечня тем, приведенного в таблице (см. п. 6.1). Объединяю-

щим все эти темы является непреходящая проработка исполнителем имеющейся по данному вопросу литературы *современного* состояния (см. п. 6.2). Помимо традиционных источников на бумажных носителях, следует активно использовать интернет-ресурсы. Главными источниками оперативной информации являются следующие издания.

1. Геология нефти и газа – www.geoinform.ru
2. Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений – www.vniioeng.men.ru
3. Геология и геофизика – www.sibran.ru
4. Известия вузов. Нефть и газ – www.islold.ksu.ru
5. Литология и полезные ископаемые – www.maik.rssi.ru

Расширенный поиск литературы по рассматриваемому вопросу можно провести, используя реферативные журналы (РЖ) «Геология» и «Геофизика», издаваемые Всероссийским институтом научной информации по техническим наукам (ВИНИТИ) – www.viniti.ru

Кроме того, можно попробовать воспользоваться услугами библиотек.

1. Российская государственная библиотека – www.rsl.ru
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека – www.gpntb.ru
3. Национальная электронная библиотека – www.nel.ru
4. Научная библиотека Российского государственного университета нефти и газа им. И. М. Губкина – www.gubkin.ru
5. Научная библиотека МГУ – www.lib.msu.ru

В целом, при составлении специального раздела ВКР следует ориентироваться на изучение 3-5 источников, опубликованных в последние 3-5 лет. Для ВКР в виде дипломной работы это количество должно быть увеличено примерно вдвое.

7. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ВКР И ПРОЦЕДУРА ЕЕ ЗАЩИТЫ

Текст пояснительной записки (ПЗ) работы должен быть выполнен применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ через полтора интервала на одной стороне стандартного листа белой односортной бумаги формата А4 (210x297 мм) и переплетён в виде книги с твёрдой обложкой или помещаться в специальную папку для дипломных проектов. Оформление текста должно соответствовать требованиям ГОСТ 2.105-95 ЕСКД «Общие требования к текстовым документам» и ОСТ 41 14.275-87 «Отчет о геологическом изучении недр.

Напечатанный текст должен иметь поля следующих размеров: верхнее, правое и левое – 20 мм, нижнее 30 мм. Расстояние между последней строкой и последующим заголовком не должно превышать 15 мм. Абзац в тексте следует начинать, отступая на 15 мм от левого края текста. Шрифт «Times New Roman», размер не менее 14 кг (в формате редактора Word 6.0 и др.).

При наборе текста бывают случаи, когда нельзя разделять слова или символы, например, нельзя символ оставлять в одной строке, а размерность переносить на другую. Для этого в Word существует неразрывный пробел, он осуществляется нажатием следующих клавиш: Ctrl+Shift+ пробел.

При наборе формул и печатании текста латинские буквы выделяют курсивом, а русские, греческие и цифры – прямым шрифтом. Подрисуночные подписи – 12 кг (размер шрифта) строчные; экспликация (объяснение условных обозначений на рисунке) – 10 кг (цифры и буквы – курсив). Таблицы: номер – 12 размер шрифта, строчные; название – 12 размер, строчные, жирные; шапка, текст таблицы – 10 размер шрифта, строчные. Формулы: основной текст – 14 размер шрифта; крупные индексы – 12; мелкие индексы – 10; крупные символы – 20; мелкие символы – 18.

Страницы нумеруются арабскими цифрами. Нумерация страниц сквозная по всей ПЗ. Титульный лист, введение и реферат включают в общую нумерацию страниц, но номера на них не ставят. Номер страницы проставляется в правой верхней части листа арабскими цифрами.

Текст ПЗ разделяется на разделы, подразделы, пункты: Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всей основной части; подразделы – в пределах разделов; пункты – в пределах подразделов. В конце номеров разделов, подразделов и пунктов ставят точку, например: 4.1.; 4.1.4. и т. д. Пункты при необходимости могут быть разбиты на подпункты с нумерацией в пределах каждого пункта, например: 4.1.4.1.; 4.1.4.2. и т. д.

Содержащиеся в тексте пункта или подпункта перечисления обозначают после двоеточия арабскими цифрами со скобкой, например: 1), 2), 3) и т. д.

Заголовки разделов записывают симметрично тексту прописными буквами с расстоянием до последующего текста 10 мм. Заголовки подразделов записывают с абзаца строчными буквами (первая – прописная). Точку в конце заголовков не ставят; перенос слов в заголовках и подчёркивание заголовков не допускается.

Структурные части ПЗ начинают с нового листа, заголовки пишут прописными буквами. Разделы основной части ПЗ допускается начинать на листе, где заканчивается предыдущий раздел. Не допускается запись заголовков на одном листе, а текста на другом.

В формулах в качестве символов следует принять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Символы и числовые коэффициенты, входящие в формулы, расшифровываются слева направо непосредственно под формулой. Каждый символ пишут с новой строки и после запятой указывают размерность; первую строку начинают со слова «где» без двоеточия после него.

Уравнения и формулы следует выделять из текста свободными строками. Выше и ниже каждой формулы должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если уравнение не умещается в одну строку, оно должно быть перенесено после знака равенства или после знаков (+), минус (–), умножения (·) и деления (:).

Формулы (если их не более одной) нумеруются арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы в разделе, разделенных точкой. Номер указывают с правой стороны листа на уровень формулы в круглых скобках, например: (4.1) (первая формула четвертого раздела).

Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Они должны быть расположены так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота ПЗ или с поворотом по часовой стрелке. Иллюстрации располагаются после первой ссылки на них в тексте. Иллюстрации (рисунки, чертежи, схемы, диаграммы) выполняют на листах пояснительной записки или на листах чертежной, миллиметровой бумаги формата А4 аккуратно карандашом или черной тушью. Допускается выполнять иллюстрации на листах формата А3 (297x420 мм). Допускается применять рисунки в виде фотографий и ксерокопий. Иллюстрации размером меньше А4 должны быть наклеены на листы белой бумаги формата А4.

Все иллюстрации, если их более одной, обозначают словом «Рис.» и нумеруются в пределах раздела арабскими цифрами, например: Рис. 4.1 (первый рисунок четвертого раздела). Иллюстрации могут иметь наименование или поясняющие сведения. Наименование помещают над иллюстрацией, поясняющие сведения – под ней; номер иллюстрации помещают ни-

же поясняющих сведений. Ссылка на иллюстрации в тексте ПЗ приводят с указанием ее порядкового номера. Повторные ссылки на иллюстрации следует давать в круглых скобках с сокращением слова «смотри», например: (см. рис. 4.3).

Цифровой материал оформляется в виде таблиц, используя электронные редакторы Word или Excel. При этом их нумеруют арабскими цифрами (без знака №) в пределах всей ПЗ. Слово «Таблица» помещают над правым верхним углом.

Каждая таблица должна иметь тематический заголовок. Заголовки в таблице указываются в единственном числе и начинаются с прописных букв. Тематические заголовки помещают над таблицей посередине, точки в конце заголовка не ставят.

На все таблицы должны быть ссылки в тексте, например: «... (табл. 4.1)». Таблицу помещают после первого упоминания о ней в тексте, таким образом, чтобы ее можно было читать без поворота записки или с поворотом по часовой стрелке. Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другой лист. При переносе таблицы на другой лист заголовков помещают только над ее первой частью. Таблицу с большим количеством граф допускается делить на части и помещать одну часть над другой в пределах одной страницы. Если строки или графы таблицы выходят за формат листа, то в первом случае в каждой части таблицы повторяется её шапка, во втором случае – боковик.

Диагональное деление шапки таблицы, а также помещение графы «номер по порядку» не допускается. При переносе части таблицы на другую страницу слово "Таблица" и номер ее указывают один раз справа над первой частью таблицы; над другими частями пишут слово «Продолжение», например: «Продолжение табл. 4.1».

Если повторяющийся в графе таблицы текст состоит из одного слова, его допускается заменять кавычками, если из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами «то же», а далее кавычками. Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, математических и химических символов не допускается. Если цифровые или иные данные в какой-либо строке таблицы не приводят, то в ней ставят прочерк.

Интервалы величин в тексте записываются в виде «от» и «до» или через тире.

Титульный лист является первым листом ПЗ. На нем не допускается производить перенос слов, ставить точки в конце фраз. Пример оформления титульного листа дипломного проекта (работы) представлен в прил. 1.

Задание на ВКР должно быть оформлено на официальных бланках и содержать: 1) тему ВКР; 2) срок сдачи студентом законченного проекта; 3) исходные данные для разработки; 4) объем выполняемой работы; 5) фамилии консультантов и 6) график выполнения ВКР. В конце задания должны быть поставлены подписи студента, руководителя и дата выдачи задания.

Пример заполнения задания по ВКР представлен в прил. 2.

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.

Пример реферата приведен в прил. 3.

В конце ПЗ помещается список источников, которыми пользовался автор при составлении данного проекта. Список литературы составляется в соответствии с общими требованиями к содержанию и оформлению геологических отчетов. Источники следует располагать в алфавитном порядке. Ссылки в тексте на источники указывают порядковым номером по списку источников, выделенным двумя квадратными скобками. Заголовок списка литературы пишется прописными буквами и располагается симметрично. Примеры описания библиографических источников различных типов приведены в прил. 5.

Приложения оформляют как приложение ПЗ, располагая их в порядке ссылок на них в тексте. Каждое приложение должно начинаться с нового листа с указанием в правом верхнем углу прописными буквами слово «Приложение», его номера арабскими цифрами (без знака №) и иметь содержательный заголовок. При ссылке на приложения в тексте пишут слово «прил.» строчными буквами и указывают номер приложения, например: (прил. 4).

Графические, приложения к выпускной квалификационной работе специалиста выполняются тушью на листах ватмана формата А1 (594x841 мм). В случае необходимости размер листа графического приложения может превышать формат А1. Допускается предоставление графических приложений, выполненных с применением ГИС-технологий, используя программные продукты ArcView, ArcInfo, Surfer, Micromain и т. п. Основную надпись (штамп) выполняют в каждом листе графических приложений в правом нижнем углу вдоль длинной стороны листа, образец штампа для чертежей приведен в прил. 4.

Законченная и подписанная студентом выпускная квалификационная работа с визами всех консультантов представляется руководителю, который составляет на нее отзыв и дает оценку. При положительном отзыве подписанный руководителем проект или работа после проверки нормоконтролером кафедры передается на утверждение заведующему выпускающей кафедры, который назначает рецензента из числа специалистов, утвержденных приказом по университету. После ознакомления студента с рецензией ВКР передается на кафедру секретарю ГАК не позднее 9 часов ут-

ра в день защиты. Полностью оформленная зачетная книжка должна быть сдана в деканат не позднее, чем за 2-3 дня до защиты.

Защита ВКР специалиста в ГАК производится публично по графику, установленному выпускающей кафедрой за месяц до начала работы ГАК, и в порядке, указанном в утвержденном кафедрой персональном списке на данный день. Процедура защиты следующая:

- председатель ГАК объявляет фамилию студента и тему выпускной квалификационной работы (ВКР);
- представляется слово для доклада студенту (10-15 минут);
- по окончании доклада членами ГАК задаются вопросы, на которые защищающий проект должен дать краткие четкие ответы;
- оглашаются отзывы руководителя дипломного проекта и рецензента;
- представляется слово студенту для ответа на замечания, содержащиеся в отзывах.

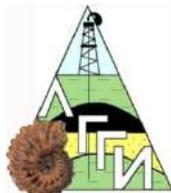
После окончания защиты на закрытом заседании ГАК обсуждает результаты защиты и выносит решение об оценке проекта (работы) и присуждении выпускнику звания горного инженера-геолога.

Студент, не представивший ВКР в установленный срок (без объективных причин) или получивший за защиту неудовлетворительную оценку, отчисляется из университета. Ему предоставляется право повторной защиты на следующий учебный год и на ту же или другую тему (по решению ГАК и выпускающей кафедры), но, как правило, уже на платной основе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранников А. Г., Панов Ю. К., Малюгин А. А., Балахонов В. С., Макаров А. Б., Сапожников В. М., Самсонов Г. А., Кралина Л. И. Методические указания по подготовке выпускной квалификационной работы (ВКР) специалиста для студентов специальности 130301 – «Геологическая съемка, поиски и разведка МПИ» (РМ). Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. 51 с.
2. Буровые комплексы. Современные технологии и оборудование / Под ред. Л. М. Гусмана и К. П. Порожского: научное издание. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2002. 592 с.
3. Ворожев Е. С. Организация и проведение производственной и преддипломной практик. Метод. указания для студентов спец. 080100 – «Геологическая съемка, поиски и разведка МПИ» специализации «Месторождения горючих полезных ископаемых» (РМ-3). Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2004. 20 с.
4. Ворожев Е. С. Поиски и разведка месторождений нефти и газа. Учебное пособие по разделу дисциплины «Поиски и разведка горючих ископаемых» для студентов специальности 080100 – «Геологическая съемка, поиски и разведка МПИ». Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2004. 67 с.
5. Инженерные расчеты при бурении глубоких скважин: справочное пособие. М.: Недра, 2000.
6. Методические рекомендации по применению пространственной сейсморазведки ЗД на разных этапах геологоразведочных работ на нефть и газ ОАО «ЦГЭ» / Левант В. Б. и др. МПР РФ, Мин. энергетики РФ. М., 2000. 35 с.
7. Рыльков С. В., Ворожев Е. С. Подсчет запасов нефти, газа, конденсата. Учебное пособие по дисциплине «Подсчет запасов и оценка ресурсов нефти и газа» для студентов специальности 130304 – «Геология нефти и газа» (ГН) направления 130300 – «Прикладная геология». Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. 82 с.
8. Элияшевский И. В., Орсуляк Я. М., Сторонский М. Н. Типовые задачи и расчеты в бурении. М.: Недра, 1974, 1982.

ПРИМЕР ЗАПОЛНЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

	<p>ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ</p> <p>ГОУ ВПО УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ</p>
	<p>Институт геологии и геофизики</p>
	<p>Кафедра литологии и геологии горючих ископаемых</p>
<p>ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА</p>	
<p>на тему: <i>Разведка залежи нефти в верхнеюрских отложениях Варынского месторождения</i></p>	
<p>Зав. кафедрой ЛГГИ, проф. _____ В. П. Алексеев</p>	
<p>Руководитель, доц. _____ Е. С. Ворожев</p>	
<p>Студент группы: <i>PM-03-3</i> _____ Р. Р. Гайнутдинов</p>	
<p>Екатеринбург 2008</p>	

**ПРИМЕР ЗАПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ ПО ВЫПУСКНОЙ
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ (ВКР) СПЕЦИАЛИСТА**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ**

**Кафедра литологии и геологии горючих ископаемых
Направление 130300 (650100) – Прикладная геология
Специальность 130304 (080500) – Геология нефти и газа (ГН)**

**«Утверждаю»
Заведующий кафедрой
_____ В.П. Алексеев
«18» марта 2008 г.**

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалифицированную работу (ВКР) инженера

Студенту Гайнутдинову Рустаму Равильевичу
(фамилия, имя, отчество полностью)

1. Тема ВКР: Разведка залежи нефти в верхнеюрских отложениях Варынского месторождения

2. Срок сдачи студентом ВКР «31» мая 2008 г.

3. Исходные данные Текстовые и графические материалы, собранные в ЗАО ПГО «Тюменьпромгеофизика»

4. Содержание расчетно-пояснительной записки:

4.1. Общие разделы Сведения о районе проектируемых работ, геологическое строение (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность)

4.2. Технологический раздел Методика разведки. Объемы и виды работ. Технология проходки скважин. Охрана недр и окружающей среды

4.3. Специальный раздел Корреляция верхнеюрских отложений по данным ГИС

4.4. Экономический раздел Составление сметы на проведение проектируемых работ

4.5. Разработка технологического регламента объекта (по согласованию с руководителем работы) Конструкция скважины, технология бурения

4.6. Охрана труда и требования безопасности Разработка мероприятий по безопасному ведению буровых работ

5. Графическая часть:

1. Сводный геолого-геофизический разрез Нижневартовского НГР

2. Выкопировка из тектонической карты центральной части Западно-Сибирской плиты

3. Структурная карта пласта Ю₁ Варьеганского месторождения

4. Геологический разрез по линии скважин

5. Геолого-технический наряд на строительство скважины

6. Схема корреляции верхнеюрских отложений

6. Консультанты по разделам выпускной работы:

Раздел выпускной работы	Должность, ученая степень, звание	Фамилия, имя, отчество
Геологический	проф., д.г.-м.н.	Русский В.И.
Методический	доцент, к.г.-м.н.	Ворожеев Е. С.
Технологический	ст. преподаватель	Кралина Л. И.
Геофизический	доцент, к.г.-м.н.	Третьякова Л.И.
Экономический	ассистент	Пилюгин Е.А.
Специальный	проф., д.г.-м.н.	Русский В.И.

Руководитель ВКР: Русский В.И., д.г.-м.н., профессор

(фамилия, имя, отчество, ученая степень, звание)

7. График выполнения ВКР:

Наименование раздела выпускной работы:	Срок выполнения
Геологический	20.04.2008 г.
Методический	10.05.2008 г.
Технологический	15.05.2008 г.
Геофизический	25.05.2008 г.
Экономический	25.05.2008 г.
Специальный	30.05.2008 г.

Дата выдачи задания «03» марта 2008 г.

Руководитель ВКР _____

(подпись)

Задание по ВКР получил _____

(подпись)

Примечание: Задание оформляется в двух экземплярах, один из которых хранится на кафедре, другой – выдается студенту и подшивается к расчетно-пояснительной записке

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛИСТА «РЕФЕРАТ»

ВКР 80 с., 4 рис., 15 табл., 13 источников, 6 приложений

ВАРЫНГСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ, НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ, КОЛЛЕКТОРЫ, ФЛЮИДОУПОРЫ, МЕТОДИКА РАБОТ, БУРЕНИЕ СКВАЖИН, КОМПЛЕКС ГИС, КОРРЕЛЯЦИЯ, ЗАПАСЫ

Объект проектирования – Варынгское нефтегазоконденсатное месторождение.

Цель работы – на основании анализа предыдущих поисковых, поисково-оценочных и разведочных работ запроектировать разведку центральной части залежи пласта Ю₁¹ с целью перевода запасов из категории С₂ в категорию С₁; по результатам изучения керна и диаграммам каротажа получить дополнительную информацию об изменчивости параметров подсчета запасов.

В данном проекте рассмотрены: история изученности месторождения, его стратиграфия, тектоника и нефтегазоносность; методика проведения разведочных работ; технология бурения трех скважин, опробование и комплекс ГИС; по используемым методам ГИС выполнена корреляция пластов Ю₁¹, Ю₁², Ю₁³; осуществлен перевод запасов нефти в категорию С₁; составлена смета на проведение разведочных работ и дана геолого-экономическая оценка объекта; предусмотрены мероприятия по охране труда и окружающей среды.

Приложение 4

ФОРМА ШТАМПА К ЧЕРТЕЖАМ ВКР

Федеральное агентство по образованию ГОУ ВПО	Уральский государственный горный университет Институт геологии и геофизики Кафедра литологии и геологии горючих ископаемых			25 м
Студент гр. РМ-03-3 <i>Гайнутдинов Р.Р.</i> (подпись)	<i>Выкопировка из тектонической карты центральной части Западно-Сибирской плиты</i>			15
Консультант, доц. <i>Ворожев Е. С.</i> (подпись)	<i>К выпускной квалификационной работе: «Разведка залежи нефти в верхнеюрских отложениях Варынгского месторождения»</i>			30
Руководитель, доц. <i>Ворожев Е. С.</i> (подпись)				
Зав. кафедрой, проф. <i>Алексеев В. П.</i> (подпись)	масштаб <i>1:1000 000</i>	<i>25.04.2008</i>	Приложение 2	15
50	33	34	33	
				85
				150

**ПРИМЕРЫ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИХ ОПИСАНИЙ ДЛЯ
ОФОРМЛЕНИЯ СПИСКА ЛИТЕРАТУРЫ**

МОНОГРАФИЯ

Алексеев В. П., Федоров Ю. Н., Маслов А. В., Русский В. И., Печеркин М. Ф., Пудовкина М. А. Состав и генезис отложений тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района (Западная Сибирь). Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. 209 с.

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Справочник геолога нефтеразведки: нефтегазопромысловая геология и гидрогеология: Учебно-практическое пособие / Каналин В. Г. М.: Изд-во «Инфра-Инженерия», 2005. 416 с.

ПЕРЕВОДНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Конибир Ч. Э. Б. Палеогеоморфология нефтегазоносных песчаных тел / Пер. с. англ. М.: Недра, 1979. 256 с.

СТАТЬЯ ИЗ СБОРНИКА

Тараканов А. С. Применение факторного и гармонического анализов к прогнозу строения угленосных разрезов // Цикличность отложений нефтегазоносных и угленосных бассейнов. М.: Наука, 1977. С. 106-111.

СТАТЬЯ ИЗ ЖУРНАЛА

Маслов А. В., Алексеев В. П. Особенности химического состава и РЗЭ-Th-Sc-систематика тонкозернистых терригенных нижнего мезозоя Шаимского нефтегазоносного района (Западная Сибирь) // Известия вузов. Геология и разведка. 2007. № 2. С. 21-30.

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИЙ, СОВЕЩАНИЙ

Федоров Ю. Н., Иванов К. С., Коротеев В. А., Кормильцев В. В. Тектоническое строение Приуральской части фундамента Западно-Сибирского мегабассейна // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО (Седьмая научно-практ. конф.). Ханты-Мансийск, 2004. Т. 1. С. 91-102.

ИНСТРУКЦИЯ

Инструкция по применению материалов промыслово-геофизических исследований с использованием результатов изучения керна и испытания скважин для определения и обоснования подсчетных параметров залежей нефти и газа. М.: ВНИГНИ, 1987. 20 с.

Методические рекомендации по использованию данных сейсморазведки (2D, 3D) для подсчета запасов нефти и газа. М.: МПР РФ/ ОАО «ЦГЭ», 2006. 39 с.

СТАНДАРТ

ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.

ФОНДОВАЯ ЛИТЕРАТУРА

Технологическая схема разработки Варынского месторождения Т. 1. М.: ГеоДэйтаКонсалтинг, 2005.

Методические указания по дисциплине «ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ТРУДА» согласованы с выпускающей кафедрой **литологии и геологии горючих ископаемых**

Заведующий кафедрой ЛГГИ  к.г.-м.н., С.А. РЫЛЬКОВ
подпись *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 алгоритмизации¹. 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,

¹ 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 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 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 энциклопедии².

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).

²Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgafit.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)³.

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

³Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]:
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 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 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://lesgafit.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Проректор по учебно-методическому
комплексу С.А. Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ
СТУДЕНТОВ**

**ФТД.В.02 СРЕДСТВА КОММУНИКАЦИИ В УЧЕБНОЙ И
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Полянок О.В., к.психол.н.

Одобрены на заседании кафедры
Управления персоналом

Зав. кафедрой

(название кафедры)

Ветошн -
(подпись)

к.ф.н., доц. Ветошкина Т.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 06.034.2020

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

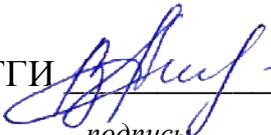
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 20.03.2020

(Дата)

Екатеринбург
2020

Методические указания по дисциплине «СРЕДСТВА КОММУНИКАЦИИ В УЧЕБНОЙ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ» согласованы с выпускающей кафедрой **литологии и геологии горючих ископаемых**

Заведующий кафедрой ЛГГИ  к.г.-м.н., С.А. РЫЛКОВ
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 алгоритмизации¹. 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,

¹ 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 избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповая и индивидуальная. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания. Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю; групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного
- анализа (правильность предложений, подготовленность,
- аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;

- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющихся в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам

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 энциклопедии².

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).

²Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)³.

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.

³Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]:
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

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Проректор по учебно-методическому
комплексу С.А. Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ
СТУДЕНТОВ**

**ФТД.В.03 ОСНОВЫ СОЦИАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ И
ПРАВОВЫХ ЗНАНИЙ**

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация № 3:

Геология нефти и газа

форма обучения: очная

Автор: Полянок О.В., к.психол.н.

Одобрены на заседании кафедры
Управления персоналом

Зав. кафедрой Ветошкин
(подпись)

к.ф.н., доц. Ветошкина Т.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 06.03.2020
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

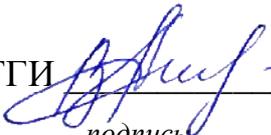
факультета геологии и геофизики
(название факультета)
Председатель Бондарев
(подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 7 от 06.03.2020
(Дата)

Екатеринбург
2020

Методические указания по дисциплине «ОСНОВЫ СОЦИАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ И ПРАВОВЫХ ЗНАНИЙ» согласованы с выпускающей кафедрой **литологии и геологии горючих ископаемых**

Заведующий кафедрой ЛГГИ  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 алгоритмизации¹. 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,

¹ 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 избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповая и индивидуальная. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания. Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю; групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного
- анализа (правильность предложений, подготовленность,
- аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;

- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющихся в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам

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 энциклопедии².

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).

²Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)³.

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.

³Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]:
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