

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Методические указания

по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «ГЕОЛОГИЯ»
для студентов направления подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	
Лабораторная работа 1. Физические свойства минералов. Формы нахождения минералов в природе	
Лабораторная работа 2. Изучение минералов и их диагностических свойств по коллекциям.....	
Лабораторная работа 3. Контрольные определения минералов.....	
Лабораторная работа 4. Изучение магматических горных пород.....	
Лабораторная работа 5. Изучение коллекции осадочных горных пород	
Лабораторная работа 6. Изучение коллекции метаморфических пород..	
Лабораторная работа 7. Контрольные определения образцов горных пород.....	
Лабораторная работа 8. Работа с горным компасом.....	
Лабораторная работа 9. Работа с геологическими картами.....	
Список рекомендуемой литературы.....	

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

1. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ. ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ МИНЕРАЛОВ В ПРИРОДЕ

Цель: ознакомить студентов с физическими свойствами основных минералов, которые очень важны для их диагностики. Научить студентов определять минералы по комплексу характерных физических свойств, не прибегая к более трудоемким исследованиям. Ознакомить студентов с основными морфологическими особенностями минералов и научить определять их на предложенных образцах и на рисунках

Теоретическая часть

Физические свойства минералов

Минералы – это однородные по составу и строению природные химические соединения, возникающие в результате разнообразных процессов, происходящих внутри земной коры и на ее поверхности. Большая часть минералов встречается очень редко, и только около 50 из них широко распространены и составляют основную массу горных пород. Это порообразующие минералы.

Из приведенного определения понятия минерал, следует, что искусственно созданные химические соединения, в том числе и уже существующие в природе, минералами считать не следует. Чаще всего их называют *искусственными* минералами (искусственный кварц, искусственный рубин, искусственный алмаз и т.д.).

Обязательно следует пояснить, что обычно минералами называют вещества находящиеся в твердом состоянии, чаще всего, кристаллическом для большинства минералов, реже, аморфном – например опал ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Исключением является вода – жидкий минерал.

Существует ряд свойств (внешних признаков), по которым можно отличить один минерал от другого. К ним относятся оптические, механические, некоторые химические и другие легко определяемые свойства. Оптические свойства минералов: это цвет, цвет черты, прозрачность, блеск. Механические свойства: твердость, спайность, излом, плотность. Кроме того, легко определить характер взаимодействия с соляной кислотой, вкус и некоторые другие свойства.

Оптические свойства. Цвет или окраска минералов – свойство, которое, прежде всего, обращает на себя внимание любого исследователя. Для некоторых минералов цвет является постоянным признаком (малахит, азурит, киноварь). Для большинства минералов этот признак непостоянен. Так, например, полевые шпаты встречаются белые, желтые, красные, зеленые, серые. Цвет минералов зависит от их химического состава, внутренней структуры, механических примесей и, главным образом, от присутствия химических примесей элементов. Выделяется особая группа химических элементов, окрашивающих минералы, в состав которых они входят в качестве одного из основных элементов или элемента примесного. Это группа элементов хромофоров – железо, марганец, хром, медь, никель, уран, свинец и некоторые другие. Для каждого из этих элементов характерен некоторый спектр окрасок, позволяющих судить о его присутствии в составе минерала. Например, железо, в зависимости от валентности окрашивает свои соединения в черный цвет, разные степени красного, красно-бурого, желтого и желтовато-бурого цветов. Присутствие меди придает ее соединениям различные оттенки синего и зеленого цветов. Эти элементы могут быть *основными элементами минерала* (Cu – в малахите; Mn – в родоните), а могут входить в состав минералов лишь в виде *примесей*. Примеси чаще меняют окраску светлоокрашенных минералов (кварц, кальцит, гипс и др.).

Изменять окраску минерала может также возникающая на его

поверхности разноцветная пленка – *побежалость*. Возникновение побежалости особенно характерно для рудных минералов в результате окисления. Природа появления разноцветной пленки такая же, как у масляной пленки на поверхности воды.

Характеризуя цвет минерала в диагностических целях, следует стремиться к наиболее точному его описанию. Поэтому используют сложные определения, например, молочно-белый, свинцово-серый, светло-зеленый.

Цвет черты (цвет минерала в порошке). Является более постоянным признаком, чем цвет куска минерала в изломе. Играет решающую роль в определении многих минералов. Так, например, минерал лимонит может иметь коричневую, желтую и даже черную окраску, но цвет его черты всегда коричневый. Определяется по черте, оставляемой минералом на шероховатой фарфоровой пластинке (бисквите). Однако, это возможно лишь для минералов, твердость которых невелика, меньше 7. У светлоокрашенных минералов черта всегда белая. Студентам в этом следует убедиться. Кроме того, следует присмотреться к оттенкам цвета черты. Черта может быть черной (магнетит), иметь легкий зеленоватый оттенок (халькопирит), металлический блеск (графит) и т.д.

Прозрачность – способность минералов пропускать свет без изменения направления его распространения. Прозрачность зависит от кристаллической структуры минерала, интенсивности его окраски, состава и условий его образования. По степени прозрачности минералы подразделяются на *прозрачные, полупрозрачные, просвечивающиеся по тонкому краю, непрозрачные*.

Прозрачными являются тонкие пластинки белой слюды (мусковита), кристаллы горного хрусталя (кварца), чистые, бездефектные кристаллы кальцита, гипса и др. сквозь тонкие пластинки таких минералов свет проходит свободно, видны детали рассматриваемых предметов. Например, легко

читается написанный на бумаге текст.

Если свет через образец проходит, но различимы лишь контуры предметов без деталей, то минерал относится к полупрозрачным (апатит, флюорит), просвечивают в тонких краях, например, полевые шпаты. Многие минералы остаются непрозрачными даже в очень тонких пластинках (сотые доли миллиметра), например, магнетит, пирит, галенит и др.

Блеск – способность минерала отражать свет, падающий на его поверхность. Это свойство также зависит от структуры минерала. По блеску минералы делят на две большие группы: с *металлическим блеском* (латунный, свинцовый) и с *неметаллическим блеском* (алмазный, стеклянный, жирный, восковой, перламутровый, шелковистый). Встречаются минералы, поверхность которых лишена блеска. Такие минералы называются *матовыми*. Металлический блеск имеют те минералы, которые дают черную черту. Неметаллический блеск характерен для минералов, дающих цветную черту. Исключением являются самородные элементы (золото, серебро, медь) и некоторые сульфиды (халькопирит), которые дают цветную черту, но относятся к минералам с металлическим блеском.

Механические свойства. Твердость – способность минералов оказывать сопротивление внешнему механическому воздействию (царапанию, резанию, истиранию) более прочным телом. Этот признак зависит от внутреннего строения минерала и отражает прочность химических связей между атомами в кристаллической решетке. В полевых условиях твердость определяется методом Ф. Мооса, разработавшего шкалу твердости по степени царапания минералов алмазом и друг другом. В шкале в качестве эталонов используются десять минералов с известной и постоянной твердостью. Эти минералы располагаются в порядке возрастания твердости (таблица 1).

Таблица 1 – Шкала твердости Мооса

Наименование минералов	Твердость по Моосу	Характеристика твердости
Тальк	1	Легко чертится ногтем

Гипс	2	Царапается ногтем
Кальцит	3	Легко царапается ножом
Флюорит	4	С трудом царапается ножом
Апатит	5	Нож не оставляет царапины
Ортоклаз	6	Оставляет царапину на стали и стекле
Кварц	7	Легко царапает сталь и стекло
Топаз	8	Царапает стекло и горный хрусталь
Корунд	9	Легко царапает сталь, стекло и все минералы, кроме алмаза
Алмаз	10	Режет стекло

Примечание: твердость стекла 5 – 5,5

Определяя твердость минерала, следует провести по его поверхности острой гранью минерала из шкалы твердости. Образовавшийся порошок надо удалить, чтобы рассмотреть осталась царапина или нет. В первом случае минерал будет тверже, а во втором – мягче эталонного минерала из шкалы твердости.

Определять твердость стоит на достаточно крупных зернах, на которых видны грани или плоскости спайности кристаллов. На мелкозернистых образцах, вместо минералогической твердости, часто получается ее заниженное значение, соответствующее прочности связей между отдельными частицами. Например, твердость лимонита в разных образцах, в зависимости от их строения, меняется от 1 до 5,5.

Для определения твердости нужно приобрести некоторый навык. Для начала, следует выучить шкалу твердости. Затем определяют, царапает минерал стекло или нет, и далее уточняют его твердость. Царапая стекло или минерал следует прилагать достаточное усилие. Особенно важно это при определении минералов с высокой твердостью.

Спайность – способность кристаллов минерала при ударе раскалываться по направлениям, параллельным граням кристалла с образованием гладких, блестящих плоскостей. Выделяют несколько видов спайности: весьма совершенную, совершенную, среднюю, несовершенную и весьма несовершенную.

Весьма совершенная спайность – минерал легко разделяется в одном направлении на листочки или пластинки с параллельными, ровными плоскостями спайности (слюда, графит). *Совершенная спайность* – при ударе минерал разрушается и образуются обломки, ограниченные плоскостями спайности, обычно в трех направлениях (галит, кальцит). *Средняя спайность* (явственная, отчетливая) характерна для минералов, образующих при расколе как гладкие пластинки (плоскости спайности), так и поверхности с неровным изломом (полевые шпаты). *Несовершенная спайность* – большая часть поверхностей осколков неправильная, очень редко встречаются небольшие участки плоскостей спайности (апатит). *Весьма несовершенная спайность* – полное отсутствие плоскостей спайности, наблюдаются только поверхности излома (кварц).

Спайность минералов отчетливо показывает, что прочность его резко различна в зависимости от направления. Она обусловлена закономерным расположением атомов и ионов внутри кристалла и объясняется тем, что в пространственной решетке существуют плоские сетки, притяжение между которыми наименьшее.

Для определения спайности образец не нужно дополнительно раскалывать, следует просто присмотреться к уже имеющимся поверхностям раскола и постараться определить характер раскалывания отдельных кристаллических зерен. Особенности спайности хорошо различимы на крупнозернистых образцах минералов, на мелкозернистых спайность различима с помощью лупы. На очень мелкозернистых образцах спайность не различима.

Студентам следует продемонстрировать образцы с хорошо различимыми разновидностями спайности, а затем переходить к самостоятельному определению на образцах различных минералов.

Если поверхность раскалывания имеет неправильный характер, ее

называют изломом.

Излом – вид поверхности, образующейся при раскалывании минеральных агрегатов. Эта характеристика особенно важна при изучении минералов, обладающих несовершенной и весьма несовершенной спайностью, а так же мелко и микрозернистых. Различают *раковистый, занозистый, ступенчатый, зернистый, крючковатый, рубленый, игольчатый, ровный и неровный* излом. Студентам следует продемонстрировать, по возможности, разновидности излома.

Плотность минералов различна, зависит от химического состава. При определении минералов по внешним признакам плотность с большой точностью не определяется. Достаточно деления минералов на две группы: *легкие*, в состав которых входят легкие химические элементы (алюминий, калий), и *тяжелые*, имеющие в составе тяжелые элементы (свинец, вольфрам, барий).

При полевых исследованиях плотность минералов оценивается взвешиванием в руке. Для этого нужно приобрести некоторый навык, прикидывая плотность известных минералов в руке, сравнивая их плотность с другими минералами в образцах такого же объема. Если минерал представлен отдельными включениями среди зерен других минералов, то таким способом его определить невозможно.

Далее отмечаются особые свойства, характерные для отдельных минералов, или небольших групп минералов, но практически однозначно позволяющие их определять.

Минералы, имеющие в своем составе углекислые соли, под действием раствора соляной кислоты выделяют в виде пузырьков углекислый газ – «вскипают». Особенно хорошо растворяется в кислоте кальцит и его полиморфная разновидность – арагонит. В порошке с кислотой взаимодействует доломит. Магнезит и сидерит реагируют с нагретой

кислотой. Сульфиды при реакции выделяют сероводород, имеющий характерный запах.

При полевом определении минералов используются также такие свойства, как магнитность, вкус, запах и другие. Минерал магнетит отклоняет стрелку компаса; галит – соленый на вкус, сильвин – горько-соленый; сера – с резким запахом.

Формы нахождения минералов в природе

Внешний вид минералов различен. Он определяется размерами и морфологией. В природе минералы распространены, главным образом, в виде зерен неправильной формы, не имеющих кристаллических граней. Хорошо ограненные кристаллы встречаются значительно реже. *Кристаллы* – это твердые тела, атомы и ионы которых образуют правильные упорядоченные периодические структуры – *кристаллические решетки*.

Ниже приводятся общие особенности морфологии кристаллов и их граней, что имеет практическое значение при определении минералов.

Облик кристаллов (габитус). Поскольку любое тело в пространстве имеет три измерения, можно выделить следующие формы кристаллов:

1. Изометрические формы – формы, одинаково развитые во всех трех направлениях в пространстве.

2. Формы, вытянутые в одном направлении (призматические, столбчатые, шестоватые, игольчатые, волокнистые кристаллы).

3. Формы, вытянутые в двух направлениях при сохранении третьего короткого. К ним относятся таблитчатые, пластинчатые, листоватые и чешуйчатые кристаллы.

Двойники. Многие минералы встречаются в виде правильных сростков одиночных кристаллов, которые называются двойниками, тройниками и т. д. Для некоторых минералов такие сростки являются довольно надежными диагностическими признаками: «ласточкины хвосты» гипса (рисунок 2);

крестообразные двойники ставролита (от греч. *stavros* – крест).

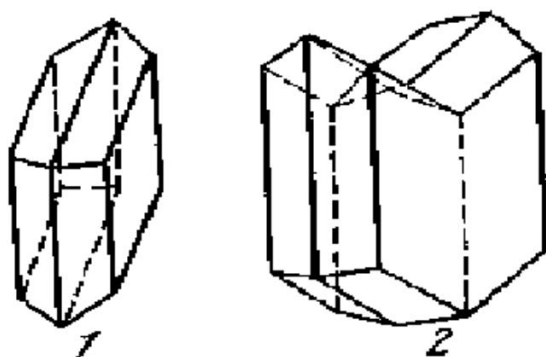


Рисунок 1. Единичный кристалл гипса (1) и двойник срастания «ласточкин хвост» (2)

Штриховатость. Нередко грани кристаллов бывают покрыты бороздами или штрихами. Для некоторых минералов это свойство постоянно и служит одним из диагностических признаков. Так, штриховка вдоль вытянутости кристалла характерна для турмалина и эпидота. Штриховка поперек граней наблюдается на призматических гранях кварца. Для кубических кристаллов пирита характерно расположение штрихов на одной грани перпендикулярно по отношению к каждой соседней грани.

Минеральные агрегаты – сrostки минеральных зерен, кристаллов. Агрегаты могут быть *мономинеральными* (от греч. *monos* – один, единственный), т. е. состоять из одного минерала (мрамор) и *полиминеральными* (от греч. *polis* – многочисленный), представленными несколькими различными минералами (гранит). При описании минеральных агрегатов следует обращать внимание на размер отдельных зерен и их форму. По размеру слагающих кристаллов агрегаты могут подразделяться на *гигантокристаллические* – слагающие кристаллы более 3 см; *крупнокристаллические* – 3–1 см; *среднекристаллические* – 1–0,3 см; *мелкокристаллические* – менее 0,3 см. Выделяются также *скрытокристаллические* агрегаты, отдельные зерна которых не видны невооруженным глазом.

По строению и морфологическим признакам агрегаты весьма

разнообразны и поэтому приобрели особые названия.

Зернистые агрегаты. Они сложены кристаллическими зернами, иногда в комбинации с хорошо образованными кристаллами. Этот тип агрегатов наиболее широко распространен в земной коре (полнокристаллические магматические породы, многие руды месторождений полезных ископаемых.).

Форма зерен, слагающих агрегаты, накладывает отпечаток на морфологические особенности агрегатов. Если агрегат сложен зернами более или менее изометрической формы, то его называют просто *зернистым*. Если зерна имеют пластинчатый облик, то такие агрегаты называют *листоватыми* или *чешуйчатыми* в зависимости от размеров слагающих индивидов. Агрегаты, зерна которых вытянуты в одном направлении, носят название *шестоватых, игольчатых, волокнистых*. По степени заполнения пространства различают *плотные* и *рыхлые* зернистые агрегаты. По относительным размерам зерен различают *равномернозернистые* агрегаты, когда размеры зерен приблизительно одинаковы, и агрегаты *неравномернозернистые*, в этом случае размеры зерен резко различны, отличаются в 10 и более раз.

Друзы (от нем. *druse* – щетка) – закономерные сростки минералов, выросших на стенках каких-либо пустот (рисунок 3). По друзам часто удается изучить последовательность выделения разных минералов. Хорошо образованные кристаллы возникают в свободном пространстве, т. е. в каких-либо первичных пустотах, полых трещинах. К этой категории относятся *кристаллические корки* и *щетки*. Последние представляют собой сростки

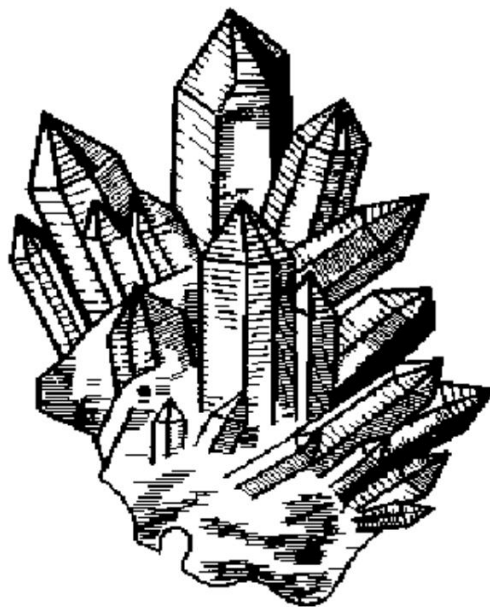


Рисунок 2. Друза кварца

мелких кристаллов

покрывающих поверхность и ориентированных в одном направлении.

Секреции (от лат. *secretion* – выделение) образуются в результате заполнения неправильных, но обычно округлой формы, пустот кристаллическим или коллоидным веществом. Характерной особенностью большинства секретий является последовательное концентрически послойное отложение минерального вещества по направлению от стенок пустоты к центру. Отдельные слои часто отличаются друг от друга по цвету и составу. Мелкие секретии (до 10 мм в поперечнике) называются *миндалинами*, крупные – *жеодами*.

Внутри жеод часто сохраняется свободное пространство. Стенки таких пустот могут покрываться кристаллами (друзами, кристаллическими щетками), почковидными натёками.

Конкреции – округлые и шаровидные выделения минералов, в которых минеральное вещество нарастает от центра к периферии. Строение может быть скорлуповатым или радиально-лучистым (рисунок 3). Размеры конкреций колеблются от миллиметров до



Рисунок 3. Конкреция фосфорита

десятков сантиметров, иногда до метров в поперечнике.

Мелкие конкреции (менее 2–3 см) называются *оолитами* (от греч. *oou* – яйцо и *lithos* – камень) (рисунок 4). Оолиты возникают в водных средах вокруг песчинок, обломков органических остатков и даже вокруг пузырьков газа. Особенностью оолитов является концентрическая слоистость, иногда скорлуповатость. Аналогичные по форме, но не обладающие концентрической слоистостью образования называют

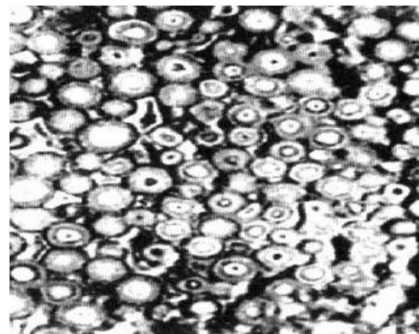


Рисунок 4. Оолиты арагонита

псевдооолитами (бобовинами). В виде конкреций встречаются фосфорит, пирит, марказит, сидерит, барит и другие минералы.

Натечные образования возникают при выпадении минерального вещества из растворов, текущих по открытым поверхностям. Эти минеральные образования возникают за счет коллоидов – гелей. Они наблюдаются в пустотах. Постепенно теряя испаряющуюся воду, коллоидные растворы густеют и под влиянием силы тяжести свисают с верхних частей пустот в виде *сталактитовых, почковидных, гроздевидных* и прочих форм (рисунок 5). В таком виде они, в конце концов, затвердевают. В нижних частях пустот за счет падающих капель возникают поднимающиеся кверху конусообразные *сталагмиты*. Натечные формы могут иметь также вид *сосулек и желваков*.

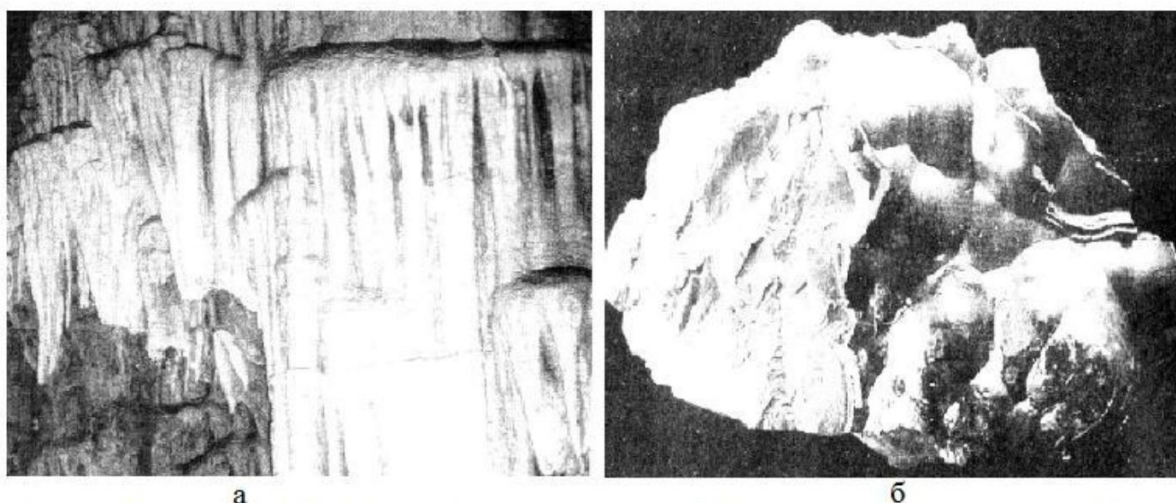


Рисунок 5. натежные формы выделения минералов: а) сталактитовые занавесы кальцита; б) желваки гематита

Землистые массы представляют собой мягкие мучнистые образования, в которых невозможно различить даже с помощью лупы какие-либо кристаллические образования. Обычно они наблюдаются в виде *корок* или *скоплений*, возникающих при химическом выветривании горных пород. В зависимости от цвета такие массы называются *сажистыми* (черные) или *охристыми* (желтого и бурого цвета). Встречаются землистые минеральные образования различной окраски гидросиликатов никеля, сажистые образования гидроокислов марганца, охристые образования гидроокислов железа.

Налеты и примазки встречаются в виде тонких пленок на поверхности кристаллов и представляют собой различные по составу вещества (тонкие пленки бурых гидроокислов железа на кристаллах горного хрусталя, примазки медной зелени и сини в горных породах, вмещающих медные месторождения). *Выцветы* – рыхлые пленки, корочки или спорадически рассеянные моховидные и пушистые образования каких-либо солей, чаще всего легко растворимых водных сульфатов, периодически появляющиеся на поверхности руд, горных пород, сухих почв. В дождливые периоды года они исчезают, а в сухую погоду появляются вновь.

Дендриты (от греч. *dendron* – дерево) образуются в результате быстрой кристаллизации минералов в тонких трещинах и порах породы и напоминают причудливые по форме ветки растений (дендритоподобные выделения гидроокислов марганца на поверхности пород или вдоль тонких трещин) (рисунок



Рисунок 6. Дендриты

Иногда минералы выделяются в несвойственной им форме, образуя точную копию другого минерала или органического образования. Такие формы называются *псевдоморфозами* (от греч. *pseudos* – ложь, *morphe* – форма), т. е. ложными формами. Незначительное количество минералов не имеет кристаллической решетки, т. е. выделяются не в кристаллическом, а в *аморфном* или *коллоидном* состоянии.

Форма нахождения минералов в природе и особенности строения минеральных агрегатов позволяют судить об условиях их образования.

Оборудование и материалы

Наборы одиночных природных кристаллов, сростков различных минералов. Фарфоровые пластинки (бисквиты), компас, 10 % соляная кислота, шкалы твердости, стеклянные пластинки. Набор минералов различных морфологических типов, рисунки, плакаты, иллюстрирующие морфологические особенности минералов.

Указания по технике безопасности

Работать с кислотой осторожно, избегая попадания реактива в глаза. Не проводить никаких работ, кроме тех, которые заданы руководителем и для которых даны объяснения.

Задания

Рекомендуется следующий порядок определения минералов.

1. Определяются основные физические свойства: цвет, цвет черты, прозрачность, блеск, твердость, спайность, излом, магнитность, взаимодействие с HCl.
2. Используя имеющиеся методические пособия, плакаты, рисунки, учебники, студент должен последовательно описать характерные морфологические признаки минералов и минеральных агрегатов, предложенных преподавателем: степень изометричности, габитус, размеры зерен зернистых агрегатов, двойники, псевдоморфозы.

Содержание отчета

В отчете следует отразить цель работы, кратко теоретические предпосылки, порядок выполнения работы. Определить на различных минералах их свойства.

Пользуясь предложенными методическими указаниями, учебниками, учебно-методическими пособиями и коллекциями описать и зарисовать различные морфологические типы минеральных индивидов и агрегатов, дать их краткую характеристику, осветить особенности и условия образования. Результаты работы представить в виде таблицы 2.

Таблица 2 – Морфология минералов

Рисунок минерала	Краткая характеристика, особенности морфологического типа, условия образования

При защите работы студент должен представить отчет о выполненной работе, ответить на вопросы, предложенные преподавателем, определить морфологические типы агрегатов по образцам из коллекции.

Контрольные вопросы

1. От чего зависит окрас минерала?
2. Каковы главные физические свойства минералов?
3. Какие минералы входят в шкалу Мооса (шкалу твердости)?
4. Что такое спайность минералов? Какие существуют виды спайности?
5. В чем отличия спайности от излома?
6. Какие формы кристаллов характерны для минералов?
7. Связана ли морфология минералов с особенностями их кристаллической структуры?
8. Что такое двойники? Для каких минералов они наиболее типичны и облегчают их диагностику?
9. Чем обусловлены характерные морфологические особенности минеральных агрегатов?
10. Перечислите главнейшие типы минеральных агрегатов.

Литература: [1, 2, 3, 4, 6, 7]

2. ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛОВ И ИХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПО КОЛЛЕКЦИЯМ

Цель: научить студентов определять название минералов и их характерные признаки. Ознакомить с классификацией минералов по типу химического соединения элементов. Рассмотреть условия образования порообразующих минералов. Ознакомить с практическим применением минералов.

Теоретическая часть

Минералы (от греч. *minera* – руда) – это однородные по составу и строению природные химические соединения, возникающие в результате разнообразных процессов, происходящих внутри земной коры и на ее

поверхности. Большинство минералов твердые кристаллические тела. Реже встречаются жидкие и газообразные минералы.

Минералы слагают не только твердые оболочки Земли, но и планеты земной группы, астероиды, Луну, метеориты, частицы космической пыли. Известно около 3,5 тысяч минеральных видов.

Свойства минералов зависят от их химического состава и внутреннего строения. Эти признаки положены в основу *классификации минералов*. Наиболее распространенными в природе являются минералы следующих классов: самородных элементов, сульфидов, карбонатов, оксидов и гидроксидов, сульфатов, галоидных соединений, фосфатов, силикатов и алюмосиликатов. Ниже приводится краткая характеристика некоторых минералов этих классов.

Класс самородных элементов. В этот класс входят более 30 элементов, находящихся в самородном состоянии. Это металлы (железо, медь), полуметаллы (мышьяк, сурьма, висмут) и неметаллы (сера, углерод). Минералы класса самородных элементов не являются пороодообразующими, но имеют большое практическое значение. По происхождению самородные элементы связаны с магматическими, гидротермальными и метаморфическими процессами. Распространение их в земной коре невелико. Наиболее распространенными являются благородные металлы – платина, золото и серебро, а также графит и сера.

Класс сульфидов. В этот класс входит большое количество минералов, представляющих собой сернистые соединения металлов. Наиболее распространены сульфиды железа (пирит), меди (халькопирит), свинца (галенит) и цинка (сфалерит). Минералы имеют темную окраску, металлический блеск и высокую плотность. Минералы класса сульфидов, как правило, образуются в гидротермальных условиях и встречаются в виде прожилков, гнезд или кристаллов. В зоне выветривания сульфиды

разрушаются, переходя в сульфаты, окислы, карбонаты и другие соединения.

Класс карбонатов насчитывает около 80 представителей. Карбонаты – это соли угольной кислоты (H_2CO_3), для которых характерна реакция с соляной кислотой, сопровождающаяся выделением пузырьков углекислого газа, что часто используется для их диагностики. Минералы класса карбонатов имеют светлую окраску, низкую твердость, небольшой удельный вес, а также широкое распространение в верхней части литосферы. Наиболее распространенными являются кальцит, доломит, магнезит, сидерит.

Класс оксидов и гидроксидов объединяет минералы, образованные соединениями металлов и полуметаллов с кислородом, с гидроксильной группой OH^- или водой. Минералы этого класса образуются как в эндогенных (внутренних), так и в экзогенных (поверхностных) условиях. Некоторые из них относятся к породообразующим, некоторые – к рудам. Самыми распространенными являются оксид кремния SiO_2 (кварц), оксиды и гидроксиды железа (гематит, магнетит, лимонит). Практическое значение минералов этого класса велико, так как они образуют руды черных, цветных и редких металлов, слагают многие неметаллические полезные ископаемые (кварц, корунд). Некоторые из них играют роль драгоценных и поделочных камней (опал, рубин, сапфир).

Класс сульфатов включает минералы, представленные солями серной кислоты. Минералы этого класса осаждаются из поверхностных вод, связаны с окислением сульфидов и серы в зоне выветривания. Минералы обычно светлые, с низкой твердостью и небольшим удельным весом. Главными представителями класса являются: ангидрит, гипс, барит. Используются в строительной индустрии, в бурении нефтяных и газовых скважин.

Класс галоидов содержит около 100 минералов, представляющих собой соли галогеноводородных кислот HF , HCl , HBr , HI . Как породообразующие минералы имеют небольшое значение, но их скопления рассматриваются как

сырье для химической и пищевой промышленности, металлургии и сельского хозяйства. Наиболее часто встречаются галит, сильвин и флюорит.

Образование галоидов связано с усыханием поверхностных соленосных бассейнов, а также с гидротермальными процессами.

Класс фосфатов объединяет большое количество минералов. Фосфаты – это минералы, образованные солями ортофосфорной кислоты (H_3PO_4). Наиболее широко распространенным минералом является апатит.

В *класс силикатов и алюмосиликатов* (далее просто силикаты) входят наиболее важные и широко распространенные в земной коре породообразующие минералы. Силикатами являются около 800 минералов, которые характеризуются сложным химическим составом и внутренним строением. Одним из основных элементов в составе силикатов является кремний (Si). Присутствуют также кислород, алюминий, железо, магний, кальций, натрий, калий, водород.

Самыми распространенными являются минералы группы полевых шпатов. Широко распространены также пироксены, амфиболы и слюды.

По происхождению силикаты связаны с эндогенными (магматическими, пегматитовыми, метаморфическими) и экзогенными процессами. Силикаты экзогенного происхождения представляют собой продукты выветривания или изменения первичных минералов.

Силикаты – это ценные неметаллические полезные ископаемые, руды на рассеянные элементы, цветные металлы и редкие земли. Ряд силикатов используется в качестве драгоценных и поделочных камней (изумруд, гранаты, аквамарин, топаз).

Для первого знакомства студентам первого курса предлагается небольшой перечень минералов. Включались минералы в список исходя из следующих соображений: во-первых, это, так называемые, породообразующие минералы, знакомство с которыми важно для последующего изучения горных

пород; во-вторых, это минералы важные в промышленном отношении (руды некоторых минералов, сера, графит и др.). Естественно, в список включены минералы ранее перечисленные в шкале твердости.

Оборудование и материалы

Коллекция минералов различных классов, лупы, шкала Мооса, фарфоровые и стеклянные пластинки для определения цвета черты и твердости, магниты, 5–10 % соляная кислота, рекомендованные таблицы и рисунки.

Указания по технике безопасности

Работать с кислотой осторожно, избегая попадания реактива в глаза. Не проводить никаких работ, кроме тех, которые заданы руководителем и для которых даны объяснения

Задания

Для того чтобы распознать минералы в лабораторных условиях, не прибегая к специальным методам минералогического исследования и оборудованию, необходимо знать и уметь определять их основные диагностические свойства. Способы определения минералов разнообразны и не могут быть сведены к одному или нескольким приемам. Многое зависит от того, насколько хорошо выражены свойства минерала и насколько широко этот минерал распространен в природе.

Для определения минералов рекомендуется использовать метод исключения. Путем сопоставления физических свойств исключаются отдельные классы минералов и выделяются один – два класса, к которым предположительно относится данный минерал. Например, если минерал обладает хорошо выраженным металлическим блеском, то он, скорее всего,

относится к классу сульфидов или самородных элементов. Название этого минерала надо искать внутри этих классов.

Опытным путем для каждого минерала учебной коллекции определяется набор наиболее важных, с точки зрения диагностики, свойств.

Рекомендуется следующий порядок определения минералов:

1. Определяются и записываются основные физические свойства: твердость, плотность (г/см^3), цвет, цвет черты, блеск, спайность, магнитность, взаимодействие с HCl .

2. Определяется принадлежность минерала к тому или иному классу (классам) по совокупности признаков.

3. Определяется место минерала внутри класса (название, разновидности и т. д.).

При описании минералов рекомендуется использовать данные, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристика минералов различных классов

№ обр азца	Наименование минерала, химическая формула	Твердость/ плотность	Окраска минерала без примесей	Цвет черты/ блеск	Спайность/ излом	Происхождение минерала	Практическое применение
1	2	3	4	5	6	7	8
Класс «Самородные элементы»							
1	Медь (Cu) с примесями золота и серебра	2,5–3,0/ 8,5–8,9	медно-красный	металлически- блестящий/ металлический	отсутствует/	самородное, осадочное, окисление медно-сульфидных месторождений	электротехника, приборостроение, машиностроение
2	Серебро (Ag) с примесями золота и меди	2,5/ 10,1–11,1	серебряно- белый	металлически- блестящий/ металлический	отсутствует/	гидротермальное, зоны окисления сульфидных месторождений	электроника, ювелирное дело, медицина, химическая промышленность
3	Золото (Au) с примесями Cu, свинца (Pb)	2,5–3/ 13,6–18,3	золотисто- желтый	металлически- желтый/ металлический	отсутствует/	гидротермальное, россыпное	ювелирное дело, электроника, медицина
4	Железо (Fe)	4–5/ 7–7,8	стально-серый	стально-серый, блестящий/ металлический	отсутствует/	магматическое (ультраосновные и основные породы)	электротехника, приборостроение, машиностроение
5	Платина (Pt)	4–4,5/ 15–19	белый	белый/ металлический	отсутствует/ неровный	магматическое (ультраосновные породы)	электроника, ядерная техника, ракетостроение, текстильная, химическая промышленность
6	Сера (S)	1–2/ 2,05–2,08	желтый с различными оттенками	не дает/ алмазный, в изломе – жирный	несовершенная / неровный	при вулканических извержениях, разложении сернистых металлов, осадочным путем	химическая промышленность (для производства серной кислоты), текстильная,

							резинотехническая промышленность
--	--	--	--	--	--	--	-------------------------------------

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8
7	Алмаз (C)	10/ 3,5–3,6	бесцветный, голубой, бурый, зеленый	не дает/ алмазный	средняя/	пегматитовое кимберлитах) (в	ювелирное дело, абразивный и режущий материал, бурение
8	Графит (C)	2,23/ 12,1	железно- черный до стального	черный блестящий/ металлоподобный	совершенная/	магматическое, метаморфическое	металлургическая, электротехническая, атомная, химическая промышленность
Класс «Сульфиды»							
9	Галенит (PbS)	2–3/ 7,4–7,6	свинцово- серый	серовато-черный блестящий/ металлический	совершенная/ ступенчатый	гидротермальное, контактово- метаморфическое, осадочное	руда на свинец, серебро, бериллий, медь, цинк
10	Сфалерит (ZnS)	3–4/ 3,5–4,2	бурый, черный	белый, желтый, бурий/алмазный	совершенная/ неровный	гидротермальное, хемогенно-осадочное	руда на цинк, кадмий
11	Киноварь (красная дракона) (HgS)	2–2,5/ 8,1–8,2	красный	красный/ алмазный	совершенная/	гидротермальное	руда на ртуть, медицина, электротехника, химическая пром.
12	Халькопирит (CuFeS ₂)	3,5–4/ 4,2	латунно- желтый	черный с зеленоватым оттенком/ металлический	несовершенная / неровный	магматическое, гидротермальное, метаморфическое, осадочное	руда на медь, электротехника, машиностроение, приборостроение
13	Пирит (FeS ₂)	6–6,5/ 4,9–5,2	латунно- желтый	буровато или зеленовато- черный/ металлический	несовершенная /неровный, раковистый	магматическое контактово- метасоматическое, осадочное	химическая промышленность
14	Молибденит (MoS ₂)	1/ 4,7–4,8	свинцово- серый	серый/ металлический	весьма совершенная/ листоватый	гидротермальное, магматическое	оборонная промышленность, металлургия

15	Аурипигмент (As ₂ S ₃)	1–2/ 3,4–3,5	лимонно- желтый с бурым	лимонно-желтый/ от полуметаллическ ого до алмазного	совершенная/ листоватый, чешуйчатый	гидротермальное, вулканическое	руда на мышьяк, сельское хозяйство, стекольное производство, кожевенная промышленность
----	--	-----------------	-------------------------------	--	---	-----------------------------------	---

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8
Класс «Карбонаты»							
16	Кальцит (CaCO ₃)	3/ 2,6–2,8	бесцветный, белый, розовый, желтый	белый/ стеклянный, перламутровый	совершенная/ ровный, ступенчатый	гидротермальное, осадочное	строительство, металлургическая, химическая промышленность, сельское хозяйство, ювелирное дело
17	Арагонит (CaCO ₃)	3,5–4/ 2,9–3	белый, желтовато- белый, фиолетовый	белый/ стеклянный	отсутствует/ отсутствует	гидротермальное, осадочное	строительство, металлургическая, химическая пром.
18	Магнезит (MgCO ₃)	4–4,6/ 2,9–3	белый с желтоватым или сероватым оттенком	белый/ стеклянный	совершенная/ ступенчатый, раковистый, неровный	гидротермальное, осадочное	металлургия, химическая, фармацевтическая промышленность
19	Доломит Ca,Mg(CO ₃)	3,5–4/ 1,8–2,9	серовато- белый желтоватым, буроватым оттенком	белый/ стеклянный	совершенная/ косо- ступенчатый	гидротермальное, осадочное	строительство, металлургическая, химическая промышленность, сельское хозяйство
20	Сидерит (FeCO ₃)	3,5–4,5/ 3,9	желтовато-бе- лый, сероватый	бесцветный/ стеклянный	совершенная/ ступенчатый	гидротермальное, осадочное	руда на железо
21	Малахит Cu[CO ₃](OH) ₂	3,5–4,5/ 3,9–4,1	ярко-зеленый, черно-зеленый	бледно-зеленый/ стеклянный до	средняя/ землистый	зона окисления медно- сульфидных	руда на медь, декоративный,

22	Азурит $\text{Cu}_3[\text{CO}_3]_2(\text{OH})_2$	3,5–4/ 3,7–3,9	темно-синий, голубой	алмазного голубой/ стеклянный	средняя/ плотный, землистый	месторождений зона окисления медно- сульфидных месторождений	поделочный камень руда на медь, химическая промышленность
Класс «Оксиды и гидроксиды»							
23	Корунд (Al_2O_3)	9/ 4–4,1	синевато- желтовато- серый	/стеклянный до алмазного	отсутствует/ неровный, раковистый	магматическое, контактово- метасоматическое, метаморфическое	абразивный материал, квантовая электроника, приборостроение

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8
24	Гематит (Fe_2O_3)	5,5–6/ 5–5,3	железно- черный до стально-серого	вишнево-крас- ный/полуметалли- ческий	отсутствует/ неровный	магматическое, гидротермальное; контактово- метасоматический	металлургическая, химическая промышленность
25	Магнетит (Fe_3O_4)	5,5–6/ 4,9–5,2	железно- черный	черный/ полуметаллическ ий	отсутствует/ раковистый, неровный	магматическое, контактово-метасома- тическое, гидротермальное	металлургическая промышленность
26	Хромит (FeCr_2O_4)	5,5–7,5/ 4–4,8	черный	бурый/ металлоидный	отсутствует / зернистый	магматическое	металлургическая промышленность
27	Лимонит ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$)	1,5–5,5/ 2,7–4,3	темно-бурый до черного	желто-бурый/ полуметаллическ ий, смолистый	несовершенная / раковистый	экзогенное	металлургическая промышленность
28	Кварц (SiO_2)	7/ 2,5–2,8	серовато- белый, белый, серый	/жирный, стеклянный	отсутствует/ раковистый, неровный	магматическое (кислые породы), пегматитовое, осадочное	электроника, радиотехника, оптика, точная механика, строительство, ювелирное дело
29	Опал ($\text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$)	5,5–6,5/ 1,9–2,5	Бесцветный, белый, желтый, голубой	светлый/ жирный, восковой, перламутр	отсутствует/ раковистый	экзогенное, осадочное биогенное	строительство, ювелирное дело

Класс «Сульфаты»							
30	Барит (BaSO_4)	3–3,5/ 4,3–4,7	бесцветный, прозрачный	бесцветный/ стеклянный	совершенная/ неровный	гидротермальное, зона выветривания	химическая и топливная промышленность, бурение скважин
31	Гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	2/ 2,3	бесцветный, белый	белый/ стеклянный, перламутровый	весьма совершенная/ ровный	осадочное, в зоне выветривания, при дегидратации гипса	строительство, медицина
32	Ангидрит (CaSO_4)	3–3,5/ 2,6	белый с голубым оттенком	белый/ стеклянный до жирного, перламутровый	совершенная/ неровный	осадочное, гидротермальное	строительство, сельское хозяйство, химическая промышленность

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8
Класс «Галоидов»							
33	Галит (NaCl)	2,5/ 2,2–2,3	бесцветный, желтый	белый/ стеклянный, жирный	совершенная/ ступенчатый	осадочное (хемогенное) вулканогенно- экспляционное	пищевая, химическая промышленность, медицина
34	Сильвин (KCl)	2/2	бесцветный, белый, серый	бесцветный, белый/стеклянный, жирный	совершенная/ ступенчатый	осадочное (хемогенное)	химическая промышленность, сельское хозяйство, медицина
35	Флюорит (CaF_2)	4/ 3,1–3,2	бесцветный, желтый	бесцветный, белый/ стеклянный	совершенная/ ступенчатый	гидротермальное, магматическое, метаморфическое	металлургическая, химическая промышленность
Класс «Фосфатов»							
36	Апатит ($\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$)	5/ 3,1–3,3	белый, светло- зеленый, бутылочно- зеленый	белый/ стеклянный, жирный	несовершенная / неровный, раковистый	магматическое, контактово- метасоматическое, гидротермальное, осадочное	химическая промышленность, сельское хозяйство, ювелирное дело
Класс «Силикатов и алюмосиликатов»							
37	Оливин	6,5–7/	оливково-	белый/	средняя/	магматическое:	огнеупорное сырье,

	$(\text{Mg, Fe})_2[\text{SiO}_4]$	3,2–3,5	зеленый, бутылочно- зеленый, буроватый	стеклянный до жирного	мелкораковист ый	ультраосновные, основные породы	ювелирное дело
38	Гранаты $(\text{A}_3\text{B}_2[\text{SiO}_4]_3)$ A=Ca, Mg, Fe, Mn B=Al, Fe, Cr	6,5–7,5/ 3,4–4,3	бесцветный, желтый, красный, зеленый	белый/ стеклянный, алмазный, жирный	несовершенная / раковистый, занозистый, шероховатый	метаморфическое, магматическое, в россыпях	ювелирное дело, обрабатывающая промышленность, производство абразивов
39	Диопсид $(\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6])$	5,5–6/ 3,3	серый с зеленоватым оттенком	белый, слегка зеленоватый/ стеклянный	средняя/ ступенчатый до неровного	магматическое: ультраосновные, основные породы, метаморфическое	ювелирное дело

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8
40	Авгит $\text{Ca}(\text{Mg, Fe, Al})(\text{Si, Al})_2\text{O}_6$	5–6/ 3,3–3,5	черный	зеленовато- серый/ стеклянный	Совершенная под углами 87° и 89°/ неровный до раковистого	магматическое	породообразующий минерал
41	Роговая обманка $(\text{Ca, Na})_2$ $(\text{Mg, Fe})(\text{Al, Fe})$ $[(\text{Al, Si})_4\text{O}_{11}]_2$ $[\text{OH}]_2$	5,5–6/ 3–3,5	темно-зеленый до черного	зеленый/ стеклянный, полуметаллическ ий	совершенная под углами 56° и 124°/ ступенчато- шероховатый	магматическое, метаморфическое, в скарнах	важный породообразующий минерал
42	Серпентин (змеевик) $\text{Mg}_6[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ $(\text{OH})_8$	2,5–3/ 2,5–2,7	темно-зеленый, желто-зеленый	белый/ восковой, жирный, стеклянный	весьма совершенная/ занозистый, раковистый	Гидротермальное- метасоматическое, в корях выветривания ультраосновных пород	производство жаро- и кислотоупорных материалов, поделочный камень
43	Каолинит $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ $(\text{OH})_8$	1/ 2,6	белый, желтоватый или сероватый	белый/ матовый, тусклый,	весьма совершенная/ землистый,	гидротермальные изменения и выветривание полевых	фарфоровая, косметическая и мыловаренная

				перламутровый		шпатов	промышленность, строительство, производства кирпича, керамики
44	Монтмориллонит $\text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	очень мягкий	белый с серым или синеватым оттенком	белый/ матовый	совершенная/ землистый	Выветривание магматических пород и их туфов в щелочной среде	строительство, бурение скважин, пищевая промышленность
45	Хлорит $(\text{Fe}, \text{Mg})_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot (\text{Mg}, \text{Fe})_3(\text{O}, \text{OH})$	2–2,5/ 2,6–3,3	зеленый	светлая, зеленоватая/ стеклянный	весьма совершенная/ ступенчатый	гидротермальное, осадочное, метаморфическое	породообразующий минерал некоторых осадочных и метаморфических пород

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8
46	Тальк $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$	1/ 2,6–2,8	белый, желтоватый, серый	белый/ шелковистый, жирный, перламутровый, стеклянный	весьма совершенная/ занозистый, неровный	гидротермальное изменение ультраосновных пород	керамическая промышленность, медицина, бумажная, текстильная промышленность
47	Мусковит $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH}, \text{F})_2$	2–2,5/ 2,8–3,1	бесцветен, сероватый	белый/ стеклянный	весьма совершенная/ ровный	магматическое, гидротермальное, метаморфическое	электропромышленность, радиотехника, приборостроение
48	Биотит $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH}, \text{F}, \text{Cl})_2$	2,5–3/ 3–3,1	черный, бурый	белый/ стеклянный, металлоидный	весьма совершенная/ ровный, ступенчатый	магматическое, пегматитовое, метаморфическое	извлечение рубидия и цезия
49	Глауконит $\text{K}(\text{Fe}, \text{Al}, \text{Mg})_2[(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	2–3/ 2,2–2,8	зеленый	зеленый/ матовый	весьма совершенная/ зернистый, землистый	осадочное	химическая промышленность, сельское хозяйство
50	Ортоклаз	6–6,5/	светло-	белый/	совершенная/	магматическое	керамическая

	$K[AlSi_3O_8]$	2,54–2,63	розовый, буrowато- желтый	стеклянный, перламутровый	неровный, ступенчатый	(кислые, щелочные породы), осадочное	промышленность, ювелирное дело
51	Микроклин $K[AlSi_3O_8]$	6–6,5/ 2,5–2,6	серый, желтоватый, розовый	белый/ стеклянный, перламутровый	совершенная/ неровный, зернистый	магматическое (кислые, щелочные породы), метаморфическое	керамическая промышленность
52	Лабрадор $(Na,Ca)(Al,Si)(AlSi_2O_8)$	6-6,5/ 2,6-2,7	темно-серый, зеленоvато- серый	не дает/ стеклянный	совершенная/ неровный	магматическое	строительство (облицовочный материал)

Содержание отчета

В отчете следует отразить цель работы, кратко теоретические предпосылки, порядок выполнения работы. Определить на различных минералах предлагаемой коллекции их свойства и дать точное название минерала, его химический состав, используя таблицу 3. Химический состав минералов и их названия следует знать на память. Результаты работы представить в виде таблицы 4.

Таблица 4 – Характеристика основных свойств минералов

Название минерала, химическая формула	Твердость, плотность	Цвет, цвет черты	Блеск	Спайность, излом	Магнитность, реакция с HCl	Происхождение
---------------------------------------	----------------------	------------------	-------	------------------	----------------------------	---------------

При защите работы студент должен представить отчет о выполненной работе и ответить на вопросы, предложенные преподавателем.

Контрольные вопросы

1. Как определяется блеск минерала? Какое диагностическое значение имеет этот признак?
2. Перечислите основные классы минералов. Назовите главных представителей каждого класса.
3. Назовите виды спайности, характерные для минералов класса «карбонаты».
4. Какие группы минералов включает класс «оксидов»?
5. Отметьте общие диагностические признаки минералов классов: «сульфиды, оксиды, карбонаты, сульфаты, самородные элементы».
6. Минералы какого класса реагируют с соляной кислотой?
7. Дайте характеристику класса «силикатов».
8. Какое практическое значение имеют минералы класса «силикатов»?
9. Назовите химический состав 3-4 минералов по выбору

преподавателя.

Литература: [1, 6]

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛОВ

Цель: проконтролировать умение студентов определять название минералов и их характерные признаки. Установить владеют ли студенты специальной геологической терминологией, имеют ли представления о классах минералов и их практическом использовании.

Теоретическая часть

Минералы образуются в определенных физико-химических условиях. Своеобразие физико-химической обстановки в каждом отдельном случае способствует возникновению конкретного минерала или их скоплений.

Для удобства изучения минералы классифицируют, причем в основу классификации могут быть положены различные признаки: химическое строение, условия образования, практическое значение минералов.

Оборудование и материалы

Коллекция минералов, лупы, шкала Мооса, фарфоровые и стеклянные пластинки, магниты, 5–10 % соляная кислота.

Указания по технике безопасности

Работать с кислотой осторожно, избегая попадания реактива в глаза. Не проводить никаких работ, кроме тех, которые заданы руководителем и для которых даны объяснения.

Задания

Студент должен внимательно изучить минералы, предложенные преподавателем в качестве контрольных образцов. Им определяются диагностические свойства минералов с использованием необходимых материалов (фарфоровые и стеклянные пластинки, лупа и др.). Определяется класс, к которому относится тот или иной минерал. Затем дается название и химическая формула минерала.

Содержание отчета

Форма отчета устная. В процессе дискуссии преподавателя и студента выясняются знания и умения студента.

Контрольные вопросы

1. Что такое механические свойства минералов? Перечислите их.
2. Как определяется твердость минерала?
3. Какие минералы включает учебная коллекция из класса самородных элементов, сульфидов, галоидов и др.?
4. В каких условиях образуются минералы класса самородных элементов, сульфидов, галоидов и др.?
5. Какое практическое значение имеют минералы класса самородных элементов, сульфидов, галоидов и др.? Приведите примеры.

Литература: [1, 2, 3, 4, 6]

4. ИЗУЧЕНИЕ МАГМАТИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД

Цель: ознакомить студентов с главными представителями магматических горных пород и условиями их образования. Научить по

основным диагностическим признакам распознавать различные магматические породы.

Теоретическая часть

Горными породами называются агрегаты минералов более или менее постоянного состава, образующие самостоятельные геологические тела, слагающие земную кору. Минералы, присутствующие в горной породе в количестве не менее 10 %, называются *главными породообразующими*, от 10 % до 1 % – второстепенными, менее 1% – акцессорными (примесными). Одни и те же минералы могут быть для одних пород главными, для других – второстепенными.

Со временем в породах, за счет изменения и преобразования изначально существующих минералов, появляются новые, так называемые, *вторичные*. Например, полевые шпаты магматических пород, могут превращаться в каолинит, оливины и пироксены в серпентины или тальк и т.д.

Большинство горных пород состоит из небольшого числа породообразующих минералов (от 1 до 3-4), типичных для каждой породы, правда, количественные соотношения этих минералов в составе конкретных пород сильно меняются. Перечень акцессорных минералов для каждой разновидности пород, так же достаточно постоянен, однако в действительности в каждой конкретной породе присутствуют не все возможные минералы, а лишь некоторые из них.

Горные породы по происхождению делятся на *магматические* (изверженные), *осадочные* и *метаморфические*.

Магматические горные породы образовались путем застывания и кристаллизации магмы в толще земной коры или путем охлаждения и затвердевания лавы, излившейся на поверхность Земли при вулканических

извержениях. В зависимости от того, где происходит остывание магмы, образуются горные породы двух типов: *интрузивные* (глубинные, вторгшиеся, внедрившиеся) и *эффузивные* (излившиеся).

При внедрении магмы в толщу земной коры без выхода её на поверхность происходит медленное охлаждение магмы и хорошая полная кристаллизация; при этом возникают глубинные магматические породы полнокристаллического строения. При излиянии магмы на поверхность Земли она попадает в условия более низких температур и давлений. Образующиеся в этих условиях эффузивные породы не успевают полностью кристаллизоваться и поэтому имеют неполнокристаллическое или стекловатое строение.

Классификация магматических горных пород, кроме того, основывается на содержании в них кремнезема SiO_2 . По этому признаку выделяют четыре группы (таблица 5).

Таблица 5 – Химическая классификация магматических пород

Состав пород		Глубинные породы	Излившиеся породы	
Химический	Минералогический		Палеотипные	Кайнотипные
1	2	3	4	5
Кислые $\text{SiO}_2 = 70\text{--}65 \%$	Кварц, полевые шпаты, слюда	Граниты	Кварцевые порфиры	Липариты
Средние $\text{SiO}_2 = 65\text{--}52 \%$	Полевой шпат, роговая обманка, биотит Средний плагиоклаз, роговая обманка, авгит	Сиениты Диориты	Ортофиры, порфиры, трахитовые порфиры Порфириты, андезитовые порфиры	Трахиты Андезиты
Основные $\text{SiO}_2 = 52\text{--}40 \%$	Основные плагиоклазы, авгит, оливин	Габбро	Диабазы	Базальты
Ультраосновные $\text{SiO}_2 \leq 40\%$	Авгит Авгит, оливин, рудные минералы Оливин, рудные минералы	Пироксениты Перидотиты Дуниты		
Щелочные	Нефелин, пироксены	Нефелиновые		

SiO ₂ □ 40%		сиениты		
------------------------	--	---------	--	--

Особенности внутреннего строения породы, обусловленные соотношением ее составных частей и характером связи между ними, характеризует *структура*. Все глубинные магматические породы имеют полнокристаллические (зернистые) структуры. По крупности образовавшихся кристаллов (зерен) выделяют: крупнозернистые (более 5 мм); среднезернистые (от 5 мм до 1 мм); мелкозернистые (от 1 мм до 0,1 мм) и тонко зернистые (менее 0,1 мм) структуры.

По относительным размерам зерен различают *равномернозернистые* (кристаллические зерна имеют приблизительно одинаковые размеры) и *неравномернозернистые* (размеры зерен различны) структуры. Первые возникают при сохранении определенных условий кристаллизации в течение длительного времени, вторые – при резкой смене физико-химических условий кристаллизации. Излившиеся магматические породы по строению резко отличаются от глубинных. У них наблюдаются неполнокристаллические (порфировые) и стекловатые структуры. Породы с раскристаллизовавшимся стеклом, относят к эффузивным палеотипным.

Текстура (сложение) пород характеризует пространственное расположение составных частей породы в ее объеме, степень однородности ее сложения. Выделяются следующие текстуры магматических пород:

1. *Однородная* (массивная) текстура характеризуется тем, что минералы, слагающие породу, распределены по всей ее массе равномерно и любой ее участок не отличается от других участков.

2. *Неоднородная* (такситовая) текстура характеризуется тем, что отдельные участки породы отличаются друг от друга по составу или структуре, причем сами участки распределены в породе беспорядочно, как правило, отличаются они и окраской.

3. *Полосатая* (полосчатая) текстура характеризуется тем, что минералы, слагающие породу, расположены в виде более или менее

правильных полос. Полосы могут отличаться размером слагающих их зерен, составом зерен, окраской.

4. *Пузырчатая* текстура характеризуется наличием в породе большого количества неправильной формы пустот, образовавшихся при выделении из лавы растворенных в ней газов и паров.

5. *Миндалекаменная* (миндалевидная) текстура характеризуется тем, что пустоты в лаве выполнены каким-либо минералом (халцедон, кварц, цеолиты).

Формы залегания магматических пород весьма разнообразны. Определяются они количеством внедрившегося расплава, его химическими особенностями, в частности, вязкостью. Выделяются *согласные* формы залегания, когда магма проникает в породы согласно их напластованию, и *несогласные*, когда магма сечет напластование или вообще не зависит от него.

Одной из самых крупных форм залегания *интрузивных* магматических пород является *батолит* – куполообразное интрузивное тело больших размеров (площадью более 200 км²). Основание его погружается в недра Земли. Образование батолита происходит в условиях высоких давлений и медленного понижения температуры. Батолиты имеют чаще всего гранитный состав. Они развиты, например, на Украинском кристаллическом массиве, на Алтае, в Средней Азии, на Аляске и в других местах, а также обнаруживаются бурением в составе фундамента на всех известных платформах.

Штоки по форме аналогичны батолитам, но отличаются меньшими размерами. Они образованы на значительной глубине и обычно связаны с батолитами. В поперечнике штоки имеют размеры в несколько километров, обычно не больше 10.

Согласные интрузии. Лакколиты имеют караваяобразную

(грибовидную) форму с выпуклой поверхностью. Размеры сравнительно небольшие (от 100–200 м в поперечнике до нескольких километров). Слагаются вязкой магмой, внедрившейся между пластами осадочных пород и приподнявшей их. Подъем магмы происходит по вертикальному каналу. Примерами лакколитов являются горы Аю-Даг (Крым), Машук (Кавказ).

Лополиты имеют вид плоского блюдца или чаши. Их образование связано с опусканием подстилающих и покрывающих интрузию осадочных пород. Лополиты сложены чаще всего основными и ультраосновными породами. Примерами лополитов служат Бушвельдский массив (Южная Африка) и лополит Седбери (Канада).

Факолиты – интрузивные тела, возникшие в результате затвердения магматического расплава, внедрившегося в толщу пород, испытывающих процессы складкообразования.

Силлы – согласные интрузивные тела (пластовые интрузии), образованные в тех случаях, когда поднявшаяся по трещине магма проникает в толщу пород по напластованию. Суммарная площадь распространения силл может достигать сотен тысяч квадратных километров при общей их мощности в сотни метров. Известны силлы в бассейнах Енисея и Ангары, в провинции Кару (Южная Африка) и др.

Несогласные интрузии. Жилы – тела, секущие пласты осадочных или метаморфических пород, образующиеся в трещинах батолитов и подобных им тел. Жилы, имеющие вертикальное направление, называются *дайками*. Нередко они выступают на поверхность. Сложены жилы и дайки обычно основными породами. Толщина магматических жил (не путать с минеральными жилами) обычно от нескольких десятков сантиметров до сотен метров, при протяженности от сотен метров до десятков километров.

Жерловины (некки) – заполнения вертикальных трубкообразных каналов. Образуются они в результате застывания лавы или смеси лавы и

рыхлых продуктов извержения в нижней части жерла вулкана.

Формы залегания *эффузивных* пород менее разнообразны. Среди них наиболее распространены *покровы*, *потоки*, *купола* и *пики*. Первые две формы характерны для пород, возникших из подвижной легко растекающейся магмы, последние две – для пород, образовавшихся из вязкой магмы.

Покровы – плоские слегка вытянутые вдоль главного направления течения тела с практически постоянной мощностью. Они образуются на горизонтальной поверхности. Покровы образуются при излияниях больших масс базальтовых лав и занимают значительные площади.

Чаще всего лава движется в виде лавовых *потоков*, форма которых определяется рельефом местности. Длина потока зависит от подвижности магмы. Площади их распространения значительно меньше, чем у покровов. Примерами являются лавовые потоки Гавайских, Камчатских вулканов. Известны потоки протянувшиеся на десяток и более километров.

Купола – куполообразные или конические тела, образованные внутри кратера вулкана и сложенные затвердевшей гранитной магмой. Имеют небольшие размеры.

Пики (иглы) – магматические тела, значительно возвышающиеся над поверхностью земли. Площадь основания пика обычно невелика.

Известны скрытовулканические несогласные тела, состоящие из магматических продуктов, поднявшихся со значительных глубин. Это *диатремы* (трубки взрыва). Они отличаются от вулканов тем, что поднятие магмы в них происходит один раз и очень быстро. Размеры трубок изменяются от нескольких десятков метров до 1–2 км. К ультраосновным породам этих трубок (кимберлитам) приурочены месторождения алмазов в Южной Африке и Якутии.

Оборудование и материалы

Коллекция магматических горных пород, набор луп, таблица классификации магматических горных пород.

Указания по технике безопасности

Работать с кислотой осторожно, избегая попадания реактива в глаза. Не проводить никаких работ, кроме тех, которые заданы руководителем и для которых даны объяснения.

Задания

Вначале следует произвести разделение горных пород учебной коллекции на две группы: интрузивные и эффузивные, учитывая в первую очередь структурные особенности пород. Затем необходимо подразделить горные породы в каждой группе по окраске (кислые породы имеют светлую окраску, средние – серую светлых тонов, основные – темно-серый или темно-зеленый цвет; ультраосновные – обычно темно-зеленый или черный цвет). В каждой выделенной подгруппе определить название горных пород, используя таблицы 5 и 6.

Таблица 6 – Схематизированный определитель горных пород

Порода	Руководящие внешние признаки
1	2
Высококремнистые (кислые) породы, $\text{SiO}_2 > 65\%$	
Граниты	Полнокристаллическое (крупно-, средне-, мелкозернистые, равномерно- и неравномерно зернистые) глубинные породы массивного строения. Составят из кислых полевых шпатов (альбит, ортоклаз) до 50-60%, кварца 30-40%, биотита и роговой обманки до 15–20 % вместе или по отдельности, мусковита, иногда видны включения пирита, магнетита и других минералов. Окраски обусловлены цветом полевых шпатов, обычно это светло-серые, розовые, красные. Используются в строительстве в качестве бутового камня для изготовления щебня, облицовочных плит.
Липариты (риолиты)	Эффузивная порода порфирового строения. Плотная, светлоокрашенная (белая, светло-серая, желтоватая, красноватая) порода, в которой на фоне скрытокристаллической или стекловатой массы выделяют зёрна кварца, полевых шпатов (порфиновые выделения). Полевые шпаты узнаются по правильным очертаниям,

	хорошей спайности, блестящие, кварц имеет не правильные очертания зёрен, жирноватому блеску, выглядит как включения темного стекла. Используются как сырьё в стекольном производстве.
	большой плотностью. Применяется в строительстве, в частности, для изготовления щебня.
Среднекремнекислотные (“средние”) породы, SiO_2 от 65 до 52%	
Диориты	Полнокристаллические глубинные породы. Окраски серые, зеленовато-серые. Отличаются от гранитов малым содержанием кварца, не более 10-15%, вплоть до плотного его отсутствия. Главные породообразующие минералы: полевые шпаты (андезин, ортоклаз) 50-70%, роговая обманка, авгит. Применение такое же, как и гранита.
Андезиты	По химическому составу являются излившимися аналогами диоритов. Строение скрытокристаллическое, стекловатое, порфировое. Порфировые включения представлены полевыми шпатами, роговой обманкой, биотитом. Окраска пород серая, зеленовато-серая, коричневатая-бурая. Используются андезиты для производства кислотоупорных материалов, изготовления высококачественного стекла устойчивого к воздействию щелочей и кислот.
Андезитовые порфириты	Палеотипные аналоги андезитов. Основная масса микрозернистая, порфировые выделения полевых шпатов тусклые, матовые. Окраска темно-серая, зеленовато-серая. Используются так же как андезиты.
Сиениты	Полнокристаллическое, обычно средне- и мелкозернистые породы. Сложены калиевыми полевыми шпатами, роговой обманкой, иногда присутствует биотит до 30 %, кварц отсутствует. В некоторых разностях полевые шпаты замещены нефелином (нефелиновые сиениты). Окраски: серая, зеленовато-серая, розово-красная. Нефелиновые сиениты являются сырьем для получения алюминия, цемента.
Трахиты	Излившиеся аналоги сиенитов. Породы порфирового строения с шероховатым изломом, видимыми пустотами, иногда крупными. Окраска светло-серая, желтоватая, красноватая. Внешне не отличимы от андезитов. Используются в строительстве и как кислотоупорный материал.
Основные породы, SiO_2 от 52 до 40%	
Габбро	Полнокристаллическое, массивные, плотные глубинные породы темной окраски, сложенные основными полевыми шпатами, оливинами, авгитом, роговой обманкой, рудными минералами (магнетит). Габбро, состоящие на 90% из лабрадора, получило название <i>лабрадорита</i> . Используются как облицовочный материал.
Базальты	Плотные излившиеся темноокрашенные породы, темно-серые, черные, микрозернистого, стекловатого, порфирового строения. Порфировые выделения представлены оливинами, пироксенами, основными плагиоклазами. Используются в строительстве, в качестве кислотоупорного материала.

Диабазы	Палеотипные аналоги базальтов. Скрыто зернистые или порфирового строения. Плотные, тяжёлые. окраска темно-зеленая. Используются для каменного литья.
Ультраосновные породы SiO_2 40-30%	
Перидотиты	Плотные тяжелые темноцветные породы (черные, зеленоватые). Полнокристаллические, обычно, мелко- и среднезернистые. Породообразующие минералы оливин и пироксены. Полностью отсутствуют светлоокрашенные минералы. Оливин часто превращён в серпентин.
Пироксениты	Глубинные полнокристаллические породы яркого черного цвета, обычно крупно- и среднезернистого строения, плотные, тяжелые. Главные минералы в составе пироксенитов: пироксены (не менее 60%), оливины, роговые обманки, рудные минералы.
Дуниты (оливиниты)	Мономинеральные оливиновые породы, обычно средне- и мелкозернистого строения. Второстепенные минералы представлены в дунитах хромитом, в оливинитах – титаномагнетитом. Породы плотные, тяжелые, темноокрашенные (черные, темно-зеленые). Породы легко серпентинизируются. Используются как огнеупорное сырьё.
Магматические породы особого генезиса.	
Обсидианы (вулканические стёкла)	Плотные стекловидные породы с раковистым изломом. Окраска черная, бурая, сургучно-красная иногда пятнистая или полосчатая. Образуются обсидианы при очень быстром охлаждении лавы, например, при подводном её излиянии. По составу различают обсидианы от кислых до основных.
	Преобладают обсидианы кислого состава. Используются для производства теплоизоляционных материалов (стекловаты).
Пемзы	Породы однородного онкопористого, ячеистого, пузырчатого строения. Образуются при быстром застывании, обычно выделяющей газы, вспенивающие её поверхность. По составу и строению минеральная масса пемз является обсидианами. Очень легкие, плавают в воде. Окраски разнообразные: белая, серая, желтоватая, чёрная. Применяются пемзы в шлифовальной промышленности, для производства чистящих средств, как катализатор в химической и нефтехимической промышленности, в строительной индустрии для производства пемзо-бетона и как добавка к цементам.
Вулканические туфы	Породы обломочного строения, состоят из обломков различных магматических пород, промежутки между которыми заполнены тонкораспылённой магмой (вулканическим пеплом). Порода лёгкая, пористая, различного состава, который зависит от состава исходной магмы. Окраски разнообразные, обычно светлые. Уплотнённые вулканические туфы обладают хорошими тепло- и звукоизоляционными свойствами и используются в качестве строительного камня. Рыхлые разности используют при производстве шлако-бетонных блоков, при производстве водостойких цементов, особенно устойчивых к действию морской воды.

Содержание отчета

В отчете следует отметить цель работы, дать краткое теоретическое обоснование и, пользуясь предложенной методикой, описать горные породы, дав им название. Рекомендуется описывать породы по следующей схеме: название породы, цвет, блеск, излом, структура, текстура, происхождение породы.

1. Определить в коллекции магматических горных пород образцы интрузивных и эффузивных пород
2. Разделить породы по окраске на группы
3. Определить структуры и текстуры выбранных образцов
4. В каждой группе определить название горных пород

Представить результаты работы в форме таблицы 7.

Таблица 7 – Краткая характеристика магматических горных пород

№ образц а	Название породы	Цвет	Блеск	Излом	Структура	Текстур а	Тип и группа по генезису и составу

Контрольные вопросы

1. Что такое «горная порода»?
2. Как подразделяются горные породы по происхождению?
3. Расскажите о химической классификации магматических горных пород.
4. Какие породы являются эффузивными аналогами гранитов?
5. Опишите структуры глубинных магматических пород.
6. Приведите примеры текстур магматических горных пород.

Литература: [1, 3, 5, 6, 7]

5. ИЗУЧЕНИЕ ОСАДОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

Цель: ознакомить студентов с основными генетическими группами

осадочных пород. Научить студентов производить определения названий пород и описывать их характеристики.

Теоретическая часть

Магматические, метаморфические и ранее существовавшие осадочные породы при их разрушении являются источниками вещества для образования осадочных пород. *Осадочные породы* образуются на поверхности земли вследствие действия различных внешних сил и жизнедеятельности организмов. При этом происходит разрушение уже существующих горных пород и последующее отложение продуктов разрушения, дающее осадок. Осадок, претерпевая ряд изменений под давлением вышележащих толщ и благодаря различным физико-химическим процессам, превращается в осадочную горную породу.

Строение осадочных пород характеризуется их *структурой* (обломочной, кристаллической, аморфной, пелитовой, алевропелитовой, псаммопелитовой, оолитовой) и *текстурой* (массивной, слоистой, стилолитовой).

Важнейший текстурный признак осадочных пород – *слоистость*. Образование слоистости связано с условиями накопления осадков.

По способу образования осадочного материала выделяют три класса осадочных пород.

Во-первых, это класс *хемогенных* пород. Одни из них действительно возникают за счет химического разложения и преобразования других горных пород. Так, например, образуются латериты, бокситы, некоторые бурые железняки при разложении магматических пород, содержащих наибольшее количество алюминия и железа (сиениты, перидотиты и др.). Процессы эти протекают на поверхности континентов в условиях теплого и влажного климата.

Другая группа хемогенных пород образуется при осаждении вещества из растворов. Главным природным раствором является морская вода. При её интенсивном испарении повышается концентрация содержащихся в воде солей и при достижении предельной концентрации, своей для каждой соли, начинается образование кристалликов этой соли и их накопление на дне. Первыми достигают предельной концентрации слаборастворимые вещества: кальцит, доломит; затем последовательно осаждаются гипсы, ангидриты, каменные соли, калийные соли и другие легко растворимые соединения. Толщи пород, сложенные этими химически осажденными веществами, именуют также *эвапоритовыми*.

Следующим классом являются, так называемые, *органогенные* или *биогенные* породы, возникающие при активном участии живых организмов растительного или животного происхождения. К таким породам относятся разнообразные органогенные известняки (коралловые, водорослевые, ракушечные, мел и др.), кремнистые породы (диатомиты, радиоляриты, трепелы, опоки и др.), углистые породы (торф, бурые и каменные угли и др.).

В рассматриваемой классификации последний класс представляют породы *обломочные*, они же *механические* или *терригенные*. Образуются такие породы за счет накопления обломков (кусков частиц) других пород и минеральных зёрен самых различных размеров и внешней формы. Размер частиц изменяется от сотых и тысячных долей миллиметра до десятков сантиметров. Скопления могут оставаться в рыхлом состоянии: галечники, щебень, гравий, пески, алевроиты; либо цементируются и превращаются в консолидированные породы: брекчии, конгломераты, песчаники, алевролиты, глины.

Хемогенные и органогенные породы в некоторых классификациях рассматриваются в едином классе *биохимических* пород, где далее подразделяются по особенностям химического состава на породы

карбонатные (известняки, доломиты, мел, мергели); сульфатные (гипсы, ангидриты); галоидные (каменные соли, калийные соли); углистые (торф, бурые угли, каменные угли, антрациты); кремнистые (диатомиты, радиоляриты, кизельгуры, трепелы, опоки, яшмы).

Обломочные породы различают, прежде всего, размером обломков. Для пород, состоящих из обломков размером более 2 мм, важным классификационным признаком является форма обломков (см. таблицу 8).

Таблица 8 – Основные группы обломочных осадочных пород

Группа пород	Размеры обломков, мм	Название обломков и рыхлых пород		Сцементированные породы	
		окатанные обломки	неокатанные обломки	из окатанных обломков	из неокатанных обломков
1	2	3	4	5	6
Грубообломочные	>100	Валуны	Глыбы	Валунные конгломераты	Глыбовые брекчии
	100 – 10	Галька, галечник	Щебень	Галечные конгломераты	Брекчии
	10–2	Гравий, гравийник	Мелкий щебень, дресва	Гравийные конгломераты, гравелиты	Брекчия мелкощебенчатая
Песчаные (среднеобломочные)	2–1 1–0,5 0,5–0,25 0,25–0,1	Пески: грубозернистые крупнозернистые среднезернистые мелкозернистые		Песчаники: грубозернистые крупнозернистые среднезернистые мелкозернистые	
Алевритовые (мелкообломочные)	0,01–0,01	Алевриты		Алевролиты	
Глинистые	<0,01	Глины, Аргиллиты (переуплотненные глины)			

По величине обломков среди обломочных пород выделяют несколько групп: *грубообломочные породы*, состоящие из обломков диаметром преимущественно более 2 мм (глыбы, щебень, валуны, галька, гравий); *среднеобломочные (песчаные) породы*, состоящие из обломков диаметром от 2 до 0,1 мм (пески, песчаники); *мелкообломочные (пылеватые) породы*, состоящие из обломков диаметром от 0,05 до 0,01 мм (алевриты, лёссы).

Тонкообломочные, состоящие из обломков размером от 0,01 до 0,001 мм и менее (глины, аргиллиты). В каждой из этих групп выделяют *рыхлые* породы, частицы которых не скреплены, и *цементированные* породы, в которых частицы соединены каким-либо цементирующим веществом в сплошную массу или уплотнены. Цементирующее вещество (глины, известь, доломит, кремнистое вещество, гипс, железистое вещество) превращает рыхлые породы в плотные каменные породы.

Глинистые породы не нуждаются в цементации, они настолько диспергированы, что частицы слипаются друг с другом, а степень слипания (срастания) увеличивается при их уплотнении.

Глинистые породы представляют собой результат накопления как тончайших механических частиц, так и продуктов химического разложения некоторых силикатов в виде мельчайших зерен глинистых минералов. В этой связи в некоторых классификациях глинистые породы относят к классу хемогенных или считают переходными от настоящих хемогенных к обломочным и выделяют в самостоятельный класс. Основными свойствами глинистых пород являются: способность к разбуханию при намокании, пластичность, непроницаемость, огнеупорность (аргиллиты, супеси, суглинки).

Главными формами залегания осадочных пород являются *пласты, слои* – геологические тела, вертикальные размеры которых гораздо меньше горизонтальных. Каждый пласт отделяется поверхностями напластования. Нижняя поверхность называется *подошвой* слоя, верхняя – *кровлей*. Каждый слой или пласт характеризуется *мощностью (толщиной)*, т. е. кратчайшим расстоянием между кровлей и подошвой. Мощность может изменяться: увеличиваться (раздув) или уменьшаться (выклинивание). Слои в первоначальном своем положении залегают *горизонтально*. В результате тектонических движений приобретают *наклонное, складчатое, разрывное*

залегание.

Оборудование и материалы

Коллекция осадочных пород, набор луп, таблица классификации осадочных горных пород, 10% соляная кислота.

Указания по технике безопасности

Работать с кислотой осторожно, избегая попадания реактива в глаза. Не проводить никаких работ, кроме тех, которые заданы руководителем и для которых даны объяснения.

Задания

Вначале следует произвести разделение выданных горных пород на три группы: хемогенные, органогенные, обломочные. Затем необходимо подразделить обломочные горные породы по величине обломков и степени окатанности.

1. Определить в коллекции осадочных горных пород образцов хемогенных, органогенных, обломочных пород.
2. Определить их цвет, структуру, текстуру.
3. Пользуясь таблицей 9, дать им название

Таблица 9 – Основные представители осадочных горных пород и их свойства

Порода	Руководящие внешние признаки
1	2
Хемогенные породы	
Бокситы	Образуются при глубоком разложении богатых алюминием (глинозёмистых) пород в корях выветривания латеритного типа. При размыве кор выветривания могут переотлагаться в морских и озёрных условиях. Окраска бокситов весьма разнообразная (в зависимости от примесей). В чистом виде белая, иногда серая, зеленовато-серая, чаще красная, красно-бурая, бурая за счёт окислов железа. Породообразующие минералы: гидроокислы алюминия (диаспор и др.) и железа (лимонит и др.), каолинит. Структуры землистые, плотные пелитоморфные, оолитовые, бобовые и др. диагностика бокситов весьма затруднена, поскольку их можно принять за другие породы, от глин и мергелей до конгломератов и брекчий. Бокситы являются важнейшей рудой на алюминий. используются в

	огнеупорном производстве и изготовлении адсорбентов.
Бурые железняки	Природная смесь гидроокислов железа (лимонита, гётита, гидрогётита и др.). Окраска бурая, красновато- и желтовато-бурая, оранжево-бурая. Образуются в коре выветривания богатых железом пород, сульфидных руд (железные шляпы), при окислении переотложенных железистых минералов, накапливающихся обычно, в озёрных и болотных условиях. Текстура: массивная, слоистая, пористо-кавернозная и др. Структура: бобовая, оолитовая, землистые и др. При содержании железа >20%, используются для выплавки железа.
Яшмы	Образуются при химическом осаждении кремнезёма из морской воды, например, в местах подводной вулканической деятельности. Окраска яшмы весьма разнообразна светло-серая, зеленая разных оттенков, бурая, красная, черная, часто яшмы имеют пятнистую и полосчатую окраску. Главные минералы: кварц и халцедон. Обычные примеси: глинистый материал, окислы и гидроокислы железа. Структура плотная, микрозернистая. Используются в качестве поделочного и облицовочного камня.
Известняк и	Хемогенные известняки имеют обычно кристаллически-зернистую – размер зёрен более 0,05 мм или мелкозернистую структуру – размер зёрен менее 0,05 мм, встречаются разности оолитового и обломочного строения. Главным пороодообразующим минералом является кальцит. Вторичные
	минералы и примеси разнообразные, обычно это доломит, гипс, сидерит, ангидрит, глинистые минералы. Окраски известняков весьма разнообразны: чистые известняки белые, примеси окрашивают известняки в светло-серые, серые, серовато-желтые, темно-серые, зеленовато-серые, серовато-розовые, бурые до черных. На поверхности выветривания выбеливаются. Текстуры: массивная, слоистая, реже встречается стилолитовая, фунтиковая (конус в конус). Важной особенностью является бурное взаимодействие с соляной кислотой 5-10 % концентрации, сопровождающееся “вскипанием” нанесенной на поверхность породы капли кислоты, за счёт выделения углекислого газа. Используются в строительстве, металлургии, в качестве флюса в сахарной промышленности.
Доломит	Состоит из известково-магнезиального карбоната – доломита (>95%). Вторичные минералы: кальцит, глинистый и обломочный материал, гипс, ангидрит, сидерит. Окраски светло-серые, желтые, зеленоватые, бурые разных оттенков. Структуры тонкозернистая и мелкозернистые, плотные – пелитоморфные, оолитовые, обломочные. Текстуры слоистые, массивные, нередко трещиноватые. Макроскопически не отличимы от известняков, но с соляной кислотой реагируют гораздо менее бурно, начало реакции замедленно. Более бурно реакция протекает с порошком доломита. Доломиты используются как цементное сырье, в огнеупорной промышленности, в металлургии – в качестве флюса.
Мергель	Представляют собой породы смешанного состава, переходные от карбонатных к глинистым. Различают мергели известково-глинистые и доломито-глинистые, с содержанием от 25% до 75% соответственно, кальцита или доломита и от 75% до 25% глинистых материалов. Структура мергелей обычно тонкозернистая, пелитоморфная. Окраска разнообразная от светло-серой до почти чёрных разностей. С поверхности

	выбеливаются. Текстуры: слоистые, тонкослоистые, плитчатые до сланцеватых.
	Реагируют с соляной кислотой, влажное пятно, остающееся после реакции, приобретает более темную окраску, чем окраска породы в сухом состоянии. Используются мергели в цементной промышленности. Особенно ценными являются, так называемые, цементные мергели, состоящие на $\frac{1}{4}$ из глинистых частиц и на $\frac{3}{4}$ из кальцита.
Гипс	Это светлоокрашенные белые, серые, желтоватые, розоватые породы не высокой плотности. Состоят из гипса с включениями ангидрита, галита, кальцита и др. Структуры: от тонко- до крупнозернистых, иногда волокнистая. Текстуры слоистые, иногда массивные. При погружении, начиная с глубины 100-200 м., гипсы переходят в ангидриты. Используется гипс в строительной индустрии для производства гипсового цемента (алебаstra), строительных деталей, в бумажной промышленности, хирургии и др.
Ангидриты	Вместе с гипсами относятся к группе сульфатных пород. главный минерал: ангидрит. Примесями являются минералы, осаждающиеся вместе с ангидритом в едином процессе эвапоритового осаждения (доломит, кальцит, галит, сильвин, сода и др.), а так же глинистые частицы, окислы железа и др. Окраска светлая, серая, голубовато-серая, красноватая, часто пятнистая.. Структура: зернистые и тонкозернистые. Текстуры слоистые и массивные. Вблизи поверхности земли ангидриты подвергаются
	гидратации и преобразуются в гипс. Процесс сопровождается значительным увеличением объема пород, изменением структуры и текстуры. Используется в цементной промышленности.
Каменные соли	Состоят, в основном, из галита и вместе с сильвинитом относятся к группе, так называемых, галоидных пород. В виде примеси присутствует в небольших количествах другие хлориды и сернокислые соли, карбонаты, окислы железа, терригенные частицы. Окраска обычно светлая от прозрачной, бесцветной, до серой, голубой, красной разных оттенков. Каменные соли имеют не большую плотность, твердость и механическую прочность. Структуры кристаллические от мелко- до гигантокристаллических. Текстуры слоистые, чаще всего тонкослоистые. Легко растворима, обладает солёным вкусом. Каменные соли, вместе с ангидритами и гипсами, могут являться покрышками в залежах нефти и газа. При этом они являются лучшими природными покрышками. Широко используются в пищевой, консервирующей промышленности, химической промышленности.
Сильвиниты	Каменные соли содержащие более 50% сильвина (KCl) именуют сильвинитами. По внешним особенностям не отличимы от галитовых каменных солей. Отличаются более острым вкусом. Являются важнейшим сельскохозяйственным удобрением.
Органогенные породы	
Органогенные известняки	Состоят целиком или содержат в преобладающем количестве скелетные части организмов животного или растительного происхождения имеющих кальцитовый состав. Соответственно происхождению преобладающей части скелетных остатков именуются коралловыми, мшанковыми, спанголитовыми (губковыми), криноидными (из остатков морских лилий),

	ракушечными, водорослевыми и т.д. Структуры таких известняков определяются как биоморфные, ракушечные известняки могут иметь как биоморфные, так и биоморфно-обломочные структуры. Текстуры, обычно, слои
	стые. Коралловые и мшанковые известняки часто имеют массивную текстуру.
Мел	Является особой разновидностью органогенных известняков. Состоит из мельчайших раковин (скорлупок) фораминифер, морских водорослей (кокколитофорид) наряду с микрозернистым порошковидным кальцитом хемогенного осаждения. породы светлые, белые, слегка желтоватые, сильно пористые, мягкие, лёгкие. Текстура слоистая. Применяется в строительном деле и вместе с мергелями, являются цементным сырьём.
Диатомиты	Мелкие, светлые, очень мягкие породы невысокой плотности (0,4-0,8). Внешне не отличимы от мела, правда, не реагируют с соляной кислотой, поскольку состоят из опала и относятся к группе кремнистых пород. Сложены микроскопическими скорлупками диатомовых водорослей скреплённых микрозернистым опалом. Текстура обычно тонкослоистая. Образуются в морских условиях, реже в озёрных.
Трепелы (опоки)	Возникают при преобразовании диатомитов, обладают несколько повышенной плотностью (0,8-1,8). Состоят из микроскопических опаловых сфер, скреплённых так же опалом. образуют пластовые и линзовидные тела. Кремнистые породы используются как адсорбирующий материал, тепло- и звукоизоляционный материал, для производства кремнистых
	цементов.
Горючие сланцы	Глинистые, часто карбонатные породы тонкослоистого и сланцеватого облика, содержащие в своём составе от 20 до 60% органических веществ. Эти вещества представляют собой остатки растительного и животного планктона, преобразованного в коллоидную горючую массу. Окраска горючих сланцев от желтовато- и зеленовато- бурой до тёмно-бурой, почти чёрной. Легко загораются и горят коптящим пламенем и издают запах горячей резины. От глин отличаются гораздо меньшей плотностью. Органические вещества извлекают путём перегонки для дальнейшей химической переработки. Горючие сланцы используются так же в качестве низкосортного минерального топлива.
Торф	Представляет собой слабо разлагающуюся массу растительных остатков, накапливающихся в болотах и торфяниках. Окраска обычно коричневатобурая, сложение волокнистое. В разной пропорции присутствуют минеральное вещество – глинистое, супесчаное, карбонаты железа и др. Торф используется как низкосортное топливо, обычно для местных нужд.
Ископаемые угли	Весьма разнообразны, отличаются условиями образования, составом, степенью преобразованности и др. залегают в виде пластовых тел толщиной от 1 до 15 м., редко больше. Возникают за счёт преобразования растительных остатков (торфа) в направлении увеличения содержания углерода. Главная примесь в составе углей песчано-глинистая, от нескольких до 50%. По степени преобразованности различают угли бурые, каменные и антрациты. Используются как топливо, при выплавке металлов, как химическое сырьё.
Обломочные (терригенные, механические) породы	

Грубообломочные породы	
Брекчии	Подразделяются на глыбовые, щебенчатые и мелкощебенчатые (дресвяные). Чаще встречаются брекчии состоящие из обломков различных раз
	меров и разного состава. Обычно это куски различных горных пород (магматических, метаморфических, осадочных), обломки минеральных зёрен. Характеризуются линзовидным и пластовым залеганием.
Конгломераты	Выделяют в зависимости от размерности обломков, соответственно, конгломераты валунные, галечниковые, гравийные. Встречаются чаще брекчий, залегают в виде пластов, обычно небольшой толщины. По генезису различают конгломераты морского, озёрного, речного и др. происхождения. Щебень, галечники, гравий используют в строительстве при изготовлении бетона, мощении дорогах и пр.
Песчаники	Размер частиц от 2 мм до 0,1 мм. Форма частиц является важной характеристикой породы, но на название не влияет. Частицы представляют собой обломки минеральных зёрен, реже это кусочки горных пород. В составе обломочной части чаще всего встречаются зёрна кварца, затем кислых полевых шпатов (ортоклаз), халцедона, слюды, глауконита. Глинистые минералы входят в состав цементирующего вещества. Пески и песчаники, состоящие более чем 95% из зёрен одного минерала, называют мономинеральными. Чаще всего пески и песчаники имеют полиминеральный состав. Из мономинеральных песчаников наибольшим распространением пользуются кварцевые. Окраска песчаников зависит от состава: кварцевые песчаники
	светлые, белые, желтоватые; полевошпатовые – серые, розовые; полиминеральные – темно-серые; с железистым цементом – жёлто- и красно-бурые различных оттенков. Пески и песчаники являются важнейшими коллекторами нефти и газа. Используются в строительном деле. Кварцевые и полевошпатовые разности находят применение в производстве стекла, фарфора и фаянса.
Алевриты	Мелкозернистые породы, размер частиц от 0,1 до 0,01 мм., частицы имеют угловатую форму. Окраска пород разнообразная, но преобладают серые разности. В минеральном составе ещё большее значение, чем в песчаниках, приобретают кварц и халцедон и в меньших количествах содержатся полевые шпаты и слюды. Цемент, как и в песчаниках, может быть различным, но преобладают глинистые разности. Текстуры слоистые, косослоистые, преобладают тонкослоистые и плитчатые разности.
Глины	Тонкозернистые породы, размер частиц менее 0,01 мм. Состоят из глинистых минералов (каолинита, монтмориллонита, гидрослюда и др.). в чистом виде окраска белая матовая, примеси окрашивают в разные цвета: зеленовато-серые, бурые, красные различных оттенков, вплоть до чёрных. Текстуры массивнослоистые, слоистые, сланцеватые. По происхождению различают, так называемые, первичные глины, слагающие коры выветривания на поверхности различных магматических и метаморфических пород, и глины вторичные, образующиеся при размыве и переотложении первичных на морском дне. Важной особенностью глин является их способность размокать, разбухать и становиться пластичными при взаимодействии с водой. В наименьшей

	степени это свойство проявляется у каолинистых глин, в большей – у монтмориллонитовых. Глины используются для приготовления буровых растворов, в качестве адсорбентов, в кирпично-черепичном, керамическом производстве, изготовлении фарфоровых и фаянсовых изделий.
Аргиллиты (сухарные глины)	Представляют собой переуплотнённые глины, практически потерявшие способность к разбуханию. Такие изменения происходят с глинами на глубинах превышающих 2 км. Породообразующие минералы: гидрослюда, хлорит, слюды, кварц. Окраски разнообразные: серые, черные, зеленовато-серые, коричневые, кирпично-красные. Текстуры: слоистые, тонко- и плитчатослоистые, сланцеватые, иногда массивные.

Содержание отчета

В отчете следует осветить цель работы, дать краткое теоретическое обоснование и, пользуясь предложенной методикой, описать горные породы и дать им название. Описывать породы нужно по следующей схеме: название горной породы и ее классификация, структура и текстура, цвет, происхождение. Представить результаты работы в форме таблицы 10.

Таблица 10 – Краткая характеристика осадочных горных пород

№ образца	Цвет	Структура	Текстура	Название породы	Тип и группа по генезису

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются осадочные породы по их генезису?
2. Как классифицируются обломочные породы по величине обломков?
3. Как классифицируются обломочные породы по степени цементации обломков?
4. Каковы особенности залегания осадочных горных пород?
5. Что такое «глинистые горные породы»? Какими минералами они представлены?
6. На какие классы по особенностям состава подразделяются биохимические породы?

Литература: [1, 2, 3, 5, 6, 7]

6. ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД

Цель: ознакомить студентов с классификацией и основными генетическими группами метаморфических пород и научить их распознавать эти породы по характерным признакам в образцах.

Теоретическая часть

К *метаморфическим* относятся породы, возникшие за счет исходных осадочных либо магматических пород, подвергшихся действию повышенных температур, давлений, химически активных растворов, именуемых факторами метаморфизма. Существенным в процессах метаморфизма является то, что преобразование вещества осуществляется в твердом состоянии. Температура обычно не достигает точек плавления вещества. Исключение составляет процесс ультраметаморфизма, сопровождающийся частичным плавлением вещества. Метаморфизм может приводить к простой перекристаллизации породы, без изменения минерального и химического состава породы, например, превращение чистых разностей известняков и доломитов в мраморы, обычно в направлении разрастания размеров зёрен (бластеза). В других случаях меняется минеральный состав породы с сохранением валового химического состава, например, превращение глинистых пород в филлиты и слюдяные сланцы в условиях регионального метаморфизма. Метасоматические преобразования сопровождаются, обычно, выносом каких-то элементов из породы и привносом других, что приводит к появлению новых минералов, например, волластонита, турмалина, рудных минералов и др. в скарнах и грейзенах. При

классификации метаморфических пород по возможности основываются на выявлении ведущих факторов их преобразования. Используемая классификация учитывает также принадлежность породы к той или иной конкретной геологической обстановке.

Типичными обстановками метаморфизма и относимыми к ним, соответственно, генетическими группами метаморфических пород являются следующие:

1. *Динамический метаморфизм*, заключающийся в процессах дробления, перетирания горных пород в условиях так называемого стресса – направленного сжатия. Типичные породы – тектонические брекчии, катаклазиты и милониты.

2. *Контактовый метаморфизм* заключается в изменении горных пород, испытавших контакт с раскаленной магмой, и воздействие активных газов и растворов, выделяемых ею. Типичными породами являются роговики, мраморы, скарны.

3. *Метасоматоз* – химическое изменение пород горячими растворами и газами. Выделяется в качестве самостоятельной разновидности – метасоматического метаморфизма. Типичными породами являются грейзены, пропилиты, серпентиниты, тальковые сланцы.

4. *Автометаморфизм* является разновидностью метасоматоза, проявляется в изменении остывающей магматической породы под влиянием циркулирующих сквозь нее паров и газов, обычно выделяющихся из того же магматического очага. Типичные породы – грейзены, березиты, пропилиты, серпентиниты, тальковые сланцы, вторичные кварциты.

5. *Региональный метаморфизм* охватывает одновременно гигантские объемы горных пород (миллионы км³), что и подчеркнуто в его названии. Типичными породами являются филлиты, кристаллические сланцы, слюдяные сланцы, слюдяные гнейсы, кварциты, мраморы,

амфиболовые сланцы (амфиболиты), лептиты, ортогнейсы.

Кроме того породы регионального метаморфизма по особенностям химического и минералогического состава подразделяют на ряды: глиноземистых, магнезиальных, кремнистых и магнезиально-известковистых пород.

Метаморфические породы являются наиболее сложным объектом изучения в сравнении с другими типами пород. Установление точного наименования пород при визуальном знакомстве зачастую невозможно, в связи с чем широко используются групповые названия типа «кристаллический сланец», «слюдяной сланец» и др.

Принадлежность породы к группе метаморфических в полевых условиях устанавливается обычно по условиям ее залегания, например, порода встречена в мощном комплексе метаморфизованных образований. Тектурные и структурные признаки, минеральный состав являются в данном случае дополнительными уточняющими признаками.

Студенты в лаборатории знакомятся обычно с отдельными образцами метаморфических пород, положение которых в метаморфических комплексах, как правило, неизвестно. Это случай, когда при определении породы основное внимание уделяется текстурно-структурным признакам и вещественному составу. Здесь уместно подчеркнуть, что многие метаморфические породы обладают характерными, легко распознаваемыми текстурами – сланцеватостью, пльчатостью и др.

Оборудование и материалы

Коллекция метаморфических пород различных типов, 10 % соляная кислота, лупы, таблицы, плакаты, альбомы с рисунками и описанием метаморфических пород.

Указания по технике безопасности

Работать с кислотой осторожно, избегая попадания реактива в глаза. Не проводить никаких работ, кроме тех, которые заданы руководителем и для которых даны объяснения.

Задания

1. Провести макроскопическое описание пород (цвет, структура, текстура, минералогический и химический состав).
2. Определить генетический тип предложенных образцов.
3. Пользуясь определителем горных пород (таблица 11), дать им название.

Содержание отчета

В отчете студент должен отразить цель работы, кратко основные теоретические положения, методику и описать все типы метаморфических пород. Результаты выполненной работы представить в виде таблицы 12.

Таблица 11 – Краткая характеристика типичных представителей метаморфических пород

№ обр.	Название породы	Описание	Минералогический состав	Исходные породы
1	2	3	4	5
Породы динамического (катакластического) метаморфизма				
1	Тектонические брекчии	Образуется в зонах крупных разрывов за счёт дробления боковых пород. Состоят из крупных угловатых обломков исходных пород, сцементирующее вещество обычно имеет вторичное происхождение и выпадает из водных растворов, циркулирующих в зоне разрывов.	Иногда кварц, карбонаты, хлориты, окислы железа (в цементе)	
2	Катаклазиты	Сильно перетёртые породы, по образованию сходные с тектоническими брекчиями, частично рассланцованные, что приводит к появлению вторичных минералов: хлоритов, серицитов	Реликты минералов позволяют установить характер первоначальных пород. Вторичные минералы: хлориты, серициты	
3	Милониты	Тонкоперетёртые и вторичноуплотнённые породы со следами пластического течения. Строение плотное, микрозернистое, окраска, обычно, тёмная. Внешне плохо отличим от других мелкозернистых пород, но легко идентифицируются при микроскопическом определении.	Тонкий, даже пылеватый материала с редкими зёрнами – реликтами первоначальной породы	
Метасоматические и автометаморфические породы				
4	Грейзены	Образуются при метасоматическом (часто автометаморфическом) изменении кислых пород (гранитов). Породы средне- или крупнозернистые, светлоокрашенные.	Кварц и слюды; турмалин, флюорит, лепидолит, топаз, рудные минералы	Граниты и гранитоиды
5	Березиты	Образуются при гидротермальном метасоматозе кислых магматических пород. Мелкокристаллические породы светлой желтовато-белой окраски.	Кварц и мусковит, иногда заметная примесь кристаллического пирита. Часто содержат рассеянное золото, могут сопровождаться рудными скоплениями серебра, молибдена, вольфрама и др.	Граниты и гранитоиды
6	Серпентиниты	Обычно являются продуктом автометаморфизма ультраосновных оливиновых пород. Плотные	Серпентин, магнезит, кальцит, сидерит, тальк. Могут содержать неразложившийся	Ультраосновные оливиновые

		породы серо-зелёной, обычной окраски.	пироксены, тальк, магнетит, хромит.	породы
--	--	---------------------------------------	-------------------------------------	--------

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5
8	Скарны	Образуется при приконтактовом метасоматозе карбонатных пород. Обычно это плотные крупнозернистые породы темно-серого, зеленовато-серого цвета.	Кальцит, пироксенов, гранаты, диопсид, роговые обманки. Часто насыщены рудными минералами: магнетит, гематит, сульфиды, молибденит, что определяет их промышленное значение.	Известняки и доломиты
Породы контактового метаморфизма				
7	Роговики	Образуются при температурном воздействии интрузивного массива на вмещающие глинистые породы. Породы темноцветные, часто пятнистые, микрозернистые. Роговиковая структура	Полевые шпаты, лагдиоклазы, ортоклаз, кварц, биотит, пироксены, гранаты	Глинистые породы
9	Мраморы (образуются также при региональном метаморфизме)	Образуются при контактовой перекристаллизации известняков, доломитов, богатых известью мергелей. Структуры кристаллические от мелко- до крупнозернистых. Окраски необыкновенно разнообразны от белых полупрозрачных до чёрных, часты разноцветные узорчатые окраски. Мраморы образуются так же при региональном метаморфизме. Используются как декоративный, отделочный материал, в стекольной, металлургической, электротехнической отраслях, для производства извести и др.	Кальцит, доломит; встречаются обломочные зерна кварца, полевых шпатов	Известняки и доломиты
Породы регионального метаморфизма				
Ряд глиноземистых пород				
10	Глинистые сланцы	Сильно уплотнённые и ещё слабометаморфизированные глины и аргиллиты. Структура пород пелитоморфная, текстура сланцевая. Поверхности расслаивания тусклые матовые. Окраски разнообразные: серые, черные, зеленоватые, красноватые и др. В размолотом	Состоят из микрозёрен глинистых минералов, алевроитовые и псаммитовые зерна, главным образом, кварца и полевых шпатов, хлорита	Глинистые, песчано-глинистые породы

		виде используются в резинотехни- ческой промышленности, при произ тве изоляционных материалов, л еумов.		
--	--	---	--	--

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5
11	Филлиты	Представляют собой результат дальнейшего метаморфизма глинистых сланцев. В филлитах появляется масса мелкочешуйчатого серицита, придающего поверхностям раскалывания (поверхностям сланцеватости) шелковистый блеск. глинистые минералы в составе филлитов отсутствуют и заменяются слюдой, хлоритом, кварцем, полевыми шпатами. Структура микрозернистая, текстура тонкосланцеватая. Окраски разнообразные: серая, чёрная, зеленоватая, красно-бурая и др.	Серицит, хлорит, кварц, полевые шпаты, иногда слюды	Глинистые, песчано-глинистые
12	Слюдяные сланцы	Образуются из глинистых, песчаноглинистых осадочных пород, прошедших предыдущие стадии метаморфизма. Возможно образование из различных магматических пород кислого состава. Породы сланцеватого, иногда плейчатого строения. Окраска разнообразная, от светло-серых до черных, иногда бурых, коричневых разных оттенков.	Слюды (мусковит, биотит, хлорит, серицит), кварц Состав слюд определяет название сланцев: мусковитовые, серицитовые, биотитовые, мусковит-биотитовые.	Глинистые, песчано-глинистые, кислые магматические породы
13	Гнейсы Ортогнейсы Парагнейсы	Являются продуктом высокой степени метаморфизма песчано-глинистых осадочных и кислых и среднекислых магматических пород. Соответственно, разделяются на парагнейсы, обладающие полосчатыми, плейчатыми, сланцеватыми текстурами, и ортогнейсы массивного однородного, очкового строения.	Полевые шпаты, кварц, слюды, темноцветные минералы (биотит, роговая обманка, пироксен)	Магматические породы (гранитоиды). Обломочные осадочные породы
Ряд магнезиальных пород				
14	Хлоритовые сланцы	Образуются при метаморфизме основных и ультраосновных магматических пород. Окраска	Хлориты, в небольших количествах магнетит, гранаты, полевые шпаты, кварц,	Основные и ультраосновные

	(о ртосланцы)	пород от светло- до темно-зеленой. Текстура сланцевая, иногда плотная, массивная (однородная).	кальцит	магматические породы
--	---------------	--	---------	----------------------

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5
Ряд кремнистых пород				
15	Кварциты	Тонко- и мелкозернистые породы. Плотные, чрезвычайно крепкие. Окраски самые разнообразные от чисто белых до чёрных. Образуются при метаморфизме кварцевых песчаников и алевролитов. Применяются для изготовления огнеупорного кирпича (дипаса), жерновов, точильных камней, в качестве облицовочного, декоративного материала.	В основном кварц (>90%) с примесью слюды, хлориты, гранатов, полевых шпатов.	Кварцевые пески и песчаники
16	Кремнистые сланцы	Образуются при метаморфизме кремнистых осадочных пород. Структура тонкозернистая, отличаются от кварцитов сланцеватым строением. Окраски разнообразные в светлых тонах: светло-серые, белые, желтоватые.	Кварц (60-80%), халцедон, полевые шпаты, лимонит, гематит и др.	Кремнистые осадочные породы
Ряд магнезиально-известковых пород				
17	Мраморы	Внешне не отличаются от мраморов контактового метаморфизма.		
	Амфиболиты	Являются продуктом метаморфизма основных магматических пород, мергелей. Окраска тёмная: зеленовато-серая, темно-серая до чёрной. Структура кристаллическая средне- и мелкозернистая. Текстура сланцеватая, массивная, однородная. Разновидностями амфиболов являются роговообманковые сланцы, породы сланцеватой текстуры, содержащие помимо амфиболов	Роговая обманка, кальциевые полевые шпаты (плаггиоклазы)	Основные магматические породы

		слюды, карбонаты и антиполитовые сланцы (лучистые сланцы), сложенные волокнистыми или радиальнолучистыми агрегатами актинолита с примесью зёрен полевого шпата и кварца.		
--	--	--	--	--

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5
18	Роговообманковые сланцы	Зеленый, темно-зеленый до черного. Структура гранобластовая. Текстура сланцеватая, однородная.	Роговая обманка, в небольших количествах мусковит, карбонаты	Ультраосновные магматические породы
19	Актинолитовые сланцы	Зеленый с различными оттенками. Структура нематобластовая. Текстура сланцеватая, однородная	Актинолит	Ультраосновные магматические породы, карбонатные породы
20	Эклогиты	Плотные, тяжёлые крупнокристаллические породы тёмной окраски. Являются продуктом метаморфизма основных пород в условиях очень больших глубин. Состоят из железистых гранатов и моноклиновых пироксенов.	Сильно железистый гранат, моноклинный пироксен	Основные магматические породы

Таблица 12 – Макроскопическое и микроскопическое описание метаморфических пород

№ образца	Цвет	Структура	Текстура	Минералогический состав	Название породы	Тип метаморфизма	Название исходной породы

При защите выполненной работы студент должен представить отчет, ответить на вопросы преподавателя и уметь определить название горных пород в образце.

Контрольные вопросы

1. Что такое метаморфизм и каковы его факторы?
2. Какие типы метаморфизма Вы знаете?
3. Перечислите основные типы метаморфических пород.
4. Какие структуры характерны для пород различных типов метаморфизма?
5. При изменении каких пород возникают мраморы? Тальковые сланцы? Ортогнейсы и парагнейсы?
6. Охарактеризуйте минералогический состав грейзенов, гнейсов, мраморов, роговообманковых и слюдяных сланцев.

Литература: [1, 2, 5, 6, 7]

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ГОРНЫХ ПОРОД

Цель: проконтролировать умение студентов определять название горных пород, их структуры и текстуры. Установить владеют ли студенты геологической терминологией, умеют ли различать породы различного генезиса, имеют ли представления о практическом использовании тех или иных пород.

Теоретическая часть

Горные породы, являющиеся объектом изучения геологов, представляют собой значительные по размерам минеральные скопления,

строение и состав которых отличаются более или менее однородным характером. Любая горная порода состоит из одного или нескольких минералов. Многообразие минералов, входящих в состав породы, определяет многообразие самих пород.

Для удобства изучения горные породы классифицируют по их происхождению. Различают магматические, осадочные и метаморфические горные породы. Породы каждого типа характеризуются своими физическими и химическими особенностями.

Оборудование и материалы

Коллекции магматических, осадочных и метаморфических пород, 5–10 % соляная кислота.

Указания по технике безопасности

Работать с кислотой осторожно, избегая попадания реактива в глаза. Не проводить никаких работ, кроме тех, которые заданы руководителем и для которых даны объяснения.

Задания

1. Определить и записать основные свойства (цвет, структура, текстура, минералогический состав)
2. Определить принадлежность образцов горных пород к тому или иному классу по совокупности признаков
3. Определить название горных пород

Содержание отчета

Форма отчета устная. В процессе дискуссии преподавателя и студента выясняются знания и умения последнего.

Контрольные вопросы

1. Приведите примеры кислых магматических пород.
2. Приведите примеры осадочных пород, образованных за счет жизнедеятельности организмов.
3. В каких геологических условиях накапливается мелкообломочный материал?
4. Что такое «гидротермальный метаморфизм»?
5. Какие полезные ископаемые связаны с породами, подвергшимися гидротермальному метаморфизму?
6. Какие текстуры характерны для метаморфических пород?

Литература: [1, 2, 5, 6, 7]

8. РАБОТА С ГОРНЫМ КОМПАСОМ

Цель: ознакомить студентов с методикой работы с горным компасом. Научить студентов замерять элементы залегания пород, определять их на геологической карте и на местности.

Теоретическая часть

Горный компас служит для определения *элементов залегания пород*. Элементами залегания называют ориентировку *линий простираания и падения пластов*, а также *угол падения пласта*. Линией простираания называют горизонтальную линию, нанесенную на поверхность пласта. Линия наибольшего наклона — линия падения пласта. Эти линии взаимно перпендикулярны. Угол наклона линии падения к горизонтальной плоскости называется углом падения пласта. С помощью горного компаса определяют угол падения и *азимут линии падения*.

Компас монтируется на прямоугольной пластине длиной 8–11 см и шириной 7–8 см (рисунок 7).

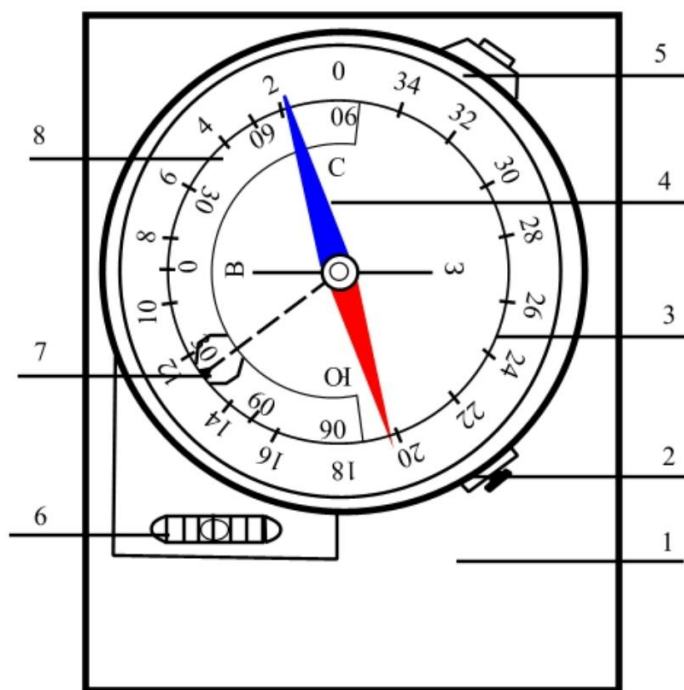


Рисунок 7. Горный компас (1 – металлическая пластинка, 2 – стопорный винт, 3 – лимб, 4 – магнитная стрелка, 5 – стопор отвеса, 6 – уровень, 7 – отвес, 8 – клинометр)

С помощью пузырькового уровня короткую сторону пластины можно приводить в горизонтальное положение. Если в таком положении пластина прислонена к поверхности слоя, то она показывает положение линии простирания. Магнитная стрелка прикреплена к игле и вращается на ней только при горизонтальном положении компаса. Северный конец стрелки окрашен в синий или белый цвет, южный – в красный.

Шкала компаса (*лимб*) проградуирована на 360^0 . Градуировка произведена против часовой стрелки, что позволяет отсчитывать азимут направлений, вдоль которых ориентирован компас. Оцифрованы только десятки градусов лимба. Это означает, например, что цифра 23 соответствует 230^0 . Лимб можно вращать для введения поправок на *магнитное склонение*. С помощью *стопорного винта* магнитная стрелка приподнимается над иглой и прижимается к покровному стеклу во избежание лишнего затупления иглы.

Внутри лимба имеется еще одна шкала, представляющая собой полукольцо, разделенное от 0^0 в его центре до 90^0 в обе стороны. Это шкала *клинометра*, отображающая углы падения пластов, когда длинная сторона компаса располагается вдоль линии падения. Отсчеты берутся по *зубцу*

отвеса. Отвес также вращается вокруг центральной иглы. Освобождается он нажатием кнопки стопора и может останавливаться в любом положении при отпускании кнопки. Это обеспечивает снятие отсчета со шкалы клинометра.

Порядок определения элементов залегания включает нанесение на поверхность слоя линий падения и простирания, замер азимута линии падения и величины угла падения. Для этого нужно расчистить небольшой участок поверхности напластования слоя и найти на этой поверхности линию простирания. Делать это можно двумя способами: с помощью пузырькового уровня и с помощью клинометра. В первом случае компас прикладывают короткой стороной к поверхности слоя и, держа его примерно в горизонтальном положении, не отрывая от поверхности, слегка перемещают, пока уровень не покажет точного горизонтального положения прижатой стороны. Эту линию на поверхности слоя следует прочертить (карандашом или лезвием ножа). При втором способе нахождения линии простирания компас прикладывают длинной стороной (сторона клинометра), держа его вертикально к поверхности слоя и, освободив отвес, вращают, не отрывая от поверхности, пока отвес не установится на нулевом делении клинометра. Найденную линию следует прочертить. Это и будет линия простирания пласта пород.

Линия падения наносится на поверхность слоя с помощью прямоугольной пластины компаса. Она всегда перпендикулярна линии простирания и направлена вниз по направлению наклона пласта. Дальнейшие замеры производят только по отношению к линии падения. Сначала определяют азимут падения. Для этого компас располагают так, чтобы длинная его сторона была параллельна линии падения, а короткая – линии простирания. Обязательным условием является ориентировка нулевого деления лимба вниз по наклону пласта (падению). Осторожно приводят компас в горизонтальное положение (короткая сторона остается постоянно прижатой к поверхности слоя) и, убедившись, что стрелка вращается

свободно, берут отсчет по ее северному концу. Это будет азимут линии падения, например 243° .

Угол падения отсчитывают, приложив компас к линии падения длинной стороной (стороной клинометра), держа его в вертикальном положении. В таком положении нажимают кнопку стопора (следует убедиться, что отвес вращается свободно). Затем кнопку отпускают и берут отсчет по зубцу отвеса. Это и будет угол падения, например 25° .

Полученные сведения об элементах залегания пород заносят в полевую книжку и при необходимости они могут изображаться на карте. Форма записи следующая: точка наблюдения № ____. Эл. Зал. $243^{\circ} - <25^{\circ}$. На карте в точке замера изображают элементы залегания пород. Для этого через точку замера на карте проводят линию меридиана, вправо от его северного направления откладывают значение азимута падения (243°), который изображается штрихом или стрелочкой. Перпендикулярная линия будет являться линией простирания. Цифра рядом со значком показывает угол падения (25°) (рисунок 8).

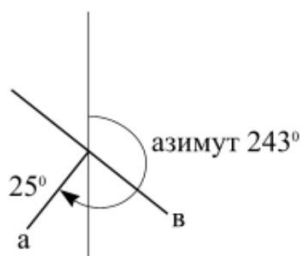


Рисунок 8. Элементы залегания пород (а – линия падения, в – линия простирания)

Горизонтальное положение слоев обозначается перекрещивающимися штрихами, а вертикальное – обоюдно стрелочкой, ориентированной по простиранию пород. Если слои перевернуты, то изображается их современное положение, а к знаку их залегания добавляется петелька (рисунок 9).

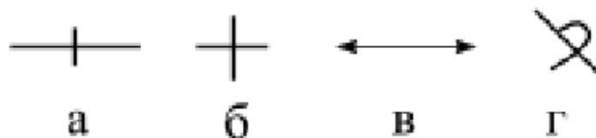


Рисунок 9. Положение слоев (а, б – горизонтальное, в – вертикальное, г – перевернутое)

Оборудование и материалы

Компасы, листы плотного картона, карандаши, транспортиры.

Указания по технике безопасности

Не проводить никаких работ с горным компасом, кроме тех, которые заданы руководителем и для которых даны объяснения.

Для проведения работ, неуказанных в программе занятий обязательно получение разрешения руководителя занятий.

Задания

1. Ознакомиться с устройством горного компаса
2. Меняя ориентировку и углы наклона листов картона, произвести 5 – 6 замеров элементов залегания

Содержание отчета

Студенты проводят контрольные определения элементов залегания и отображают их на листе бумаги.

Контрольные вопросы

1. Что такое «элементы залегания пород»?
2. Как определяются линия простираения и падения пласта?
3. Что такое «угол падения пласта»?
4. Как определяются азимуты падения и простираения пород?

Литература: [5]

9. РАБОТА С ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ КАРТАМИ

Цель: ознакомить студентов с методиками составления крупномасштабных стратиграфических карт и научить распознавать на картах основные формы залегания горных пород, в первую очередь, осадочных.

Теоретическая часть

Геологическая карта строится на топографической основе и отражает строение земной поверхности. Геологическая карта представляет собой графическое изображение с помощью условных знаков возраста, состава и условий залегания горных пород, выходящих на дневную поверхность.

В России принята единая международная номенклатура масштабов составления геологических карт. Существуют следующие виды карт: обзорные (1:2500000; 1:5000000; 1:10000000), мелкомасштабные (1:1000000; 1:500000), среднемасштабные (1:200000; 1:100000), крупномасштабные (1:50000; 1:25000) и детальные (1:10000; 1:5000; 1:2000). На обзорных картах обычно отображают геологическое строение России или более обширных регионов. На мелкомасштабных геологических картах изображают строение крупных регионов, характерных своим особым типом геологического строения. Геологические карты среднего масштаба представляют собой детализацию геологического строения крупных районов, которые в свою очередь детализируются крупномасштабными картами. Детальные геологические карты несут специальную нагрузку и, как правило, их составление предваряет детальные поиски и разведочные работы, планировать которые без такой картографической основы невозможно.

Каждая геологическая карта имеет числовой и графический (линейный) масштабы. Название карты всегда указывается крупными буквами в виде надписи, в которой указывается ее тип. Например, «Геологическая карта», «Структурная карта», «Геоморфологическая карта» и т. д. Затем поясняется

для какой территории, района, речного бассейна она составлена.

Важным элементом каждой геологической карты является таблица условных обозначений или знаков – *легенда*. В зависимости от типа геологической карты она может состоять из возрастных, стратиграфических, структурно-тектонических или геоморфологических знаков, из условных обозначений четвертичной геологии, а также знаков, отображающих полезные ископаемые, элементы гидрогеологии, инженерной геологии и т. п. В легенде указываются только те условные обозначения, которые приняты при составлении данной карты.

Разновозрастные осадочные породы выделяются на карте различными цветами, индексами, а также штриховкой или крапом. Изображаются основные стратиграфические подразделения, а их индексация проводится в соответствии с цветами и аббревиатурами единой стратиграфической шкалы.

Для магматических пород применяются условные знаки в виде ярких цветовых обозначений и строчных букв греческого алфавита (таблица 13). Для указания возраста магматических пород рядом с индексом породы ставится стратиграфический возрастной индекс.

Выходы разновозрастных пород на карте разделяются тонкими черными линиями, называемыми *геологическими границами*.

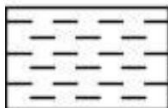
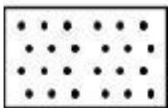
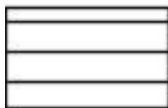
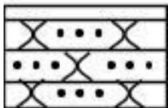
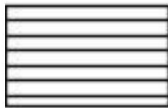
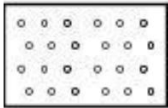
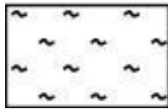
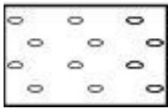
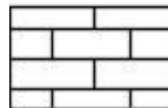
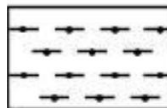
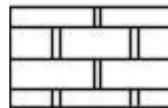
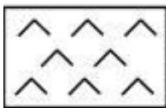
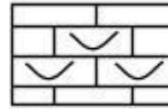
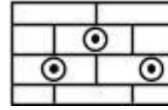
Таблица 13 – Условные обозначения магматических горных пород

Название породы	Буквенное обозначение	Цветовое обозначение
Граниты	□(гамма)	Красный цвет (для всех кислых пород)
Диориты	□(дельта)	Темно-малиновый (для всех средних пород)
Сиениты	□(кси)	Красновато-оранжевый (для всех щелочных пород)
Габбро	□(ню)	Густо-зеленый (для всех основных пород)
Перидотиты	□(эпселон)	Фиолетовый (для всех ультраосновных пород) Красный цвет (для всех кислых пород)
Липариты	□(лямбда)	
Трахиты	□(тау)	
Андезиты	□(альфа)	
Базальты	□(бета)	
Кимберлиты	□(йота)	Кайнозойские эффузивы обозначаются: кислые – оранжевым; основные – темно-зеленым цветом.

На геологических картах, где указывается состав пород, применяются штриховые знаки в виде точек, параллельных прямых, косых или прямых

кирпичиков и т. п. (таблица 14).

Таблица 14 – Условные обозначения наиболее распространенных осадочных горных пород

Терригенные породы					
	Глины		Пески		
	Аргиллиты		Песчаники		
	Сланцы глинистые		Галечники		
	Алевролиты		Конгломераты		
Карбонатные породы		Хемогенные (эвапориты)		Органогенные (каустобиолиты)	
	Известняки		Каменные соли		Битумы
	Доломиты		Гипсы		Уголь
	Мергели		Ангидриты		
	Известняки- ракушники				
	Известняки Оолитовые				

Геологические карты сопровождаются стратиграфическим разрезом и профильными геологическими разрезами.

Построение литолого-стратиграфического разреза начинается с выбора масштаба литологической колонки. Ориентировочная длина колонки около 25–30 см. Следует просуммировать мощности всех стратиграфических подразделений и разделить на предполагаемую длину колонки в сантиметрах. Полученный результат округлить до ближайшего стандартного

масштаба (1:100; 1:200; 1:250; 1:500; 1:1000; 1:2000; 1:2500; 1:5000; 1:10000 и т. д.).

Исходя из выбранного масштаба, уточняется общая длина литологической колонки и расчерчивается таблица стратиграфических подразделений. Подписываются названия вертикальных колонок, выбирается их ширина (1,5–2 см для названий групп, систем, отделов; 2,5–3 см – для названия ярусов; 2–2,5 см для литологической колонки; 1,5–2 см – графа «мощности слоев», м; 5–8 см – графа «характеристика пород»). Выше таблицы оставляют 3–4 см для названия литолого-стратиграфической колонки и обозначения масштаба. Слева и справа оставляют поля шириной 1–1,5 см. Таблица расчерчивается в соответствии с объемом стратиграфических подразделений, а их названия вписываются в таблицу.

В графе «характеристика пород» приводится описание пород, в соответствии с которым выбираются условные обозначения, которые будут использованы при построении литологической колонки. Условные обозначения приводятся ниже стратиграфического разреза в виде прямоугольников размером 1х2см. Каждый *литотип* подписывается. Образец оформления литолого-стратиграфического разреза и условные обозначения наиболее распространенных литотипов приведены на рисунке 10 и в таблице 15. Все графические построения вычерчиваются аккуратно с помощью линейки. Стратиграфические несогласия изображаются волнистой линией (параллельное – простой волнистой линией, угловое – волнисто-угловатой линией) (рисунок 10). **Стратиграфический разрез выполняется карандашом, включая все надписи.**

Литолого-стратиграфический разрез
палеозойских отложений по р. Рыбная
Масштаб 1:1000



Рисунок 10. Литолого-стратиграфический разрез

С особенностями построения профильных геологических разрезов с использованием геологической карты студенты знакомятся позже при изучении учебной дисциплины «Структурная геология».

Осадочные горные породы могут залегать горизонтально (рисунок 11). Тогда геологические границы будут протягиваться параллельно

горизонталям, изображающим рельеф. Границы наносятся на карту путем прослеживания каждой из них, либо путем маршрутов, пересекающих площадь карты. Тогда количество и густота маршрутов должны быть достаточными для уверенного проведения границ.

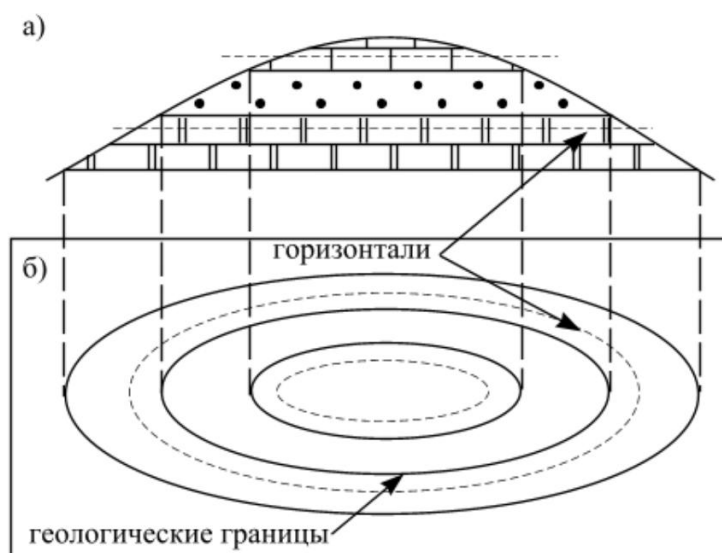


Рисунок 11. Горизонтальное залегание пород (а – разрез, б – карта)

При наклонном (моноклинальном) залегании пород геологические границы пересекаются с горизонталями рельефа. Направление же наклона осадочных толщ и углы наклона (падения) часто изображаются особыми знаками, которые можно видеть на приведенном рисунке. Кроме того, следует отметить, что падение всегда направлено от более древних пород в сторону более молодых пород. Выполаживание молодых пород в зоне их *выходов* (видимая на поверхности Земли часть пород) может свидетельствовать о выполаживании и более древних пород в этом направлении, как это видно на разрезе (рисунок 12).

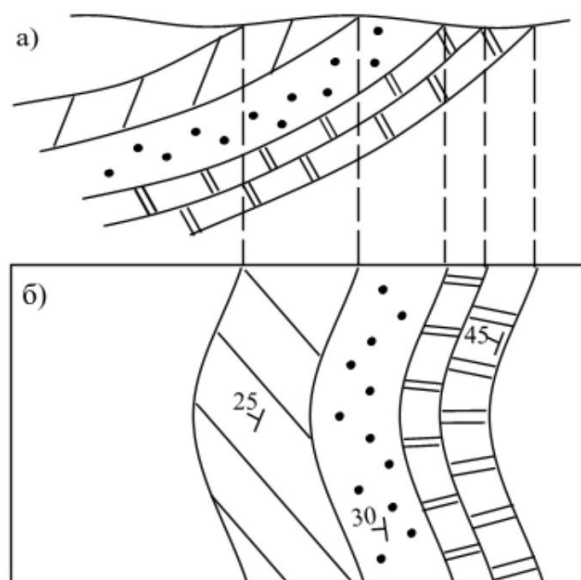


Рисунок 12. Наклонное залегание пород (а – разрез, б – карта)

В случае складчатого (волнообразного) залегания осадочных пород можно различить выпуклые (антиклинальные) и вогнутые (синклинальные) части складок, оценить их поперечные размеры и амплитуды. *Антиклина́ли* характеризуются повторением выходов более молодых пород в разные стороны по отношению к самым древним, обнажающимся в ее *ядре* (рисунок 13).

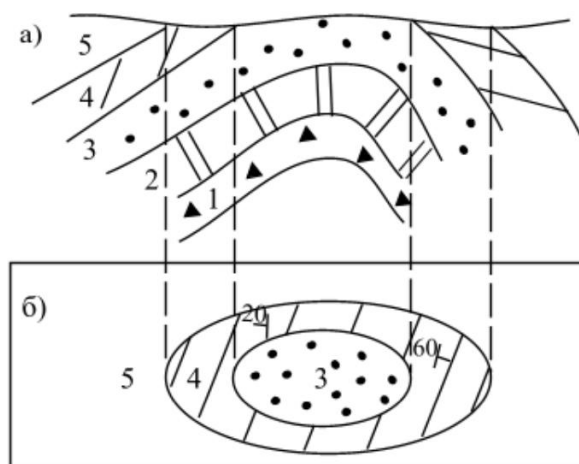


Рисунок 13. складчатое залегание пород (а- разрез, б - карта)

Падение направлено от более древних пород (3) в сторону молодых (4, 5). Если углы падения *крыльев* складки значительно разнятся, она называется *асимметричной*. Таким образом, с помощью карты возможно оценить форму складки. *Синклинали* на картах отличаются от антиклиналей

тем, что в ядре обнажаются более молодые породы, чем на крыльях и *периклиналях*, а, следовательно, породы падают к центру складки (рисунок 14).

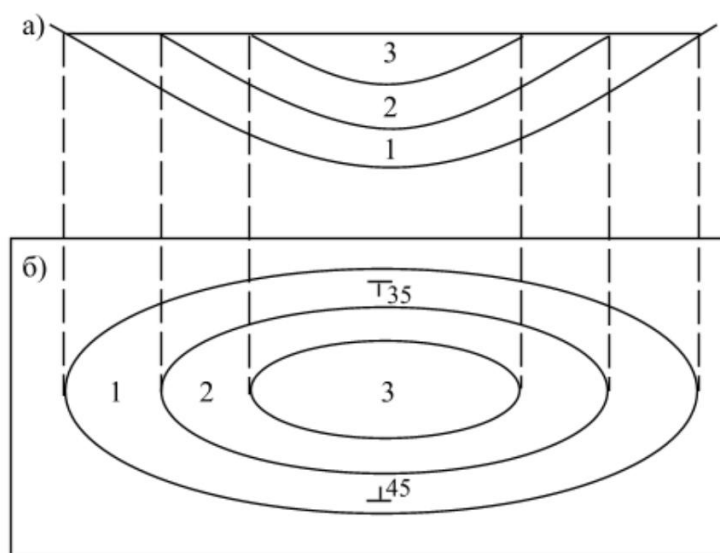


Рисунок 14. Изображение синклиналей (а – разрез, б – карта)

Разрывные нарушения, достигающие поверхности, изображаются на картах жирными красными линиями. Поднятые и опущенные блоки определяются по относительному возрасту пород по одну и другую сторону от разрыва. В приподнятом блоке обычно обнажаются более древние породы, чем в опущенном блоке (рисунок 15). Если на карте изображено направление падения поверхности разрыва (сместителя) и угол падения или есть возможность их построить, то можно установить тип разрывного нарушения, а по толщине *стратиграфических комплексов*, денудированных в приподнятом блоке, оценить амплитуду перемещения.

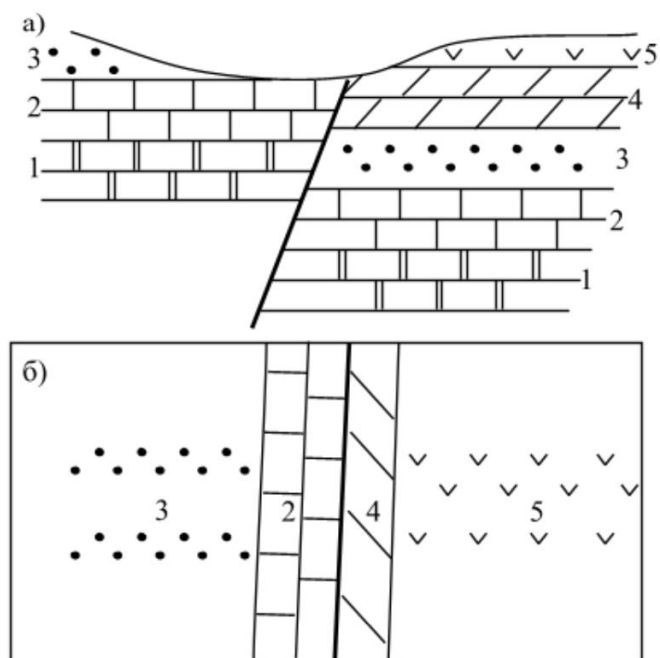


Рисунок 15. Разрывное залегание пород (а – разрез, б – карта)

Стратиграфические несогласия различного характера отмечаются на *стратиграфическом разрезе*, сопровождающем карту как необходимый атрибут. *Угловые несогласия*, выходящие на поверхность, отображаются на картах в виде пересечения геологических границ. При этом наиболее молодые породы «срезают» границы более древних (рисунок 16).

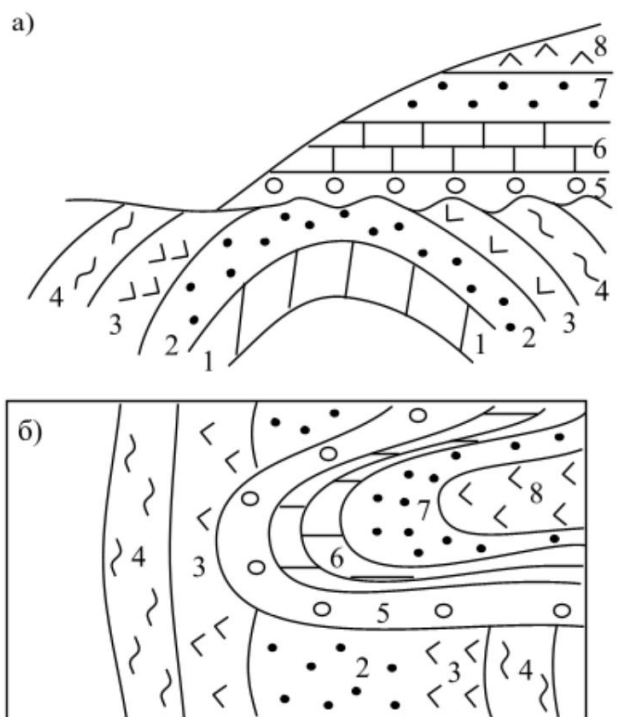


Рисунок 16. Стратиграфические несогласия (а – разрез, б – карта)

Оборудование и материалы

Комплект учебных геологических карт масштаба 1:25000; 1:50000; 1:100000; 1:200000.

Указания по технике безопасности

Надо руководствоваться следующим правилом: не проводить никаких работ с горным компасом, кроме тех, которые заданы руководителем и для которых даны объяснения.

Для проведения работ, неуказанных в программе занятий обязательно получение разрешения руководителя занятий.

Задания

1. На выданных геологических картах разного масштаба найти участки горизонтального, наклонного, складчатого, разрывного залегания пород
2. По картам оценить направления и углы падения пород
3. Найти антиклинали и синклинали, оценить их размеры и амплитуды
4. Установить поднятые и опущенные блоки разрывных нарушений
5. Найти стратиграфические и угловые несогласия
6. По выданным вариантам описаний построить стратиграфический разрез

Вариант 1. Описание стратиграфического разреза мезо-кайнозойских отложений по р. Белая. Описание приводится снизу – вверх.

Юрская система J.

Верхний отдел J₃.

Грубослоистые светло-серые известняки с прослоями мергелей.
Видимая мощность 55 м.

Меловая система K.

Нижний отдел K₁.

Неокомский ярус K₁ пс.

Равномерное переслаивание серых песчаников, желтых мергелей и известковистых аргиллитов. Мощность 60 м.

Аптский и альбский ярусы $K_1 a + al$.

Массивные светло-серые песчаники с линзами аргиллитов и алевролитов. Мощность 50 м.

Верхний отдел K_2 .

Сеноманский и туронский ярусы $K_2 s + t$.

Равномерное чередование светло-серых слоистых известняков, мергелей и песчаников. Мощность 40 м.

Коньякский ярус $K_2 k$.

Чередование черных аргиллитов и мергелей. Мощность 38 м.

Палеогеновая система P .

Палеоценовый отдел P_1 .

Залегают на меловых отложениях несогласно. Внизу галечные и гравийные конгломераты с галькой кристаллических пород. Вверху песчаники с редкими прослоями алевролитов и глин. Мощность 100 м.

Эоценовый отдел P_2 .

Серые массивные песчаники с прослоями серых пластичных глин. Мощность 60 м.

Олигоценовый отдел P_3 .

Внизу красные пластичные глины и мергели. Вверху серые слоистые песчаники. Мощность 55 м.

Неогеновая система N .

Миоценовый отдел N_1 .

Бурые пластичные глины с кристаллами и линзами соли и гипса. Мощность 50 м.

Плиоценовый отдел N_2 .

Залегают с угловым несогласием на отложениях миоцена и палеогена. В основании белые рыхлые песчаники и пески. Выше серо-желтые

песчанистые известняки. Мощность 40 м.

Вариант 2. Описание стратиграфического разреза палеозойских отложений по р. Быстрая. Описание приводится снизу – вверх.

Силурийская система S.

Серые известняки, мергели, аргиллиты. Видимая мощность 90 м.

Девонская система Д.

Средний отдел D_2 .

Живетский ярус $D_2 zv$.

Темно-серые глины и песчаники залегают на размытой поверхности силурийских отложений с угловым несогласием. Мощность 40 м.

Верхний отдел D_3 .

Франский ярус $D_3 f$.

Светло-серые карбонатные глины с прослоями мергелей. Мощность 50 м.

Фаменский ярус $D_3 fm$.

Внизу светло-серые плотные известняки. Вверху желтовато-серые кавернозные доломиты. Мощность 30 м.

Каменноугольная система С.

Нижний отдел C_1 .

Турнейский ярус $C_1 t$.

Залегают на размытой поверхности фаменских отложений. В основании прослойки конгломератов гравийно-галечниковых. Выше песчаники кварцевые, мелкозернистые. Мощность 25 м.

Визейский ярус $C_1 v$.

Темно-серые глины и мергели с редкими прослоями рыхлых песчаников. Мощность 34 м.

Средний отдел C_2 .

Массивные и тонкослоистые плотные известняки. Мощность 28 м.

Пермская система Р.

Нижний отдел P_1 .

Залегают несогласно на размытой поверхности каменноугольных отложений. Переслаивание пестроцветных глин, песков и песчаников. Мощность 41 м.

Верхний отдел P_2 .

Пестроцветные глины и мергели. Мощность 19 м.

Указания по технике безопасности

Не проводить никаких работ с картами, кроме тех, которые заданы руководителем и для которых даны объяснения.

Для проведения работ, неуказанных в программе занятий обязательно получение разрешения руководителя занятий.

Содержание отчета

По картам студенты проводят контрольные определения, указанные в заданиях, в присутствии преподавателя. Форма отчета устная. На листах формата А4 оформляется литолого-стратиграфический разрез. Форма отчета графическая.

Контрольные вопросы

1. Какие существуют особенности залегания осадочных горных пород?
2. Какие существуют виды (типы) складок?
3. Какие существуют виды (типы) разрывных нарушений?

Литература: [5]

Список рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Общая геология : [учебник для студентов геологических специальностей вузов : в 2 томах /А.К. Соколовский, А.К. Корсаков, В.Я. Федчук и др.] ; под ред. А.К. Соколовского ; Рос. гос. геологоразвед. ун-т им. Серго Орджоникидзе (РГГРУ). – 2-е изд., доп. и перераб. - Москва : Книжный дом Университет, 2011. - 448 с. Авт. указаны на обороте тит. л. – ISBN 978-5-98227-697-1.

2. Милютин, А.Г. Геология : учебник для бакалавров/ А.Г. Милютин ; Моск. гос. открытый университет. - 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2012. – 543 с.

Дополнительная литература

3. Геология: учебник / под ред. Н. В. Короновского. – М. : Академия, 2010. – 208 с.

4. Общая геология : учебник: в 2 т. / под ред. А.К. Соколовского, Т.1. – М. : КДУ, 2006. – 448 с. : ил. – Библиогр.: с. 441 – 447. – ISBN 5-98227-141-1. ISBN 5-98227-142-X

5. Общая геология : учебник: в 2 т. / под ред. А.К. Соколовского, Т.2, Пособие к лабораторным занятиям. – М. : КДУ, 2006. – 208 с. : ил. – Предм. Указ.: с. 199 – 202. – ISBN 5-98227-141-1. ISBN 5-98227-143-8

6. Иванова, М. Ф. Общая геология : учебник для вузов / М. Ф. Иванова. - Изд. 3-е, перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 1974. – 400 с. : ил.

7. Мильничук, В.С. Общая геология : учебник для вузов / В.С. Мильничук, М.С. Арабаджи. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : Недра, 1989. – 333 с. : ил. – Библиогр. с. 325. – Предм. указ.: с. 326 – 330. – ISBN 5-247-00844-8

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по организации самостоятельной работы обучающихся
по дисциплине «ГЕОЛОГИЯ»
для студентов направления подготовки / специальности 21.03.01 Нефтегазовое дело

ВВЕДЕНИЕ

Цель освоения дисциплины: формирование набора профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело.

Задачи освоения дисциплины: формирование необходимых знаний о структуре и составе Земли, Солнечной системы, условиях формирования горных пород и минералов, физико-химических свойствах минералов и основных процессах внутренней и внешней динамики.

Дисциплина относится к профессиональному циклу обязательной части. Ее освоение происходит в 1 семестре.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Назначение и виды самостоятельной работы студентов.....	
Виды самостоятельной работы студентов.....	
Самостоятельное изучение теоретического курса.....	
Самостоятельное выполнение заданий.....	
Иные формы самостоятельной работы.....	
Контроль самостоятельной работы студентов преподавателями.....	
Формы контроля самостоятельной работы.....	
Критерии оценки результатов самостоятельной работы.....	
Список литературы.....	

НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Во время самостоятельной подготовки, обучающиеся должны быть обеспечены доступом к сети Интернет. Реализация основной образовательной программы подготовки бакалавров должна обеспечиваться доступом каждого к библиотечным фондам и базам данных, формируемым по полному перечню дисциплин основной образовательной программы из расчета обеспеченности учебниками и учебными пособиями не менее 0.5 экземпляра на одного студента. Библиотека вуза должна иметь достаточное количество современных учебников и учебных пособий по всем циклам дисциплин и постоянно восполняться научной литературой и периодическими изданиями нефтегазового профиля.

Объем времени, отведенный на внеаудиторную самостоятельную работу, находит отражение:

- ☐ в рабочем учебном плане - в целом по теоретическому обучению, каждому из циклов дисциплин и междисциплинарных курсов,
- ☐ в рабочих программах учебных дисциплин и междисциплинарных курсов с распределением по разделам или конкретным темам.

Под самостоятельной работой студентов понимается планируемая учебная, учебно-исследовательская, а также научно-исследовательская работа, которая выполняется во внеаудиторное время по инициативе студента или по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Цели и задачи самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов; углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов:

творческой инициативы, самостоятельности, ответственности, организованности;

- формирования практических (профессиональных) умений и навыков;
- развитию исследовательских умений.

Целью самостоятельной работы студента по дисциплине «Геология» является формирование профессиональных компетенций (ОПК-1) у бакалавра по направлению 21.03.01 Нефтегазовое дело.

Задачи самостоятельной работы:

- овладение теоретическими знаниями, связанными повышением производительности нефтяных скважин;
- формирование опыта собственной поисковой, творческой, научно-исследовательской деятельности.

Самостоятельная работа способствует развитию ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального (в том числе научного) уровня.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Основными видами самостоятельной учебной деятельности студентов являются:

- 1) предварительная подготовка к аудиторным занятиям, в том числе и к тем, на которых будет изучаться новый, незнакомый материал.
- 2) своевременная доработка конспектов лекций;
- 3) подбор, изучение, анализ и при необходимости – конспектирование рекомендованных источников по учебным дисциплинам;
- 4) выяснение наиболее сложных, непонятных вопросов и их уточнение во время консультаций;
- 5) подготовка к контрольным занятиям, зачету, дифференцированному зачету или экзамену;
- 6) систематическое изучение периодической печати, научных монографий, поиск и анализ дополнительной информации по учебным дисциплинам.

Виды самостоятельной работы по дисциплине «Геология» могут быть разделены на основные (аудиторные) и дополнительные (внеаудиторные).

Основные виды самостоятельной работы выполняются в обязательном порядке с последующим контролем результатов преподавателем, который проводит практические или лабораторные работы в студенческой группе.

Дополнительные (внеаудиторные) виды самостоятельной работы выполняются по заданию преподавателя без его непосредственного участия.

Дополнительные виды самостоятельной работы по дисциплине «Геология» рекомендуются тем студентам, которые наиболее заинтересованы в изучении этой дисциплины.

К основным (обязательным) видам самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины «Геология» относится:

- а) самостоятельное изучение теоретического материала;
- б) подготовка к лекциям;
- в) подготовка к практическим или лабораторным занятиям.

САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО КУРСА

Самостоятельное изучение теоретического материала по дисциплине «Геология» предусмотрено на всём протяжении курса. Такая работа сопровождает лекционные и практические или лабораторные занятия, текущий и промежуточный контроль, и в то же время является отдельным видом самостоятельной работы.

Источниками для самостоятельного изучения теоретического курса по дисциплине «Геология» выступают:

- учебники по предмету;
- курсы лекций по предмету;
- учебные пособия по отдельным темам.

Умение студентов быстро и правильно подобрать литературу, необходимую для выполнения учебных заданий, является залогом успешного обучения. Самостоятельный подбор литературы осуществляется при подготовке к практическим или лабораторным работам, самостоятельном изучении тем.

Выполнение СРС на занятиях с проверкой результатов преподавателем позволяет студентам усваивать изучаемый материал более глубоко, меняется отношение к лекциям, так как без понимания теории предмета, без хорошего конспекта трудно рассчитывать на успех в решении заданий. Это улучшает посещаемость как практических или лабораторных, так и лекционных занятий.

САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ

Задания для самостоятельной работы преимущественно содержатся в учебно-методическом комплексе дисциплины (практикум).

Сдача задания производится преподавателю, ведущему практические или лабораторные работы, в установленные сроки.

ИНЫЕ ФОРМЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

К иным формам самостоятельной работы студентов относятся: подготовка конспектов по самостоятельно изучаемым темам, готовность к собеседованию по этим темам.

КОНТРОЛЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМИ

Отдельной составляющей в итоговой оценке по дисциплине «Геология» оценка самостоятельной работы не является.

Вместе с тем оценка самостоятельной работы всё же имеет

непосредственное отношение к итоговой оценке по дисциплине.

Во-первых, оценка самостоятельной работы включается в оценку такой формы промежуточного контроля, как оценка текущей работы на практических или лабораторных работах.

Во-вторых, так как самостоятельная работа по предмету поощряется, преподаватель может использовать (и, как правило, использует) оценку самостоятельной работы в качестве поощрительной составляющей на экзамене.

В спорных ситуациях оценка самостоятельной работы может разрешить ситуацию в пользу студента.

Роль оценки самостоятельной работы студентов зависит от вида этой работы.

Контроль самостоятельной работы студентов предусматривает:

- ☐ соотнесение содержания контроля с целями обучения;
- ☐ объективность контроля;
- ☐ валидность контроля (соответствие предъявляемых заданий тому, что предполагается проверить);
- ☐ дифференциацию контрольно-измерительных материалов.

ФОРМЫ КОНТРОЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Просмотр и проверка выполнения самостоятельной работы преподавателем.
2. Самопроверка, взаимопроверка выполненного задания в группе.
3. Обсуждение результатов выполненной работы на занятии.
4. Письменный опрос.
5. Устный опрос.
6. Индивидуальное собеседование.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Независимо от вида самостоятельной работы, критериями оценки самостоятельной работы могут считаться:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умение студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- умение студента активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями;
- умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное.

Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

- 1 Общая геология : учебное пособие (лабораторный практикум) : Специальность 21.05.02 Прикладная геология. Специализация "Геология нефти и газа" / авт.-сост.: И. Г. Сазонов, Д. А. Астапова, С. Н. Абдуллаева ; ФГАОУ ВО Сев.-Кав. федер. ун-т. - Ставрополь : СКФУ, 2018. - 149 с.
- 2 Милютин, А. Г. Геология : учебник / А. Г. Милютин. - М. : Высш. школа, 2004. - 412, [1] с. : ил. - (Geology). - Гриф: Доп. МО. - Библиогр.: с. 406-407. - Предм. указ.: с. 395-400. - Указ. месторождений: с. 401-405. - ISBN 5-06-004531-5

- [illegible]

- 1 Электронная версия методического обеспечения по выполнению лабораторных работ по данной дисциплине.
- 2 Электронный курс лекций по дисциплине «Геология»

- 1 <http://webmineral.com/> - a database of minerals, including photographs and analyses
- 2 <http://www.scotese.com/> - maps and animations of plate tectonic movements
- 3 <https://ocw.mit.edu/courses/> - online courses Massachusetts Institute of Technology

При чтении лекций используется компьютерная техника, демонстрация презентационных мультимедийных материалов.

Информационно-справочные и информационно-правовые системы, используемые при изучении дисциплины: