

***Приложение 3.9.1 к ОПОП по специальности
21.02.19 Землеустройство***

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ОП.05 Основы геологии, геоморфологии, почвоведения

для обучающихся специальности

21.02.19 Землеустройство

Магнитогорск, 2024

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией
«Строительства и земельно-имущественных
отношений»

Председатель Ю.Н. Заиченко
Протокол № 5 от 31.01.2024 г.

Методической комиссией МпК

Протокол № 3 от 21 .02.2024 г.

.

Разработчик:

преподаватель отделения №3 «Строительства, экономики и сферы обслуживания»
Многопрофильного колледжа ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» И.В.Хуторянская

Методические указания по выполнению практических работ разработаны на основе
рабочей программы учебной дисциплины «Основы геологии, геоморфологии» .

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	4
2 Методические указания	
Практическое занятие 1	5
Практическое занятие 2	12
Практическое занятие 3	18
Практическое занятие 4	24
Практическое занятие 5	33
Практическое занятие 6	43
Практическое занятие 7	51
Практическое занятие 8	55
Практическое занятие 9	64
Практическое занятие 10	70
Практическое занятие 11	77
Практическое занятие 12	84
Практическое занятие 13	87

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические занятия.

Состав и содержание практических занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности).

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Основы геологии, геоморфологии, почвоведения» предусмотрено проведение практических занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

Уд 1 Читать геологические карты и профили специального назначения

Уд 2 Составлять описания минералов

Уд 3 Выполнять построение геологического разреза с отражением литологии, стратиграфии

Уд 4 Определять типы почвообразующих пород по образцам

Уд 5 Определять механический и физический состав и водный режим почв.

Содержание практических занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению учебной дисциплины программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональной компетенцией:**

ПК 1.2- Выполнять топографические съемки различных масштабов.

ПК 3.4 - Осуществлять сбор, систематизацию и накопление информации, необходимой для определения кадастровой стоимости объектов недвижимости

ПК 4.1 - Проводить проверки и обследования для обеспечения соблюдения требований законодательства Российской Федерации.

ПК 4.2 - Проводить количественный и качественный учет земель, принимать участие в их инвентаризации и мониторинге.

ПК 4.3 - Осуществлять контроль использования и охраны земельных ресурсов.

ПК 4.4 - Разрабатывать природоохранные мероприятия.

А также формированию общих компетенций:

ОК 03 - Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

ОК 07 - Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

Практические занятия проводятся в рамках соответствующей темы, после освоения дидактических единиц, которые обеспечивают наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 1. Основы геологии

Практическое занятие 1

«Чтение геологической карты и профилей специального назначения».

Цель: научиться читать геологические карты и профили специального назначения.

Выполнение работы способствует формированию:

Уд 1 Читать геологические карты и профили специального назначения

Материальное обеспечение:

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебно-методическая документация, дидактические средства.

Задание:

1. Ознакомьтесь с краткими теоретическими сведениями

2. Ознакомившись с методикой построения геологического разреза, студенты получают учебные геологические карты с нанесённой линией разреза, вдоль которой отстраивают гипсометрический профиль и геологический разрез.

Порядок выполнения работы:

Краткие теоретические сведения:

1. Ознакомьтесь с краткими теоретическими сведениями

Геологическая карта — это графическое изображение на плоскости выходящих на земную поверхность геологических тел в определенном *масштабе* и *условных обозначениях*. Геологическая карта является одним из самых необходимых инструментов не только для геологов, но и для многих других специалистов. Умение понимать язык карты и использовать его в научной и практической деятельности необходимо для любого специалиста, работающего на земле. Особенно важно это для специалистов экологического профиля, которые призваны всесторонне учитывать в своей работе данные всех научных дисциплин, занимающихся изучением отдельных компонентов природных и антропогенных комплексов.

Геологическая карта представляет собой графическую модель, отражающую основные черты геологического строения местности. Геологические карты строятся на топографической основе с использованием аэрофотоснимков и космических снимков. На ней показывается распространение и соотношение разновозрастных осадочных, магматических и метаморфических горных пород, выходящих на поверхность. Чтение геологической карты требует определённых знаний, тренировки и навыка. Самое главное при этом – научиться определять возраст, состав, а также направление и углы падения слоев горных пород.

При составлении всех геологических карт используется общепринятая цветовая шкала. Определёнными цветами обозначается возраст осадочных, вулканогенных и метаморфических пород, а также состав интрузивных магматических пород. Каждая система геохронологической шкалы (табл.1) на геологической карте обозначается определённым цветом (например, кембрийская – сине-зеленым, девонская – коричневым, каменноугольная – серым, юрская – синим и т.д.) и буквенно-цифровым индексом (например, индекс «J1» означает «юрская система, нижний отдел»). Отделы каждой системы окрашиваются цветом системы различных оттенков (более темный тон соответствует более древним подразделениям, а более светлый – молодым). Например, образования нижнего отдела девонской системы могут иметь темно-коричневую, среднего отдела той же системы –

коричневую, а ее верхнего отдела – светло-коричневую окраску. Геохронологическая (стратиграфическая) шкала, где указаны индексы эонотем, эратем (групп систем) систем и отделов, а также их цветовая раскраска приведена в табл. 1.

Интрузивные магматические породы изображаются на геологических картах различными цветами (более интенсивными, чем цвета стратифицированных образований), в зависимости от их состава: красным – кислые породы (граниты, гранодиориты, граносиениты); лиловато-розовым – средние породы нормального ряда щелочности (диориты); зеленым – основные породы (габбро); фиолетовым – ультраосновные (дуниты, перидотиты и возникшие за их счет серпентиниты); оранжевым – умеренно-щелочные средние (сиениты) и щелочные породы (нефелиновые сиениты, уртиты). Следует обратить внимание и запомнить, что в отличие от стратифицированных образований чем темнее окраска интрузий, тем они моложе. Состав интрузивных пород, кроме окраски обозначается еще и буквенным индексом (используются буквы греческого алфавита). Приведем буквенные обозначения наиболее распространенных интрузивных магматических пород: - граниты; □ - диориты; □□ - гранодиориты; □ - сиениты; □□ - граносиениты; □ - габбро; □ - перидотиты; □ - дуниты (а также образованные за их счет серпентиниты). Возраст интрузивных магматических пород обозначается буквенноцифровым индексом (таким же, как и у стратифицированных образований), который записывается после буквенного индекса состава. Например, индекс □D1 означает «граниты раннедевонского возраста», а индекс □O3 – «габбро позднеордовикского возраста». Эти цвета и индексы обязательны для геологов всего мира, поэтому зная их, можно прочесть геологическую карту, составленную в любой стране, даже не владея иностранными языками.

На крупномасштабных (а иногда и на средне- и мелкомасштабных геологических картах) на цветовой фон (обозначающий возраст стратифицированных и состав интрузивных образований) обычно наносится дополнительный крап (принятые штриховые обозначения состава горных пород – песчаники, глины, кварциты, гнейсы граниты, сланцы, известняки, базальты и т.д.). К сожалению, общепринятых (утвержденных международными геологическими соглашениями) штриховых условных обозначений пока нет. Хотя на большинстве геологических карт песчаники обозначаются точками, известняки – штриховкой, напоминающей кирпичики, а граниты – крестиками и т.д. Кроме того, на геологические карты наносятся элементы залегания слоев, геологические границы и разрывные нарушения (с ними познакомимся позднее).

Таким образом, геологическая карта позволяет судить о возрасте горных пород, их пространственном распределении, составе и условиях залегания. Геологические карты сопровождаются стратиграфическими колонками и разрезами, с методикой построения которых мы также познакомимся позже.

Таблица 1 Общая геохронологическая шкала фанерозоя и криптозоя (докембрия)

Эон / эонотема	Эра / эратема	Период / система	Индекс	Временной интервал
Фанерозой	Кайнозойская	Четвертичный (квартер) <i>(Серовато-желтый)</i>	Q	0 – 1,8 млн.лет
		Неогеновый <i>(Желтый)</i>	N	1,8-23 млн.лет
		Палеогеновый <i>(Желтооранжевый)</i>	P	23-65 млн.лет
	Мезозойская	Меловой <i>(Зеленый)</i>	K	65-145 млн.лет
		Юрский <i>(Синий)</i>	J	145-200 млн. лет
		Триасовый <i>(Фиолетовый)</i>	T	200-251 млн.лет
	Палеозойская	Пермский <i>(Оранжевый)</i>	P	251-295 млн.лет
		Каменноугольный (карбон) <i>(Серый)</i>	C	295-360 млн.лет
		Девонский <i>(Коричневый)</i>	D	360-408 млн.лет
		Силурийский <i>(Грязно-зеленый)</i>	S	418-443 млн.лет
		Ордовикский <i>(Болотный)</i>	O	443-490 млн. лет
		Кембрийский <i>(Сине-зеленый)</i>	Є	490-535 млн.лет

Акрон / акротема	Эон / эонотема	Эра / эратема	Период / система
Протерозой <i>(различные оттенки розового цвета)</i>	Поздний / верхний протерозой		Вендский
		Поздний / верхний рифей	
		Средний рифей	
		Ранний / нижний рифей	
	Ранний / нижний протерозой (карелий)		
Архей <i>(различные оттенки лилово-розового цвета)</i>	Поздний / верхний архей (Лопий)		
	Ранний / нижний архей (Саамий)		

Примечание: Курсивом в круглых скобках указан цвет, принятый для обозначения стратифицированных образований данного возраста на геологических картах.

Студенты выполняют задания по определению возраста и состава горных пород, распознаванию интрузий различного состава, изображенных на учебных геологических картах (с использованием цветной геохронологической шкалы, легенды к карте и стратиграфической колонки).

Учебный материал. Учебные геологические карты крупного или среднего масштаба.

Методика работы.

При решении различных исследовательских и практических задач нередко возникает необходимость построить геологический разрез в вертикальной плоскости. Это несложно сделать, основываясь на изображении геологической ситуации в горизонтальной плоскости (на карте или плане).

Чертёж, на котором геологическое строение изображается в вертикальной плоскости, называется *геологическим разрезом*. Построение разреза удобно выполнять на листе бумаги с миллиметровой разметкой (миллиметровке).

Вдоль верхнего края листа миллиметровки откладывается горизонтальная базисная линия, длина которой соответствует длине линии разреза в масштабе карты. К её начальной и конечной точкам проводятся перпендикуляры – вертикальные линии, на которых откладываются отметки высот. *Как правило, выбираются одинаковый горизонтальный и вертикальный масштабы, но при горизонтальном и очень пологом залегании горных пород, вертикальный масштаб обычно выбирается в несколько раз крупнее горизонтального (за исключением горных районов с сильно расчленённым рельефом).* Диапазон шкалы высот выбирается исходя из минимальных и максимальных значений высотных отметок по линии профиля. Таким образом, создаётся бинарная система прямоугольных координат, в которой положение каждой точки рельефа определяется пересечением двух линий: первая соответствует её месту на горизонтальной линии профиля, вторая – абсолютной высоте. Последовательность точек соединяется плавной линией, изогнутой книзу – в долинах и котловинах и кверху – на возвышенных участках. Полученная линия является гипсометрическим профилем по выбранной линии местности. Объекты местности, имеющие собственные названия (горы, холмы, реки и т.д.) подписываются сверху над линией профиля.

Далее край листа миллиметровки прикладывается на карте к выбранной линии разреза. Вдоль него на линии гипсометрического профиля короткими штрихами простым мягким карандашом отмечаются все места пересечения линии разреза с геологическими границами, а также все разрывные нарушения, оси синклинальных и антиклинальных структур. Определяются элементы залегания каждого слоя (то есть определяется, в каком направлении и под каким углом он падает). С помощью транспортира и линейки откладываются соответствующие углы, и все границы продолжают вниз до определенной преподавателем глубины построения данного разреза (она может быть различной в зависимости от сложности геологического строения участка и характера залегания горных пород). Затем аккуратно и четко подписываются все геологические индексы (в полном соответствии с картой), и поля пород закрашиваются цветными карандашами в соответствии с их возрастом (для стратифицированных подразделений), либо составом (для интрузивных образований). Литологический состав каждого подразделения отображается при помощи крапа. При этом в качестве образца студенты используют цветную геохронологическую шкалу и таблицу условных знаков для изображения наиболее распространенных горных пород. Над чертежом подписывается заголовок («Геологический разрез по линии А – Б»), снизу указываются значения горизонтального и вертикального масштабов.

Ознакомившись с методикой построения геологического разреза, студенты получают учебные геологические карты с нанесённой линией разреза, вдоль которой отстраивают гипсометрический профиль и геологический разрез.

Методика построения геологического профиля по картам с горизонтальным залеганием слоев горных пород.

Наиболее простыми являются геологические карты, отображающие горизонтальное залегание слоев. Если рельеф местности, представленной на карте, выровненный (плоский, нерасчлененный), то при горизонтальном залегании слоев геологическая карта будет представлять сплошное поле, закрашенное одним цветом, соответствующим возрасту наиболее молодого (верхнего) слоя. Аналогичная картина будет наблюдаться, если эрозионная сеть (овраги, балки, реки) развивается в пределах верхнего пласта и не врежется в подстилающий слой. Если эрозионная сеть прорезает несколько горизонтально залегающих слоев, то на геологической карте с горизонталями границы выход пластов совпадут с горизонталями рельефом или пройдут параллельно им. Таким образом, если обнажающийся пласт не сечет горизонтали, залегание его горизонтальное.

На геологической карте по выбранному направлению наносим линию геологического профиля концы которой обозначены буквами А-Б. Как правило, линии профилей на геологических картах проводят от одной рамки к другой, а не обрывают их внутри пласта. На карте может быть проведено несколько линий профилей, некоторые могут пересекаться; положение границ пластов на разрезах в точках пересечения должно быть одинаковым.

Сначала строим топографический профиль. Для этого под картой (на листке) прочерчиваем вспомогательную линию такой же длины, как и линия профиля на карте (АБ). Горизонтальный масштаб профиля обычно равен масштабу карты.

Вертикальный масштаб профиля выбирают в зависимости от масштаба карты и характера рельефа. Разница высотных отметок на карте, например, равна 30 м (130-100), что в масштабе 1:50 000 соответствует 0,6 м., следовательно, вертикальный масштаб необходимо для наглядности увеличить до 1:1 000 (1 см - 10 м) Увеличение вертикального масштаба при составлении геологических разрезов (при горизонтальном залегании слоев) допускается.

После того как вертикальный масштаб выбран, его строят и надписывают с другого конца вспомогательной линии. На вспомогательной линии откладывают точки пересечения линии разреза с горизонталями рельефа на карте, а над точками подписывают их высотные отметки. По системе прямоугольных координат находят точки земной поверхности в местах пересечения горизонталей с линией разреза, соединяют их плавной кривой линией и получают линию топографического профиля.

На вспомогательную прямую переносят точки пересечения линия разреза с границами выхода пластов на геологической карте, а затем проектируют на топографический профиль. После этого проводят границ пластов в вертикальной плоскости разреза.

Топографический профиль, границы пластов на профиле и вертикальный масштаб обводят тушью. Вспомогательные линии и значки, проведенные карандашом, стирают. На концах профиля ставят соответственно буквы А-Б. Разрез ориентируют относительно сторон горизонта. Возраст пластов обозначают соответствующим цветом - согласно условным цветам стратонам на геологических картах, литологический состав условными обозначениями; на пластах (или за пределами профиля) проставляют индексы, указывающие возраст пород.

Сверху разрез подписывают; «Геологический профиль по линии ...» Под названием разреза помещают горизонтальный и вертикальный масштабы.

Методика построения геологического профиля по карте с наклонным залеганием слоев.

При наклонном залегании слоев и выровненном (нерасчлененном или слабо расчлененном) рельефе пласты вытягиваются прямолинейно по простиранию, образуя строго параллельные полосы. При неровном (расчлененном) рельефе границы наклонного

пласта изгибаются - чем меньше угол падения, тем большее влияние на конфигурацию границ оказывает рельеф. При угле падения 3, 5, 7° границы пластов почти параллельны горизонталям; при больших углах падения они резко не согласуются с горизонталями; при вертикальном залегании пластов рельеф совершенно не оказывает влияния на контуры пластов (границы вертикального пласта при любом рельефе идут прямолинейно по простиранию).

На геологической карте выбираем направление профиля по линии А-Б. Масштаб карты 1:5 000. Как и в случае с горизонтальным залеганием пластов, сначала строим топографический профиль. Следует помнить, что увеличение вертикального масштаба при наклонном залегании пластов недопустимо (вертикальный масштаб должен быть равен масштабу карты). На топографический профиль проектируем точки пересечения границ пластов (стратонов) с линией разреза на карте, после чего под известным углом проводим границы пластов в вертикальной плоскости разреза.

Если элементы залегания пластов на карте не отражены, то на вспомогательную линию А-Б, кроме того, переносят точки пересечения линии разреза на карте с линиями простирания (горизонталями) поверхности какого-либо пласта. Линия, соединяющая полученные точки пересечения, отражает наклон пласта в направлении А-Б. Для определения угла падения пласта достаточно двух точек. Границы других пластов проводят параллельно полученной линии падения. При незначительных колебаниях рельефа топографический профиль будет представлен в виде мелкозубчатой линии, т.к. увеличение вертикального масштаба не допускается. В таком случае топографический профиль можно не строить, а от руки провести горизонтальную линию на уровне средней высоты местности по линии разреза на карте. Эту линию можно использовать и как вспомогательную для нанесения точек пересечения линии разреза с границами выходов пластов.

Окончательное оформление геологического профиля, нанесение условных обозначений и масштаба такое же, как и при горизонтальном залегании слоев.

Форма представления результата: оформление геологического профиля, нанесение условных обозначений и масштаба такое же, как и при горизонтальном залегании слоев

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике, обучающийся показывает системные и полные знания и умения по данному вопросу;
- работа оформлена в соответствии с рекомендациями преподавателя;
- объем работы соответствует заданному;
- материал изложен четко, рационально, отражена справедливость и правдивость выводов.

Оценка «хорошо» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике;
- обучающийся допускает небольшие неточности или некоторые ошибки в данном вопросе (неоднородная выборка);
- материал изложен четко, рационально, однако в выводах не везде присутствует справедливость и правдивость.
- в оформлении работы допущены неточности;
- объем работы соответствует заданному или незначительно меньше;

Оценка «удовлетворительно» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике, но в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы или материал по теме изложен нелогично, нечетко представлено основное содержание вопроса;

- работа оформлена с ошибками в оформлении;
- объем работы значительно меньше заданного (отсутствуют выводы по графическим результатам анализа).

Оценка «неудовлетворительно» выставляется:

- не раскрыта основная тема работы;
- оформление работы не соответствует требованиям преподавателя;
- объем работы не соответствует заданному.

Тема 1. Основы геологии
Практическое занятие 2
«Изучение геологической карты России.
Выделение на геологической карте сейсмически активных зон Земли»

Цель: научиться выделять на геологической карте сейсмически активных зон Земли.

Выполнение работы способствует формированию:

Уд 1 Читать геологические карты и профили специального назначения

Материальное обеспечение:

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебно-методическая документация, дидактические средства.

Задание:

Выделение на геологической карте сейсмически активных зон Земли.

Оформить отчет по практической работе.

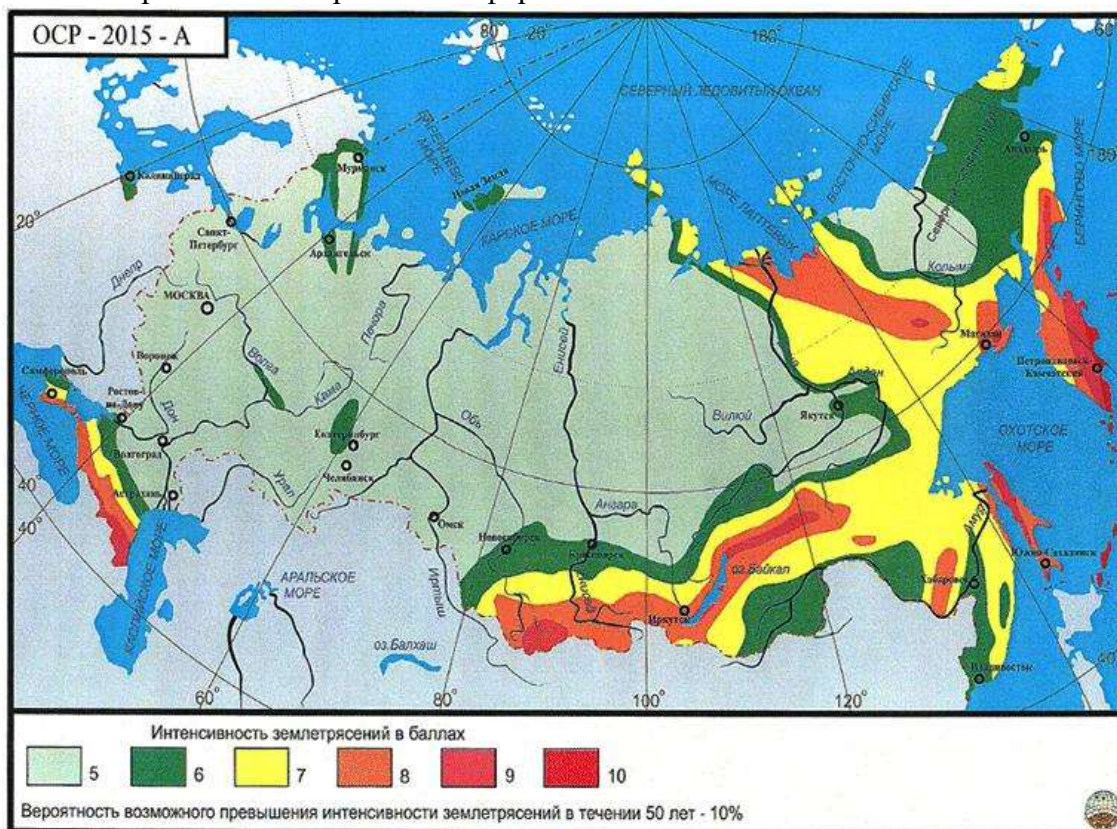
Порядок выполнения работы:

Краткие теоретические сведения:

1. Произвести анализ шкал сейсмической интенсивности (таблицы 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5) и сопоставить факторы, влияющие на увеличение- уменьшение балльности.

Первоочередно основными факторами влияющими на увеличение или уменьшение магнитуды колебаний является геологическое строение территории, так же одну из основных ролей может играть наличие водохранилищ, большое распространение подземных флюидов, а так же сильно расчлененный рельеф

2. Охарактеризовать принципы установления исходного и расчетного балла и по карте СНиПа II-7-81 - карта массового строительства ОСР- А дать характеристику исходного балла районов Сибирской платформы и Забайкалья.



Сибирская платформа в большей своей части характеризуется низким исходным балом сейсмической активности равным 5, только в южной части платформы, вдоль БРЗ наблюдается сильно отличающиеся условия исходной балльности, она составляет 9 в пределах БРЗ и Саяно-Енисейский складчатой области и уменьшается при удалении от нее.

В Забайкалье исходный бал всей территории чуть выше относительно Сибирской платформы за счет того что с юга у нее БРЗ, с востока вулканический пояс, с севера Складчатая область.

Карты сейсмического районирования показывают *исходный бал*, присущий данной территории, учитывающий обобщенные геологические условия. В целом составление карт сейсмического районирования производится на основании совместного анализа сейсмологических и инженерно-геологических данных. При этом используются сведения о распределении очагов землетрясений в пространстве и времени, о повторяемости сотрясений, а также данные о разрушительных последствиях, происходящих ранее в пределах этих зон землетрясений, наибольшей силы с их оценкой по сейсмической шкале балльности. Последовательность этих работ следующая — сначала оценивается сейсмичность очаговой зоны, затем дается прогноз сотрясаемости земной поверхности.

В отдельных освоенных и осваиваемых участках (города, крупные поселки, промышленные объекты и т. д.) проводится *сейсмическое микрорайонирование*, конкретной задачей которого является установление *расчетного балла*, т.е. выделение в пределах данного сейсмического региона участков с существенно различными грунтовыми, морфометрическими и гидрогеологическими условиями. На практике достаточна оценка, при которой выделяются участки, отличающиеся по степени сейсмического эффекта при сильных землетрясениях на один балл по отношению к сейсмическому эффекту, ожидаемому в данном пункте в средних грунтовых условиях, т.е. при исходном балле.

3. Для районов Восточной Сибири произвести оценку изменения интенсивности землетрясений в зависимости от инженерно-геологических условий (таблица :6.6, карты сейсмического микрорайонирования).



Если рассматривать Восточную Сибирь основными эпицентрами возможных землетрясений являются БРЗ, и стыки Евразийской, Североамериканской и амурской плит.

На территории Восточной Сибири созданы и эксплуатируется ряд крупных водохранилищ - Ангарский каскад ГЭС. Он включает Иркутское водохранилище, созданное в 1956-1962 гг, Братское, наполненное в 1961- 1967 гг, и Усть-Илимское водохранилище (1976г). Самым крупным среди них, да и по отдельным параметрам в мире, является Братское водохранилище. Оно находится на втором месте по объему водной массы (169,3 км²) и на четвертом по площади акватории (около 5500 км²). Величина подпора у створа ГЭС в районе г. Братска составляет 105 м. Об ощутимых землетрясениях в пределах Иркутского амфитеатра свидетельствуют исторические сведения. Например, 5 июля 1908 г. в городе Братске ощущалось землетрясение, описываемое В.В. Поповым как «довольно сильный толчок, сопровождавшийся дребезжанием посуды». Это событие и С.И. Голенецким интерпретируется как местное.

Вместе с тем, этим ученым детально проанализированы инструментальные данные о землетрясениях юга Сибирской платформы за период с начала 1960-х годов (1998, 1999, 2001). В результате был сделан вывод о значительной «засоренности» карты эпицентров землетрясений платформы событиями несейсмического происхождения, т.е. крупными промышленными взрывами. В пользу несейсмической природы большинства зарегистрированных событий, по мнению С.И. Голенецкого, говорит и их распределение по времени суток, поскольку основная их часть приходится на дневное местное время. Это утверждение, с нашей точки зрения, является в определенной мере условным. Точная привязка регистрируемых событий к определенным локальным участкам, в частности к местам проведения единичных взрывных работ, не всегда возможна, поскольку ошибки локализации эпицентров для рассматриваемой территории по оценке С. И. Голенецкого составляют 10-20 км. Таким образом, есть все основания утверждать, что территория платформы, в том числе и район водохранилища, характеризуется собственной сейсмической активностью, хотя и несопоставимой с соседними сейсмоактивными районами Байкальской рифтовой зоны.

Водохранилище, особенно его северная часть, находится в центре Иркутского амфитеатра на территории, которая в середине прошлого века считалась асейсмичной. Вместе с тем, начиная с семидесятых годов двадцатого века, произошло около пятидесяти сейсмических событий, энергетический класс которых колеблется от 8 до 11.6. Причем последние события являются самыми сильными землетрясениями в данном конкретном районе за все время. Это землетрясения 1996 (с интенсивностью 3 балла в городе Братске, и 2 балла - в городе Иркутске) и примерно такое же по интенсивности в 2002 году. Кроме того, очевидна тенденция к увеличению количества землетрясений по годам и повышение энергетических классов этих событий.

Эпицентры землетрясений сосредоточены на севере водоема, в зоне развития трапповых интрузий. В северной части расположен ряд оползневых участков, входящих в мониторинговую сеть института земной коры СО РАН по наблюдению за развитием экзогенных процессов. Проанализировав динамику оползневых участков с позиций роли сейсмичности в развитие береговых склонов, видно что, эти сотрясения сказались на темпах развития гравитационных деформаций и отступления кромки берега.

Природа техногенной сейсмичности района Братского водохранилища не вызывает сомнений. Землетрясения рассматриваемой территории спровоцированы заполнением Братского водоема громадным объемом воды и, как следствие, перераспределением напряжений в земной коре. По его мнению, здесь под гидросистемой происходит постоянное медленное проседание основания с выдавливанием из нижних горизонтов разреза залежей соли. Изучение динамики этого процесса показало, что часть «платформенного плаща» в этом месте ежегодно прогибается с амплитудой 8 мм/год. Это оказывает значительное влияние на геодинамическое равновесное состояние платформы и приводит к изменению напряжений в верхней части земной коры, что вполне может проявляться в виде техногенной (наведенной) сейсмичности.

Безусловно, водохранилище сыграло заметную роль в изменении сейсмической ситуации в этой части платформы. Однако, нельзя не согласиться с мнением В.А. Павленова, который в принципе поддерживая нашу точку зрения, считал, что для инструментального подтверждения наших взглядов в этом районе необходима сеть локальных сейсмических станций, производящих регистрацию слабых землетрясений (Кр-5-7), которые могли бы дать ответ на этот вопрос. Но с другой стороны, ряд косвенных показателей подтверждают эту гипотезу, В частности, одним из таких доказательств может служить возрастающее количество землетрясений в последнее время в северной части водохранилища. Здесь, начиная с семидесятых годов двадцатого века, произошло около сорока землетрясений, энергетический класс которых варьирует от 8 до 11,6 (та. Причем события, зарегистрированные в 1996 и 2002 гг. являются самыми сильными землетрясениями в данном конкретном районе за все время инструментальной

регистрации. Землетрясение 26 февраля 1996 г. ($K_p=11.6$) достигало в некоторых лежащих на побережье водохранилища пунктах интенсивности 5-6 баллов; сопоставимым по энергетическому уровню было и землетрясение 9 августа 2002 году ($K_p=11.2$), проявившееся с интенсивностью 3 балла в городе Братске и 2 балла - в городе Иркутске. Кроме того, очевидна тенденция к увеличению количества землетрясений по годам и повышение энергетических классов этих событий. Необычны и параметры этих землетрясений: частота их повторения и интенсивность часто оказывается выше нормальной для данного региона, а эпицентры расположены в непосредственной близости от водоема или в его акватории. К сожалению, из-за неблагоприятных условий регистрации и отсутствия близких сейсмических станций, распределение гипоцентров землетрясений по глубине оценке не поддается. Можно лишь предполагать, что они сосредоточены в пределах верхних 10 км земной коры. В мировой практике известны случаи проявления землетрясений, вызванных созданием водохранилищ. Согласно опубликованным работам, глубины гипоцентров наведенных (спровоцированных) землетрясений и пики их распределений находятся в пределах 5-7 км, в редких случаях эта величина составляет 11 км. Явления техногенной (наведенной) сейсмичности зафиксированы на водоемах Марафон и Кремаста в Греции, в районе плотины Гувер на реке Колорадо в США, Синьфынцзянь в Китае, Кариба в Замбии, на крупных водохранилищах Средней Азии и ряде других мест.

Безусловно, есть и другие причины техногенной активизации наведенной сейсмичности. Так, профессор К.Г. Леви одним из факторов считает солнечную активность и некоторые ее производные - числа Вольфа;

температура приземного слоя атмосферы и уровень зеркала водохранилища. Если рассматривать последний с момента начала его заполнения, то абсолютно четко прослеживается тенденция небольших по амплитуде, но крайне регулярных понижений-повышений уровня за счет наполнения и последующей сработки воды в процессе эксплуатации ГЭС. Но все это происходит на фоне более длительной 11-12 летней гармоник, которая связана с общими гидродинамическими условиями, а длительность периодов схожая с длительностью периодов изменения солнечной активности, влияющей, прежде всего, на состояние атмосферы - температуру ее приземного слоя, давление воздуха, тесно связанное с температурой, влажности, значения которой обратно пропорциональны температуре. В результате анализа сопоставлений этих трех характеристик установлено следующее:

- колебания уровня Братского водохранилища противофазно вариациям солнечной активности;

- вариации температуры приземного слоя атмосферы сложно согласуются с вариациями солнечной активности, но замечено, что максимальные среднегодовые температуры смещены относительно максимумов солнечной активности вправо, что говорит о запаздывании атмосферных температурных эффектов относительно максимумов солнечной активности. Однако температурные циклы имеют продолжительность около 10 лет и разделены периодами похолоданий продолжительностью 2-3 года;

- вариации всплесков наведенной сейсмичности относительно периодов высокой солнечной активности более или менее определены и приходятся на моменты перехода от минимума солнечной активности к максимуму и наоборот. Влияние солнечной активности на сейсмический процесс опосредовано через атмосферу и гидросферу и показано в работах К.Г. Леви соавторами, изучавших микросейсмы от штормов на Тихом и Атлантическом океанах;

- некоторые закономерности совместных вариаций температур приземного слоя атмосферы и уровня наведенной сейсмичности просматриваются хорошо, хотя и выборка по $T^{\circ}C$ кратковременна. Таким образом, есть основания считать, что в районе Братского водохранилища после его заполнения создались условия для активизации сейсмической

деятельности. При этом уровень сейсмической активности в настоящее время, по-видимому, превышает уровень периода, предшествующего заполнению водоема. В это же время существенно увеличилось и количество сейсмических событий. Хотя справедливости ради, следует заметить, что сравнивать этот показатель необходимо с большой осторожностью, так как все современные землетрясения обоснованы инструментальными данными, чего в XIX и начале XX веков не было.

Форма представления результата: отчет о выделенных на геологической карте сейсмически активных зон Земли

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике, обучающийся показывает системные и полные знания и умения по данному вопросу;
- работа оформлена в соответствии с рекомендациями преподавателя;
- объем работы соответствует заданному;
- материал изложен четко, рационально, отражена справедливость и правдивость выводов.

Оценка «хорошо» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике;
- обучающийся допускает небольшие неточности или некоторые ошибки в данном вопросе (неоднородная выборка);
- материал изложен четко, рационально, однако в выводах не везде присутствует справедливость и правдивость.
- в оформлении работы допущены неточности;
- объем работы соответствует заданному или незначительно меньше;

Оценка «удовлетворительно» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике, но в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы или материал по теме изложен нелогично, нечетко представлено основное содержание вопроса;
- работа оформлена с ошибками в оформлении;
- объем работы значительно меньше заданного (отсутствуют выводы по графическим результатам анализа).

Оценка «неудовлетворительно» выставляется:

- не раскрыта основная тема работы;
- оформление работы не соответствует требованиям преподавателя;
- объем работы не соответствует заданному.

Тема 2. Горные породы и процессы в них.

Практическая занятie 3

«Составление описания минералов. Классификация минералов с использованием коллекции горных пород. Определение их строения и свойств».

Цель: определять свойства минералов, после чего, используя определитель, диагностировать минералы.

Выполнение работы способствует формированию:

Уд 2 Составлять описания минералов

Материальное обеспечение:

Учебный материал. Учебная коллекция минералов, модели кристаллов, шкала твердости Мооса, компас, фарфоровая пластинка, раствор HCl (10%) в капельнице.

Порядок выполнения работы:

Краткие теоретические сведения:

1. Ознакомьтесь с краткими теоретическими сведениями

Понятие о минералах.

Раньше минералы понимались более широко, чем сейчас, и к ним причислялись любые «ископаемые» - различные «земли», почвы, обломки горных пород, торф, каменный уголь, янтарь, окаменевшие остатки животных и растений, нефть, природный газ. Для них допускалось твердое, жидкое и даже газообразное состояние. В настоящее время, согласно А.А. Годовикову, минералом называют химически и физически обособленный в пространстве неорганический продукт природной физико-химической реакции, находящийся в кристаллическом состоянии. К минералам относят кристаллические тела без ограничения размеров индивидов. Это могут быть как кристаллы весом в сотни и тысячи килограммов, так и мельчайшие кристаллические частицы коллоидно-дисперсных систем. Если в аморфном веществе составляющие его атомы, ионы и молекулы располагаются в беспорядке (как груда кирпичей и строительного мусора), то в кристаллическом веществе они располагаются в строгом геометрическом порядке. Если мысленно представить каждый атом или ион кристаллического вещества в виде точки и соединить их условными линиями, то получим бесконечную геометрически правильную кристаллическую решетку (свою для каждого минерала). При этом точки соответствуют узлам этой решетки, а сила химических связей между атомами или ионами условно отражается длиной соединяющей их линии (чем сильнее связь – тем короче линия).

Форма минералов.

Упорядоченность внутреннего строения кристаллических веществ отражается в правильности геометрической формы кристаллов – минеральных индивидов, формирующихся в условиях, когда их росту ничто не препятствует. Форма кристаллов может использоваться для диагностики минералов как одно из важнейших их свойств. В мире кристаллов могут встречаться как простые геометрические формы (куб, октаэдр, тетраэдр, пирамида, и т.д), так и комбинации нескольких простых форм (например, сочетание в одном кристалле граней куба и октаэдра, призмы и пирамиды).

Все кристаллы по форме упрощенно можно разделить также на следующие основные типы:

1. Изометричные одинаково развитые во всех трех направлениях в пространстве.
2. Удлиненные (отчётливо вытянутые в одном направлении) – призматические, столбчатые, шестоватые, игольчатые.
3. Уплощенные (развитые преимущественно в двух направлениях – таблитчатые, чешуйчатые, листоватые.

Также в качестве диагностического признака можно использовать тип минерального агрегата – формы закономерного срастания минеральных индивидов. Тип

агрегата определяется способом образования минерала, а число возможных способов образования для каждого минерального вида ограничено.

Физические свойства минералов

Физическими свойствами минералов называются те, которые проявляются в их физических взаимодействиях с различными объектами. Именно физические свойства являются важнейшими диагностическими признаками минералов и положены в основу их практического определения. Некоторые из них можно определить лишь в лабораторных условиях. Но есть такие физические свойства, которые легко определяемым невооруженным глазом или при помощи несложного оборудования. Умение правильно их определять является ключом к практическому определению большинства наиболее распространенных в природе минералов. К ним относятся:

оптические свойства – прозрачность, цвет, цвет черты, блеск; механические свойства – твердость, спайность и излом, удельный вес, а также некоторые другие из физических свойств (магнитность, вкус, запах и т.д.).

Прозрачность - способность минерала пропускать свет. В зависимости от степени прозрачности все минералы делятся на 3 группы (при этом следует иметь в виду, что границы между ними условные):

1. Прозрачные (сквозь минерал можно легко видеть различные предметы) – горный хрусталь, исландский шпат, топаз и др.
2. Просвечивающие или полупрозрачные (сквозь минерал виден свет, но контуры предметов уже не различимы) – сфалерит, киноварь и др.
3. Непрозрачные – пирит, магнетит, графит и др.

Цвет. Наиболее легко определяемый визуально признак. Нередко именно окраска является настолько характерным признаком минерала, что не только позволяет однозначно определить его, но и дает представление о его химическом составе. Например, все водные соли меди имеют яркий зеленый или синий цвет. Не случайно у впервые приступивших к определению минералов студентов наблюдается стремление пользоваться при определении минерала только его окраской, как наиболее простым признаком. Но такой подход является неправильным, так как один и тот же минерал нередко может иметь различную окраску в зависимости от примесей или дефектов строения его кристаллической решетки. Следует также иметь в виду встречающийся иногда эффект ложной окраски (побежалости), появляющейся в результате образования на поверхности минерала тонких плёнок другого вещества, в котором проявляется эффект интерференции. При таком типе окраски мы видим переливающиеся радужные цвета (как в пятнах бензина на воде). Поэтому цветом минералов, как диагностическим признаком, следует пользоваться с осторожностью.

Цвет черты (цвет минерала в порошке). Более постоянный и надежный по сравнению с окраской самого минерала диагностический признак. Цвет черты в ряде случаев полностью совпадает с цветом минерала в образце. Но очень многие минералы в мелкораздробленном состоянии имеют цвет, значительно отличающийся от его цвета в монолите. Так пирит соломенно-желтый, а в тонкораздробленном состоянии – черный,

Для определения цвета минерала в порошке совсем необязательно дробить его весь на мелкие части. Для этого достаточно с легким нажимом несколько раз провести минералом по поверхности специальной пластинки из неглазированного фарфора (так называемому бисквиту) и оценить цвет получившейся черты. Следует иметь в виду, что минералы с высокой твердостью (более 6,5) вообще не оставляют окрашенного следа, а оставляют царапину на фарфоровой пластинке. Поэтому говорить, к примеру, о цвете черты алмаза бессмысленно.

Блеск. Большинство минералов с различной интенсивностью отражают падающий на них свет, то есть обладают блеском. Характер блеска зависит от того, насколько сильно поверхность минерала отражает падающий свет, каково соотношение отражения, поглощения и пропускания света минералом, как именно отражаемый свет рассеивается.

Выделяют следующие виды блеска:

Металлический – напоминает блеск полированного металла.

Полуметаллический – подобен металлическому, но более тусклый, как у грифеля простого карандаша.

Алмазный – сильный блеск, обусловленный неоднократным отражением света от внутренних поверхностей прозрачных и полупрозрачных минералов.

Стекланный – поверхность минерала блестит как стекло. Таким блеском обладает большинство (около 70%) прозрачных и полупрозрачных минералов.

Перламутровый – минерал блестит и переливается как поверхность перламутра или жемчуга. Наблюдается у прозрачных и просвечивающих минералов, имеющих тонкое пластинчатое строение. Свет одновременно отражается от множества поверхностей внутри минерала, в результате чего возникают перламутровые «переливы».

Шелковистый – обусловлен волокнистым строением минерала, поэтому минеральный агрегат блестит и переливается, как пучок шелковых нитей.

Жирный – поверхность минерала кажется смазанной жиром или покрытой маслянистой пленкой. Возникает тогда, когда поверхности минерала покрыта мельчайшими неровностями, рассеивающими отражённый свет неравномерно.

Смоляной – блеск, напоминающий блеск застывшей смолы или гудрона. Аналог жирного блеска для минералов с темной окраской.

Восковой – полуматовый блеск, напоминающий блеск пчелиного воска, характерный для просвечивающих минералов, равномерно рассеивающих свет.

Наконец, если минерал представлен тонкодисперсными, землистыми массами, то он не блестит, т.е. является матовым (мел, каолин, охры). Это происходит потому, что весь свет при отражении рассеивается совершенно равномерно, в результате блеска в обычном смысле слова нет.

Твердость – устойчивость минерала к царапанию. Является одним из главных и надежных диагностических признаков минералов. По твердости все минералы условно разделяются на 10 групп, в соответствии с предложенной австрийским минералогом Фридрихом Моосом шкалой твердости. Набор условных эталонов твердости, состоящий из 10 минералов, в его честь получил название шкала Мооса (табл. 1). Минералы в ней подобраны таким образом, что каждый последующий минерал в ней оставляет царапину на предыдущем. Причем получается углубленная царапина, не исчезающая при легком стирании пальцем. Относительная твердость выражается условными единицами твердости от 1 до 10, соответствующими номеру эталонного минерала шкалы Мооса (от самого мягкого до самого твердого).

Таблица 1

Шкала твердости Мооса (с дополнениями)

Твердость	Минерал шкалы Мооса	Возможная замена
1	Тальк	Грифель мягкого карандаша
2	Гипс	Ноготь
3	Кальцит	Медная монета
4	Флюорит	Железный гвоздь
5	Апатит	Стекло
6	Полевой шпат (ортоклаз)	Стальное лезвие ножа
7	Кварц	Напильник
8	Топаз	
9	Корунд	Наждачная бумага, брусок для заточки ножей

10	Алмаз	Алмазная пилочка для ногтей, алмазный стеклорез

Минерал-эталон, который оставляет на другом царапину, считается более твёрдым. Если минерал оставляет на другом минерале черту (пишет), то он является более мягким. Твёрдость определяемого минерала принимают промежуточной между твёрдостью двух минералов-эталонов – более мягкого и более твёрдого по сравнению с испытуемым минералом. Например, если определяемый минерал царапается кварцем (7), а сам оставляет царапину на полевоом шпате (6), то его твёрдость - 6,5 (или 6-7). Минералы с равными значениями твёрдости не царапают друг друга.

Спайность и излом. Спайностью называется способность кристаллов раскалываться (расщепляться) по определенным кристаллографическим направлениям параллельным действительно наблюдаемым или возможным граням кристалла, с образованием ровных блестящих плоскостей скола. Блеск спайных плоскостей особенно хорошо заметен в отраженном свете, если образец поворачивать под разными углами к источнику света. В зависимости от того, насколько легко раскалываются минералы различают следующие степени совершенства спайности (в порядке убывания):

Весьма совершенная – спайность в одном направлении, когда минерал очень легко (иногда даже руками) разделяется на все более тонкие пластинки или листочки. При этом получают ровные зеркально блестящие плоскости спайности.

Совершенная – при любом ударе молотком по минералу он рассыпается на обломки, ограниченные ровными плоскостями. Неровные поверхности излома получают очень редко.

Средняя – при раскалывании минерала с одинаковой частотой образуются как ровные спайные поверхности, так и неправильные поверхности излома по случайным направлениям.

Несовершенная и весьма несовершенная – при раскалывании минерала подавляющая часть обломков ограничена неправильными неровными поверхностями излома.

Кроме того, спайность в каждом минерале проявляется по определённым числу направлений: одному (слюды), двум (полевые шпаты), трем (кальцит, галит), четырьмя (флюорит) или шестью (сфалерит). Степень совершенства спайности зависит от строения кристаллической решетки каждого минерала, так как разрыв по некоторым плоскостям этой решетки из-за более слабых связей происходит гораздо легче, чем по другим направлениям. В случае одинаковых сил сцепления между атомами по всем направлениям в кристалле, спайность отсутствует.

Неровная поверхность, получающаяся при раскалывании минералов, называется изломом. Другими словами излом – это способность минералов раскалываться не только по плоскостям спайности, а по сложной неровной поверхности. Различают следующие виды излома:

Раковистый – похожий на внутреннюю поверхность раковины (кварц, халцедон, обсидиан). С раковистым изломом кремня человек познакомился в каменном веке – ведь именно этот тип излома дает такие острые режущие края.

Занозистый - напоминает поперечный излом древесины и свойственен волокнистым минеральным агрегатам – (асбест, амфиболы)

Крючковатый – поверхность излома как бы покрыта мелкими крючочками (самородная медь, серебро и другие ковкие металлы)

Землистый – поверхность излома матовая и как бы покрыта мелкой пылью (каолин) Ровный – свойственен очень мелкозернистым агрегатам, например, яшмам.

Ступенчатый – возникает у минералов с хорошей спайностью.

Удельный вес (плотность) – соответствует массе минерала в граммах, заключенной в одном кубическом сантиметре его объема и является важным диагностическим признаком, так как колеблется в широких пределах – от 1,5 (бура, мирабилит) до 19-21 (золото и самородная платина). Важно научиться хотя бы приблизительно определять удельный вес минералов, взвешивая кусок минерала на ладони, чтобы различать минералы легкие, средние, тяжелые и очень тяжелые. Средним (типичным для подавляющего большинства минералов) является удельный вес 2,5 – 4.

Магнитность. Некоторые минералы обладают магнитностью – т.е. способны действовать на магнитную стрелку компаса (сильно отклоняя ее) или притягиваются магнитом. Магнитных минералов очень мало, поэтому магнитность является очень важным диагностическим признаком, нередко позволяющим сразу установить название минерала.

В целом, можно предложить порядок выполнения работы с образцами учебной коллекции:

1. Определить форму минеральных агрегатов
 2. Установить сколько минералов присутствует в минеральном агрегате. Для каждого минерала определить:
 - форму выделений (хорошо ограненные кристаллы или же зерна без четкой огранки; по форме – изометричные, удлиненные или уплощенные; в случае хорошо ограненных достаточно крупных кристаллов следует попробовать установить сингонию или группу сингоний, основные простые формы);
 - оптические свойства: цвет, блеск, цвет черты, прозрачность;
 - характер спайности или излома;
 - твердость с помощью минералов-эталонов шкалы Мооса либо их заменителей;
- После этого нужно попытаться определить минерал с помощью определителя. Каждый минерал необходимо определять только по совокупности всех признаков, пользуясь определителями минералов, методом последовательного исключения целых групп минералов, признаки которых не совпадают с признаками определяемого минерала. В первую очередь используются самые очевидные признаки. Если возникла такая необходимость (когда определенные свойства совпадают у нескольких похожих минералов) следует дополнительно определить прочие свойства: магнитность (с помощью компаса), запах (вкус), упругость; проверить, реагирует ли минерал с разбавленной соляной кислотой и т.д.

2. Ознакомившись с диагностическими свойствами минералов, студенты получают образцы из учебной коллекции и определяют свойства минералов, после чего, используя определитель, диагностируют минералы.

Форма представления результата: получив образцы из учебной коллекции и определяют свойства минералов, после чего, используя определитель, диагностируют минералы оформив в произвольной форме.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике, обучающийся показывает системные и полные знания и умения по данному вопросу;
- работа оформлена в соответствии с рекомендациями преподавателя;
- объем работы соответствует заданному;
- материал изложен четко, рационально, отражена справедливость и правдивость выводов.

Оценка «хорошо» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике;

- обучающийся допускает небольшие неточности или некоторые ошибки в данном вопросе (неоднородная выборка);

- материал изложен четко, рационально, однако в выводах не везде присутствует справедливость и правдивость.

- в оформлении работы допущены неточности;

- объем работы соответствует заданному или незначительно меньше;

Оценка «удовлетворительно» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике, но в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы или материал по теме изложен нелогично, нечетко представлено основное содержание вопроса;

- работа оформлена с ошибками в оформлении;

- объем работы значительно меньше заданного (отсутствуют выводы по графическим результатам анализа).

Оценка «неудовлетворительно» выставляется:

- не раскрыта основная тема работы;

- оформление работы не соответствует требованиям преподавателя;

- объем работы не соответствует заданному.

Тема 2. Горные породы и процессы в них.

Практическое занятие 4

«Изучение и описание магматических и метаморфических пород по образцам».

Цель: описывать магматические и метаморфические породы.

Выполнение работы способствует формированию:

Уд 2 Составлять описания минералов

Материальное обеспечение:

Учебная коллекция магматических горных пород, таблица структур и текстур магматических горных пород.

Задание:

1. Ознакомившись с принципами классификации магматических горных пород и методикой их диагностики, студенты получают образцы горных пород и приступают к их определению. При выполнении работы следует использовать таблицу классификации магматических пород и опираться на изложенные выше рекомендации.

Порядок выполнения работы:

Краткие теоретические сведения:

Как известно, земная кора сложена различными горными породами, которые представляют собой закономерно построенные минеральные агрегаты.

По минеральному составу горные породы могут быть мономинеральными (состоящими только из одного минерала, как, например, кварцит) или полиминеральными (состоящими из нескольких минералов – например, гранит). Поэтому для успешного определения горных пород необходимо хорошее знание диагностических признаков минералов, особенно наиболее широко распространенных (*породообразующих*). К их числу относятся полевые шпаты, кварц, слюды, пироксены, амфиболы, оливин, нефелин, кальцит, доломит и другие.

По происхождению все горные породы можно разделить на три большие группы

- *осадочные* (образующиеся на поверхности Земли в результате экзогенных процессов);
- *магматические* (образующиеся в результате магматической деятельности);
- *метаморфические* (образующиеся в результате изменения, т.е. преобразования в недрах Земли ранее существовавших осадочных и магматических пород).

Происхождение горной породы и условия её образования отражаются в особенностях её сложения, характеризующихся понятиями **структуры** и **текстуры**.

Таким образом, **горная порода** – это природный полиминеральный или мономинеральный агрегат (или скопление аморфного вещества, например вулканического стекла), характеризующийся определенным составом, структурой и текстурой.

Структура – особенности строения горной породы, которые определяются размером и формой и взаимоотношениями слагающих ее зерен (обломков).

Текстура отражает особенности строения горной породы, обусловленные характером взаимного расположения слагающих ее зерен.

Если сравнить горную породу с многоэтажным домом, то структура его будет определяться формой и размерами комнат в каждой квартире (либо преобладающим размером комнат в доме), а текстура – взаимным расположением и характером чередования (закономерным или нет) квартир разной планировки как в пределах каждого этажа, так и во всем здании.

Магматические горные породы.

Как показывает само название, магматические породы образуются в результате кристаллизации (застывания) магмы или лавы. Магма может застывать на глубине, под покровом вышележащих пород и на поверхности, изливаясь в виде лавы. Образовавшиеся на глубине породы называются *интрузивными (плутоническими)*, а возникшие при остывании излившейся на поверхность лавы – *эффузивными (вулканическими)*. В первом случае процесс остывания протекает очень медленно и вся магма успевает закристаллизоваться, поэтому образуются зернистые (*полнокристаллические*) горные породы. Во втором случае породы не всегда успевают полностью закристаллизоваться и в них часто присутствует стекло (*неполнокристаллические*). При извержениях в жерлах вулканических аппаратов часто в результате взрывов возникают скопления разнородного лавового материала. Такие образования называют *экструзивными* породами. Часть продуктов вулканических выбросов состоит из твердых или полурасплавленных раздробленных продуктов извержений (вулканический пепел и песок, лапилли и вулканические бомбы – в совокупности называемые *пирокластическим материалом*). В результате образуются горные породы, которые носят общее название *вулканические туфы*.

Для того, чтобы успешно научиться отличать эффузивные породы от интрузивных, а также магматические горные породы от осадочных и метаморфических, следует запомнить и научиться различать наиболее характерные структуры и текстуры магматических горных пород

Структуры. В зависимости от условий образования (на глубине или на поверхности) можно выделить две основные группы структур – *неполнокристаллические* и *полнокристаллические*. Первые характерны только для эффузивных пород, а вторые для интрузивных.

Среди *неполнокристаллических* структур можно выделить *порфировые* и *афировые* (стекловатые или скрытокристаллические). В *порфировых* структурах невооруженным глазом видны сравнительно крупные (хорошо различимые невооруженным глазом) кристаллы минералов (пироксенов, полевых шпатов, оливина, кварца и т.д.), кристаллизация которых произошла еще до излияния лавы на поверхность. Эти минералы, образовавшиеся в первую стадию, и как бы «плавающие» среди нераскристаллизованной или скрытокристаллической основной массы, называются *порфировые выделения* или *фенокристаллы*.

Среди *полнокристаллических* структур преобладают зернистые, среди которых по относительной величине зерен минералов можно выделить равномернозернистые (зерна слагающих их минералов имеют близкие размеры) и неравномернозернистые (величина одних зерен существенно – более, чем в 3-5 раз отличается от величины других). Неравномернозернистые *полнокристаллические* структуры интрузивных пород, в отличие от *порфировых неполнокристаллических* структур эффузивных пород называются ***порфировидными***. Среди *равномернозернистых* *полнокристаллических* структур в зависимости от величины зерен минералов выделяются *крупнозернистые* (средний размер выделений минералов более 5 мм), *среднезернистые* (размер выделений минералов 3-5 мм), *мелкозернистые* (размер выделений минералов 1-2 мм) и *тонкозернистые* (размер выделений минералов менее 1 мм). Об очень тонкозернистых плотных породах, отдельные зерна в которых с большим трудом различаются невооруженным глазом, говорят, что они имеют *афанитовую* структуру.

Среди структур интрузивных пород следует особо отметить *пегматитовую* (графическую или микрографическую) структуру, возникающую при одновременной кристаллизации двух минералов (обычно кварца и полевого шпата), закономерно прорастающих друг в друга. Примером служит пегматит (письменный гранит, еврейский камень), на отполированной поверхности которого как будто видны древние письмены, напоминающие надписи на иврите или арабскую вязь.

Текстуры. Интрузивные породы обычно имеют *массивную* текстуру. Эффузивные породы, кроме того, часто обладают *пористой* текстурой, которая возникает в лавах благодаря удалению газа из расплавов в момент его затвердевания. Пустоты имеют шарообразную или эллипсоидную форму. Если эти пустоты (поры) впоследствии заполняются каким-нибудь минералом (кальцит, халцедон, цеолиты и т.д.) или минеральным агрегатом, возникает *миндалекаменная* текстура.

Среди текстур различают *однородную* и неоднородные: *такситовые*, формирующиеся при расположении скоплений темно- и светлоокрашенных минералов в виде отдельных пятен и *директивные* (направленные), образующиеся при субпараллельной ориентировке удлиненных минералов, чередовании различных по цвету, структуре или составу полос (*полосчатые*). Для некоторых эффузивных пород (особенно кислых) характерна *флюидальная* текстура, связанная с течением магмы.

Ознакомившись с основными понятиями, с видами структур и текстур, характерных для эффузивных и интрузивных горных пород, студенты получают образцы магматических горных пород из учебной коллекции. При выполнении работы для каждой горной породы должны быть определены структура, текстура и, на основании этих характеристик, её происхождение (эффузивное или интрузивное).

Классификация магматических горных пород основана на их химическом составе, от которого, в свою очередь, зависит состав минеральный.

Основными компонентами магматических горных пород являются: SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 . За основу классификации магматических горных пород принято содержание SiO_2 , а также общее (суммарное) содержание щелочей - Na_2O и K_2O (в весовых процентах). В зависимости от содержания SiO_2 выделяют кислые (64-78% SiO_2), средние (53-64% SiO_2), основные (45-53% SiO_2) и ультраосновные породы, содержащие 30-45% SiO_2 . В каждой из этих групп по щелочности (суммарному содержанию Na_2O и K_2O) выделяются породы низкощелочные, умеренно-щелочные и щелочные.

Среди минералов магматических горных пород различают главные или *породообразующие* минералы, слагающие основную массу породы и *второстепенные* минералы, присутствующие в меньшем количестве (могут и отсутствовать). *Породообразующими* минералами обычно являются кварц, полевые шпаты, пироксены, амфиболы, слюды, оливин, нефелин. Минералы, богатые кремнием и алюминием имеют светлую окраску (полевые шпаты, кварц, мусковит). Минералы, обогащенные железом и магнием темноокрашенные (пироксены, амфиболы, биотит, оливин), поэтому их называют *темноцветными* минералами. По происхождению и времени образования минералы магматических горных пород делятся на *первичные*, которые образуются при кристаллизации самой магмы, и *вторичные*, которые образуются из первичных в процессе последующего изменения пород. При определении названия магматической горной породы учитываются только количественные соотношения первичных минералов.

В таблице 2 приводится упрощенная классификация магматических пород (цвет ячеек таблицы соответствует цвету, принятому для обозначения интрузивных пород данного состава на геологических картах). Наряду с интрузивными здесь показаны и аналогичные им по химическому и минеральному составу эффузивные породы. Ниже приводится краткая характеристика наиболее распространенных магматических горных пород, которая дополняет табл. 2 и может оказаться полезной при практическом определении горных пород магматического происхождения.

Таблицей 2 можно пользоваться как простейшим определителем наиболее распространенных групп горных пород. При этом следует иметь в виду, что кроме указанных в ней пород в природе существуют и породы промежуточного состава. Например, между гранитами и диоритами (*гранодиориты*), гранитами и сиенитами (*граносиениты*), диоритами и габбро (*габбродиориты*) и т.д. Содержание кварца в

граносиенитах и гранодиоритах более 10 -15%, но всегда менее 25% (иначе эти породы следовало бы называть гранитами).

Из табл. 2 видно, что *кислые породы* характеризуются незначительным содержанием темноцветных минералов, высокими содержаниями кварца и общей светлой окраской. Интрузивные породы этой группы - *граниты* являются самыми распространенными из магматических пород на Земле. Эффузивы (*риолиты, риодациты, дациты*) тоже встречаются достаточно часто, но их объем намного меньше.

Гранит имеет светлую окраску розовых и красных иногда светло-серых оттенков. Структура от мелко- до крупнозернистой, часто порфировидная. В составе гранита невооруженным глазом легко можно различить кварц. Минеральный состав гранитов - кварц - 30-35%, калиевый полевой шпат (микроклин) - около 40%, кислые плагиоклазы - около 10-20%. Для гранитов характерно невысокое содержание темноцветных минералов - до 5-10%.

Риолиты, риодациты и дациты - светлые, белые, сероватые, темные, буроватые, красноватые породы. Структуры их обычно порфировые (порфировые вкрапленники - плагиоклаз, кварц). Нередко наблюдаются флюидалные и полосчатые текстуры. Между собой они различаются по химическому составу (риолиты - более кислые, чем дациты) и по минеральному (во вкрапленниках в дацитах отсутствует кварц и калиевый полевой шпат).

Средние магматические породы также характеризуются сравнительно светлой (серой – породы нормального ряда; розовой или розовато-серой – умереннощелочного ряда) окраской, но в отличие от кислых пород или совсем не содержат кварца или содержат его мало (менее 10-15%). Содержание же темноцветных минералов в них, наоборот, выше, чем в кислых (до 30-35%). Средние породы, как и кислые широко распространены, причем эффузивные породы пользуются большим распространением по сравнению с интрузивными. К интрузивным породам нормального ряда относятся *диориты*, а умеренно-щелочного – *сиениты*. Их эффузивными аналогами являются, соответственно *андезиты* и *трахиты*.

Диорит - порода серого, розовато-серого, серо-зеленого цвета. Они состоят на 60-70% из светлоокрашенных минералов и на 30-40% из темноцветных. Минеральный состав - средний плагиоклаз, роговая обманка. Из второстепенных минералов - биотит, калиевый полевой шпат, кварц, могут присутствовать пироксены. Если количество кварца достигает 5-10%, то породу называют ***кварцевым диоритом***. Могут отмечаться переходные разности к габбро (***габбродиорит***), граниту (***гранодиорит***).

Сиениты - породы розоватого, светло-серого, розовато-серого цветов. Минеральный состав - плагиоклаз 15-20%, калиевый полевой шпат (микроклин или ортоклаз) - 60-70%, пироксены (диопсид), амфиболы (роговая обманка, актинолит), биотит. Содержание темноцветных минералов - до 15%. Второстепенные - кварц, оливин, акцессорные - апатит, сфен, циркон, магнетит, титаномагнетит. В случае, если сиенит содержит кварц в количестве 5-15%, то он называется ***кварцевым сиенитом*** (является переходной породой к гранитам и граносиенитам). Существуют также переходные породы к гранитам (***граносиенит***, содержит 10-20% кварца), к габбро (***габбросиенит***), к диоритам (***монцитонит***, в котором количество калиевых полевых шпатов и плагиоклаза примерно равное),

Андезиты обычно имеют порфировую структуру и разнообразную окраску основной массы - от темно-серой почти черной до светло-серой, желтовато-серой. Порфировые выделения представлены плагиоклазом и темноцветными минералами

(пироксены, роговая обманка, редко биотит, оливин) минералами. Плагиоклаз часто имеет зональное строение (от более основного к более кислому). Основная масса состоит из среднего плагиоклаза, моноклинного пироксена, тонкой сыпи магнетита, вулканического стекла. Текстура андезитов – массивная или пористая. **Андезиты**

(особенно темноокрашенные) визуально часто бывает сложно отличить от базальтов, т.к. они образуют с последними непрерывные переходы, поэтому для точного определения названия породы нередко не обойтись без химического анализа.

Трахит - светло-серая, розовая, розоватая, серо-розовая, часто красноватая, лилово-бурая, вишнево-красная порода. Структуры - обычно порфировые (количество порфировых вкрапленников может достигать 60%) и афировые. Текстуры - массивные, полосчатые, трахитоидные, иногда флюидальные. Минеральный состав - вкрапленники представлены плагиоклазом, калишпатом, роговой обманкой и биотитом, редко отмечаются пироксен и оливин. Основная масса - вулканическое стекло (обычно не превышает 20% от объема породы) или продукты его раскристаллизации, калиевый полевой шпат, плагиоклазы, диопсид, рудные минералы, апатит. Существуют породы, переходные от трахитов к андезитам (*трахиандезит*).

В **основных породах** темноцветных минералов обычно более 40% (да и основные плагиоклазы обычно окрашены в темно-серый, иногда почти черный цвет), поэтому все они имеют темную (темно-зеленую, темно-серую, иногда почти черную) окраску. Основные породы занимают значительное место по распространенности на Земле. С ней может сравниться только группа кислых пород. Наиболее распространены вулканические породы, интрузивные же занимают около 3% среди всех пород. Среди интрузивных основных пород резко преобладают габбро, а среди эффузивных – базальты.

Габбро - плотные массивные породы от мелко- до крупнозернистых. Текстуры разнообразны - массивные, полосчатые, директивные. Состоит из плагиоклаза и пироксена (примерно в равных количествах). Из второстепенных минералов могут присутствовать оливин, роговая обманка, биотит, кварц, калиевый полевой шпат.

Базальты - породы черного, зеленовато-черного цвета, порфировые или афировые. Для них характерна пористая или миндалекаменная текстура, но наблюдается и массивная. По внешнему виду они нередко очень похожи на андезиты.

Ультраосновные породы состоят исключительно из темноцветных минералов – оливина, пироксенов и роговой обманки, поэтому и окраска их обычно темнозеленая до черной. Все ультраосновные породы тяжелые. Их плотность 3-3,4. Ультраосновные породы распространены незначительно. Эту группу магматических пород часто называют гипербазитами, ультрабазитами. Среди интрузивных ультраосновных пород в зависимости от минерального состава выделяются преимущественно оливинные породы – *дуниты* и *оливиниты* и *оливинпироксеновые перидотиты*.

Дуниты и оливиниты - темно-зеленые, темно-серые до черного цвета породы, мелкозернистые, как правило, массивные, плотные, иногда отмечается полосчатая текстура. Структуры их мелко-, среднезернистые. Состав оливин – более 90%, второстепенные минералы - магнетит (в оливинитах), хромит (в дунитах).

Перидотиты имеют темно-зеленую, черную окраску, обычно плотной текстуры, наряду с зернистыми встречаются порфировидные структуры. Состоят из оливина (40-90%) и пироксенов.

Эффузивные ультраосновные породы - это породы семейства пикритов, *Пикриты* - на выветрелой поверхности обычно имеют темно-бурую окраску, а на свежем изломе - темно-зеленые, почти черные. Текстура - массивная, реже флюидально-директивная и миндалекаменная. Эффузивные породы ультраосновного состава визуально определяются с большим трудом, т.к. обычно они превращены в серпентиниты и признаки их вулканогенного генезиса часто стерты наложенными процессами.

Щелочные породы могут быть как светлоокрашенными, так и темноокрашенными (в зависимости от содержания темноцветных минералов). Они не содержат кварца, но содержат нефелин и/или щелочные амфиболы и пироксены. Щелочные породы в составе земной коры имеют ограниченное распространение. Ниже приводится краткая характеристика некоторых из них.

Уртит - порода светло-серого цвета, средне- крупнозернистая массивной текстуры. Состав - нефелин (80-85%) и щелочные пироксены (обычно эгирин). Уртит является рудой на алюминий.

Нефелиновые сиениты - светлые, серые, розовато-серые, крупно- или среднезернистые породы. Текстура - массивная, трахитоидная, полосчатая, часто эти породы неравномернозернистые (порфировидные). Минеральный состав - калиевые и натриевые полевые шпаты (60-70%), нефелин (10-30%), темноцветные минералы - 10-25%. Нефелиновые сиениты также являются сырьем на алюминий. **Кимберлит** - относится к семейству щелочных пикритов. Окраска кимберлитов - разнообразная и зависит от степени их изменения (серпентинизация, карбонатизация). Наиболее часто встречаются темная зеленовато-черная, светлая голубовато-серая или буровато-желтая (оранжевая). Для кимберлитов очень характерен порфировый облик (подавляющая часть фенокристаллов (ксенокристаллов) образована угловато-округлыми зернами оливина, частично или полностью замещенного серпентином и/или карбонатом. Нередко наблюдается брекчиевая текстура. Структура основной массы скрытокристаллическая. Для кимберлитов характерно залегание в виде трубок взрыва, размерами до 20×30×1000 м и более.

Особую группу пород составляют *пирокластические* и *вулканогенно-обломочные* породы. *Пирокластические породы* занимают промежуточное положение между магматическими эффузивными и чисто осадочными и представляют особую группу пород, широко распространенных в областях интенсивного вулканизма, как современного, так и древнего. Туфы состоят из обломков (остроугольных или оплавленных). Размер пирокластических обломков варьирует в широких пределах. От долей миллиметра («вулканический пепел») до нескольких метров в поперечнике. Обломки размерами от горошины до грецкого ореха (примерно от 1 до 5 см) чаще всего называют лапилли (от итальянского «*lapilli*» – камешки). Крупные обломки (более 20 см) остроугольной формы называются вулканическими глыбами, а оплавленные обломки того же размера округлой, веретенной и караваеобразной формы – вулканическими бомбами.

Если в туфах обломки сплавлены («сварены») друг с другом, такие туфы называют спекшимися. Цемент остальных туфов может состоять как из более мелкого пирокластического материала, так и новообразованных минералов (хлорита, кальцита, эпидота, цеолитов). По размеру частиц различают тонкообломочные (диаметр около 0,1 мм), мелкообломочные - (до 1 мм), крупно- и грубообломочные (более 1 мм). Цвет туфов зависит от состава и изменяется от светло-серых и розовых у кислых пород до темных и зеленовато-серых у основных туфов. Называются туфы по составу вулканогенного материала - андезитовый, базальтовый и т.п.

По соотношению вулканогенного и осадочного материала выделяются туфы, туффиты, туфопесчаники и песчаники с примесью пирокластического материала. Границей между туфами и туффитами является 10% примеси осадочного материала, а между туффитами и туфопесчаниками – содержание терригенного материала осадочного происхождения более 50%. Визуально мелкообломочные пирокластические (туфы) и вулканогенно-осадочные (туффиты, туфопесчаники) породы часто неразличимы.

Рекомендации по определению магматических горных пород

Можно предложить следующую упрощенную схему практического определения наиболее распространенных видов магматических горных пород.

При определении названия магматической горной породы сначала нужно выяснить является ли она *интрузивной* (глубинной), либо *эффузивной*. Для этого необходимо установить какая у неё структура - полнокристаллическая или неполнокристаллическая. Кроме структурных особенностей в определении условий формирования пород могут помочь и их текстурные особенности. Пористые и миндалекаменные, а также

флюидалные текстуры наблюдаются у эффузивных пород. В случае, если по текстурноструктурным особенностям установлено, что порода интрузивная, следует определить ее минеральный состав. Для этого необходимо научиться узнавать наиболее распространенные в магматических горных породах (главные или породообразующие) минералы – кварц, полевые шпаты, пироксены, амфиболы, слюды, оливин и нефелин. Зерна кварца в подах обычно имеют неправильную форму. Окраска его чаще всего светлосерая, спайность отсутствует. Среди полевых шпатов обычно можно визуально отличить калиевые полевые шпаты от плагиоклазов. Для калиевых полевых шпатов более характерны розовые или красные тона окраски, пертиты. Плагиоклазы обычно окрашены в серый цвет (от светло-серого, почти белого у кислых до темно-серого, почти черного, у основных), а также нередко имеют зональное строение. В *крупных зернах* можно по характеру спайности и форме поперечных сечений отличить амфиболы (чаще всего встречается обыкновенная роговая обманка) от пироксенов. Роговая обманка обычно образует длиннопризматические кристаллы с ромбическим (или почти шестиугольным) поперечным сечением. Углы между направлениями спайности примерно 60° и 120° (их можно определить либо по трещинкам спайности, иногда хорошо заметным в поперечном сечении, либо по углам между блестящими плоскостями спайности в продольном сечении). Пироксены обычно имеют менее вытянутую, короткостолбчатую форму с квадратным или почти восьмиугольным поперечным сечением. Угол между направлениями спайности у них всегда почти прямой (87° и 93°). Оливин отличается от пироксенов и амфиболов округлой формой зерен и отсутствием спайности. Нефелин, отличие от похожих на него полевых шпатов не обладает спайностью, а в отличие от кварца имеет меньшую твердость и характерную шестиугольную или квадратную форму поперечных сечений. Слюды легко узнаются по пластинчатой форме кристаллов и весьма совершенной спайности. После определения минерального состава и приблизительных содержаний каждого минерала, пользуясь таблицей 2, следует обратить внимание и на окраску породы. Если порода светлоокрашенная (светло-серая, розовая), в ней есть кварц и его больше 25%, то порода – кислая (*гранит*). Если кварца нет или его мало, порода сравнительно светлоокрашенная (темноцветных минералов меньше 35-40%) и отсутствует нефелин, то порода средняя (нормального или умеренно-щелочного ряда). Розовые тона окраски обычно свидетельствуют о преобладании среди полевых шпатов калиевого полевого шпата и такую породу можно назвать *сиенитом*. Серые тона окраски породы свидетельствуют о преобладании в составе полевых шпатов плагиоклаза, поэтому, пользуясь таблицей, можно легко определить, что, вероятнее всего, это *диорит*. Если же в породе одновременно присутствуют и нефелин, и полевые шпаты – это нефелиновый сиенит (средняя порода щелочного ряда). Для основных и ультраосновных пород характерны высокие содержания темноцветных минералов (пироксенов, амфиболов, оливина) и, соответственно темная (темно-серая, зеленая и темно-зеленая окраска). В отличие от основных пород (*габбро*) в ультраосновных породах (*дунит*, *перидотит*) нет и кварца, и полевых шпатов, но гораздо чаще и в значительно большем количестве присутствует оливин (до 100% в дуните). Следует иметь в виду, что не всегда можно визуально с легкостью отличить ультраосновные породы от основных, так как плагиоклазы с высоким содержанием анортита (лабрадор и битовнит) нередко имеют темно-серую или почти черную окраску и с большим трудом (по характеру спайности, иногда иризации) отличаются от темноцветных минералов (пироксенов и амфиболов). Окраска щелочных интрузивных пород (как среднего, так и ультраосновного состава) может быть различной от светло-серой и серой до темно-серой и темно-зеленой. Они отличаются присутствием нефелина, для которого, как уже отмечалось ранее, характерны, в отличие от полевых шпатов, квадратные или шестиугольные поперечные сечения, отсутствие спайности и, в отличие от кварца, жирный или восковой блеск, интенсивные вторичные изменения, более низкая твердость. В ультраосновных щелочных породах (ийолиты, уртиты) нет полевых шпатов.

Определение названия эффузивной горной породы обычно вызывает значительно большие затруднения, чем в случае интрузивных пород, в связи с тем, что в эффузивах не все минералы успели образовать достаточно крупные кристаллы, а состав вулканического стекла (особенно, в случае его значительных вторичных изменений или перекристаллизации) в большинстве случаев визуально не определяется с достаточной точностью. Как правило, невооруженным глазом хорошо различимы только минералы порфировых выделений (фенокристаллы). Приступая к практическому определению наиболее распространенных эффузивных пород, следует иметь в виду, что эффузивы кислого состава (*риолиты*, *риодациты*) обычно имеют сравнительно светлую (светлорозовую, светло-серую, буроватую, коричневую) окраску, за исключением *обсидиана* (вулканическое стекло), который часто бывает темно-серым или черным (для него характерен смолистый или стеклянный блеск и раковистый излом). Как правило, чем более кислый состав имеет порода, тем светлее у неё окраска. Соответственно, с увеличением основности породы её окраска становится темнее. Если структура кислой эффузивной породы порфировая, то в составе порфировых вкрапленников в *риолитах* (в отличие от *риодацитов* и *дацитов*) обычно присутствует кварц. Средние эффузивные породы – *андезиты* (аналоги диоритов) обычно имеют серую, зеленовато-серую, зеленую окраску. Порфировые вкрапленники чаще всего состоят из плагиоклаза и/или пироксена, кварц отсутствует. Эффузивные аналоги сиенитов – трахиты обычно имеют красноватую, кирпичную, лиловатую окраску. В составе порфировых вкрапленников обычно преобладает калиевый полевой шпат или кислый плагиоклаз. Эффузивные основные (базальты) и ультраосновные (*пикриты*) визуально очень похожи (особенно, если породы *афировые*, то есть не содержат порфировых вкрапленников). Так же как и для их интрузивных аналогов, для них характерны темные (темно-серые, темно-зеленые, зеленовато-черные, черные) окраски. В порфировых выделениях в *базальтах* может присутствовать плагиоклаз, оливин, пироксен. Ультраосновные эффузивы (*пикриты*) отличаются от основных (базальтов) более высоким удельным весом (3,2 – 3,4), но это различие сложно заметить, взвешивая образцы на руке. Не всегда по внешнему виду базальты можно уверенно отличить и от андезитов.

Нефелинсодержащие щелочные эффузивы (*фонолиты*) отличаются своеобразными структурами, обусловленными присутствием порфировых вкрапленников нефелина, имеющего характерные шестиугольные или квадратные поперечные сечения.

После предварительного определения названия магматической горной породы, следует для контроля его правильности, еще раз обратиться к таблице 2 и проверить насколько полно соответствуют признаки определяемой породы приведенным в таблице (минеральный состав, окраска, структура, текстура и т.д.). В случае необходимости можно дополнительно сравнить определяемый образец с образцами магматических горных пород из эталонной коллекции.

При описании магматической горной породы удобно придерживаться следующей схемы:

1. *Название породы (записывается в последнюю очередь, после определения всех остальных признаков).*
2. *Структура.*
3. *Текстура.*
4. *Цвет (на свежем сколе и выветрелой поверхности, если он различен).*
5. *Минеральный состав (в случае порфировой или порфировидной структур отдельно описывается состав порфировых выделений и отдельно – основной массы породы). Можно привести результаты определения основных физических свойств или диагностические признаки породообразующих минералов (для подтверждения правильности их определения). Желательно для каждого минерала привести количественную (в объемных %) или хотя бы полуколичественную оценку его содержания*

(резко преобладает, преобладает, в большом количестве, мало, единичные выделения и т. д.).

6. *Прочие особенности.*

Форма представления результата: отчет об определенных образцах горных пород, предложенных преподавателем.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике, обучающийся показывает системные и полные знания и умения по данному вопросу;
- работа оформлена в соответствии с рекомендациями преподавателя;
- объем работы соответствует заданному;
- материал изложен четко, рационально, отражена справедливость и правдивость выводов.

Оценка «хорошо» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике;
- обучающийся допускает небольшие неточности или некоторые ошибки в данном вопросе (неоднородная выборка);
- материал изложен четко, рационально, однако в выводах не везде присутствует справедливость и правдивость.

– в оформлении работы допущены неточности;

– объем работы соответствует заданному или незначительно меньше;

Оценка «удовлетворительно» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике, но в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы или материал по теме изложен нелогично, нечетко представлено основное содержание вопроса;

– работа оформлена с ошибками в оформлении;

– объем работы значительно меньше заданного (отсутствуют выводы по графическим результатам анализа).

Оценка «неудовлетворительно» выставляется:

– не раскрыта основная тема работы;

– оформление работы не соответствует требованиям преподавателя;

– объем работы не соответствует заданному.

Тема 2. Горные породы и процессы в них.

Практическое занятие 5

«Изучение и описание осадочных горных пород различного происхождения по образцам».

Цель: изучить и составить описание осадочных горных пород по образцам.

Выполнение работы способствует формированию:

Уд 2 Составлять описания минералов

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства.

Учебная коллекция терригенных осадочных горных пород.

Наглядные пособия: классификация терригенных осадочных пород.

Задание:

Каждый студент получает 1-2 образца (по выбору преподавателя) для самостоятельного описания и определения

Порядок выполнения работы:

Краткие теоретические сведения:

Осадочные породы образуются на поверхности Земли. Образование осадков, а затем и осадочных пород может идти различными способами - осадение обломочного материала, выпадение из растворов определенных веществ, в процессе жизнедеятельности организмов.

Единой (общепринятой) классификации осадочных горных пород до сих пор не существует. В основу наиболее широко используемой схемы классификации осадочных пород положено их разделение по происхождению на три большие группы: *обломочные (терригенные)* – механические осадки, *химические (хемогенные)* - возникшие в результате выпадения осадков из воды или из других растворов, и *органогенные* – образованные из скоплений окаменевших остатков животных и растений. В каждой из этих групп можно выделить более мелкие подгруппы.

Терригенные (обломочные) породы – продукты механического разрушения ранее образованных пород (магматических, метаморфических и осадочных). Они представляют собой одну из самых важных и распространенных групп осадочных пород и отличаются разнообразным, большей частью, сложным составом. Они часто используются как строительные материалы. Терригенные породы разделяют, прежде всего, по *структуре* (величине обломков), а сравнительно *крупнообломочные* еще и по их *форме* – *окатанные* они или *не окатанные (угловатые)*. Терригенные породы могут быть рыхлыми, для которых характерно несвязанное состояние слагающих их частиц и большое количество пор (песок, глина) или сцементированными (литифицированными). Структуры обломочных пород определяются размерами и формой слагающих их обломков, а также структурой цементирующего обломки вещества. По величине зерен различают *псефитовую* (или грубообломочную) – более 2 мм, *псаммитовую* (или песчаную, среднеобломочную) - 0,1–2 мм, *алевритовую* (или мелкообломочную, пылеватую) – 0,01-0,1 мм и *пелитовую* (тонкообломочную, глинистую) – 0,001-0,01 мм структуры. В случае, если порода сложена обломками разных размеров (что обычно для осадочных пород), можно выделять структуры переходного типа (например, *алевропелитовую*). В любом случае преобладающий терригенный материал указывается в названии на последнем месте.

При этом следует отметить, что в некоторых классификациях (например, Швецова и др.) глинистые породы выделяются в самостоятельный тип, так при их формировании наряду с процессами механического разрушения значительная роль принадлежит и

процессам химического преобразования исходных пород и минералов. Поэтому глины можно рассматривать как породы, занимающие промежуточное положение между терригенными и хемогенными осадочными горными породами.

классификация не является общепринятой, используются и иные варианты.

- Могут использоваться другие граничные размеры (глина – до 0,01 мм, алеврит – 0,01-0,1 мм, песок – 0,1-1 мм или 0,1-2 мм; гравий – до 1 см).

- Для мелкого щебня (до 1 см) иногда используется название «дресва» (горная порода – **дресвяник**).

- В различие между валунами и глыбами может вкладываться иной смысл. Все окатанные обломки крупнее 10 см – валуны, неокатанные – глыбы.

Примечание 3: Глинистые породы иногда выделяются в самостоятельный класс, так как основной объём частиц глинистого размера представлен частицами глинистых минералов – продуктов химического выветривания. Соответственно, глинистые породы могут подразделяться по минеральному составу (набору конкретных глинистых минералов).

Текстуры терригенных пород разнообразны и интересны с генетической точки зрения. Среди них следует различать *внутрипластовые* и *поверхностные текстуры*. Среди внутрипластовых преобладают *слоистые* текстуры, среди которых, в свою очередь, по форме и ориентировке слоев различают *горизонтальную* (характеризуется прямолинейностью и горизонтальностью слоев и контактов между ними), *волнистую*, *косую и т.д.* слоистость (рис. 27), а по четкости проявления – ясную (четкую, с резкими границами отдельных слоев), неясно выраженную (отдельные слои различаются с трудом, между ними отсутствуют резкие границы) и градиационную, для которой характерно постепенное уменьшение размеров частиц по направлению от подошвы к кровле слоя. Слоистость может подчеркиваться, цветом, разной величиной обломков в разных слоях, послойным расположением включений (раковин, конкреций), Также внутри слоя могут встречаться ходы червей, следы передвижений организмов и др.

Поверхностные текстуры проявляются на поверхностях пластов. К ним относятся текстуры знаков ряби, трещины усыхания, отпечатки кристаллов, града, капель дождя и следы жизнедеятельности организмов.

Ниже приводится краткая характеристика наиболее распространенных терригенных осадочных горных пород. При необходимости этим описанием, совместно с табл. 3, можно воспользоваться в качестве простейшего определителя, чтобы установить название обломочной осадочной породы.

Грубообломочные породы - псефиты. Рыхлые породы - *валуны, гальки, гравий, щебень* могут состоять из обломков пород разного состава. Среди сцементированных грубообломочных пород выделяются (см. табл. 3) *конгломераты* (состоят из окатанных обломков), *брекчии* (состоят из угловатых обломков) и *гравелиты* (форма обломков не имеет значения, важен только их размер), в которых обломки скреплены железистым, кремнистым, известковым или песчаным цементом. Текстуры - слоистые или массивные. Окраска пород нередко неоднородная, пестрая. Брекчии распространены меньше, чем конгломераты.

Песчаные породы – псаммиты. К ним относятся пески (рыхлые) и песчаники (сцементированные), которые в зависимости от крупности частиц (табл. 3) подразделяются на мелко-, средне, крупно- и грубозернистые. В зависимости от состава пески и песчаники подразделяются на *мономиктовые* (обычно кварцевые), *олигомиктовые* (обычно кварц-полевошпатовые) или *полимиктовые*. Полимиктовые пески и песчаники, состоящие из кварца, полевых шпатов и слюды называются **аркозовыми**. Окраска их почти всегда имеет желтоватый или розоватый оттенок. К *полимиктовым* песчаникам также относятся *граувакки*. Это песчаники серого, зеленоватосерого, иногда красноватого цветов, имеющие плохую сортировку материала

по составу и степени окатанности и состоящие из большого количества (более 20%) обломков пород различного происхождения, совместно с которыми присутствуют кварц, слюды, полевые шпаты, пироксены, роговая обманка. Состав цемента различен – глинистый, карбонатный кремнистый и т.д., либо смешанный. *Текстуры* песчаников обычно слоистые различных типов.

Алевриты и алевролиты. Алевритовые породы по внешнему виду очень сходны с песчаными. Основные различия заключаются в меньшем размере зерен (менее 0,1 мм) и в несколько ином минеральном составе. В них практически нет обломков пород, но в больших количествах содержатся кварц, слюды и глинистые минералы. Малые размеры частиц (0,1-0,01 мм) обуславливают их перенос во взвешенном состоянии водой и ветром и, поэтому окатывания их практически не происходит. Наиболее распространенной рыхлой алевритовой породой является *лесс*, а сцементированной - *алевролит*.

Лесс - слабо сцементированная порода желтовато-серого или буровато-серого цвета, обладающая большой пористостью (до 50%). Благодаря межмолекулярным силам частицы кварца, полевых шпатов и других минералов удерживаются вместе – порода не рассыпается, но легко растирается между пальцами. Считается, что образование лессов связано с переотложением выносимых ветром тонких пылеватых частиц из областей пустынь и степей.

Алевролиты - плотные сцементированные породы самой различной окраски. Характерна тонкая горизонтальная слоистость и плитчатая отдельность. В алевролитах, в отличие от песчаников, отдельные зерна не различимы невооруженным глазом, но на ощупь их поверхность немного шершавая (особенно отчетливо это ощущается, если лизнуть породу языком).

Глинистые породы. Особые свойства пород этой группы обусловлены присутствием больших количеств глинистых минералов - каолина, монтмориллонита, гидрослюд. К глинистым породам относятся глины, аргиллиты и глинистые сланцы. По объему они занимают более половины всех осадочных пород.

Глины - связные, плотные, но не окаменевшие породы. Они обладают высокой пористостью (до 50-60%), активно поглощают воду, увеличиваясь в объеме (до 45%), пластичностью (с водой образуют вязкое тесто, принимающую любую форму, сохраняя ее при высыхании), связующей способностью (не теряя пластичности, удерживают непластичные вещества), огнеупорностью, кислотоупорностью и другими практически важными качествами. В зависимости от минерального состава глины делятся на каолиновые, монтмориллонитовые, гидрослюдистые, полиминеральные и другие.

Помимо чисто глинистых пород в природе широко распространены *суглинки и супеси*, представляющие собой смешанные песчано-глинистые породы. Суглинки содержат 30-50% глинистых частиц, а супеси - до 20-30%.

Аргиллиты и глинистые сланцы – затвердевшие (окаменевшие) или слабометаморфизованные глины, имеющие малую пористость, не размокающие в воде, потерявшие пластичность. Окраска их может быть самой различной. Часто наблюдается тонкая слоистость, а в сланцевых аргиллитах - отдельность, параллельная слоистости. Поверхность аргиллитов на ощупь гладкая, если лизнуть породу языком, он слегка прилипает к ней.

Ознакомившись с образцами учебной коллекции горных пород и методикой работы, студенты приступают к самостоятельному определению образцов терригенных осадочных пород (по 1-2 образца по выбору преподавателя).

Учебный материал. Учебная коллекция осадочных горных пород, шкала Мооса, 10% соляная кислота в капельницах. Наглядные пособия: классификации хемогенных и биогенных осадочных пород.

Методика работы.

Хемогенные горные породы.

Структуры хемогенных пород подразделяются по величине зерен (кристаллов) на крупнокристаллические или крупнозернистые (более 1 мм), среднекристаллические или среднезернистые (0,5 -1 мм), мелкокристаллические или мелкозернистые (0,1-0,5 мм), тонкокристаллические или тонкозернистые (0,01- 0,1 мм), пелитоморфные (менее 0,01 мм). *Текстуры* обычно массивные, могут быть однородными и слоистыми.

Наиболее распространенными или имеющими важное практическое значение хемогенными осадочными горными породами являются известняки, доломиты, мергели, кремнистые породы, эвапориты (соли, гипсы), фосфориты и бокситы (табл. 4).

Таблица 4

Классификация хемогенных горных пород

Класс	Название пород	Ведущие минералы
Карбонатные	Известняки	Кальцит
	Доломиты	Доломит
	Мергели	Кальцит, глинистые минералы
Кремнистые	Силицилиты	Халцедон
Сульфатные	Гипсы (гипсолиты)	Гипс
Фосфатные	Фосфориты	Апатит, кальцит, глинистые минералы
Галогенные	Каменные соли	Галит
	Калийные соли	Сильвин
Аллитовые	Бокситы	Гидрооксиды Al
Железистые	Лимониты	Гидрооксиды Fe

Карбонатные породы хемогенного происхождения распространены наиболее широко. По составу среди них выделяются известняки, доломиты и породы смешанного состава.

Известняки – очень широко распространенные породы, состоящие из кальцита, иногда арагонита, и нередко содержащие примеси глинистого или битуминозного вещества, доломита, гипса, и небольших количеств другого хемогенного или обломочного материала. *Цвет* различный - белый, серый, розовый, иногда черный. *Излом* - от землистого до раковистого и зернистого (кристаллические известняки). *Структуры* - органогенные, скрытокристаллические и кристаллические. *Текстуры* также различны - плотные, пористые, кавернозные, массивные, брекчиевидные, пятнистые, слоистые и т.д. Хемогенные известняки могут быть представлены также многообразными натечными (сталактиты, сталагмиты), оолитовыми образованиями. Оолитовые известняки состоят из зерен концентрического или радиально-лучистого строения разных размеров (от микроскопических до 1 см), скрепленных кальцитовым цементом. Встречаются различные натечные образования – сталактиты, сталагмиты. По происхождению, кроме хемогенных известняков выделяются также известняки органогенного происхождения. Иногда в отдельную группу выделяют и известняки обломочного происхождения, состоящие из обломков карбонатных пород. *Кристаллические известняки* возникают из известняков самого различного происхождения путем их перекристаллизации. *Диагностика*: известняки бурно вскипают под действием разбавленной соляной (или уксусной) кислоты, не царапают стекло, т.к твердость слагающего их кальцита равна 3.

Доломит- порода, сложенная более чем на 90% одним минералом - *доломитом*. В качестве примесей чаще всего присутствуют *кальцит, гипс, халцедон, кварц, глинистое вещество, пирит, органическое вещество*. Внешне доломиты очень похожи на известняки, но если известняки легко вскипают при действии холодной соляной кислоты, то доломиты реагируют с ней лишь в тонком порошке. Обычно доломиты микрозернистые и пелитоморфные, иногда кристаллические, чаще всего плотные, однородные, редко полосчато-слоистые, обладающие серой или светло-серой окраской.

Кроме собственно известняков и доломитов встречаются и породы смешанного состава. В них в различных количественных соотношениях могут присутствовать кальцит и доломит (*доломитизированные известняки и известковистые доломиты*), кальцит и глинистое вещество (*мергели*). *Мергели* - это мягкие, тонкозернистые, пелитоморфные породы с раковистым изломом и сильным запахом глины (при смачивании водой). Содержание глинистого материала 30-50%. Окраска их белая, желтовато-серая, зеленовато-серая. Как и известняки, бурно вскипают под воздействием соляной кислоты, но при этом на поверхности породы остаётся пятно (так как глинистые минералы с кислотой не реагируют).

Кремнистые породы. К этой группе относятся породы, состоящие, главным образом, из кремнезема хемогенного происхождения (поэтому исключаются кварцевые пески, песчаники и кварциты). *Главные минералы* - опал, халцедон и кварц. В качестве примесей часты карбонаты, глауконит и глинистое вещество.

К хемогенным кремнистым породам относятся *яшмы* и *кремни*. Отличительным признаком кремнистых пород служит их высокая твердость (оставляют царапину на стекле). Не реагируют с соляной кислотой.

Кремни обычно образуют небольшие линзы, желваки или конкреции, сложенные преимущественно халцедоном (реже халцедоном совместно с опалом и кварцем), в глинистых и карбонатных породах, имеют скрытокристаллическую *структуру*, массивную, плотную *текстуру*. Окраска - обычно серая, темно-серая, черная, иногда голубоватая, характерен раковистый излом и высокая твердость (6,5-7).

Яшмы - сильно измененные халцедоновые или кварцево-халцедоновые породы, очень твердые, плотные, обычно скрытокристаллические или тонкозернистые, имеющие разнообразную окраску и текстуры - полосчатые, пятнистые, узорчатые («пейзажные»), бурые, красные, зеленые, серые, черные, малиновые. Иногда яшмы относят не к осадочным, а к метаморфическим породам.

Эвапориты (соли) - хемогенные осадочные породы, сложенные легко растворимыми минералами, выпадающими в осадок в результате выпаривания и высокой концентрации растворов. Это преимущественно хлориды и сульфаты натрия (галит, гипс, ангидрит), калия (сильвин), магния, кальция, некоторые нитраты и бораты. Окраска пород различна - белая, серая, голубая, желтая, розовая, красная и даже черная. В силу большой гигроскопичности поверхность многих из упомянутых пород влажная с жирным блеском. *Структура* - кристаллическая различной зернистости, *текстура* - пятнистая, массивная, слоистая и др. Гипс и ангидрит иногда имеют параллельно-волокнистое строение. Многие породы этой группы (особенно состоящие из галита, сильвина и других солей) хорошо растворимы в воде, имеют соленый и горько-соленый вкус. Сравнительно мягкие (не царапают стекло), но, в отличие от карбонатных пород, не реагируют с разбавленной соляной кислотой.

Фосфориты. К этой группе относятся породы, содержащие не менее 10% фосфорного ангидрида. *Главные минералы* - апатит и некоторые более редкие минералы фосфора, которые визуально неопределимы. Из примесей часты карбонаты, а также обломочный материал от гравийной до глинистой размерности. *Окраска* разнообразна - белая, серая, темно-серая, зеленовато-серая и даже черная. Диагностируются с большим трудом, так как внешне они похожи на обычные обломочные породы и наличие фосфора определяется по появлению ярко-желтой окраски при смачивании породы раствором

молибдата аммония (молибденовокислого аммония) с концентрированной азотной кислотой. *Текстуры и структуры* разнообразны - слоистые, конкреционные, желваковые, оолитовые, брекчиевидные, кристаллические.

Бокситы также очень разнообразные по внешнему виду и нередко с трудом диагностируемые породы. Состоят из различных гидроокислов алюминия с примесью гидроокислов железа, каолинита и кремнезема. Они внешне часто похожи на глины, но, размокая, не обладают пластичностью. Это могут быть и рыхлые землистые массы, и относительно твердые породы, легко режущиеся ножом. Иногда визуально очень похожи на аргиллиты, яшмы и даже железные руды. Окраска бокситов весьма разнообразна - красная, красно-бурая, лиловая, реже белая, серая, зеленовато-серая и др. Структуры бокситов также очень разнообразны - землистые, пористые, кавернозные, оолитовые, бобовые, конкреционные, пелитоморфные и брекчиевидные. Имеют важное практическое значение как основная руда на алюминий.

Органогенные (биогенные) породы, если они сложены из хорошо сохранившихся организмов, имеют *биоморфную структуру*, а если представлены обломками, то *структура* носит название *детритовая*. *Текстура* может быть массивной и пористой. Реже наблюдаются слоистые текстуры.

Органогенное происхождение, наряду с хемогенным, могут иметь уже известные вам известняки, доломиты, кремнистые породы и фосфориты. Исключительно биогенное происхождение имеют каустобиолиты (торф, уголь) (табл. 5)

Таблица 5

Классификация биогенных горных пород

Класс	Горные породы	Биогенный материал
Карбонатные	Известняки	Остатки раковин и других скелетных образований известкового состава
	Доломиты	Продукты жизнедеятельности синезелёных водорослей (строматолиты, онколиты, катаграфии)
Кремнистые	Диатомиты	Оболочки диатомовых водорослей
	Радиоляриты	Скелеты радиолярий
	Спонголиты	Спикулы губок
Фосфатные	Фосфориты	Фосфатные раковины, костные остатки позвоночных
Каустобиолиты	Каменные бурые угли	Углефицированные растительные остатки
	Горючие сланцы	То же, но с большой примесью частиц глинистых минералов

Биогенные известняки распространены очень широко, состоят из остатков организмов, строивших свой скелет (раковину, панцирь) из кальцита, реже арагонита. В

зависимости от характера органических остатков различают ракушечники - цельнораковинные известняки и органогенно-детритовые (состоят из обломков раковин тех же организмов, т.е. детрита). Количество раковин, их обломков и цементирующего карбонатного вещества может меняться в широких пределах. Нередко известняки могут возникать за счет колоний прикрепленных организмов (кораллов, мшанок, водорослей). К биогенным известнякам относится широко известный писчий мел - белая мягкая землистая порода с высокой пористостью (до 50%). Мел состоит из мелких частиц порошкового кальцита, раковин фораминифер и одноклеточных морских водорослей с известковистым панцирем.

Биогенные доломиты чаще всего возникают в процессе жизнедеятельности цианобионтов (сине-зеленых водорослей), осаждающих из окружающей морской воды пелитоморфный доломит.

Биогенные кремнистые породы представлены *диатомитами*, *радиоляритами*, *трепелом* и *опокой*.

Диатомит - биогенная опаловая порода, белого, светло-серого или желтоватого цвета, целиком состоящая из неразличимых невооруженным глазом остатков диатомовых водорослей. Очень легкая, тонкопористая (поры занимают до 70-90% объема), мягкая, пачкает руки.

Радиоляриты - представляет собой биогенные породы, сложенные мельчайшими скелетами радиолярий, имеющие темно-серую или почти черную окраску. В их составе преобладает халцедон, поэтому внешне они очень похожи на яшму.

Трепел и опока - биохимические образования и состоят из микроскопических «шариков» опала и остатков губок, диатомей, карбонатного и глинистого вещества. Породы серые, светло-серые, иногда почти белые, очень легкие. Похожи на каолин и мел.

Каустобиолиты - в переводе с греческого означают «горючие камни органического происхождения». Образуются из остатков растительных и животных организмов. К группе каустобиолитов относятся *торф* и *угли*.

Торф - представляет собой скопление растительных остатков разной степени разложения (хорошо различимы невооруженным глазом). Сложение его волокнистое, землистое, цвет - бурый. Обычно содержит терригенные примеси и минеральные новообразования, содержание углерода - 35-40%.

Бурый уголь - плотная темно-бурая или черная порода с землистым или раковистым изломом, матовым блеском, содержание углерода до 70%. Бурый уголь отличается от торфа большей плотностью и почти полным отсутствием неразложившихся частей растений.

Каменный уголь - черная плотная порода с раковистым изломом, часто блестящая (с тусклым полуметаллическим или полуметаллическим блеском) содержание углерода до 80%. Отличается от бурого угля черным цветом, более плотным сложением, отсутствием визуально различимых растительных остатков и отсутствием рыхлых или землистых разностей,

Антрацит - более твердая (2-2,5), чем бурый и каменный уголь, плотная порода серовато-черного цвета с сильным полуметаллическим блеском, в отличие от других разновидностей углей (бурого и каменного) не пачкает руки.

Наблюдается довольно четкая смена физических свойств углей от бурых к каменным и антрацитам. Для бурых углей характерно преобладание коричневых тонов окраски, для каменных - черных, а для антрацитов серовато-черных. *Цвет черты* - бурый у бурых углей, черный - у каменных и серо-черный - у антрацитов. *Блеск* углей возрастает от бурых к антрацитам. Бурые угли обычно матовые. Среди каменных углей различают матовые и блестящие, а антрациты обладают сильным полуметаллическим блеском. *Твердость* возрастает от бурых углей (1-1,5) к каменным и антрациту (2-2,5). *Плотность* зависит от состава и количества минеральных примесей, но, в общем, также возрастает от торфа (0,7-0,8) к каменным углям (1,1-1,3) и достигает у антрацитов 1,5-1,6.

Рекомендации по определению осадочных горных пород.

При изучении и практическом определении осадочных пород их свойства удобнее всего отмечать в той же последовательности, в какой они фиксируются глазом: сначала воспринимается цвет, затем зернистость (то есть структура), особенности взаимного расположения составных частей породы (текстура), а уже потом - состав, наличие включений (органических и неорганических) и прочие признаки (крепость, пористость, наличие гиероглифов или характерных текстур поверхности пласта, вторичные изменения и т.д.).

Цвета осадочных пород редко бывают чистыми и яркими. Обычно они имеют серые, зеленоватые, красноватые или бурые оттенки. При изучении пород отдельно отмечается цвет породы на свежем изломе и отдельно – на выветрелой поверхности. Например, карбонатные и карбонатсодержащие породы на выветрелой поверхности обычно белесые, даже если на свежем сколе они имеют темно-серый или даже черный цвет. Породы, содержащие железо, на выветрелой поверхности приобретают бурую или красноватую окраску и т.д. Цвет обломочных пород часто бывает неоднородным, пестрым из-за различной окраски обломков и цемента

Устанавливается является ли порода рыхлой или литифицированной (сцементированной).

При изучении *структуры* выясняется зернистая она или обломочная, определяется размер зерен или обломков, степень их равно- или разнотекстурности (степень сортировки), форма зерен и их взаимоотношения. Следует иметь в виду, что последние два признака в породах с размером зерен менее 0,5 мм визуально не устанавливаются, в то время как в крупнотекстурных и грубообломочных породах визуально хорошо видны все особенности структуры. Величину крупных обломков можно непосредственно измерить с помощью линейки или миллиметровой бумаги. Если размер зерен или обломков в породе не одинаков. Измеряют самые мелкие и самые крупные обломки и определяют преобладающий размер (фракцию). Именно по размерам этой фракции и определяют название терригенных пород (песок, песчаник, конгломерат и т.д.). Форма обломков в грубообломочных породах – важный классификационный признак. При характеристике формы обломков отмечают, прежде всего, степень их окатанности. Чаще всего, по этому признаку обломки подразделяют на: 1) окатанные – округлой формы, обработана почти вся поверхность, все углы сглажены; 2) полуокатанные – закруглены только некоторые углы, а в целом первичная форма обломков сохраняется; 3) неокатанные или угловатые – обломки остроугольные. Помимо степени окатанности часто важно отметить степень изометричности (или удлиненности) обломков или зерен минералов. Различают обломки или зерна: 1) изометричные – все 3 измерения примерно равны; 2) удлиненные – длина заметно превышает ширину и толщину и 3) уплощенные, характеризующиеся заметно меньшей толщиной по сравнению с двумя другими измерениями. Для сцементированных пород определяется также тип цемента, его структура и количественные соотношения обломков и цемента. Иногда, чтобы лучше увидеть цемент и определить его тип, бывает полезно смочить образец водой.

Для сцементированных (литифицированных) пород определяется также характер *текстуры* – однородная или неоднородная, массивная или пористая. В случае неоднородной текстуры устанавливается ее тип. Если порода обладает слоистой текстурой – описывается слоистость, а именно: тип (горизонтальная, косая, волнистая и т.д.); степень ее выраженности (четкая, нечеткая, градационная), мощность слоев, характер их границ, ритмичность, окраска и т. д. В случае пористой текстуры отмечается примерное количество, размеры, форма и взаимное расположение пор. Визуально определяется только относительно крупная пористость.

При описании *состава горной породы* устанавливается состоит ли она из одного (мономинеральная- например, известняк, доломит, силицилит) или нескольких (полиминеральная, полимиктовая – конгломерат, песчаник) минералов. Все терригенные

породы, содержащие в своем составе обломки горных пород, естественно, являются полиминеральными (полимиктовыми). Определяются и перечисляются (в порядке убывания) все составные компоненты. Состав обломочных (терригенных) пород обычно сложный, особенно, если они сцементированы. В этом случае сначала отдельно определяется и описывается состав обломочной части, а затем – состав цемента.

Визуально достаточно уверенно может быть определен состав крупнообломочных пород, значительно хуже определяются обломки в песчаниках, особенно, мелкозернистых, и алевролитов. При их изучении необходимо пользоваться лупой. Однако, в этом случае, даже с ее помощью не всегда удастся однозначно определить все минеральные компоненты. Если цемент тонкозернистый, то определение его состава также сопряжено со значительными трудностями. Как и состав обломков, состав цемента может быть однородным (мономинеральным) и неоднородным (полимиктовым). Однако, необходимо стремиться к наиболее полному определению всех компонентов породы. При определении состава компонентов осадочных горных пород необходимо использовать определители минералов, не забыть проверить с помощью капли 10% HCl присутствует ли в составе обломков или цемента кальцит (бурно вскипает), с помощью реакций окрашивания раствором ализарина установить соотношение кальцита и доломита в карбонатных породах и проверить породы на наличие фосфатов при помощи реакции с молибдатом аммония и концентрированной азотной кислотой (в случае присутствия фосфатов в породе белая окраска щепотки порошка молибдата аммония, нанесенного на поверхность образца и смоченного каплей азотной кислоты, изменяется на канареечно-желтую). При определении компонентов осадочных пород очень важно уверенно отличать кальцит от внешне похожего на него кварца. Кварц легко отличается значительно большей твердостью (царапает стекло) и отсутствием реакции с соляной кислотой. От светлоокрашенных полевых шпатов кварц отличается отсутствием спайности (плоскости спайности поблескивают при повороте образца под разными углами к источнику света). Кремнистый цемент не царапается стальной иглой. Соли (галит, сильвин) обладают соленым или горько-соленым вкусом и легко растворяются в воде. Железистый цемент узнается по бурому цвету, глинистый – по размокаемости в воде, гипсовый – по блеску на плоскостях спайности, низкой твердости и отсутствию вскипания с соляной кислотой и т.д. Чаще всего при визуальном определении осадочных горных пород приходится ограничиваться предположительным определением состава цемента. При описании желательно указывать хотя бы примерное относительное содержание каждого из компонентов в породах («резко преобладающие», «основные», «редкие», «единичные» и т.д.), а в терригенных породах отдельно в составе обломочной части и в составе цемента.

Крепость пород определяют упрощенно по условной трехбалльной шкале: *слабая* – породы легко ломаются руками; *средняя* – не ломаются руками, но легко разбиваются молотком; *крепкая* – с трудом разбивается даже молотком. Крепость пород не следует путать с твердостью, которая определяется только у минералов.

Включения подразделяются на минеральные (конкреции, единичные гальки в песчаниках, оолиты и т.д.) и органические (раковины, остатки растений и т.д.). Все они описываются подробно, с указанием их размеров, формы, строения, состава, характера расположения, количества, степени сохранности.

Вторичные изменения (окисление пирита, разложение полевых шпатов, окремнение или карбонатизация и т.д.) описываются с учетом их характера и степени интенсивности

Если наблюдаются какие-то *прочие признаки*, не вошедшие в описание (гиероглифы, следы капель дождя, следы волн и т.д.) их необходимо привести в конце описания.

После изучения и описания породы, с учетом ее состава и текстурно-структурных особенностей, пользуясь таблицами и классификацией осадочных горных пород, можно дать ее название, которое, однако, лучше вставить в начало описания. Название может

быть кратким («песчаник», «известняк», «глина» и т.д.) или более подробным («конгломерат красный мелкогалечный»).

Таким образом, общая **схема визуального определения и макроскопического описания** осадочных горных пород будет иметь следующий вид:

- 1) *название породы;*
- 2) *цвет породы;*
- 3) *структура;*
- 4) *текстура;*
- 5) *состав породы; причем для обломочных пород – отдельно состав обломков и цемента;*
- 6) *крепость породы;*
- 7) *включения;*
- 8) *вторичные изменения;*
- 9) *прочие признаки.*

Форма представления результата: отчет об описании и определении образца (по выбору преподавателя) 1-2

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике, обучающийся показывает системные и полные знания и умения по данному вопросу;
- работа оформлена в соответствии с рекомендациями преподавателя;
- объем работы соответствует заданному;
- материал изложен четко, рационально, отражена справедливость и правдивость выводов.

Оценка «хорошо» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике;
- обучающийся допускает небольшие неточности или некоторые ошибки в данном вопросе (неоднородная выборка);
- материал изложен четко, рационально, однако в выводах не везде присутствует справедливость и правдивость.
- в оформлении работы допущены неточности;
- объем работы соответствует заданному или незначительно меньше;

Оценка «удовлетворительно» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике, но в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы или материал по теме изложен нелогично, нечетко представлено основное содержание вопроса;
- работа оформлена с ошибками в оформлении;
- объем работы значительно меньше заданного (отсутствуют выводы по графическим результатам анализа).

Оценка «неудовлетворительно» выставляется:

- не раскрыта основная тема работы;
- оформление работы не соответствует требованиям преподавателя;
- объем работы не соответствует заданному.

Тема 3 Природные геологические и инженерногеологические процессы.

Практическое занятие 6

«Построение геологического разреза с отражением литологии, стратиграфии».

Цель: Построение геологического разреза с отражением литологии, стратиграфии

Выполнение работы способствует формированию:

Уд 3 Выполнять построение геологического разреза с отражением литологии, стратиграфии

Материальное обеспечение:

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебно-методическая документация, дидактические средства.

Задание:

Построение на разрезе горизонтально залегающих слоев.

Порядок выполнения работы:

Краткие теоретические сведения:

Геологические разрезы представляют собой вертикальные сечения верхней части земной коры от ее поверхности на ту или иную глубину. Графически они представляют собой изображения на вертикальной плоскости характера залегания горных пород, их возраста, мощности, состава, формы геологических тел, складчатых и разрывных нарушений и т. д. Другими словами, геологический разрез – это «геологическая карта» вертикальной плоскости. При построении разреза геолог мысленно «разрезает» территорию по определенной линии, затем «убирает» одну половину, «смотрит», что видно на вертикальном срезе, и на основании «увиденного» строит геологический разрез.

Геологический разрез – графическое изображение геологического строения по воображаемой плоской вертикальной поверхности, пересекающей земную кору от поверхности Земли до определенной глубины [12].

Геологические разрезы являются неотъемлемой частью геологических карт, отражающей геологическое строение земной коры на глубине. Составление геологических разрезов позволяет не только иллюстрировать строение участка земной коры, но и изучать залегание пород, выявлять дополнительные структуры, уточнять представления о формах складчатых структур, уяснять положение разрывных нарушений на глубине. Строятся геологические разрезы обычно вместе с картой района, который они пересекают. Геологические разрезы составляются в условных обозначениях карты по линиям через участки, наиболее важные для общей характеристики геологического строения.

При построении разрезов, кроме геологической карты, привлекаются данные бурения, геофизики и некоторые другие материалы.

Перед построением разреза следует самым тщательным образом проанализировать геологическую карту, стратиграфическую колонку и условные обозначения к геологической карте. Необходимо уяснить;

стратиграфическую последовательность картографических подразделений (слоев горных пород), их индексацию и мощности (следует обратить внимание на слои с максимальной и минимальной мощностью);

наличие, тип и возраст интрузивных образований; наличие складчатых деформаций, их морфологию (в целом), простирания;

наличие стратоизогипс (если они нанесены на карту, то в условных обозначениях следует посмотреть, к кровле или подошве какого слоя они приурочены, а затем проанализировать их рисунок на карте, что позволит определить морфологию тектонических структур);

наличие разрывных нарушений и определить их тип; выделить на карте участки с различным характером деформаций;

установить наличие структурных этажей.

Кроме того, следует оценить наличие на карте значков элементов залегания, скважин и горных выработок, установить их местоположение. Геологические разрезы составляются в следующей последовательности (см. также приложение 7):

1. На геологической карте по выбранному направлению наносится линия разреза необходимой длины, в концевых точках и точках излома (если линия разреза ломаная) которой проставляются обозначения наименования линии разреза (буквы и цифры). Если линия разреза располагается внутри листа карты и не пересекает рамки, то ее ограничивают короткими штрихами, перпендикулярными линии разреза.

2. Перед построением разреза необходимо выбрать горизонтальный и вертикальный масштабы будущего разреза, которые обычно соответствуют масштабу карты. Для разрезов с горизонтальным и слабонаклонным залеганием слоев возможно увеличение вертикального масштаба, о чем будет рассказано далее. При складчатом и круто наклонном залегании пород изменение вертикального масштаба по сравнению с горизонтальным не допускается.

3. Выбор масштаба позволяет оценить размеры будущего разреза и подготовить лист миллиметровой бумаги соответствующего размера, сделать на нем предварительную разметку, нанести шкалу вертикального масштаба.

4. Построение геологического разреза следует начинать с построения топографического (гипсометрического) профиля, горизонтальный и вертикальный масштабы которого должны соответствовать выбранному масштабу разреза.

5. Построив топографический профиль, необходимо аккуратно нанести на него буровые скважины и горные выработки, расположенные на линии разреза и вблизи него, а затем точки пресечения линии разреза с геологическими границами и разрывными нарушениями, изображенными на карте.

6. Следующим шагом на разрезе отстраиваются разрывные нарушения (показывается положение сместителей на плоскости разреза), а затем границы тел интрузивных горных пород.

7. Последними на разрезе отображаются слоистые образования. Задача, которую при этом приходится решать, в значительной степени сводится к соединению между собой точек выходов на поверхность разновозрастных границ слоев, при соблюдении углов наклона слоев и выдержанности мощностей слоев. Углы наклона контролируются по карте, мощности – по стратиграфической колонке. Приемы построения разрезов с горизонтальным, наклонным и складчатым залеганием слоев имеют свои особенности, о которых будет рассказано ниже.

8. После того как построение разреза будет завершено, следует еще раз внимательно просмотреть весь разрез и при необходимости внести в него коррективы.

9. Затем разрез раскрашивается, по необходимости наносится крап; проставляются индексы геологических подразделений, которые должны строго соответствовать индексам карты.

10. В последнюю очередь выполняется «зарамочное» оформление разреза, при необходимости составляются условные обозначения. При построении разреза особое внимание нужно уделять построению гипсометрического профиля, выносу на него геологических границ и разрывов, правильному откладыванию углов наклона слоев и разрывных нарушений, выдержанности мощностей слоев, правильности отображения стратиграфической последовательности слоев.

При этом следует руководствоваться следующими положениями:

- необходимо непрерывно и тщательно анализировать геологическую карту в процессе построения разреза, точно переносить выходы границ на кривую рельефа, показывать границы тонкими четкими линиями, в замковых частях складок делая плавные перегибы, контролировать мощности слоев на разрезе по стратиграфической колонке;

- при выносе с геологической карты на разрез точек выхода на поверхность геологических границ и разрывных нарушений, расположенных на линии разреза,

необходимо последовательно откладывать расстояние от начальной точки линии разреза до точки выхода, а не между двумя точками выхода. Это правило также касается выноса на разрез горизонталей рельефа и других элементов топографической основы карты при построении гипсометрического профиля;

- разрез обычно строится «сверху вниз», то есть от молодых пород к более древним, при этом нанесение границ слоев и линий разрывных нарушений следует начинать с тех участков, где лучше всего выявляются формы складок и на карте имеются данные о падении слоев;

- необходимо оценить характер залегания пород на карте в целом и по линии будущего разреза, выделив участки горизонтального залегания, участки с моноклинальным залеганием слоев, участки складчатого строения, участки распространения интрузивных образований и разрывных нарушений;

- пользуясь элементами залегания, изображенными на карте, на геологическом разрезе показывают соответствующие наклоны границ слоев, таким образом, чтобы мощность каждого в отдельности слоя не менялась на различных участках разреза;

- если на карте выделяется несколько структурных этажей и по линии разреза верхние этажи перекрывают нижние, то на разрезе отображаются структурные формы верхних этажей, а затем нижних этажей;

- если на карте проведено несколько взаимно пересекающихся линий разрезов, необходимо проверить изображения границ в точках пересечения на всех разрезах – положение рельефа и геологических границ в этих местах должно быть совершенно одинаковым на всех разрезах, а вот углы наклона слоев могут отличаться, поскольку они зависят от ориентировки разрезов и элементов залегания (см. также п.п. 3.2.6.).

Глубина, на которую строят разрез, зависит от масштаба геологической карты, величины эрозионного вреза и тех данных, которыми располагает составитель – глубинности ранее проведенных геологоразведочных работ и надежности глубинной интерпретации геологических и геофизических данных. На практике разрез в выбранном масштабе изображается полосой, ширина которой редко превышает 5-10 см.

Перед составлением разреза необходимо выбрать линию, по которой он будет строиться. Разрезы должны давать представления о залегании пород, скрытых под земной поверхностью, и поэтому выбору направления разреза уделяется большое внимание. На геологической карте разрезы составляются по прямым линиям в направлениях, которые позволяют наиболее полно отобразить геологическое строение исследуемой территории (рис. 3.1). Как правило, они пересекают геологическую карту от рамки до рамки.

Количество разрезов зависит от сложности геологического строения территории. Если строение простое – можно обойтись одним разрезом, если сложное – выбирают несколько линий разрезов, ориентируя их таким образом, чтобы они пересекли участки с наиболее сложным геологическим строением. Это могут быть многофазовые интрузивные комплексы, разрывные нарушения, районы со сложной складчатостью и т. д. Кроме того, количество разрезов определяется еще одним правилом: все типы геологических тел, имеющиеся на карте, должны быть показаны на разрезах, для изображения их взаимоотношений с окружающими.

Линии разрезов предпочтительнее ориентировать перпендикулярно простиранию толщ горных пород и основных тектонических структур. В этом случае на разрезе будут показаны участки с разным геологическим строением, их взаимоотношения между собой, будут сохранены истинные углы наклона слоев горных пород и т. д. Разрезы, совпадающие с простиранием толщ, строятся крайне редко.

При сложном геологическом строении, когда невозможно провести прямую линию вкрест простирания всех структур, допускается построение разрезов по ломаной линии.

Ломаные линии выбираются и в том случае, если необходимо на одном разрезе показать участки с разным геологическим строением, не попадающие на прямую линию. При Рис. 3.1. Пример проведения линии геологического разреза Условные обозначения к геологическим картам и разрезам приведены в Приложениях 1—5 и объясняются в тексте. 53 построении разрезов большое значение имеют данные буровых скважин, поэтому линии разрезов следует направлять так, чтобы они пересекали скважины; если скважины лежат не на одной прямой, линия также может быть ломаной.

Положение разреза показывают на геологической карте тонкими черными линиями. Точки пересечения линии разреза с рамкой карты и точки излома обозначают прописными буквами русского алфавита с цифровым индексом справа внизу. Например, А1–А2, Б1–Б2–Б3 и т. п.

При построении разреза необходимо иметь в виду, что слева должны располагаться западный, северо-западный, юго-западный и южный концы разреза. Таким образом, ориентировка разреза соответствует проекции линии разреза на горизонтальную рамку карты; меридиональные разрезы «поворачивают» направо.

Геологические разрезы вычерчиваются в определенном масштабе, поэтому прежде чем приступить к построению разреза, следует выбрать его вертикальный и горизонтальный масштабы. Горизонтальный масштаб всегда принимается равным масштабу карты. Выбор вертикального масштаба зависит от характера деформаций и мощностей стратиграфических подразделений (слоев) изображаемых на разрезе, а также цели построения разреза. При наклонном и складчатом залегании отложений, изображенных на карте, вертикальный масштаб разреза должен быть строго равен горизонтальному, т.е. масштабу карты. Для районов с горизонтальным залеганием слоев горных пород допускается увеличение вертикального масштаба разреза относительно горизонтального в следующих случаях.

1. Если слои малой мощности, важные в геологическом отношении, невозможно показать на разрезе в масштабе карты.

Запомни правило: Самый маломощный слой, изображенный на разрезе, должен иметь мощность в выбранном масштабе не менее 1 мм.

При мелком масштабе карты и небольших мощностях пород это условие становится невыполнимым и приходится либо объединять на разрезе слои незначительной мощности, либо изменять его вертикальный масштаб. В последнем случае вертикальный масштаб 54 увеличивают до значений, при которых самый маломощный слой может быть изображен полоской шириной 1 мм или более. Например, когда масштаб карты равен 1:50 000, а самый тонкий слой имеет мощность 10 м, то в масштабе карты он будет иметь на разрезе толщину всего 0,2 мм и его будет технически невозможно изобразить. Целесообразно выбрать масштаб 1:10 000 или 1:5 000, в первом случае слой на разрезе выразится полоской в 1 мм, во втором случае ширина полоски составит 2 мм. Необходимо избегать чрезмерного увеличения вертикального масштаба, так как это ведет к заметному увеличению крутизны склонов земной поверхности и искажению (увеличению) углов наклона слоев горных пород и разрывных нарушений на разрезе, а вместе с ними и к искажению представлений о геологическом строении территории. Разрез при этом утрачивает свое главное свойство – наглядность представления о геологическом строении на глубину. На практике допустимо увеличение вертикального масштаба разреза по сравнению с горизонтальным не более чем в 100 раз (1:2 000 при карте масштаба 1:200 000) для хозяйственно освоенных районов платформенного строения с практически горизонтальным залеганием пород.

2. Если на разрезе необходимо показать дополнительную информацию, часто не содержащуюся на геологической карте, например, различные сведения, связанные с полезными ископаемыми, инженерно-геологического содержания и т.д. Поэтому, как правило, инженерно-геологические разрезы имеют увеличенный вертикальный масштаб. Для частей района, различающихся степенью дислоцированности, могут быть составлены

разрезы с разными вертикальными масштабами, в пункте смены масштаба на линии разреза и самом разрезе делается разрыв шириной 0,5 мм.

Разрез удобнее вначале построить на миллиметровке, а уже затем при необходимости перенести на ватман. Подготовленная для построения разреза миллиметровка сгибается по длине так, чтобы меньшая (верхняя) часть была шириной не более 20 мм (рис. 3.2.). На широкой (нижней) части полосы бумаги обозначают начало и конец разреза, шкалу высот и нулевую линию. Положение шкал высот выбирается так, чтобы на широкой части бумаги поместился весь разрез; при этом над верхней отметкой должно оставаться не более 20 мм. Подготовив, таким образом, бумагу, ее местом сгиба прикладывают к линии разреза на геологической карте, следя за ориентировкой разреза. Буквы, нанесенные на миллиметровку, должны совпадать с буквами на концах разреза или точками его перелома на геологической карте. Затем разными знаками (сплошной линией, пунктирной, точками и т.д.) с карты переносят точки пересечения линии разреза с:

- горизонталями, указав их гипсометрические отметки, бровками и другими элементами рельефа;
- разрывными нарушениями (с указанием направления и угла падения плоскости сместителя, относительного перемещения крыльев);
- геологическими границами, указав индексы возраста геологических тел между ними;
- осями складок (обычно их отмечают удлиненными линиями со стрелками, указывающими направление наклона оси; например, антиклинали – сплошными, синклинали – пунктиром или другим типом линий);
- буровыми скважинами и горными выработками (в случае их расположения не на линии разреза, но вблизи нее – показываются пунктирными линиями). Целесообразно указать номер скважины или выработки и гипсометрическую отметку устья.

При необходимости на узкой части полосы указывают углы наклона слоев, элементы залегания разломов и др. После этого миллиметровка разворачивается в первоначальное положение, и можно приступать к построению разреза.

Линия гипсометрического профиля должна быть расположена на листе миллиметровки с таким расчетом, чтобы сверху было достаточно места для написания заголовка геологического разреза, отображения точек перелома линии разреза и пересечения с другими разрезами, а снизу – для написания масштаба, условных обозначений, подписи исполнителя разреза и даты построения разреза. Концы гипсометрической кривой, а соответственно и разреза должны ограничиваться предварительно построенными вертикальными прямыми линиями, опущенными к основанию разреза – вертикальными масштабными линейками с обозначением высотных делений. Через их нулевые высотные отметки должна быть проведена горизонтальная («нулевая») линия уровня моря. Для высокогорных районов допускается проведение горизонтальной линии через другие высотные отметки, попадающие на разрез (на рис. 3.2. это 500 м).

Для построения профиля рельефа отметки горизонталей с линии перегиба (или верхнего обреза) миллиметровки вертикальными линиями переносят на поле разреза. В местах пересечения этих линий с горизонтальными линиями миллиметровой бумаги, имеющими такие же абсолютные отметки на шкале высот, что и горизонталы, ставят точки. Таким же образом переносятся показанные на карте отметки высот характерных точек местности (вершины гор и холмов, днища оврагов и пр.). Полученные точки соединяют плавной кривой, которая и будет представлять собой профиль рельефа (рис. 3.3.).

При вычерчивании гипсометрического профиля особое внимание нужно обратить на характерные точки рельефа (талвеги долин, линии водоразделов). Их целесообразно выносить на верхний обрез миллиметровки, подписывая высоты, которые затем

необходимо учитывать при построении линии рельефа. Следует также отметить места пересечения линией разреза обрывов, указав высотные отметки их верхней и нижней кромок. На профиле обрывы показываются субвертикальными линиями, длина которых равна взятой в вертикальном масштабе разреза разнице высот верхней и нижней кромки обрыва.

Если профиль строится по карте, рельеф на которой выражен горизонталями, то топографическая кривая строится по точкам пересечения линии разреза с горизонталями обычным способом. Если топографический профиль строится по карте с отдельными высотными отметками, то следует построить схематический профиль в масштабе карты.

Совет Перед тем как приступить к выносу на миллиметровку точек пересечения горизонталей с линией разреза, внимательно изучите рисовку горизонталей на карте, выделив днища долин, тальвеги оврагов и водоразделы. Установите самую высокую и самую низкую точки на карте по линии разреза, и определите величину относительного превышения высот между ними: вначале в метрах, а затем в миллиметрах с учетом вертикального масштаба разреза. Для наглядности нанесите эти две точки на разрез и визуально оцените «размах» рельефа. Весьма вероятно, что при относительно плоском рельефе построение гипсометрического профиля может ограничиться проведением субгоризонтальной линии с изгибами в местах расположения тальвегов и водоразделов.

Горизонтальное залегание слоистых толщ определяется общим горизонтальным или близким к нему расположением поверхностей наложения (границ слоя), при условии, что каждый вышележащий слой более молодой, чем нижележащий.

Если слоистые отложения имеют горизонтальное залегание в условиях выровненного рельефа местности, то на поверхности будет обнажен только один самый верхний слой. В условиях пересеченного, изрезанного долинами рек и оврагов рельефа самые молодые отложения обнажаются на водоразделах, более древние – на склонах долин, а наиболее древние – в днищах. Граница (кровля или подошва) любого слоя, залегающего горизонтально, всегда имеет одинаковые абсолютные отметки.

На рис. 3.4. видно, что ширина выходов пластов на дневную поверхность зависит от мощности слоя и характера рельефа местности. При одинаковой мощности слоя, чем положе рельеф, тем больше ширина выхода горизонтально лежащего слоя на поверхность и наоборот.

Горизонтально залегающие слои на геологической карте, таким образом, можно узнать по следующим признакам:

- а) границы между слоями повторяют элементы рельефа;
- б) границы слоев совпадают с горизонталями рельефа или располагаются параллельно им;
- в) границы одновозрастных слоев имеют одинаковые гипсометрические отметки;
- г) наиболее древние слои располагаются в понижениях рельефа, а наиболее молодые – на возвышенностях и водоразделах.

При горизонтальном залегании слоев наиболее рациональным направлением геологического разреза будет линия, проходящая через самую высокую и самую низкую точки рельефа, так как при такой ориентировке на нем будут изображены все подразделения стратиграфического разреза, обнаженные на поверхности. Глубина разреза ниже поверхности Земли определяется конкретными данными о мощностях и залегании пород, не обнажающихся на поверхности. Основным источником этих данных служат стратиграфическая колонка к карте и разрезы буровых скважин.

Построение на разрезе горизонтально залегающих слоев начинается с того, что отметки геологических границ с линии перегиба (или верхнего обреза) миллиметровки вертикальными линиями переносят на гипсометрический профиль, а затем соединяют между собой точки на профиле, отвечающие одновозрастным геологическим границам (рис. 3.4.).

При этом должны получиться горизонтальные линии, каждая из которых будет представлять собой кровлю одного слоя и одновременно подошву вышележащего слоя. Если залегание строго горизонтальное (контуры горизонталей параллельны геологическим границам и нигде не пересекают их), то и построенная граница слоя будет горизонтальной. Если залегание с небольшим наклоном (горизонталей и геологические границы пересекаются 59 под острым углом), то полученная граница будет иметь небольшой наклон.

При значительном увеличении вертикального масштаба даже слабонаклонное залегание на разрезе может выглядеть крутопадающим.

Правильность построения разреза при горизонтальном залегании отложений во многом зависит от того, насколько точно построен гипсометрический профиль. Если имеются даже незначительные ошибки в его построении, то слои на разрезе получают значительный наклон, и при этом углы наклона будут разные для каждого слоя. В этом случае необходимо построить профиль рельефа заново. Иногда профиль может быть построен формально правильно, но все равно отдельные слои будут иметь не горизонтальное залегание, а наклонное. В этом случае необходимо провести корректировку рельефа (рис. 3.5.).

Обычно при построении профиля местности точки, в которых линия разреза пересекается с горизонталями, соединяются плавными линиями, предполагая, что рельеф между горизонталями меняется плавно. На самом деле так бывает не всегда. На фоне общего Рис. 3.4. Разрез участка с горизонтальным залеганием слоев 60 повышения или понижения профиля местности могут быть небольшие возвышенности или западины, участки более крутого или пологого рельефа, которые не фиксируются горизонталями. Суть процедуры корректировки заключается в том, что в промежутках между горизонталями геолог показывает такое изменение рельефа, которое согласуется с горизонтальным залеганием слоев, но при этом эти изменения по абсолютным отметкам не должны выходить за пределы значений горизонталей.

На рис. 3.5. точки пересечения линии разреза с горизонталями 300 и 310 для удобства пронумерованы цифрами 1 и 2. При построении рельефа на разрезе их соединили плавной дугообразной линией (красная пунктирная изогнутая линия). При нанесении границ слоев подошва слоя нижнего мела (красная пунктирная прямая линия) получила заметный наклон в западном направлении, а ее точка выхода на поверхность в восточном борту долины оказалась существенно ниже, чем в западном борту, что невозможно при горизонтальном залегании слоев. Для исправления разреза отрезок линии рельефа между точками 1 и 2 был приподнят до его пересечения с горизонтальной залегающей границей слоя нижнего мела, так чтобы положение границы на карте и разрезе совпали.

Соединив между собой разновозрастные геологические границы, получают слои горных пород, которые выходят на дневную поверхность. Для контроля необходимо измерить мощность построенных слоев с учетом вертикального масштаба разреза. Она не должна превышать мощность, указанную для данного слоя в стратиграфической колонке. Если мощность слоя оказывается больше, то необходимо искать ошибку, либо в профиле рельефа, либо в положении геологических границ. Нижние слои, не выходящие на поверхность, необходимо подстраивать снизу, учитывая мощности, приведенные в стратиграфической колонке. Если пробурены скважины, и они попадают на линию разреза или находятся вблизи ее, необходимо ориентироваться на мощность слоев по скважинам. По скважинам можно получить информацию о выклинивании слоев. В случае выклинивания видно, что в одной скважине слой есть, а в другой, рядом расположенной, отсутствует. При построении разреза мощность слоя необходимо постепенно уменьшать и полностью выклинить его между скважинами. Выклинивание слоя между двумя соседними обнажениями (или скважинами) при отсутствии другой информации принимается условно посередине. На карте выклинивание слоя выражается в перекрытии

его границ другими слоями (точки 1 и 2 на рис. 3.6.). Изменения мощности горизонтально залегающих слоев показывается на геологическом разрезе в масштабе карты, если разрез строится по карте с горизонталями или с высотными отметками. Мелкомасштабная геологическая карта, на которой иногда не бывает даже указаний на относительные превышения точек рельефа местности, не всегда позволяет точно определять мощность таких толщ. На схематическом разрезе, составляемом по такой карте, мощность слоев можно показывать, исходя из анализа форм рельефа и границ выходов слоев, но так, чтобы выделялись все слои, прослеживаемые на карте по линии разреза.

Форма представления результата: Построенный разрез горизонтально залегающих слоев

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике, обучающийся показывает системные и полные знания и умения по данному вопросу;
- работа оформлена в соответствии с рекомендациями преподавателя;
- объем работы соответствует заданному;
- материал изложен четко, рационально, отражена справедливость и правдивость выводов.

Оценка «хорошо» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике;
- обучающийся допускает небольшие неточности или некоторые ошибки в данном вопросе (неоднородная выборка);
- материал изложен четко, рационально, однако в выводах не везде присутствует справедливость и правдивость.
- в оформлении работы допущены неточности;
- объем работы соответствует заданному или незначительно меньше;

Оценка «удовлетворительно» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике, но в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы или материал по теме изложен нелогично, нечетко представлено основное содержание вопроса;
- работа оформлена с ошибками в оформлении;
- объем работы значительно меньше заданного (отсутствуют выводы по графическим результатам анализа).

Оценка «неудовлетворительно» выставляется:

- не раскрыта основная тема работы;
- оформление работы не соответствует требованиям преподавателя;
- объем работы не соответствует заданному.

Тема 3 Природные геологические и инженерногеологические процессы.
Практическое занятие 7
«Ознакомление с движением горных пород над горными выработками».

Цель: Научиться читать технико-графическую специальную документацию

Выполнение работы способствует формированию:

Уд 3 Выполнять построение геологического разреза с отражением литологии, стратиграфии

Материальное обеспечение:

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
Учебно-методическая документация, дидактические средства.

Задание:

Ознакомление с движением горных пород и разработка мер борьбы с деформациями по индивидуальным заданиям

Порядок выполнения работы:

Краткие теоретические сведения:

Причины деформаций: проходка подземных выработок (штолен, туннелей, штреков) вызывает в массиве горных пород перераспределение напряжений, сжатие одних и растяжение на других участках.

Горное давление – сила давления на крепь, вызванная движением горных пород в сторону выработки.

Горное давление зависит от геологического строения района, свойств пород и глубины заложения выработки.

Проявляется в виде горных ударов, выбросов пород, пучении, обрушении, сдвигении массы горных пород.

В скальных и полускальных грунтах – сдвигение происходит быстро в форме обрушения, с образованием трещин и провалов.

Пластичные породы – плавный прогиб, длительное время.

При чередовании пластов: скальные породы над пластичными – вся толща работает как жесткая система, если пластичные над скальными – деформация всей толщи будет пластичной.

Сдвигение пластов – деформация пород над горной выработкой.

Мульда сдвижения – участок земли, подвергшийся деформации.

Меры борьбы с деформациями

– Рациональная ориентировка здания по отношению мульды сдвижения (в центральной части мульды осадка происходит равномерно, а на окраинах – неравномерная осадка и значительные деформации).

– Разрезка зданий на отсеки.

– Повышение расчетного сопротивления грунтов основания.

– Усиление фундамента.

– Повышение прочности несущих конструкций, приспособление к неравномерным осадкам.

– Более глубокое заложение подземных выработок.

Ведение горных работ вызывает образование в недрах земли пустот. Породы, окружающие эти пустоты, под действием силы тяжести приходят в движение, обуславливая развитие процесса сдвижения (рис. 1).

В зависимости от физико-механических свойств горных пород, системы разработки, условий залегания полезного ископаемого и других факторов сдвигение горных пород

может происходить в форме обрушения, т. е. беспорядочного падения породы в виде кусков и глыб разных размеров (начальная стадия - зона I), прогиба напластований толщи горных пород в сторону выработанного пространства с образованием расслоений, трещин, разломов и уплотнения (зона II - полных сдвижений, промежуточная стадия), прогиба пород с образованием трещин и расслоений (зона III), плавного прогиба пород без образования трещин и расслоений (зона IV), пучения и поднятия пород почвы в сторону выработанного пространства (зона разгрузки VII), сжатия и утонения пород под действием силы тяжести прогибающихся слоев в зонах II, III, IV (зона опорного давления V), поднятия толщи горных пород, прилегающих к земной поверхности (зона VIII), и прогиба прилегающих пород к наносам и наносов с образованием впадины (мульды сдвижения) на поверхности земли (зона VI), воронок и террас (зона X).

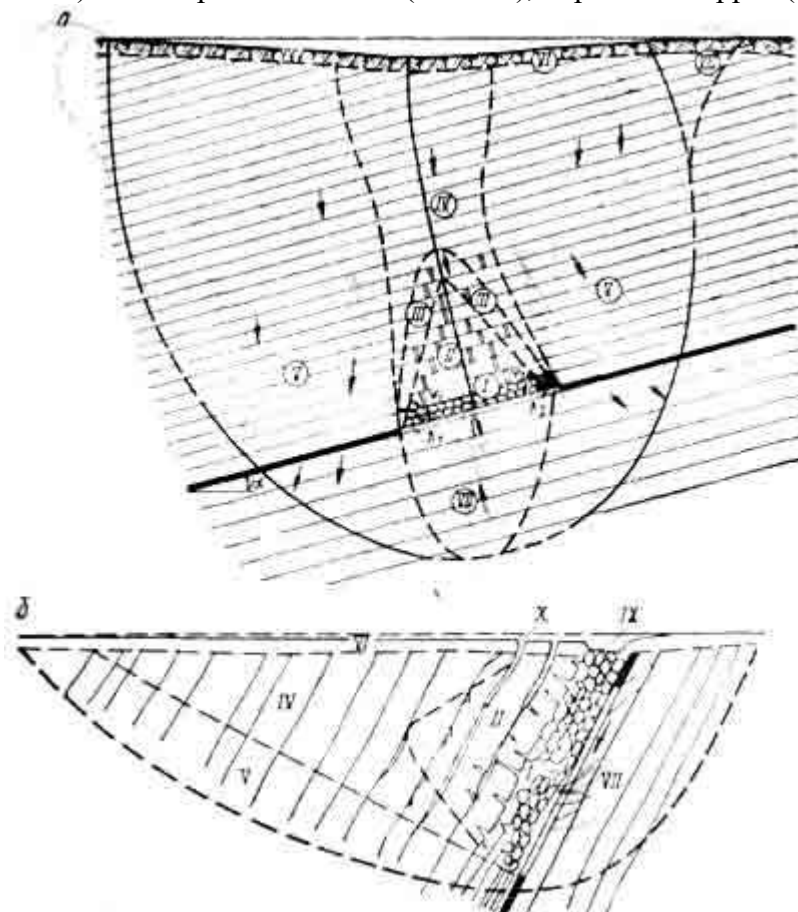


Рисунок 1.

Общая схема процесса сдвижения толщи горных пород:

а - при пологом падении; б - при крутом падении

При разработке крутых залежей может иметь место оползание пород почвы в выработанное пространство, а если залежь мощная, то и провалы (зона IX).

Перемещение слоистых горных пород в кровле очистного пространства (при значительной глубине разработки и площади пустот) начинается с прогиба пород, расслоения напластований и появления зон повышенных деформаций растяжений и сжатий. Когда деформации достигают предельных значений, напластования обрушаются, заполняя выработанное пространство, и становятся опорой для вышележащих, прогибающихся пород. Зона обрушения распространяется вверх по нормали к напластованиям на 3-5-кратную мощность вынутаго пласта. При малой мощности вынимаемого пласта, пучащих породах почвы, полной или частичной закладке выработанного пространства зона обрушения может не возникнуть вследствие незначительного провисания пород и малых величин деформаций растяжений (сжатий).

Прогиб пород и расслоение напластований в зоне II приводит к образованию зон повышенных деформаций растяжений (сжатий), появлению сквозных трещин и разрывов. Под воздействием веса вышележащих пород прогибающаяся толща пород зоны II уплотняется, образуя зону полных сдвижений, размеры которой можно определить, зная углы ψ 1, ψ 2. Над зоной II находится зона III, характеризующаяся наибольшими изгибами породных слоев толщи с возможным образованием раскрытых трещин и полостей по напластованиям.

Зоны II и III распространяются вверх от кровли пласта примерно на (35—40) м и могут быть оконтурены углами λ 1, λ 2 (величины углов ψ 1, ψ 2, λ 1, λ 2 приведены в специальной литературе по горному давлению).

Выше зоны III породы прогибаются всем массивом без заметного расслоения и образования трещин, составляя зону плавного прогиба. Над зоной полных сдвижений II зона IV имеет минимальные размеры, ближе к поверхности земли она увеличивается. Со стороны восстания и падения пласта к рассмотренным ранее зонам примыкает зона опорного давления. Она создается в толще горных пород вследствие их зависания над выработанным пространством и передачи части веса зависших пород в качестве дополнительной нагрузки на массив. В зоне опорного давления происходит плавный прогиб слоев вследствие сжатия последних. Максимальные сжатия наблюдаются у границ очистной выработки и на контактах с зоной IV. Размеры зоны опорного давления зависят от многих факторов, в том числе от структурного строения, физико-механических свойств пород, глубины разработки, размеров площади очистных работ.

Процесс сдвижения толщи горных пород заканчивается сдвижением наносов и образованием на поверхности земли мульды сдвижения, т. е. впадины. Сдвижение наносов, как и коренных пород, может происходить в форме обрушения, прогиба по вертикали, а также прогиба по вертикали в сочетании с горизонтальным сдвигом их коренными породами в сторону восстания пластов (рис. 2).

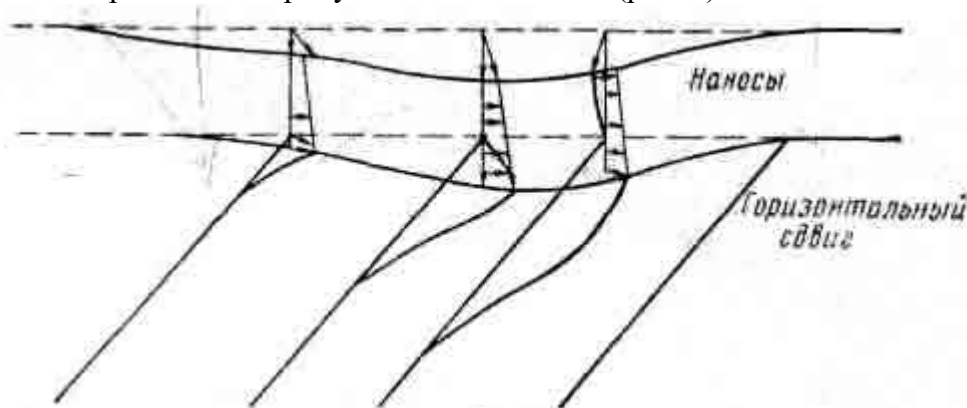


Рисунок 2. Схема сдвижения толщи наносов

Обрушение наносов и земной поверхности происходит при малой глубине разработки, равной примерно 10-15-кратной мощности пласта. В этом случае на поверхности образуются провалы, воронки, уступы, трещины. Прогиб наносов в вертикальном направлении происходит при горизонтальном и пологом залегании коренных пород, когда зона обрушений не достигает поверхности земли. Прогиб наносов по вертикали в сочетании с горизонтальным сдвигом их коренными породами в сторону восстания слоев происходит при залегании коренных пород под углом более 10° .

Сдвижение и деформация горных пород, а также земной поверхности вызывают значительные затруднения при разработке месторождений и строительстве зданий и сооружений в районах горных разработок. Это говорит о том, какое большое практическое значение имеет изучение вопросов сдвижения горных пород и земной поверхности.

Форма представления результата: отчет в произвольной форме

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике, обучающийся показывает системные и полные знания и умения по данному вопросу;
- работа оформлена в соответствии с рекомендациями преподавателя;
- объем работы соответствует заданному;
- материал изложен четко, рационально, отражена справедливость и правдивость выводов.

Оценка «хорошо» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике;
- обучающийся допускает небольшие неточности или некоторые ошибки в данном вопросе (неоднородная выборка);
- материал изложен четко, рационально, однако в выводах не везде присутствует справедливость и правдивость.

- в оформлении работы допущены неточности;

- объем работы соответствует заданному или незначительно меньше;

Оценка «удовлетворительно» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике, но в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы или материал по теме изложен нелогично, нечетко представлено основное содержание вопроса;

- работа оформлена с ошибками в оформлении;

- объем работы значительно меньше заданного (отсутствуют выводы по графическим результатам анализа).

Оценка «неудовлетворительно» выставляется:

- не раскрыта основная тема работы;

- оформление работы не соответствует требованиям преподавателя;

- объем работы не соответствует заданному.

Тема 4. Основы геоморфологии
Практическое занятие 8
«Определение форм рельефа по картам. Определение типов почвообразующих пород по образцам»

Цель:

- Определение форм рельефа по картам.
- Определение типов почвообразующих пород по образцам.

Выполнение работы способствует формированию:

Уд 4 Определять типы почвообразующих пород по образцам

Материальное обеспечение:

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебно-методическая документация, дидактические средства. Образцы почвообразующих пород. Топографические карты

Задание:

Определить почвообразующие породы, разделить их по происхождению (магматические, метаморфические, осадочные). Используя данные табл.1, выделите породы по способу отложения. В выделенных группах определите размер обломков и их соотношение путем рассева на колонке сит с разными диаметрами отверстий. Данные определения занесите в табл.1

Порядок выполнения работы:

Краткие теоретические сведения:

Геоморфология – это самостоятельный раздел наук о Земле, объектом изучения является рельеф, его строение, происхождение, распространение, история развития, современное состояние и динамика. Иначе говоря: геоморфология – наука о формах земной поверхности. Неровности земной поверхности слагаются из повторяющихся и чередующихся между собой элементов, создающих формы рельефа. Каждая форма представляет геометрическую фигуру, ограниченную сверху и с боков поверхностями различного внешнего вида и протяженности. Они называются элементами рельефа (рисунок 1). К ним относятся вершины, склоны, плоские поверхности, гребни, седловины, линии водоразделов и тальвегов.

Формы рельефа подразделяются на положительные (выпуклые), отрицательные (вогнутые), простые и сложные, замкнутые и открытые. У отрицательных форм склоны падают навстречу друг другу, у положительных (гора, хребет) склоны падают в разные стороны. Сопряженные друг с другом положительная и отрицательная формы имеют общий склон, и граница между ними проводится условно. Примерами положительных форм рельефа могут служить курган, бугор, кочки, холм, увал, гряда и др. К отрицательным формам рельефа можно отнести лощины, промоины, овраги, балки, долины. Замкнутыми называются формы, ограниченные склонами со всех сторон, а незамкнутыми те из них, которые не имеют склонов с одной или двух сторон (долина, овраг). В рельефе земной поверхности преобладают сложные формы. Они образуются при разрушении и расчленении ранее созданных простых форм в результате неравномерного накопления рыхлого материала, вследствие чего возникают наложенные (насаженные и выработанные) формы. В этих случаях малые формы, осложняющие более крупные образования, являются более молодыми (вторичными). Сочетание близко расположенных форм, имеющих единое происхождение, возраст, внешние очертания, создает тип рельефа (естественный, геоморфологический комплекс). Формы и типы рельефа могут изучаться с разных точек зрения: морфологической, морфометрической, генетической (рисунок 2).

При морфологическом изучении характеризуются лишь внешние черты. Обращается внимание на очертание форм в плане (вытянутые, округлые), на форму поперечных и продольных профилей (выпуклая, вогнутая, ступенчатая). При морфометрическом изучении рельефа изучается величина (размеры) как каждой формы в отдельности, так и относительно друг друга. Определяются абсолютные и относительные высоты, глубина и густота эрозионного расчленения, крутизна склонов и др. При генетическом изучении рельефа ставится задача выявить не только внешние его черты, но и происхождение (генезис), возраст, историю формирования. Происхождение фиксируется основными процессами, которыми он был создан: работой рек, ветра, ледника и т. д. Сочетание форм различного генезиса образует генетический тип рельефа. О генезисе рельефа судят по его внешнему виду, геологическому строению, размерам (рисунок 3).

О возрасте рельефа судить труднее, но некоторые данные можно получить по внешнему виду (относительный возраст), т. е. по резкости очертаний, наличию покровных рыхлых пород. Абсолютный возраст определяется с помощью взаимоотношения рельефа и горных пород его слагающих, и с помощью особых (палеонтологического, радиоуглеродного и т. д.) методов. Наибольшее значение в науке и практике имеет комплексное изучение рельефа с помощью всех перечисленных направлений. При изучении геоморфологии необходимо изображение тех или иных форм в виде профилей, диаграмм, блок-диаграмм, фотографий и т. п. Графические изображения не только дополняют теоретический материал, но содержат самостоятельную информацию, представляя доходчивый и эффективный способ передачи характерных черт земной поверхности, ее динамики, а также направление геоморфологических процессов, стадий развития. Поэтому рисунки во время учебных занятий, в книгах, учебниках необходимо тщательно изучать и воспроизводить на бумаге. Каждую форму рельефа можно изобразить на простом рисунке, в плане и на профиле (поперечном и продольном) (рисунок 3).

При этом следует пользоваться условными знаками топографических, геологических, геоморфологических карт. На рисунках необходимо проставлять размеры (глубину, ширину), выделять штриховкой главные элементы, стойкие пласты и пр. Необходимо показывать стадии развития рельефа с помощью линий разного типа (сплошной, пунктирной) или цвета, связь рыхлых отложений разного генезиса с рельефом, зависимость рельефа и рыхлых отложений от структуры земной коры и новейших тектонических движений

Почвообразующими, или материнскими, породами называются поверхностные горизонты горных пород, на которых и под влиянием которых образуются почвы. По происхождению породы подразделяются на магматические, метаморфические и осадочные.

Магматические горные породы образовались при остывании сложного силикатного расплава внутри земной коры или на ее поверхности. Это массивные породы различной структуры (от кристаллической до аморфной). По химическому составу они включают главным образом соединения кремния, алюминия, железа, щелочных и щелочноземельных элементов, соотношение которых в различных горных породах этого типа варьирует в довольно широких пределах, что существенно влияет на почвообразование.

Кислые магматические породы характеризуются высоким содержанием оксидов кремния (более 65%). В их составе присутствуют калий, натрий, железо, кальций, магний, фтор, бор, фосфор, барий, молибден и другие элементы. Почвы, образующиеся на продуктах выветривания таких пород, на первых стадиях своего формирования характеризуются относительно высоким содержанием калия, связанного с минералами группы слюд и полевых шпатов, часто в них присутствует значительное количество фосфора и микроэлементов, но ничтожное содержание кальция и магния. В ходе дальнейшего выветривания и почвообразования они утрачивают плодородие,

приобретают кислую реакцию среды, вследствие вымывания щелочных и щелочно-земельных элементов становятся грубозернистыми.

Основные и ультраосновные магматические породы, в отличие от кислых, содержат меньше оксида кремния (менее 52%). Они относительно богаты соединениями железа, марганца, хрома, цинка, меди. Продукты выветривания и почвообразования на основных и ультра-основных магматических породах быстро приобретают глинистый характер, накапливают значительное количество гумуса, длительное время сохраняют нейтральную или слабощелочную реакцию. Почвы, образовавшиеся на таких породах, отличаются высоким и устойчивым плодородием.

Несколько иначе протекает почвообразование на *средних магматических породах*. На продуктах выветривания диоритов и синитов условия почвообразования близки к таковым на кислых магматических породах, на андезитах – как на основных. Почвообразование на магматических горных породах протекает в основном в горных районах (Урал, Алтай, территория Восточной Сибири и т.д.).

Метаморфические породы и продукты их выветривания редко служат в качестве материнских для почв. Они так же, как и магматические, встречаются в основном в горных районах. На метаморфических породах формируются разные по свойствам и плодородию почвы. Так, на *гнейсах и продуктах их выветривания*, по химическому и минеральному составу близких гранитам, почвообразование протекает в тех же условиях, что и на кислых магматических породах.

Кварциты, обладая плотным сложением, очень слабо подвергаются химическому и биологическому выветриванию. За счет физического выветривания из них образуются обломки различной величины и формы. Почвы на этих породах крайне низкого плодородия, имеют небольшую мощность, грубо каменистые. Подобным же образом протекает почвообразование на *роговиках и продуктах их выветривания*.

Сланцы формируются из различных пород и минералов, имеют неоднородный минеральный состав. При выветривании они расщепляются на плитки различного размера и конфигурации. Почвы, образующиеся на них, неоднородны по плодородию, физическим, химическим и физико-химическим свойствам. Быстрее всего протекает почвообразование на *глинистых сланцах* низкой степени метаморфизации, медленнее – на породах, содержащих большое количество кварца и слюд. Характерной особенностью таких почв является щебенчатость и плитняковость. На *мраморах* со временем образуются почвы, обладающие глинистым гранулометрическим составом, высокими запасами гумуса, хорошей зернистой структурой, нейтральной или слабощелочной реакцией среды. Недостатком их является легкая податливость ветровой и водной эрозии.

Осадочные породы образовались на поверхности земли из магматических и метаморфических пород при их выветривании и денудации. Они покрывают основные поверхности земной суши, и поэтому почвообразовательные процессы протекают в основной своей массе на осадочных породах.

Осадочные породы разделяются по способу отложения на ряд групп, на каждой из которых почвообразование протекает со своими особенностями.

Деление почвообразующих пород по способу отложения и влиянию на процессы почвообразования

№ п/п	Деление по способу отложения	Характерные особенности	Распространение и влияние на свойства почв
----------	---------------------------------	----------------------------	--

1	<i>Элювиальные (элювий)</i> – продукты выветривания, оставшиеся на месте своего образования	Элювий коренных пород всегда щебнист, несортирован. Обломки коренных пород постепенно укрупняются к низу, переходя в скальные породы. Элювий рыхлых пород более однороден по гранулометрическому составу, слабо отличается от исходной породы	Встречается на водоразделах. На элювии коренных пород почвы маломощны, щебнисты, бедны элементами питания для растений, не засолены, подвержены эрозионным процессам. На элювии карбонатных пород в нечерноземной полосе могут формироваться дерновые почвы
2	<i>Делювиальные (делювий)</i> – рыхлые продукты выветривания, перенесенные временными водными потоками со склонов	Залегают в виде шлейфов, выклинивающихся вверх по склону. Имеют неясную косую слоистость, параллельную склону, слабую сортированность материала. Вниз по склону, в зависимости от состава пород, происходят изменения делювия от щебнистого, дресвяного, супесчаного до лессовидных суглинков и глин. Часто в разрезе обнаруживаются ископаемые почвы	Почвы на делювии достаточно плодородны, но часто могут быть засоленными, избыточно увлажненными с близким уровнем грунтовых вод
3	<i>Аллювиальные (аллювий)</i> – формируются постоянными водными потоками	Различают аллювий горных и равнинных рек. Для аллювия горных рек характерен грубообломочный материал с преобладанием галечника, слабая сортировка материала, отсутствие четкой слоистости. Для аллювия равнинных рек характерен более однородный минеральный состав, четкая косая слоистость. Гранулометрический состав различен и зависит от скорости течения рек: в устье частицы мельче, чем в верховьях	Широко распространены на поверхности Земли в долинах рек. Почвы пойм на песчаном аллювии бедны элементами питания, не засолены, подвержены эрозионным процессам. Аллювиальные смешанные по грансоставу отложения, богаче органическим веществом. Почвы на них обладают высоким плодородием, но могут быть заболоченными, засоленными, переувлажненными

4	<i>Эоловые</i> – породы, сформировавшиеся в результате отложения материала, принесенного ветром: - <i>перевейные пески</i>	Характеризуются хорошей сортированностью, слабой окатанностью. К ним относят ветровые отложения: песчаные, пылеватые, реже глинистые. Преобладают хорошо сортированные песчаные частицы с относительно однородным минеральным составом, в котором преобладает кварц.	Почвы на перевейных песках бедны элементами питания растений, сильно подвержены ветровой эрозии. Распространены в пустынных и полупустынных районах.
4	- <i>лессы</i>	Пылевато-суглинистая порода, содержащая до 50% и более частиц крупной пыли. В толще лессов обнаруживаются погребенные почвы, остатки растений и животных	Служат субстратом для образования наиболее плодородных почв земного шара
5	<i>Ледниковые</i> – обломочный материал, перемещенный ледником или водой при его таянии: - <i>моренные</i>	Отложения, принесенные и отложенные за счет деятельности ледника, состоящие из обломков различной величины и формы. Отложения рыхлого обломочного материала, перенесенного движущимся ледником. Состоят из смеси глины, песка, гравия, щебня и валунов в различном соотношении. Могут быть карбонатными и безкарбонатными.	Распространены в районах, подвергавшихся оледенению. Формируются сильно завалуненные, часто заболоченные почвы. Отсутствие карбонатов неблагоприятно сказывается на свойствах почв, способствует усилению подзолистого процесса. На песчаных безкарбонатных моренах развиваются почвы крайне бедные элементами питания. На карбонатных моренах формируются наиболее плодородные почвы зоны.

5	- <i>флювио-гляциальные</i> – переотложенные талыми ледниковыми водами в краевой зоне ледников - <i>озерно-ледниковые</i> – образовались в приледниковых и надледниковых озерах	От моренных отличаются слоистостью, лучшей окатанностью обломочного материала, отсортированностью обломков по крупности и массе. Представлены ленточными глинами, суглинами, супесями. Характеризуются четкой горизонтальной слоистостью с чередованием слоев глины и песка	Встречаются в пределах максимального оледенения на территории европейской части России и Западно-Сибирской низменности. Почвы на них малоплодородные, бедные гумусом, элементами питания, маловлагоемки, часто на таких породах формируются болотные почвы. Наибольшее распространение получили в европейской части России, Прибалтике. На них формируются переувлажненные, часто заболоченные почвы
6	<i>Морские</i> – породы, отложенные в морских бассейнах: - <i>древние породы морского происхождения</i>	Имеют разный гранулометрический, химический и минеральный составы, различную степень засоления. Плотные, включают остатки морской фауны и флоры, имеют примесь извести и легкорастворимых солей.	Широко распространены, на платформах покрыты континентальными осадками. При горообразовательных процессах и денудации выходят на поверхность и являются почвообразующими.
6	- <i>морские четвертичные отложения</i>	Имеют ясную горизонтальную слоистость и хорошую послойную отсортированность, разный гранулометрический состав (от галечников до глин), значительную засоленность	Распространены по побережьям современных морей. На них формируются почвы засоленного ряда

7	<i>Озерные</i> – донные отложения высохших или высыхающих озер	Отличаются тяжелым гранулометрическим составом с высоким количеством илистой фракции. Имеют горизонтальную или слегка волнистую слоистость, часто с органогенными прослоями. Могут быть засоленными	Широко распространены в Западной Сибири, Казахстане. На озерных незасоленных породах формируются почвы сравнительно богатые элементами питания, но часто переувлажненные, на засоленных – солонцы и солончаки
8	<i>Проллювиальные</i> – отложения временных грязекаменных водных потоков (селей) в горных районах или в устьях оврага-балочных систем	Слагают конусы выноса. От вершины конусов к их подножию гранулометрический состав обломочного материала изменяется от каменистого с песчано-глинистым заполнителем до более тонких и отсортированных осадков	Широко распространены в горных и предгорных областях. Служат почвообразующей породой для различных по плодородию почв, часто засоленных
9	<i>Коллювиальные</i> – продукты выветривания, смещенные вниз по склону под влиянием силы тяжести	Глыбовые и щебнисто-глыбовые осыпи, широко развиты на горных склонах	На данных породах формируются низко плодородные каменистые почвы горных склонов
10	<i>Суглинки</i> – рыхлые молодые континентальные отложения: - <i>суглинкивалунные</i> -отложения морен, но могут иметь и иной генезис - <i>покровные суглинки</i> –отложения древних оледенений	Состоят из песка (90–60% и глинистых частиц (10–30%). Содержат значительную примесь беспорядочно распределенных валунов. Не содержат валунов, не слоисты, плотные, крупноореховатой или призматической структуры. Могут быть карбонатными и безкарбонатными	Формируются различные по плодородию почвы. Обработка затруднена из-за наличия валунов. Покрывают мало-мощным плащом различные элементы рельефа в области четвертичных оледенений. Часто на них образуются подзолистые и серые лесные почвы
11	<i>Антропоземы</i> – искусственные грунты, созданные человеком на местах рудников, шахт, горных выработок и т.д. Ирригационные осадки на оросительных системах	Искусственные грунты часто загрязнены тяжелыми металлами, пестицидами, ядохимикатами	В соответствии с зональностью на этих породах формируются различные почвы

Кроме деления по способу отложения, все почвообразующие породы разделяются по химическому, гранулометрическому и минеральному составам, а также по их строению.

По **химическому составу** они могут быть:

- *карбонатными* («вскипают» от 10%-ной HCl);
- *безкарбонатными* (не взаимодействуют с 10%-ной HCl);
- *незасоленными* (в их составе нет легкорастворимых солей);
- *засоленными* (содержат легкорастворимые соли);
- *гипсоносными* (содержат кристаллы или другие образования гипса);
- *оглееными* (содержат голубовато- или зеленовато-сизые пятна закисных и ржавые – окисных форм железа).

По *гранулометрическому составу* породы бывают *глинистыми, суглинистыми, песчаными* или *супесчаными*.

По *минеральному составу* они делятся на *мономинеральные* (каолинитовые, монтмориллонитовые и т.д.) и *полиминеральные*, состоящие из многих минералов (встречаются чаще, чем мономи-неральные).

По *строению* почвообразующие породы бывают:

- *одночленными* (вся толща однородна по происхождению, гра-нулометрическому составу и свойствам);
- *двучленными* (различные по способу отложения, свойствам и гранулометрическому составу);
- *многочленными*, имеющими более двух слоев. Строение породы влияет на распределение и передвижение влаги в почве, пищевой режим и т.д.

При определении почвообразующих пород необходимо разделить их по происхождению (магматические, метаморфические, осадочные). Используя данные табл. , выделите породы по способу отложения. В выделенных группах определите размер обломков и их соотношение путем рассева на колонке сит с разными диаметрами отверстий. Проверьте, как каждая из пород взаимодействует с 10%-ной HCl, отметьте наличие гипса и оглеения. Данные определения занесите в табл.

Свойства основных почвообразующих пород

Таблица 1

№ п/п	Способ образования (отложения)	Размер обломков	Цвет	Взаимодействие с HCl	Иные признаки	Название породы
1	2	3	4	5	6	7

Форма представления результата: заполненная таблица 1

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике, обучающийся показывает системные и полные знания и умения по данному вопросу;
- работа оформлена в соответствии с рекомендациями преподавателя;
- объем работы соответствует заданному;
- материал изложен четко, рационально, отражена справедливость и правдивость выводов.

Оценка «хорошо» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике;
- обучающийся допускает небольшие неточности или некоторые ошибки в данном вопросе (неоднородная выборка);

– материал изложен четко, рационально, однако в выводах не везде присутствует справедливость и правдивость.

– в оформлении работы допущены неточности;

– объем работы соответствует заданному или незначительно меньше;

Оценка «удовлетворительно» выставляется:

– содержание работы соответствует заданной тематике, но в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы или материал по теме изложен нелогично, нечетко представлено основное содержание вопроса;

– работа оформлена с ошибками в оформлении;

– объем работы значительно меньше заданного (отсутствуют выводы по графическим результатам анализа).

Оценка «неудовлетворительно» выставляется:

– не раскрыта основная тема работы;

– оформление работы не соответствует требованиям преподавателя;

– объем работы не соответствует заданному.

Тема 4. Основы геоморфологии
Практическое занятие 9
«Изучение гидрогеологических карт. Анализ динамики и геологической деятельности
подземных вод»

Цель: понимать гидрологические карты.

Выполнение работы способствует формированию:

Уд 1 Читать геологические карты и профили специального назначения

Материальное обеспечение:

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебно-методическая документация, дидактические средства.

Задание:

Изучить предложенную гидрогеологическую карту. Провести анализ динамики и геологической деятельности подземных вод

Порядок выполнения работы:

Краткие теоретические сведения:

Гидрогеологические карты являются основной формой графического изображения результатов гидрогеологической съемки. Они должны отражать распространение, последовательность, условия и глубину залегания, а также качественные и количественные характеристики всех выделяемых в соответствии со стратификационной схемой водоносных толщ и водоупоров в пределах заданной глубины картирования.

В зависимости от сложности природных условий, глубины и детальности картирования составляются совмещенные или расчлененные гидрогеологические карты, на которых соответственно показывается несколько или один из выделяемых водоносных комплексов (горизонтов). Совмещенные карты обычно составляют для отдельных структурных ярусов, для пород четвертичного и дочетвертичного возрастов. Этажность расположения водоносных комплексов (горизонтов) отображают методом «просвечивания» (*рисунок*), построением карт-срезов, линиями контуров и т. п..

Схема отображения этажности водоносных комплексов (горизонтов) методом «просвечивания» (по А.М. Овчинникову): 1 – водоупорные докембрийские отложения; водоносные комплексы отложений; 2 – девонских; 3 – каменноугольных; 4 – пермских.

Гидрогеологические карты составляются в окончательном виде на основе полевых карт, среди которых основными являются карты фактического материала, водопунктов и расчлененные или совмещенные гидрогеологические карты, а вспомогательными – геоморфологические, геологические, ландшафтно-индикационные и другие.

Гидрогеологические карты разделяются: по масштабу на обзорные (1:1000000 и мельче), мелкомасштабные (1:500 000 – 1:1 000 000), среднемасштабные (1:200 000 – 1:100 000), крупномасштабные (1:50000 и крупнее); по назначению и содержанию на общие и специальные; по способу графического оформления на совмещенные и расчлененные; по обоснованности фактическим материалом на кондиционные и некондиционные. Требования к гидрогеологическим картам и иллюстрирующим их профилям соответствующих масштабов (кондиции) указываются в специальных инструкциях и руководствах. В общем случае картографические материалы с пояснительной запиской должны обеспечивать решение всех задач, поставленных перед гидрогеологической съемкой соответствующего масштаба.

Единой методики составления гидрогеологических карт не существует. Наибольшим распространением на практике пользуется стратиграфо-гидрогеологический принцип картирования. На этих картах цветом показывается распространение основных водоносных горизонтов, комплексов и водоупоров в соответствии с их литолого-

стратиграфическим положением. Остальные сведения отображаются с помощью различных условных обозначений.

В соответствии с методическими указаниями, разработанными ВСЕГИНГЕО, составляются листы государственной гидрогеологической карты масштаба 1:200 000. Согласно этой методике на гидрогеологических картах масштабов 1:1 000 000 – 1:500 000, 1:200 000 – 1:100 000 и 1:50 000 рекомендуется отображать следующие данные:

1. По площади – распространение картируемых водоносных горизонтов (комплексов) и безводных водопроницаемых пород с указанием их возраста (показ цветом и цветной горизонтальной штриховкой), а также минерализации первого от поверхности земли водоносного горизонта (комплекса) в изолиниях или крапом. Крапом изображается минерализация (сухой остаток) в градациях: до 0,1; 0,1-0,5; 0,5-1,0; 1-3; 3-5; 5-7; 7-10; 10-15; 15-35 и более 35 г/л.

2. В точках – водопункты с указанием их номера, дебита в л/с, величины понижения уровня воды в м, глубины до воды в скважинах и колодцах в м, минерализации в г/л, геологического индекса водовмещающих пород, химического состава воды (цветом внутри значка водопункта).

3. Линиями – границы распространения водоносных горизонтов, залегающих ниже первого от поверхности, и гидроизогипсы грунтовых вод; стрелками – направление движения подземных вод.

Дополнительно на гидрогеологических картах могут показываться площади распространения многолетней мерзлоты, таликов, линз пресных вод, участки проявления карста, верховодки, оползней и другая информация.

Карты сопровождаются гидрогеологическими разрезами, которых отображаются особенности геологического строения, литолого-фациальные изменения и гидрогеологические условия по определенным профилям, ориентированным так, что на них наиболее полно отражаются условия залегания, распространения, питания, разгрузки и взаимоотношение по возможности всех или наибольшего количества картируемых водоносных горизонтов и комплексов.

В качестве иллюстрационных материалов дополнительно представляются карты пьезоизогипс, глубин залегания подземных вод, водообильности, водопроводимости, ресурсов подземных вод; гидрогеологического районирования по условиям водоснабжения и мелиоративного освоения территории, ландшафтно-индикационная, геоморфологическая, строения зоны аэрации, рельефа кровли и подошвы водоносных горизонтов и водоупоров, радиогидрогеологического опробования, гидрохимические и другие специальные карты, методика составления которых выбирается с учетом конкретных особенностей картируемой территории.

Методика Всесоюзного геологического института (ВСЕГЕИ), основанная на выделении и показе распространения водоносных комплексов (горизонтов) по типам формирующихся в них подземных вод (пластовых, трещинно-пластовых, трещинно-жильных и др.), получила меньшее распространение.

Методика составления специальных гидрогеологических карт в каждом конкретном случае определяется прежде всего содержанием и целевым назначением карт. Поскольку содержание и задачи специализированных карт разнообразны, единой методики их составления, как уже говорилось, не существует. Однако при составлении специализированных гидрогеологических карт необходимо следовать основному правилу – цветом показывать основные гидрогеологические элементы или факторы, предопределяющие решение поставленных задач. Последовательность применения других знаков выбирается с учетом обеспечения наглядности гидрогеологических данных, степени их важности и целевого назначения карты.

Мелкомасштабные и в меньшей мере среднемасштабные общие гидрогеологические карты широко используются для теоретических обобщений, перспективного планирования гидрогеологических и других видов исследований,

составления генеральных схем комплексного использования и охраны водных ресурсов и народнохозяйственного освоения отдельных территорий, построения различного рода сводных обзорных карт по территории СССР в целом и по отдельным крупным его регионам, для гидрогеологического районирования территорий и решения многих других задач.

Средне- и крупномасштабные гидрогеологические карты используются, главным образом, как надежная основа для текущего и перспективного планирования дальнейших гидрогеологических и других видов геологоразведочных работ, для гидрогеологического и технико-экономического обоснования разнообразных водохозяйственных мероприятий и строительства инженерных сооружений, для оценки естественных и эксплуатационных ресурсов подземных вод, для уточнения гидрогеологического районирования и решения многих других специальных задач.

Прекрасными примерами сводных обзорных гидрогеологических карт и выполнения гидрогеологического районирования служат карты, сопровождающие монографическое описание территории СССР различных регионов. В основу составления этих карт положен огромный фактический материал по подземным водам, в том числе и результаты мелко- и среднемасштабного картирования территории СССР. Масштаб составленных для различных регионов гидрогеологических карт изменяется от 1:2 500 000 до 1:500 000.

На основе обзорных гидрогеологических карт регионов и обобщения материалов региональных исследований составлены сводная общая гидрогеологическая карта территории СССР в масштабе 1: 5 000 000 и широтный гидрогеологический разрез, построенные на единой стратификационной схеме гидрогеологического расчленения изученного геологического разреза, карта модулей эксплуатационных ресурсов подземных вод (масштаб 1:5000000), обзорные карты минеральных и термальных вод СССР (масштаб 1:2500 000), карта грунтовых вод европейской части Союза ССР и другие обзорные гидрогеологические карты.

Материалы регионального гидрогеологического изучения и мелкомасштабные гидрогеологические карты и карты общего гидрогеологического районирования территорий (районирование по геоструктурному принципу и общности гидрогеологических условий) широко используются для региональных оценок и специального гидрогеологического районирования (районирование территорий по отдельным гидрогеологическим признакам или их совокупности применительно к решению специальных народнохозяйственных задач) территории СССР или отдельных его частей по условиям водоснабжения, применения вертикального дренажа, подземного захоронения промышленных стоков, искусственного пополнения запасов подземных вод и других целей.

Региональные гидрогеологические карты и монографические описания гидрогеологических условий территории СССР имеют большую народнохозяйственную ценность. Достаточно отметить, что все дальнейшие гидрогеологические исследования и изыскания для решения разнообразных задач в любом районе территории нашей страны можно проводить более плодотворно и целенаправленно на основе рабочей гипотезы, обоснованной материалами выполненных исследований. В какой-то мере созданы условия для исключения повторных исследований. Все это обеспечивает твердую основу для осуществления дальнейших гидрогеологических исследований и изысканий на качественно новом и более высоком научно-техническом уровне.

Все воды, находящиеся ниже поверхности твёрдой Земли называют подземными водами. Эти воды связаны с поверхностными и атмосферными, образуя глобальный круговорот вод.

Виды вод в горных породах

В толщах горных пород и минералах вода содержится в различных формах.

1. Вода в форме пара. Этот вид воды присутствует в воздухе, заполняющем трещины и пустоты между частицами породы.

2. Вода в форме льда. Лёд в почвах и породах может присутствовать как в виде отдельных кристаллов, так и в форме скоплений льда (линз, прослоев). Наиболее широко эта форма нахождения воды распространена в области развития многолетней мерзлоты.

3. Кристаллизационная и конституционная вода. Эти виды вод являются составными частями минералов, входя в их состав в виде молекул или $(OH)^-$ -групп, то есть находятся в химически связанном состоянии.

3.1. Кристаллизационная вода. Этот вид воды входит в состав минералов в виде молекул H_2O в постоянном для каждого минерала количестве (например, гипс – $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, мирабилит – $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$).

3.2. Цеолитная вода. Цеолитная вода входит в состав минералов в виде молекул H_2O , число которых в составе минерала непостоянно и может меняться в широких пределах без нарушения физической однородности минерала. Этот вид воды характерен для минералов группы цеолитов, относящихся к каркасным алюмосиликатам. Их особенностью является наличие больших полостей (занимающих до 50% объема) в структуре каркаса, вмещающих катионы Ca^{2+} , Na^+ , K^+ и молекулы воды. В зависимости от условий (температуры, влажности) количество молекул воды в составе минерала изменяется. Цеолитная вода часто рассматривается как разновидность кристаллизационной.

3.3. Конституционная вода. Присутствует в минералах не в молекулярной форме, а в форме гидроксильной группы $(OH)^-$, занимающей определенную позицию в кристаллической решетке минерала. Этот вид воды может быть выделен только с полным разрушением структуры минерала.

4. Физически связанная вода. Этот вид воды присутствует на поверхности частиц. Разделяется на две разновидности.

4.1. Прочносвязанная (гигроскопическая). Образуется при адсорбции частицами молекул воды из паров. Гигроскопическая вода окутывает поверхность частиц сплошной или прерывистой плёнкой и очень прочно удерживаемой на них (под давлением до 10000 атм).

4.2. Слабосвязанная (пленочная). Располагается поверх прочносвязанной, образуя на поверхности частиц «вторую плёнку». Сила связи между собственно пленочной водой и гигроскопической водой, окутывающей частицы пород, относительно слабая. В силу этого пленочная вода находится в жидком состоянии (обладая при этом повышенной вязкостью) и способна медленно передвигаться от частиц с большей толщиной плёнок к частицам с меньшей толщиной плёнок. Этот вид вод широко распространен в почвах. В породах наибольшее содержание физически связанной воды отмечается в глинах (наиболее тонкодисперсных породах).

5. Свободная вода.

5.1. Капиллярная вода. Капиллярная вода располагается в тонких трещинах и порах пород и удерживается в них силами поверхностного натяжения.

5.2. Гравитационная вода. К этому виду относятся воды, перемещающиеся (фильтрующиеся) под действием силы тяжести и напорного градиента в толще пород по сообщающимся порам и трещинам. Образование гравитационных вод происходит при насыщении всех пор и трещин породы водой.

Анализ приведённой выше классификации вод в горных породах позволяет выделять среди их две главные группы – **связанные** и **подвижные** (свободные) воды. Все природные воды, находящиеся ниже поверхности Земли в подвижном состоянии называются **подземными водами**.

Происхождение подземных вод

По происхождению подземные воды разделяются на 4 типа. **Инфильтрационные воды** образуются путём просачивания с поверхности дождевых и

талых вод, а также вод поверхностных водоёмов. **Седиментационные воды** – воды, захороненные вместе с осадками в процессе осадкообразования.

Конденсационные воды - подземные воды, образовавшиеся в результате конденсации пароводяной воды. **Эндогенные воды** – воды, поступающие из недр планеты; их образование связано с процессами отделения водяных паров от магмы и их конденсации (ювенильные воды), процессами

Классификация подземных вод по залеганию и их динамика

Переходя к рассмотрению особенностей залегания и динамики подземных вод необходимо отметить, что горные породы существенно различаются по водопроницаемости. Водопроницаемость определяется пористостью (или трещиноватостью) пород (являющейся отношением объёма всех пор к объёму породы), размером пор или трещин, их связью между собой. Наибольшая водопроницаемость присуща крупнообломочным рыхлым породам (галечникам, гравию), а также сильно трещиноватым породам независимо от их происхождения. Слои горных пород, насыщенные гравитационной водой, образуют *водоносные горизонты*. В зависимости от характера пустот в водоносных горизонтах подземные воды делятся на следующие разновидности:

- поровые - заполняющие пространство между частицами рыхлых пористых обломочных пород (песков, галечников);
- трещинные - залегающие в трещинах массивных скальных пород (кристаллические породы, песчаники, массивные известняки);
- карстовые (трещинно-карстовые) - залегающие в пустотах и полостях, образованных в результате растворения пород (присутствуют в растворимых породах - солях, гипсах, известняках, доломитах).

Водопроницаемость снижается по мере уменьшения размера частиц, уплотнения и цементации породы, уменьшения степени её трещиноватости. Практически водонепроницаемыми - **водоупорными горизонтами** - являются нетрещиноватые массивные породы и глины. Необходимо отметить, что пористость глин может достигать очень высоких значений (до 60% общего объёма породы), однако, ввиду тонкодисперсности породы, поры между слагающими её частицами имеют капиллярный характер и вода в них удерживается силами поверхностного натяжения, не фильтруясь через породу.

По условиям залегания, питания и движения среди подземных вод выделяются несколько разновидностей.

Наиболее близко к поверхности располагаются **почвенные воды**, образующиеся за счёт увлажнения почв атмосферными осадками и конденсации влаги из воздуха. Это воды висячие, не подстилаемые водоупорными горизонтами. Они имеют большое значение в питании растений и процессах выветривания содержащихся в почве минералов, но хозяйственного значения не имеют.

Ниже зоны почвенных вод располагается толща практически сухих пород, содержащих в небольших количествах плёночную воду. Если в этой толще имеются прослойки или линзы водоупоров, то в периоды обильной инфильтрации (просачивания) атмосферных и поверхностных вод (периоды дождей, таяния снега, половодий и пр.) над ними происходит образование временных скоплений гравитационных вод. Мощность пород, насыщенных такими водами не превышает обычно 1 м. Эти временные водоносные горизонты называются **верховодки**.

Первый от поверхности Земли постоянно существующий в пределах рассматриваемой территории водоносный горизонт называется горизонтом **грунтовых вод**. Верхняя граница зоны постоянного насыщения пород грунтовыми водами носит название зеркала (или уровня) грунтовых вод. Питание грунтовых вод осуществляется за счёт инфильтрации атмосферных осадков, талых вод, вод поверхностных водоёмов.

Мощность водоносного горизонта непостоянна и изменяется как по площади (в зависимости от рельефа), так и во времени (в зависимости от количества атмосферных осадков, режима водоёмов). Колебание уровня грунтовых вод во времени определяет наличие так называемой зоны периодического насыщения, находящейся непосредственно над зоной постоянного насыщения и являющейся водоносной в периоды повышения уровня грунтовых вод.

Водоносные горизонты, залегающие ниже горизонта грунтовых вод, разделяющиеся пластами водоупорных пород называются **межпластовыми водами**. Последние, в свою очередь, разделяются на **межпластовые безнапорные** и **межпластовые напорные (или артезианские)** воды.

Таким образом, по условиям залегания можно выделить две главные зоны распространения подземных вод – зону аэрации и зону насыщения. **Зона аэрации** - пространство от поверхности Земли до зеркала грунтовых вод, в котором происходит инфильтрация вод с поверхности. К водам зоны аэрации относятся почвенные воды и верховодки. **Зона насыщения** – пространство ниже зеркала грунтовых вод, где находятся постоянно действующие водоносные горизонты. К водам зоны насыщения относятся грунтовые и межпластовые воды.

Форма представления результата: отчет в произвольной форме о проведенном анализе динамики и геологической деятельности подземных вод

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике, обучающийся показывает системные и полные знания и умения по данному вопросу;
- работа оформлена в соответствии с рекомендациями преподавателя;
- объем работы соответствует заданному;
- материал изложен четко, рационально, отражена справедливость и правдивость выводов.

Оценка «хорошо» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике;
- обучающийся допускает небольшие неточности или некоторые ошибки в данном вопросе (неоднородная выборка);
- материал изложен четко, рационально, однако в выводах не везде присутствует справедливость и правдивость.

– в оформлении работы допущены неточности;

– объем работы соответствует заданному или незначительно меньше;

Оценка «удовлетворительно» выставляется:

– содержание работы соответствует заданной тематике, но в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы или материал по теме изложен нелогично, нечетко представлено основное содержание вопроса;

– работа оформлена с ошибками в оформлении;

– объем работы значительно меньше заданного (отсутствуют выводы по графическим результатам анализа).

Оценка «неудовлетворительно» выставляется:

– не раскрыта основная тема работы;

– оформление работы не соответствует требованиям преподавателя;

– объем работы не соответствует заданному.

Тема 5. Физикохимические и агрономические характеристики почвы
Практическое занятие 10
«Факторы и типы почвообразования»

Цель: определять условия почвообразования

Выполнение работы способствует формированию:

Уд 4 Определять типы почвообразующих пород по образцам

Материальное обеспечение:

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебно-методическая документация, дидактические средства.

Задание:

По предложенному материалу определить тип почвообразования и охарактеризовать факторы, влияющие на почвообразование

Порядок выполнения работы:

Краткие теоретические сведения:

Основные факторы почвообразования (по В. В. Докучаеву):

1. Почвообразующая порода (или материнская)
2. Климат
3. Рельеф
4. Растительные и животные организмы
5. Время

Чтобы показать функциональную взаимосвязь между почвенным покровом и почвообразующими факторами, исследователь выявил специальную формулу:

$$П = f(К, Г, О, Р) * Т$$

Обозначения в ней следующие:

- П – почва
- К – климат
- Г – горные породы
- О – организмы
- Р – рельеф
- Т – время

Позднее последователи Докучаева добавили еще два важных условия, которые также имеют большое влияние на процесс почвообразования. Это антропогенный фактор, за которым скрыта деятельность человека, и фактор воды.

Таким образом, на почвообразование наибольшее воздействие оказывают:

- Материнская порода
- Климат
- Рельеф
- Вода
- Растительные и животные организмы
- Время
- Деятельность человека

Материнская порода

Она также называется почвообразующей.

Большинство почв образовалось на рыхлых осадочных породах. Они становятся источником минеральных элементов для плодородного слоя, передают ему свою структуру, некоторые физические и химические свойства.

Роль материнской породы существенна на начальных этапах почвообразования. Затем она немного снижается. Минералы попадают в грунт из остатков растений, а на физические свойства влияет влажность, количество осадков, земляная фауна.

Климат

Самое большое влияние на образование почвы оказывают средние температуры в климатической зоне, влажность (осадки) и ветер.

В холодном и слишком жарком климате химические и биологические процессы в грунте протекают медленно, растительность тут скудная. Поэтому плодородный слой в такой зоне очень тонкий. При недостатке воды почвы могут превратиться в солончаки, а переизбыток приведет к заболачиванию.

Лучшим климатом для формирования почв считается умеренный теплый (суббореальный). Именно в таких зонах образовались типичные черноземы. В России это территории Кубани, Ставрополя.

Рельеф

На крутых склонах гор почвы подвергаются ветровой и водной эрозии. Южная сторона холма или горы лучше прогревается, там хорошо развивается растительность, и слой почвы более толстый. В долинах скапливается вода, что может привести к образованию болот. От рельефа зависит и уровень стояния грунтовых вод. В низине он выше, чем на возвышенности.

Самые оптимальные условия для формирования почв на равнинах. Здесь не застаивается вода, грунты не подвергаются водной и ветровой эрозии.

Вода

Вода, поверхностная и грунтовая, влияет на окислительно-восстановительный режим почвы. Кроме того, влага оказывает воздействие на процессы выветривания, образования минералов и гумуса. Она берет на себя роль терморегулятора, определяет тепловой баланс и температурный режим почвы.

Растительные и животные организмы

Иначе этот фактор еще называют биологическим.

На формирование почвы влияют растения, микроорганизмы и земляная фауна. Высшие растения – это основной источник органических веществ. От их вида и состава зависят многие характеристики почвы. Микроорганизмы (грибки, бактерии) играют ведущую роль в разложении органических веществ на простые минеральные, доступные растениям для усвоения.

Животные перерабатывают грубые органические остатки, разрыхляют землю. Важную роль играют дождевые черви. Они пропускают через себя от 5 до 600 т грунта за месяц. Их выделения богаты углеводами, которые склеивают частицы почвы и становятся средой для обитания бактерий.

Время

Формирование плодородного слоя – это практически непрерывный процесс, занимающий тысячелетия. Второе название этого фактора – возраст.

Различают абсолютный и относительный возраст почвы. Первый измеряется от начала формирования почвенного покрова до наших дней. Большинство современных почв образовались в четвертичный период (около 2 миллионов лет назад). На развитие 1 м плодородного грунта идет от 20 до 80 тысяч лет (в зависимости от климатической зоны).

Относительный возраст – это скорость формирования почвы. Она отличается в разные периоды, зависит от изменения влажности и температуры на протяжении лет, периода глобального похолодания или потепления.

Деятельность человека

Человек начал влиять на почву, когда занялся сельским хозяйством. Произошло это около 10 тысяч лет назад. Влияние повысилось в последние столетия.

Антропогенные изменения связаны с вырубкой лесов, орошением пустынных земель и осушением болот. В результате меняется структура растительности, водный режим. При ведении сельского хозяйства в грунт вносятся минеральные и органические удобрения, химикаты для борьбы с вредителями и сорняками. При

уборке урожая с полей вывозится большая часть зеленой массы. Верхний слой грунта постоянно вспахивается.

Влияние человека бывает положительным и отрицательным. При неправильной обработке почвы деградируют, их плодородие падает. Если придерживаться всех правил ухода за грунтом, его характеристики улучшатся, а урожайность будет расти.

Тип почвообразования (по И.П. Герасимову) – это сложный комплекс взаимосвязанных и взаимообусловленных химических, физических, биологических явлений и процессов превращения и перемещения веществ и энергии в почве, которые приводят к дифференциации почвенного профиля и формированию определенных типов почв.

Типы почвообразования делятся на 2 группы по характеру климатических условий, для которых они характерны:

1. Типы почвообразовательного процесса бореального (холодного и умеренного) климата – здесь выделяются подзолистый, болотный и дерновый типы почвообразования.

2. Типы почвообразовательного процесса теплого климата – солонцовый и латеритный типы.

Подзолистый тип почвообразования. Характерен для лесной растительной зоны умеренных широт: тайги, смешанных и широколиственных лесов, в условиях влажного климата, особенно энергично на безкарбонатных материнских породах. Основные почвообразовательные процессы – формирование лесной подстилки как основного источника гумуса, которого в горизонте А содержится всего 3,5-4%, а также заключается в интенсивном разрушении минералов почвы в нижней части горизонта А под влиянием органических кислот (фульвокислот), и в не менее интенсивном выносе образовавшихся продуктов разрушения из верхних горизонтов в нижние. Продукты разрушения - органика, кремнекислоты, гидроксиды железа и алюминия, марганца, серы и др., аккумулируются в горизонте В.

При этом почвенный профиль имеет следующее строение:

A_0 – мощность 0-5 см, лесная подстилка, состоит из полуразложившего растительного опада.

A_1 – гумусово-аккумулятивный, темно-окрашенный, мощностью 10-20 см.

A_2 – элювиальный или подзолистый, имеет белесоватую окраску, слоистую структуру, состоит из кремнезема или кварца, рыхлый.

В – иллювиальный горизонт, имеет бурую или красно-бурую окраску, плотное сложение, характерно выпадение в осадок соединений железа и марганца (т.н. новообразования почвы) в виде горошинок, бобовинок или прослойков. Они называются соответственно ортштейны и ортзанды.

С – материнская порода.

При этом формируются подзолистые почвы или подзолы



• Профиль подзола тайги

Болотный тип почвообразования. Основными условиями проявления болотного типа является переувлажнение почвы за счет застоя поверхностных вод или близкого залегания грунтовых вод и наличие болотной растительности.

Сутью болотного почвообразовательного процесса является особенная трансформация в анаэробных условиях растительных органических остатков (торфообразования) и минеральной части почвы (оглеения).

Торфообразование — это процесс накопления на поверхности почвы неразложившихся или полуразложившихся растительных остатков в условиях дефицита кислорода. В торфообразовании принимают участие такие болотные растения, как сфагновые мхи, зеленый мох кукушкин лен, осоки, камыш, рогоз, клюква, багульник, из деревьев и кустарников — ива, ольха, береза, сосна и др.

Оглеение — это сложный биохимический восстановительный процесс, который происходит в анаэробных условиях при участии анаэробных микроорганизмов, при этом окисленные формы содержащихся в почве металлов переходят в восстановленную форму.

Болотные почвы обычно характеризуются следующим строением почвенного профиля:

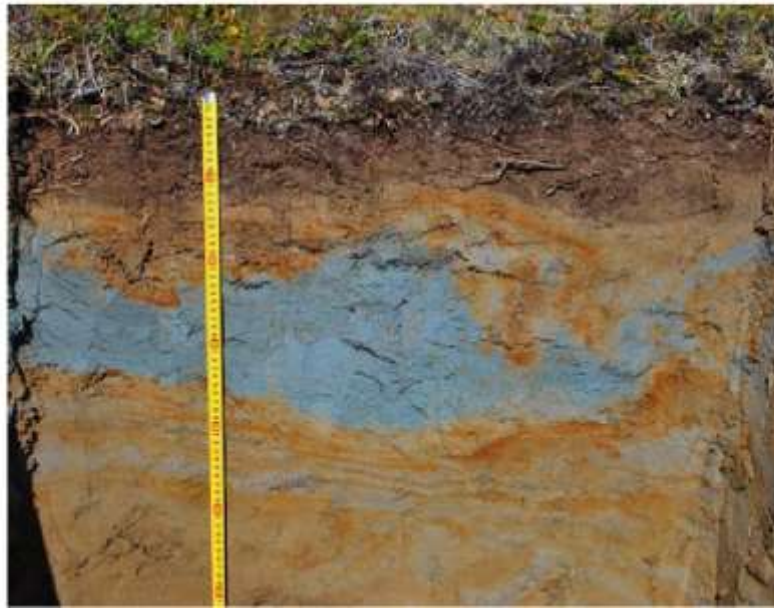
Т – торфяной горизонт мощностью до нескольких десятков м, состоит из полуразложившихся растительных остатков

А – аккумулятивно-перегнойный горизонт, маломощный бурый, до 10 см или почти отсутствует.

Г – глеевый горизонт, вязкий во влажном состоянии, имеет серо-голубую или серо - зеленую окраску, мощность до 40 см. В виде новообразований известны соединения железа бурого цвета в виде пятен или пятна и примазки окисленного фосфата меди – вивианита или бирюзы зеленовато-голубого цвета.

С – материнская порода.

Тундрово-глеевые



• Профиль переувлажненной тундрово-глеевой почвы.

Дерновый тип почвообразования характеризуется проявлением двух важнейших почвообразовательных процесса – дернового и гумусонакопления. Именно при данном типе формируются самые плодородные почвы мира – черноземы. Этот процесс проявляется в условиях умеренного континентального климата травянистых степей и их аналогов, что приводит к максимальной аккумуляции органики.

Дерновый процесс сводится к накоплению в верхней части горизонта А полуразложившейся в условиях континентального умеренного климата органической массы корней растений. При этом мощность данного горизонта может достигать до 30 см. в верхней части горизонта формируется сложно дифференцированный дерновый горизонт, который на 50% состоит из корней растений в нижней части, а верхней части представлен органикой степного войлока.

В горизонте А идет интенсивное накопление собственно гумуса и накопление его в виде мощного *перегнойного горизонта* (мощностью до 1 м) интенсивно-черной окраски. Содержание гумуса в нем самое высокое из известных в мире – до 7,5-8,5%. Накопление гуминовых кислот приводит к отсутствию разрушения минералов механической части почвы. В результате чего для черноземов характерно накопление минералов и частиц глинистой и илистой фракции, в результате чего их механический состав довольно тяжелый.

Строение профиля черноземов

A_0 - степной войлок, полуразложившаяся степная растительная масса мощностью до 5 см.

Д – дерновый горизонт черной или темно-серой окраски, состоит из корневой полуразложившейся массы степных трав и зернистых механических агрегатов.

A_1 – перегнойно- аккумулятивный горизонт черного цвета, жирный на ощупь, комковатый, глинистый, мощностью до 1 м.

A_2 – переходный или элювиальный горизонт, иногда выделяется у оподзоленных черноземов.

В – иллювиальный горизонт, темно-бурый, переход к нему постепенный, мощный, до 80-100 см, плотный, Здесь могут присутствовать новообразования карбоната кальция в виде так называемой белоглазки.

С – материнская порода.



• Профиль чернозема обыкновенного

Солонцеватый тип почвообразования характерен для областей с засушливым климатом, умеренным или теплым, и отличается развитием двух типов почвообразовательных процессов – солонцового процесса и слитизации или уплотнения почв.

Солонцовый процесс. Соли встречаются в виде примесей к глинистым минералам в почвах аридных зон. Наиболее широко распространены в почвах карбонаты (кальцит, доломит, сода); сульфаты (гипс, тенардит); хлориды (галит). Большое количество солей характерно для почвообразующих пород, являющихся древними морскими отложениями.

При выпадении атмосферных осадков или подъеме грунтовых вод эти соли могут переходить в растворимое состояние (особенно хлориды натрия) и в последствии выпадать в осадок в различных частях почвенного профиля, чрезмерно

уплотняя почву. Установлено К.К. Гедройцем, если соли натрия промыты на глубину почвы до 15-20 см, то такую почву следует называть *солонцом*, а если соли натрия образуют поверхностную беловатую корку на поверхности почвы, то это *солончак*.

Типичный солонец имеет следующее строение:

А - гумусово-элювиальный горизонт комковатой или пластинчатой структуры, слоеватый, более легкого механического состава, чем ниже расположенный горизонт. Цвет светло-бурый, бурый или буровато-серый (каштановый), Мощность горизонта до 25 см.

В_{Na} - солонцовый горизонт более темной окраски — темно-бурый или бурый столбчатой структуры, в сухом состоянии плотный, трещиноватый, во влажном — вязкий, бесструктурный, мажущийся.

В - подсолонцовый горизонт более светлой окраски, обычно содержит гипс и карбонаты в виде белоглазки, журавчиков, стяжений, псевдомицелия и др.

Сс – засоленная материнская порода.

Латеритный тип почвообразования характерен для регионов жаркого климата влажного или переменного влажного. Латеритные почвы формируются на материнских горных породах магматического и метаморфического генезиса. Ведущий почвообразовательный процесс – латеритный. Именно они приводят к переходу в растворимое состояние соединений железа и алюминия, которые придают почве специфическую буро-красную или желто-бурую окраску. В засушливый сезон или под воздействием грунтовых вод в средней части почвенного профиля происходит выпадение в осадок коллоидов указанных металлов а также силикатов с их последующим высыханием и слитизацией почв. Происходит формирование прочного панциря – латерита. Который иногда охватывает и верхние почвенные горизонты.

Красно-бурый латеритный почва имеет следующее строение:

А – гумусовый горизонт, маломощный, бурой окраски, мощностью до 15-20 см, кислой реакции, обедненный основаниями.

В – красно-бурый, рыхлый, обогащенный соединениями железа и алюминия, мощностью до 20-60 см.

L-латеритный горизонт, очень плотный, похожий на красный кирпич, панцирь из соединений железа, алюминия и силикатов. Мощностью до нескольких десятков м.

С – материнская порода.

Форма представления результата: отчет об определении типа почвообразования образца и характеристика факторов, влияющих на почвообразование

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике, обучающийся показывает системные и полные знания и умения по данному вопросу;
- работа оформлена в соответствии с рекомендациями преподавателя;
- объем работы соответствует заданному;
- материал изложен четко, рационально, отражена справедливость и правдивость выводов.

Оценка «хорошо» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике;
- обучающийся допускает небольшие неточности или некоторые ошибки в данном вопросе (неоднородная выборка);

– материал изложен четко, рационально, однако в выводах не везде присутствует справедливость и правдивость.

– в оформлении работы допущены неточности;

– объем работы соответствует заданному или незначительно меньше;

Оценка «удовлетворительно» выставляется:

– содержание работы соответствует заданной тематике, но в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы или материал по теме изложен нелогично, нечетко представлено основное содержание вопроса;

– работа оформлена с ошибками в оформлении;

– объем работы значительно меньше заданного (отсутствуют выводы по графическим результатам анализа).

Оценка «неудовлетворительно» выставляется:

– не раскрыта основная тема работы;

– оформление работы не соответствует требованиям преподавателя;

– объем работы не соответствует заданному.

Тема 5. Физикохимические и агрономические характеристики почвы
Практическое занятие 11
«Определение гранулометрического состава почвы».

Цель: получить представление о гранулометрическом составе почв, его классификации и методах лабораторного исследования; определить гранулометрический состав почвы, установить относительное содержание в почве частиц

Выполнение работы способствует формированию:

Уд 5 Определять механический и физический состав и водный режим почв.

Материальное обеспечение:

1. Образец почвы в почвенном ящике.
2. Бланк описания образца почвы.
3. Фарфоровая ступка и пестик.
4. Мензурка или колба с водой.
5. Влажные салфетки для рук.
6. Полиэтиленовый (или бумажный) пакет для мусора.

Задание: Определить механический (гранулометрический) состав каждого генетического горизонта (подгоризонта) образца почвы методом раскатывания

Порядок выполнения работы:

Краткие теоретические сведения:

Твёрдая фаза почв и почвообразующих пород состоит из частиц различной размерности, которые называются механическими элементами. Эти элементы имеют минеральное, органическое и органо-минеральное происхождение, представляя собой обломки горных пород, отдельные зёрна первичных и вторичных минералов, гумусовые вещества, соединения органических и минеральных веществ. Механические элементы находятся в почве или в почвообразующей породе как в свободном состоянии (например, в песке), так и соединёнными в структурные отдельности – агрегаты (комки) различной величины, формы и прочности. Близкие по размеру и свойствам частицы объединяются во фракции (таблица 2), при этом все механические фракции объединяются в две большие группы: физическая глина (размерность частиц менее 0,01 мм) – ил, мелкая и средняя пыль и физический песок (размерность частиц более 0,01 мм).

Фракции механических элементов слагают почвы или породы в различных количественных соотношениях. Относительное содержание в почве или почвообразующей породе (высушенной при температуре +105°C) фракций механических элементов называется механическим (гранулометрическим) составом, который оказывает большое влияние на почвообразование. От механического состава почв и почвообразующих пород в большой степени зависит интенсивность многих почвообразовательных процессов, связанных с превращением, перемещением и накоплением минеральных и органических соединений в почве. В результате в одних и тех же природных условиях из пород разного механического состава формируются почвы с неодинаковыми свойствами.

Механический состав оказывает существенное влияние на воднофизические, физико-механические, воздушные, тепловые свойства, окислительно-восстановительные условия, поглонительную (сорбционную) способность, накопление в почве гумуса, зольных элементов, азота и, как следствие, на сельскохозяйственное использование почв.

Так, почвы с большим содержанием глинистых (иловато-пылеватых) частиц отличаются более высокой связностью и влагоёмкостью, лучше обеспечены питательными элементами и богаче гумусом. Однако агрикультурная обработка этих почв требует больших энергетических затрат, поэтому такие почвы принято называть тяжёлыми. Почвы с большим содержанием песчаных частиц (лёгкие почвы), напротив, имеют высокую водопроницаемость (из-за большей пористости) и низкую влагоёмкость,

обеднены гумусом и элементами питания растений, обладают незначительной поглотительной способностью, но легко поддаются обработке.

Таблица 2

Фракции механических элементов и их состав

Фракции механических элементов	Размерность фракций, мм	Состав
Камни	Более 10	преимущественно обломки горных пород (почвы и породы валунные, галечниковые и щебенчатые)
Гравий	1,5-10	обломки пород и первичных минералов
Песок	0,05-1,5	обломки первичных минералов, прежде всего кварца и полевых шпатов
Пыль	0,005-0,05 (крупная и средняя пыль)	обломки первичных минералов, прежде всего кварца и полевых шпатов; для средней пыли характерно также повышенное содержание слюдистых минералов
	0,001-0,005 (мелкая пыль)	обломки первичных и вторичных минералов
ил	0,0001-0,001 (собственно илистая фракция)	преимущественно обломки высокодисперсных вторичных минералов; из первичных минералов чаще всего встречаются кварц, ортоклаз и мусковит
	Менее 0,0001 (коллоиды)	

Всё многообразие почв и почвообразующих пород по механическому составу можно объединить в группы с характерными для них физическими, физико-химическими и химическими свойствами. В основу этого группирования положено соотношение физического песка и физической глины. По соотношению содержания частиц различной величины (главным образом, по содержанию частиц менее 0,005 мм) почвы и почвообразующие породы подразделяются на следующие крупные группы – пески, супеси, суглинки и глины (таблица 3).

Т а б л и ц а 3

Группы и подгруппы почв и почвообразующих пород по механическому (гранулометрическому) составу (по В.В. Добровольскому, 2001)

Группы	Подгруппы	Содержание частиц (%) менее 0,005 мм (мелкая пыль и ил)
Глина	тяжелая	Более 60
	легкая	30-60
Суглинок	Тяжелый	20-30
	средний	15-20
	легкий	10-15
Супесь	тяжелая	6-10
	легкая	3-6
песок		Менее 3

Иногда выделяют скелетный механический состав, когда почвенная масса состоит из обломков плотных пород (хрящ, щебень, галька, валуны), смешанных с мелкозёмом. Если отбросить крупные (скелетные) элементы, то оставшая почвенная масса обнаруживает свойства одной из перечисленных в таблице 3 групп (подгрупп).

Соотношение обломочных частиц в почвообразующих породах разного происхождения определяет механический состав развитых из них почв. Из супесчаных (например, аллювиальных (речных) или эоловых (образованных деятельностью ветра)) почвообразующих пород образуются супесчаные почвы, из суглинистых (аллювиальных, делювиальных (образованных при плоскостном смыве на склонах) или иного происхождения) пород – суглинистые почвы.

Существует несколько способов определения механического (гранулометрического) состава почв и почвообразующих пород – от относительно сложных методов с использованием специального оборудования (седиментационный анализ, основанный на обособлении частиц вследствие неодинаковой скорости осаждения (седиментации) их в воде в зависимости от массы и величины: скорость осаждения частицы (V) пропорциональна её радиусу (R) во второй степени, т.е. $V = f(R^2)$ (закон Стокса); ситовый гранулометрический анализ, широко применяемый для определения механического состава песчаных и супесчаных почв при помощи стандартного набора сит с последующим взвешиванием выделенных фракций; анализ по методу Рутковского, позволяющий выделить глинистую, пылеватую и песчаную фракции, основываясь на способности частиц почв и почвообразующих пород набухать в воде, и другие методы) до предельно простых приёмов (на ощупь; метод раскатывания) для отнесения почвы и почвообразующей породы к глинистой, суглинистой, супесчаной или песчаной группе. Последние методы широко применяются в полевых исследованиях (в том числе на полевых учебных практиках) в силу их простоты и быстроты проведения, однако их результаты дают лишь ориентировочное представление о механическом составе почвы или почвообразующей породы.

ЗАДАНИЕ

Определить механический (гранулометрический) состав каждого генетического горизонта (подгоризонта) образца почвы методом раскатывания.

Методика работы

(1) Небольшое количество почвенного материала (объём одной чайной ложки), взятое из отдельного генетического горизонта (подгоризонта) образца почвы, очищается от посторонних предметов (веточки, стебли и корни трав, обломки камней, угольки и т.д.), аккуратно растирается в фарфоровой ступке до однородной рассыпчатой массы и смачивается водой из мензурки или колбы до густой вязкой (тестообразной) консистенции.

(2) Полученная масса скатывается в шарик диаметром около 1,5–2 см.

(3) Шарик раскатывается на более или менее ровной поверхности (стол, тетрадная поверхность, ладонь и т.д.) в шнур длиной около 5 см и равномерной толщиной около 4–5 мм.

(4) Полученный шнур аккуратно сгибается в кольцо также на более или менее ровной поверхности (стол, тетрадная поверхность, ладонь и т.д.). Не допускается сгибание в кольцо пересохшего или переувлажнённого шнура: если шнур высох, то необходимо добавить немного воды и раскатать материал вновь, если он переувлажнённый – слегка обдуть его для испарения воды с поверхности.

(5) По характеру раскатывания материала в шнур, его морфологии, наличию и густоте трещин на нём определяется принадлежность изучаемого почвенного материала к той или иной группе (подгруппе) механического состава (таблица 4).

Т а б л и ц а 4

Определение механического (гранулометрического) состава почвы и почвообразующей породы методом раскатывания

Морфологические особенности образца при раскатывании		Группы и подгруппы механического состава	
Не скатывается в шарик		песок	
Очень трудно скатывается в шарик, легко разваливается на механические элементы		Легкая супесь	супесь
Скатывается только в шарик, который при раскатывании в шнур рассыпается и разваливается		Тяжелая супесь	
Скатывается в шарик и шнур, который разваливается на отдельные сегменты до сворачивания в кольцо		Легкий суглинок	суглинок
Скатывается в шарик и шнур с утончающимися концами, который при сворачивании в кольцо дает трещины и разваливается на сегменты		Средний суглинок	
Скатывается в шарик и шнур с утончающимися концами, который при сворачивании в кольцо не разваливается, но дает трещины различной глубины		Тяжелый суглинок	
Скатывается в шарик и шнур с утончающимися концами, который при сворачивании в кольцо не разваливается, но дает одну-три небольшие и неглубокие трещины		Легкая глина	глина
Скатывается в шарик и шнур с утончающимися концами, который при сворачивании в кольцо разваливается и не дает трещин		Тяжелая глина	

(6) Исходя из механического состава для каждого генетического горизонта (подгоризонта) определяются, опираясь на таблицы 2 и 3, общие особенности его минералогического состава. Эти выводы сопоставляются с выводами об особенностях минералогического состава, полученными по анализу окраски почвенного образца.

(7) Отработанный почвенный материал не возвращается обратно в почвенный ящик, а удаляется в мусорное ведро или пакет

Для надежности определения механического состава и исключения случайного результата необходимо провести описанную выше процедуру на раскатывание не менее двух-трех раз для одного и того же образца.

Итоговый результат по механическому составу каждого генетического горизонта (подгоризонта) вписывается простым карандашом в соответствующую графу бланка описания образца почвы.

Форма представления результата: заполненный бланк

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике, обучающийся показывает системные и полные знания и умения по данному вопросу;
- работа оформлена в соответствии с рекомендациями преподавателя;

- объем работы соответствует заданному;
- материал изложен четко, рационально, отражена справедливость и правдивость выводов.

Оценка «хорошо» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике;
- обучающийся допускает небольшие неточности или некоторые ошибки в данном вопросе (неоднородная выборка);
- материал изложен четко, рационально, однако в выводах не везде присутствует справедливость и правдивость.

– в оформлении работы допущены неточности;

– объем работы соответствует заданному или незначительно меньше;

Оценка «удовлетворительно» выставляется:

– содержание работы соответствует заданной тематике, но в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы или материал по теме изложен нелогично, нечетко представлено основное содержание вопроса;

– работа оформлена с ошибками в оформлении;

– объем работы значительно меньше заданного (отсутствуют выводы по графическим результатам анализа).

Оценка «неудовлетворительно» выставляется:

– не раскрыта основная тема работы;

– оформление работы не соответствует требованиям преподавателя;

– объем работы не соответствует заданному.

Тема 6. Типы почв. Плодородие почв
Практическое занятие 12
«Определение и характеристика типов почв»

Цель: формирование представлений о зональном распределении почв по территории страны и их особенностях.

Выполнение работы способствует формированию:

Уд 4 Определять типы почвообразующих пород по образцам

Материальное обеспечение:

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебно-методическая документация, дидактические средства.

Задание:

По предложенной карте РФ дать описание типов почв, их свойств и условий почвообразования в таблице

Порядок выполнения работы:

Краткие теоретические сведения:

Откройте почвенную карту России в атласе. Назовите почвы. (примерные ответы).
 Есть ли закономерности в размещении почв? Давайте совершим путешествие по почвенной карте с севера на юг по территории Восточно-Европейской равнины. В горах почвы изменяются, следуя закону высотной поясности от подножья к вершине. Типы почв соответствуют типу растительности.

Одновременно мы с вами в течение объяснения новой темы, будем выполнять практическую работу. Работу будем выполнять в виде составления таблицы.

Типы и свойства почв различных природных зон

Природная зона	Типы почв	Содержание гумуса	Свойства почвы	Условия почвообразования
1 Арктическая пустыня	часто отсутствуют или арктические	крайне мало	Не плодородная	Мало тепла и растительности
2. Тундра	тундрово-глеевые	мало	Маломощные, имеют слой глеевой	Вечная мерзлота, переувлажнение, недостаток кислорода, их толщина не превышает несколько сантиметров.
Леса	Занимают больше половины нашей территории. Под лесами формируются несколько типов лесных почв.			
3. Тайга Восточно-Европейской равнины	подзолистые под северными таежными лесами	мало 1-2% при избыточном увлажнении	Промывные, кислые, малоплодородные	Высокая влажность, , кислые, растительные останки - хвоя

		идет промыв почв, образуется подзол.		
4.Тайга Восточной Сибири	таежно-мерзлотные	мало	Малопродуктивные, холодные	Вечная мерзлота, почвообразование замедлено. Промыва в этих почвах нет.
5. Смешанные	дерново-подзолистые	больше, чем в подзолистых	Более плодородные	Промыв весной, больше растительных остатков
6. Широколиственные	серые лесные	4-5%	Более плодородные	Промыв весной, больше растительных остатков
7. Степи	черноземы, каштановые	10-12%	Самые плодородные почвы, зернистая структура	Много растительных остатков ежегодно, много тепла
8. Полупустыни	бурые полупустынные, серо-бурые, а иногда образуются солончаки. Повышение содержание солей.	гумуса в этих почвах не так уж и мало, но эти почвы сухие, плотные и бесструктурные.	Засоление почв. Это снижает плодородие.	Сухой климат, разреженный растительный покров, недостаток влаги. При искусственном орошении земли можно получать высокие урожаи.

Вывод: (самостоятельно) Процессы почвообразования во многом зависят от климатических условий местности. Климат закономерно сменяется по направлению с севера на юг. В этом направлении происходит и смена почв. Впервые это доказал русский ученый В.В.Докучаев более 100 лет назад. Им было установлено наличие зональных типов почв, которые закономерно сменяют друг друга с севера на юг. Они соответствуют главным природным зонам нашей страны.

Форма представления результата: заполненная таблица по предложенной карте РФ

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике, обучающийся показывает системные и полные знания и умения по данному вопросу;
- работа оформлена в соответствии с рекомендациями преподавателя;
- объем работы соответствует заданному;

- материал изложен четко, рационально, отражена справедливость и правдивость выводов.

Оценка «хорошо» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике;
- обучающийся допускает небольшие неточности или некоторые ошибки в данном вопросе (неоднородная выборка);

- материал изложен четко, рационально, однако в выводах не везде присутствует справедливость и правдивость.

- в оформлении работы допущены неточности;

- объем работы соответствует заданному или незначительно меньше;

Оценка «удовлетворительно» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике, но в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы или материал по теме изложен нелогично, нечетко представлено основное содержание вопроса;

- работа оформлена с ошибками в оформлении;

- объем работы значительно меньше заданного (отсутствуют выводы по графическим результатам анализа).

Оценка «неудовлетворительно» выставляется:

- не раскрыта основная тема работы;

- оформление работы не соответствует требованиям преподавателя;

- объем работы не соответствует заданному.

Тема 6. Типы почв. Плодородие почв
Практическое занятие 13
«Изучение крупномасштабных почвенных карт»

Цель: ознакомиться с техникой составления крупномасштабных почвенных карт

Выполнение работы способствует формированию:

Уд 1 Читать геологические карты и профили специального назначения

Уд 4 Определять типы почвообразующих пород по образцам

Уд 5 Определять механический и физический состав и водный режим почв.

Материальное обеспечение:

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебно-методическая документация, дидактические средства.

Задание:

Изучить предложенную крупномасштабную почвенную карту и выдвинуть предложения по трансформации угодий, охраны почв от водной и ветровой эрозии, орошения, осушения, культур техники, химической мелиорации почв, правильное размещение севооборотов, состав сельскохозяйственных культур, особенности агротехники и применения удобрений в зависимости от почвенных условий, улучшение сенокосов и пастбищ и т.п.

Порядок выполнения работы:

Краткие теоретические сведения:

Картография почв – раздел генетического почвоведения, изучающий почвенные карты, методы их составления и использования.

Масштаб карты – определяет степень уменьшения расстояний и площадей на карте по отношению к горизонтальным проекциям этих расстояний и площадей на местности.

Почвенные карты подразделяют на обзорные, мелкомасштабные, среднемасштабные, крупномасштабные и детальные.

Обзорные (масштаб 1: 2 500 000 и мельче) – это карты обширных территорий (материков, государств и крупных природных регионов), используются в учебных и научных целях. Основное их назначение – выявление закономерностей пространственного размещения почвенного покрова. На обзорных почвенных картах отображаются типы, подтипы, иногда роды и преобладающий механический состав почв.

Мелкомасштабные (масштаб от 1: 1 000 000 до 1: 500 000) характеризуют почвы республик, краев и областей, предназначены для природного и с.-х. районирования, государственного учета земель, районирования с.-х. культур. мелкомасштабные карты более информативны, по сравнению с обзорными.

Среднемасштабные (от 1: 300 000 до 1: 100 000) составляют для административных районов, краев, областей. Они служат для планирования, распределения минеральных удобрений и химических мелиорантов, выявления почв, нуждающихся в мелиорации.

Крупномасштабные (от 1: 50 000 до 1: 10 000) составляют для территорий крупных хозяйств. Их применяют для внутрихозяйственного землеустройства, для дифференцированного использования различных почвенных разновидностей, бонитировки почв, орошения, осушения и др.

Детальные карты (от 1:5 000 до 1:200) составляют для территорий небольших фермерских хозяйств, опытных станций, опытных полей, сортоучастков и др.

Крупномасштабные и детальные сопровождаются специальными картографическими материалами – картограммами. Картограмма – карта на которой изображен один какой-то признак. Почвенные карты составляют специалисты ГИПРОЗЕМа.

Методика крупномасштабного почвенного картографирования

Для составления крупномасштабных почвенных карт и сопровождающих их материалов проводят разнообразные почвенные исследования территории с привлечением экспедиционных и лабораторных методов.

В связи с тем что результаты крупномасштабных почвенных исследований, используемые в организации, планировании и правильном ведении сельскохозяйственного производства, являются первичным материалом для Государственного землеустройства, Государственного учета и оценки земель, составления сводных почвенных карт районов, областей, краев и республик, к ним предъявляют высокие требования. Крупномасштабные почвенные карты и сопровождающие их материалы должны содержать сведения о качестве распространенных в хозяйстве почв, их расположении на территории, а также рекомендации по рациональному использованию почв.

Материалы крупномасштабных почвенных исследований должны содержать рекомендации по следующим вопросам: трансформация угодий, охрана почв от водной и ветровой эрозии, орошение, осушение, культур техника, химическая мелиорация почв, правильное размещение севооборотов, состав сельскохозяйственных культур, особенности агротехники и применения удобрений в зависимости от почвенных условий, улучшение сенокосов и пастбищ.

Крупномасштабные почвенные исследования делят на три рабочих периода: подготовительный, полевой и камеральный.

Подготовительный включает ознакомление с ранее проведенными исследованиями, наметку маршрутов в соответствии с размещением культур севооборота и другие подготовительные работы.

В полевой период для закладывают разрезы и проводят описание. Разрезы бывают 3 видов:

- основной разрез на всю глубину почвы (150-200 см);
- полуразрез на меньшую глубину (80-150 см) с их помощью устанавливают границы распространения типов и подтипов почв.
- прикопка – до 80 см, на ее основании устанавливают границы видов почв.

Камеральный период включает обработку материалов полевых обследований почв т.е. лабораторные анализы почв, составление окончательного оригинала почвенной карты, составление картограмм, вычисление площадей почв, написание очерка (пояснительной записки к почвенной карте).

Форма представления результата: отчет в произвольной форме с рекомендациями по рациональному использованию почв.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике, обучающийся показывает системные и полные знания и умения по данному вопросу;
- работа оформлена в соответствии с рекомендациями преподавателя;
- объем работы соответствует заданному;
- материал изложен четко, рационально, отражена справедливость и правдивость выводов.

Оценка «хорошо» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике;
- обучающийся допускает небольшие неточности или некоторые ошибки в данном вопросе (неоднородная выборка);
- материал изложен четко, рационально, однако в выводах не везде присутствует справедливость и правдивость.
- в оформлении работы допущены неточности;
- объем работы соответствует заданному или незначительно меньше;

Оценка «удовлетворительно» выставляется:

- содержание работы соответствует заданной тематике, но в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы или материал по теме изложен нелогично, нечетко представлено основное содержание вопроса;
- работа оформлена с ошибками в оформлении;
- объем работы значительно меньше заданного (отсутствуют выводы по графическим результатам анализа).

Оценка «неудовлетворительно» выставляется:

- не раскрыта основная тема работы;
- оформление работы не соответствует требованиям преподавателя;
- объем работы не соответствует заданному.