



«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра исторической и динамической геологии

Допущены
к проведению занятий в 2016-2017 уч.году
Заведующий кафедрой
Профессор

И.В.Таловина

«13» сентября 2016 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ
для проведения лабораторных занятий по учебной дисциплине

«ОБЩАЯ ГЕОЛОГИЯ»

Специальность: 21.05.02 «Прикладная геология»

Специализация: *Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания, Геология нефти и газа, Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых, и Прикладная геохимия, петрология, минералогия*

Разработал: профессор И.В. Таловина

*Обсуждены и одобрены на заседании кафедры
Протокол № 2 от 13 сентября 2016 г.*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2016

ВВЕДЕНИЕ

Цель преподавания дисциплины – дать студентам общие представления о строении, составе и процессах формирования Земли и её основных структурных элементов, о составе, строении и образования минералов, горных пород и полезных ископаемых.

Задачи дисциплины: ознакомить с современными представлениями о: геологических процессах на поверхности и в недрах Земли; главнейших минералах; основных типах осадочных, магматических и метаморфических пород; основных видах полезных ископаемых; геологическом времени и методах определения возраста горных пород; формах залегания горных пород; складчатых и разрывных структурах земной коры; геологической истории Земли и процессах преобразования земной коры, а также привить практические навыки определения важнейших минералов и горных пород и интерпретации геологической графики.

В результате изучения дисциплины студент должен:

- знать значение и место геологической науки в рыночной экономике; основные геологические объекты и их взаимоотношение в природе; основные минералы и горные породы; геологические процессы, формирующие минералы и горные породы; стратиграфическую шкалу; элементы залегания горных пород; устройство горного компаса и его назначение; содержание и назначение геологических карт.
- уметь макроскопически определять основные минералы и горные породы; читать простейшие геологические карты и строить по ним разрезы; ориентироваться на местности и определять элементы залегания горных пород с помощью горного компаса.
- иметь представление о проведении полевых наблюдений и их документации.

СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Содержание лабораторных работ	Всего часов
1	Диагностические свойства минералов.	Физические свойства минералов (цвет, цвет черты, блеск, прозрачность, спайность, твердость и т.д.). Диагностика и методы исследования минералов.	4
2	Диагностика простых веществ, сульфидов, оксидов и гидроксидов, галоидов и кислородных солей.	Классификация минералов. Характеристика основных классов минералов: самородных элементов, сульфидов, оксидов, гидроксидов, карбонатов, сульфатов, галоидов, фосфатов, силикатов. Их признаки и химический состав. Практическое значение.	4
3	Диагностика силикатов	Классификация силикатов. Характеристика силикатов. Их признаки и химический состав. Практическое значение.	4
4	Диагностика магматических горных пород.	Классификации магматических горных пород. Минеральный состав, диагностика, структуры и текстуры магматических горных пород.	6
5	Диагностика осадочных горных пород.	Осадочные горные породы: обломочные, хемогенные, органогенные. Принципы классификации осадочных горных пород. Минеральный состав, структуры и текстуры осадочных горных пород. Понятие о пирокластике.	6
6	Диагностика метаморфических горных пород.	Типы метаморфизма: локальный (динамический и контактово-гидротермальный) и региональный. Метасоматоз. Основные представители метаморфических горных пород, их минеральный состав, структуры и текстуры.	6
7	Работа со смешанными коллекциями минералов и горных пород	Подготовка к контрольной работе. Работа со смешанными коллекциями минералов и горных пород.	2
8	Горный компас и работа с ним. Элементы залегания.	Горный компас и измерение элементов залегания.	2
9	Геологические карты и разрезы с горизонтальным залеганием слоев, их чтение и построение.	Понятие о пластовом характере залегания горных пород. Горизонтальное залегание. Виды мощности.	2
10	Геологические карты и разрезы с моноклиналим залеганием слоев, их чтение и построение.	Моноклиналим залегание. Чтение и построение карт с моноклиналим залеганием слоев.	2
11	Геологические карты и разрезы со складчатым	Элементы складок, форма складок, особенности их изображения в плане (на карте). Классификации складчатых структур.	2

	залеганием слов, их чтение и построение.		
12	Геологические карты и разрезы с разрывными нарушениями, их чтение и построение.	Сбросы, взбросы, надвиги, тектонические покровы, горсты, грабены, сдвиги, глубинные разломы. Элементы дизъюнктивных дислокаций и их изображение в плане (на карте).	3
13	Геологические карты и разрезы со структурными этажами, их чтение и построение.	Понятие структурного этажа. Особенности построения геологических разрезов по картам со структурными этажами.	2
14	Геологические карты и разрезы с магматическими телами, их чтение и построение.	Тела магматических горных пород. Особенности построения геологических разрезов по картам со магматическими телами – секущими и согласными.	2
15	Построение стратиграфической колонки	Методика и принципы построения стратиграфической колонки.	2
16	Принципы ведения полевых геологических наблюдений	Принципы ведения полевых геологических наблюдений. Ведение полевого дневника, методика описания точек наблюдения, образцов, выполнения геологических зарисовок.	2

1. Диагностические свойства минералов

Цель работы: научиться определять диагностические свойства минералов.

Материалы и оборудование: 1) коллекция минералов, 2) шкала твердости Мооса, 3) бисквит, 4) компас, 5) лупа, 6) 10 % соляная кислота.

Ход выполнения работы: последовательно определить диагностические свойства минералов по следующему плану:

1. Цвет
2. Цвет черты
3. Блеск
4. Прозрачность
5. Твердость
6. Спайность
7. Излом
8. Удельный вес
9. Особые свойства (магнитность, реакция с HCl, вкус, растворимость в воде или кислотах, иризация, побежалость, двулучепреломление и т.д.).

Кристаллические вещества построены из частиц (атомов, ионов, радикалов), закономерно расположенных в пространстве, наподобие узлов пространственных решеток. Грани кристаллов совпадают с плоскими сетками пространственных решеток с наибольшей плотностью расположения частиц. Ребра кристаллов (линии пересечения соседних граней) соответствуют рядам с наибольшей плотностью расположения частиц. Соответственно внешняя форма кристалла отражает внутреннее его строение - характер пространственной кристаллической решетки. Грани в кристаллах характеризуются не только наибольшей плотностью, но и максимальной симметричностью расположения частиц. По внешнему облику различают кристаллы:

- 1) изометричные — все грани кристалла примерно одинаковой величины;
- 2) таблитчатые — две противоположные грани значительно больше других;
- 3) пластинчатые и листоватые;
- 4) столбчатые;
- 5) игольчатые.

В курсе общей геологии минералы распознаются путем изучения их физических свойств, которые можно установить без специальных приборов, визуально на глаз. Определение минералов по внешним признакам (макроскопический метод) - это наиболее доступный и простой метод их изучения. Для определения минералов исследуют их физические свойства: морфологию, цвет, блеск, твердость и т.д.

Цвет минералов в ряде случаев может быть важнейшим диагностическим свойством. Название многих минералов дано по их цвету. Например, лазурит и азурит голубого цвета; хлорит - зеленого цвета (греч. «хлорос» - зеленый); родонит - розовый (греч. «родон» - роза); рубин - красный (лат. «рубенс» - красный); аурипигмент - золотисто-желтый (аурум - золото,

пигмент-окраска); гематит - буро-красный (греч. «гематос» - кровь); альбит - белый (лат. «альбус» - белый).

Однако у многих минералов окраска не постоянна. Ряд минералов меняет свой цвет в зависимости от различных примесей и условий образования. Так, широко распространенный минерал кварц может быть бесцветным (горный хрусталь), дымчатым (раухтопаз), черным (морион), фиолетовым (аметист), желтым (цитрин), молочно-белым и других оттенков. Турмалин встречается черной окраски (шерл), розовой (рубеллит), зеленой и даже бывает многоцветным (полихромным), когда один кристалл окрашен розовым, зеленым, бурым и другими цветами, концентрически-зонально расположенными в минерале.

Часто на поверхности прозрачных и полупрозрачных минералов можно видеть игру цветов, обусловленную интерференцией света, отражающегося от внутренних граней кристаллов, плоскостей спайности или микроскопических включений другого минерала. Это явление называется *иризация*. Она характерна, например, для таких широко распространенных минералов, как полевые шпаты, в том числе - лабрадор.

На поверхности некоторых непрозрачных минералов, главным образом сульфидов, также образуются радужные пестрые пленки, например у борнита (фиолетово-синие), халькопирита (пестрые малиново-желто-сине-зеленые), антимонита (темно-синие) и др. Это явление у непрозрачных минералов называется *побежалостью*.

Цвет черты. В ряде случаев для диагностики минералов используют свойство минералов давать окрашенную черту на фарфоровой пластинке, имеющей матовую, не гляцевую поверхность. Цвет черты минерала - это цвет минерала в тонком порошке.

Часто цвет черты минерала совпадает с цветом самого минерала. Так, цвет черты азурита - голубой, аурипигмента - желтый, малахита - зеленый. У некоторых минералов цвет черты иной, нежели цвет самого минерала. Так, пирит по внешнему виду - соломенно-желтый, бронзово-желтый, а цвет черты - черный, зеленовато-черный.

Цвет черты помогает безошибочно определять минералы - руды на железо: гетит, гематит, магнетит. Нередко эти минералы бывают очень похожи друг на друга. Цвет черты помогает их легко распознать: у гетита черта желто-бурая, у гематита вишнево-красная, у магнетита - черная.

Минералы полупрозрачные и прозрачные, как правило, дают бесцветную или светлоокрашенную черту. Минералы с металлическим блеском обычно дают черную черту независимо от их цвета.

Следует иметь в виду, что черту на фарфоровой пластинке дают минералы с твердостью не более 6, так как твердость фарфоровой пластинки равна 5,5—6.

Блеск. Интенсивность отраженного света от поверхности минерала известна под названием *блеск*. Блеск зависит от многих причин: показателя преломления минерала,

характера отражающей поверхности, включений, трещиноватости. *Блеск не зависит от твердости и окраски минералов.*

По блеску все минералы могут быть подразделены на три группы:

- 1) минералы с **металлическим** блеском;
- 2) минералы с **полуметаллическим** (металловидным);
- 3) минералы с **неметаллическим** блеском.

Многие рудные минералы (пирит, галенит, халькопирит и др.) характеризуются металлическим блеском. Таким же блеском обладают металлы, откуда и произошло это название.

Полуметаллический блеск является промежуточным видом блеска. В качестве примера минерала с полуметаллическим блеском можно привести графит.

Неметаллический блеск широко распространен среди нерудных и породообразующих минералов. Неметаллический блеск имеют кварц, кальцит, слюда, полевой шпат и многие другие минералы. Разновидности неметаллического блеска:

- **алмазный** блеск - наиболее интенсивный, яркий блеск, свойствен алмазу, киновари, сере (на гранях);

- **стеклянный** блеск широко распространен среди прозрачных минералов. Стеклообразный блеск имеют кальцит, флюорит, кварц (на гранях);

- **перламутровый** блеск характерен в основном для минералов с весьма совершенной спайностью, в том числе для слюд, талька;

- **шелковистый** блеск встречается среди волокнистых минералов - гипса, асбеста;

- **жирный** блеск - поверхность минерала с жирным блеском как бы смазана жиром: нефелин, кварц, сера (на изломе);

- **матовый** блеск – характерен для землистых порошковатых агрегатов минералов: падающий свет рассеивается, и поверхность минерала выглядит матовой, как у каолинита;

- **восковой** блеск характерен для минералов с аморфным или скрытокристаллическим строением, например для опала, халцедона.

Прозрачность - способность минералов пропускать свет без изменения направления его распространения.

Прозрачность зависит от кристаллической структуры минерала, интенсивности его окраски, наличия тонкодисперсных включений, газово-жидких включений и прочих особенностей его строения, состава и условий образования. По степени прозрачности минералы делятся на:

Прозрачные — пропускают свет по всему объему. Через такие минералы можно видеть, как через оконное стекло (горный хрусталь).

Полупрозрачные — через них видны лишь очертания предметов. Свет проходит сквозь минерал, как через матовое стекло (опал).

Прозвечивающие — пропускают свет по тонкому краю или в тонких пластинках (ортоклаз).

Непрозрачные — не пропускают света даже в тонких пластинках (магнетит).

При прочих равных условиях более мелкозернистые агрегаты кажутся менее прозрачными

Твердость - это величина сопротивления минерала усилию, разъединяющему его частицы. Твердость минералов определяется сопротивлением, которое оказывает минерал при его царапании определенными стандартными минералами. Минералы, используемые для определения твердости, сведены в так называемую *шкалу твердости*, или *шкалу Мооса*, названную так в честь ее составителя. В шкале твердости минералы располагаются в порядке возрастания твердости от 1 до 10. Шкала, таким образом, состоит из 10 стандартных минералов, каждый последующий из которых царапает острым концом все предыдущие и в свою очередь царапается последующими минералами.

Шкала Мооса

перед названием каждого минерала стоит цифра, обозначающая относительную твердость соответствующего минерала:

- | | |
|------------|-------------|
| 1. Тальк | 6. Ортоклаз |
| 2. Гипс | 7. Кварц |
| 3. Кальцит | 8. Топаз |
| 4. Флюорит | 9. Корунд |
| 5. Апатит | 10. Алмаз |

Определение минералов с помощью шкалы твердости проводится царапанием неизвестного минерала острым концом эталонного, входящего в шкалу твердости. Например, если неизвестный минерал царапается ортоклазом (твердость 6) и не царапается апатитом (твердость 5), то твердость определяемого минерала - 5,5.

У большинства минералов на различных сколах и гранях твердость является величиной более или менее постоянной. Однако, в природе встречаются минералы, у которых твердость зависит от направления царапания. Например, у дистена твердость в направлении удлинения кристалла на грани (100) составляет 4,5, а в поперечном направлении—6; на гранях (010) и (110) твердость равна 7. Таких минералов с резко выраженной **анизотропией твердости** немного. Более точное определение твердости минералов проводят на специальных приборах, называемых *склерометрами* или *микротвердомерами*. Основной частью таких приборов является алмазная игла или пирамидка, по глубине вдавливания которых определяется твердость минерала.

В полевых условиях при отсутствии шкалы твердости используют **заменители шкалы твердости**: мягкий карандаш 1; ноготь 2,5; «медная» монета (1, 2, 3, 5-копеечные монеты) 3—

4; стекло 5; лезвие бритвы, стального ножа 5—6; напильник 7. В практике полевого определения твердости минералов они вполне заменяют шкалу твердости, их достаточно для определения широко распространенных минералов.

Спайность и излом. Спайностью называют способность кристаллов и минералов кристаллического строения раскалываться по определенным кристаллографическим направлениям.

Спайность зависит от внутреннего строения минерала и не зависит от внешней формы кристаллов.

Спайность различается по совершенству, а также по числу и ориентации направлений, вдоль которых она наблюдается.

По совершенству принято выделять следующие типы спайности:

- весьма совершенная - слюды, слоистые силикаты, гипс.
- совершенная - кальцит,
- средняя – полевые шпаты,
- несовершенная - оливин,
- весьма несовершенная - кварц.

Отдельность - схожее со спайностью свойство – характеризует способность кристалла раскалываться по плоскостям напряжений или поверхностям вдоль которых при росте кристалла произошло оседание посторонних частиц. Отличается отдельность тем, что при ней невозможно сколь угодно мелкое расщепление кристалла.

Излом. Структура минерала, наличие спайности, твердость определяют вид поверхности, получающейся при раскалывании минерала. Ее называют изломом.

Плотность минералов колеблется в широких пределах — от значений меньше единицы (природные газы, жидкие битумы) до 23 (некоторые минералы группы осмистого иридия). В ряде случаев это физическое свойство является хорошим диагностическим признаком. Даже взвешивая минералы просто на ладони, можно примерно определить их плотность. Большинство минералов имеет плотность в пределах от 2,5 до 3,5, рудные и самородные минералы— больше 4.

По плотности все минералы можно объединить в три группы:

- легкие - с плотностью до 2,5,
- средние - от 2,5 до 4,
- тяжелые - более 4. К группе тяжелых минералов относятся рудные минералы.

Исключение из этого правила составляет барит, имеющий плотность 4,5— 4,7, не являющийся рудным минералом. Большой плотностью обладают: магнетит 5,5—6; галенит (свинцовый блеск) 7,5; киноварь 8 и др. Самородные элементы имеют в своем большинстве большую плотность: медь 8,9; висмут 9,7; серебро 11; ртуть 13,6; золото 15—19; платина 14—20; иридий и осмий 17—23.

Плотность возрастает с увеличением атомного веса слагающих структуру минерала атомов и с ростом компактности самой структуры, так, графит и алмаз, химически идентичные, различаются по плотности более чем в полтора раза.

Особые физико-химические свойства минералов. Изменение минерала при механическом воздействии характеризуют: **хрупкость** (способность к крошению), **ковкость** (способность к сохранению целостности при неупругих деформациях), **упругость**.

Специфическими физическими свойствами являются **магнитность, радиоактивность, электрические свойства – способность к электризации, пироэлектрический и пьезоэлектрический эффекты.**

Из химических свойств главными являются способность минерала взаимодействовать с кислотами и щелочами. В минералогической диагностике наиболее широко применяются водные растворы **соляной кислоты**, по реакции с которыми диагностируется ряд **карбонатных** и других минералов. Другое важно химическое свойство – **растворимость минерала в воде**, которая может меняться в широких пределах. Сюда же относятся **поведение минерала при нагревании** (плавление, возгорание, растрескивание).

К особым физико-химическим свойствам относятся свойства поверхности минерала – **гигроскопичность** (способность впитывать воду), **смачиваемость** водой и другими жидкостями.

Специфические свойства минералов, характеризующие физиологическую реакцию человека – **вкус** (наблюдается у некоторых легкорастворимых минералов), **запах** при горении или ударе, ощущение поверхности – шероховатость, **жирность** и т.п.

Псевдоморфозы. В природных условиях иногда встречаются минералы с совершенно не свойственными им кристаллическими формами. Например, гипс, кристаллизующийся в моноклинной сингонии и дающий своеобразные кристаллы, был встречен в виде кубических форм. Это объясняется тем, что гипс заполнил при кристаллизации полости, образовавшиеся путем растворения кристаллов галита водой. Такие образования получили название **псевдоморфоз** (греч. «псевдос»—ложь, «морфис» — образование). Псевдоморфозы могут возникать и путем замещения одного минерала другим с сохранением его внешней формы. Так, наблюдаются псевдоморфозы гидрогётита по пириту с характерной кубической формой. Часто встречаются псевдоморфозы по органическим остаткам, например, опала или пирита по дереву, кальцита и фосфорита по раковинам моллюсков и др.

2. Диагностика простых веществ, сульфидов, оксидов и гидроксидов, галоидов и кислородных солей.

Цель работы: научиться определять наиболее распространенные минералы по совокупности признаков.

Материалы и оборудование: 1) коллекция минералов, 2) шкала твердости Мооса, 3) бисквит, 4) компас, 5) 10 % соляная кислота.

Ход выполнения работы:

1. Последовательно определить по плану, изложенному в Лабораторной работе № 1, свойства минералов, записав их в тетрадь.

2. Определить минерал по полученным свойствам, используя лекции и учебные пособия.

1. Самородные элементы

Это минералы, состоящие из одного элемента. Хотя они встречаются редко и составляют всего 0,1% от веса земной коры, их значение для человека велико. Достаточно перечислить представителей этой группы:

- алмаз С,
- графит С,
- сера S,
- золото Au,
- серебро Ag,
- медь Cu.

Значительно реже в самородном виде встречается железо, которое более склонно формировать химические соединения. Крайне редки в природе самородки редких металлов: палладия (Pd), осмия (Os), иридия (Ir). Большинство минералов этой группы встречается преимущественно или только в самородном виде (Au, Ag, Pt, Pd, Ir, Os). Происхождение почти всех самородных элементов эндогенное, чаще всего гидротермальное. Исключением является сера, которая может иметь как эндогенное, так и экзогенное происхождение. Отдельно рассматривается самородный углерод, образующий две базовых полиморфных модификации: алмаз и графит. Алмаз образуется в результате магматических процессов; чаще всего он встречается в кимберлитах, интрузивных телах типа некков. Графит формируется из богатых органическим веществом осадочных пород в результате процессов метаморфизма.

Существует ещё несколько более редких модификаций самородного углерода: *лонсдейлит*, *чаоит* и *фуллерен*. Первые два сходны с алмазом, отличаясь формой кристаллов и несколько меньшей плотностью. Фуллерен (C₆₀) представляет из себя кристалл шарообразной формы; он был сначала синтезирован, а затем обнаружен в природе в углях и шунгитовых сланцах.

2. Сульфиды

Это минералы общей формулы Me_nS_m , где Me – катион металла. Эти минералы также встречаются сравнительно редко (<2% от массы земной коры), чаще всего в виде руд. Их ценность заключается в том, что в эту группу входят минералы, являющиеся основными рудами на свинец, медь, цинк и ряд других цветных металлов. Кроме того, самый распространённый представитель этой группы, пирит, используется для производства серной кислоты. Представители этой группы:

- пирит (серный колчедан) FeS_2
- марказит (гребенчатый колчедан) FeS_2
- пирротин (магнитный колчедан) FeS
- халькопирит (медный колчедан) $CuFeS_2$
- галенит (свинцовый блеск) PbS
- сфалерит (цинковая обманка) ZnS
- киноварь HgS .

Пирит и марказит являются примером явления полиморфизма, т. е. при одинаковом химическом составе имеют разную форму кристаллов и отличаются по физическим свойствам. Происхождение большинства сульфидов эндогенное, чаще всего гидротермальное. Исключением является пирит, который часто формируется на поверхности Земли и является типичным минералом некоторых осадочных пород и почв.

3. Галоидные соединения

К галоидным соединениям относят соли соляной и плавиковой кислоты (естественные соединения брома и йода существуют, но являются крайне редкими). Хлориды - экзогенного происхождения; большинство из них хорошо растворимо в воде. Фториды имеют эндогенное происхождение. Представители:

- | | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| - галит (поваренная соль) | $NaCl$ |
| - сильвин | KCl |
| - карналлит | $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ |
| - флюорит (плавиковый шпат) | CaF_2 |

Из галоидных соединений наибольшее распространение имеет галит, или поваренная соль, минерал, употребляемый человеком в пищу; помимо этого, галит является основным источником натрия и хлора для химической промышленности. Сильвин и карналлит используются в качестве удобрений. Флюорит и криолит используются преимущественно как флюс при выплавке стали и алюминия.

Встречаются галоидные соединения в осадочных породах преимущественно морского происхождения. Такие минералы, как галит, сильвин и карналлит часто формируются в почвах аридных (сухих) областей; особенно характерны они для галоморфных почв, солончаков.

На примере галита и сильвина мы рассмотрим еще одно явление, характерное для многих минералов. В галите часть ионов натрия всегда замещена калием, также как в сильвине всегда присутствует натрий. Если натрий и калий присутствуют в примерно равных количествах, мы называем такой минерал сильвинитом. Явление эквивалентного замещения катиона или аниона в кристаллической решетке минерала называется изоморфным замещением. Непрерывный ряд минералов с разной степенью замещения определенного элемента другим элементом (как мы наблюдаем в ряду галит-сильвинит-сильвин) называется изоморфным рядом. При этом название минерала может изменяться или оставаться одним для всего ряда.

Следует обратить внимание на форму записи формул минералов изоморфных рядов. Например, сильвинит может быть записан тремя равнозначными способами: $\text{NaCl} \cdot \text{KCl}$, $(\text{Na}, \text{K})\text{Cl}$ и NaKCl_2 . Выбор записи зависит только от пристрастий автора и, в некоторой степени, от традиций. Также отметим, как в формуле обозначается присутствие кристаллизационной воды (т. е. воды, включённой в кристаллическую решётку и не удаляемую простым выпариванием): например, в карналлите $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Даже при другой форме записи основной части формулы кристаллизационная вода записывается через точку: $\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

4. Оксиды и гидроксиды

Оксиды и гидроксиды подразделяются на 2 подкласса:

- а) оксиды и гидроксиды кремния,
- б) оксиды и гидроксиды металлов.

а) Этот подкласс не всегда относится к оксидам; ряд исследователей склонен рассматривать оксиды кремния как частный случай каркасных силикатов. Важнейшим оксидом кремния является кварц (SiO_2), который составляет 12% от массы земной коры. Прозрачный кварц называют *горным хрусталем*, фиолетовый - *аметистом*, жёлтый - *цитрином*, чёрный - *морионом*. Выделяются также скрытокристаллические разновидности: *халцедон*, *кремень*, *агат*, *яшма*, *тигровый глаз*. Все оксиды кремния имеют эндогенное происхождение.

Кроме кварца формулу SiO_2 имеют менее распространенные минералы *кристобалит*, *тридимит* и *стишовит* (пример явления полиморфизма). Кристобалит и тридимит формируются при высоких температурах и обычны при извержениях вулканов. Стишовит формируется только при очень высоких давлениях и на поверхности Земли встречается в кратерах, образовавшихся при падении крупных метеоритов. Считается, что в земной мантии оксид кремния присутствует в виде стишовита.

Гидроксид кремния известен только один - это аморфный минерал опал, образующийся при выпадении кремния в осадок из растворов, как поверхностных, так и гидротермальных. Его формула записывается как $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, т. к. он содержит переменное количество воды. Многие разновидности опала используются как полудрагоценные и поделочные камни.

Кварц является обычной составляющей большинства горных пород различного происхождения; соответственно, он входит и в минеральную часть почвы. Тридимит и кристобалит встречаются в почвах, формирующихся на вулканогенных породах. Опал достаточно часто образуется непосредственно в почвах в результате выветривания силикатов, формируя характерные натёки и даже сцементированные горизонты.

б) Из оксидов и гидроксидов металлов более всего распространены соединения железа и алюминия:

- магнетит (магнитный железняк)	Fe_3O_4
- гематит (красный железняк)	Fe_2O_3
- ильменит	$(Fe, Ti)_2O_3$
- корунд	Al_2O_3
- лимонит (бурый железняк) - смесь минералов:	
- гётита	$FeOOH$
- и гидрогётита	$FeOOH \cdot nH_2O$
- боксит - смесь минералов:	
- гиббсита	$Al(OH)_3$
- и диаспора	$AlOOH$

Магнетит, гематит и лимонит являются важнейшими железными рудами. Наиболее богата магнетитовая руда, несколько менее - гематитовая. Самые бедные лимонитовые, или болотные руды. Минерал ильменит используется как руда на титан (поскольку собственно оксиды титана, *рутил*, *брукит* и *анатаз*, мало распространены в природе). Боксит - основной источник алюминия для промышленности. Корунд не используется в качестве сырья для получения алюминия, так как мало распространен и трудно разрушаем. Известны окрашенные ювелирные разновидности корунда: красный корунд называется *рубин*, а синий - *сапфир*.

Большинство оксидов и гидроксидов может иметь как экзогенное, так и эндогенное происхождение. Магнетит, гематит, ильменит, корунд встречаются в магматических породах; первые два из перечисленных минералов являются также обычными компонентами почв. Гематит, гиббсит и диаспор - минералы, часто образующиеся за счёт гидротермальной деятельности, а также широко распространенные в почвах и существенно определяющие свойства последних. Гётит практически всегда имеет экзогенное происхождение. Гётит и гематит определяют красную и бурую окраску огромного количества почв.

5. Карбонаты

Карбонаты - широко распространенные минералы, имеющие чаще всего экзогенное происхождение. Это типичные минералы осадочных пород и почв. Основные представители:

- кальцит	$CaCO_3$
-----------	----------

- магнезит	$MgCO_3$
- доломит	$CaMg(CO_3)_2$
- сидерит (железный шпат)	$FeCO_3$
- малахит	$Cu_2CO_3(OH)_2$

Самым распространённым карбонатом является кальцит. Прозрачный кальцит называют исландским шпатом, непрозрачный - известковым шпатом. Кальцит формирует такие породы, как известняк и мел. Подавляющее количество кальцита сформировалось за счёт биогенного его накопления. В то же время известен и кальцит гидротермального происхождения. В почвах кальцит накапливается в результате реакции кальция, высвободившегося при выветривании, с углекислым газом почвенного воздуха; особенно часто богаты кальцитом почвы засушливых областей. Кальцит и доломит формируют мрамор. Сидерит - типичный минерал болотных руд; достаточно редко отмечается его эндогенное происхождение. Малахит - красивый поделочный камень; как и близкий к нему по составу и свойствам минерал *азурит* ($Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$), он образуется на поверхности Земли в результате окисления сульфидов меди.

6. Фосфаты

Эта малораспространенная группа минералов имеет важное значение в жизни человека, так как апатит, входящий в нее, служит сырьем для изготовления фосфорных удобрений и синтетических моющих средств. Главные представители:

- апатит	$Ca_5(PO_4)_3(OH,Cl,F)$
- бирюза	$CuAl_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 5H_2O$

Апатит может иметь как эндогенное, так и экзогенное происхождение. Гидроксильная группа, хлор и фтор, перечисленные в формуле апатита, означают, что в этом минерале возможно изоморфное замещение указанных анионов, причём самым распространённым является фторапатит, т. е. апатит, в котором фтор преобладает над хлором и гидроксидом.

Бирюза, красивый голубой или зелёный поделочный камень, также имеет только экзогенное происхождение.

7. Сульфаты

Большинство сульфатов имеет экзогенное происхождение. Основные представители этой группы:

- гипс	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
- ангидрит	$CaSO_4$
- мирабилит (глауберова соль)	$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$
- барит (тяжёлый шпат)	$BaSO_4$

Гипс - самый распространенный из этой группы минерал, встречается как компонент осадочных пород и часто присутствует в почвах тёплых засушливых областей. Добывается в больших количествах во многих странах; используется для изготовления штукатурки, цемента,

как наполнитель при изготовлении бумаги и красок, а также в качестве удобрения при мелиорации солонцов. Безводный сульфат кальция, ангидрит встречается реже. Барит образуется как в метаморфических породах, так и в результате экзогенных процессов. Барит используется во многих областях человеческой деятельности в силу своей химической инертности: при изготовлении красок, бумаги, эмалей, а также как утяжелитель шоколада. Мирабилит формируется исключительно путём выпадения в осадок из холодных растворов на поверхности Земли. Встречается в галоморфных почвах. Месторождения обнаруживаются по берегам солёных озёр; используется главным образом для производства соды.

Таблица 1. Диагностические признаки минералов

№	Минерал	Блеск	Цвет	Цвет черты	Твердость	Плотность, г/см ³	Спайность	Излом	Особые замечания
1. Минералы с металлическим и полуметаллическим блеском									
1.	Графит	Полуметаллический	Серо-стальной	Серо-стальной	1,5	2,2	Совершенная по одной плоскости	Зернистый	
2.	Пирит	Металлический	Латунно-жёлтый	Чёрный	6,0-6,5	5,2	Ясная по 3-м плоскостям	Раковистый	
3.	Халькопирит	Металлический	Латунно-жёлтый	Чёрный	3,5-4,0	4,2	Ясная по 3-м плоскостям	Раковистый	
4.	Галенит	Металлический	Свинцово-серый	Серо-чёрный	2,0-3,0	7,5	Совершенная по кубу	Раковистый	
5.	Ильменит	Металлический	Железно-чёрный	Чёрный	5,0-6,0	4,8	Несовершенная	Раковистый	
6.	Бронзит	Полуметаллический	Бронзовый, зеленоватый, коричневый	Серый	5,0-6,0	3,4	Ясная	Раковистый	
2. Минералы с неметаллическим блеском									
2.1. Минералы, дающие цветную черту									
7.	Сера	Жирный	Жёлтый, оранжевый, красный	Соломенно-жёлтый	1,5-2,0	2,0	Несовершенная	Раковистый	Таблитчатые кристаллы
8.	Сидерит	Матовый	Серый бежевый, коричневый	Серый, коричневый	4,0-4,5	3,7	Ясная	Раковистый	Ромбоэдры с искривленными гранями
9.	Малахит	Матовый, шелковистый	Зелёный	Светло-зелёный	3,5-4,0	4,0	Ясная	Раковистый	
10.	Лимонит	Полуметаллический, матовый, жирный	От желтого до чёрного	Бурый	5,0-5,5	4,0	Несовершенная	Раковистый	
11.	Гематит	Матовый, полуметаллический	От красного до чёрного	Вишнёвый	5,5-6,5	5,0	Несовершенная	Раковистый	
12.	Магнетит	Жирный, полуметаллический	Чёрный	Чёрный	5,5-6,0	5,0	Несовершенная	Раковистый	
13.	Боксит	Матовый	От белого до коричневого	От белого до коричневого	2,5-3,0	3,0	Несовершенная	Землистый	
14.	Вивианит	Стеклянный, перламутровый	Синий, зелёный	Синеватый	2,0	2,7	Совершенная по одной плоскости	Занозистый	
15.	Галит	Жирный	Белый, реже цветной	Белый	2,0	2,2	Совершенная	Раковистый	Соленый
16.	Сильвин	Жирный, стеклянный	Произвольный	Белый	2,0	2,0	Совершенная	Раковистый	Горький
17.	Флюорит	Стеклянный	Бесцветный, зелёный, фиолетовый	Белый	4,0	3,2	Совершенная	Раковистый	
18.	Кальцит	Стеклянный, перламутровый	Белый, бесцветный или перламутровый	Белый	3,0	2,6	Совершенная по ромбоздру	Раковистый	
19.	Доломит	Стеклянный, матовый	Произвольный	Белый, реже цветной	3,5-4,0	2,8	Совершенная по ромбоздру	Раковистый	
20.	Кварц	Стеклянный	Произвольный	Белый (!)	7,0	2,7	Несовершенная	Раковистый	
21.	Опал	Жирный	Произвольный	Белый (!)	5,5-6,5	2,0-2,5	Несовершенная	Раковистый	Аморфный

		перламутровый	ный				ная	или занозистый	
22.	Апатит	Стекланный, жирный	Серый, зелёный, жёлтый	Белый	5,0	3,2	Несовершенная	Раковистый	
23.	Корунд	Стекланный	Произвольный	Белый (!)	9,0	4,0	Несовершенная	Раковистый	
24.	Гранат	Стекланный	Красный, жёлтый, коричневый, зелёный	Белый (!)	6,5-7,5	4,3	Несовершенная	Раковистый	
25.	Гипс	Стекланный, жирный, перламутровый, шелковистый	Белый, бесцветный, серый	Белый	2,0	2,3	Совершенная по 1 плоскости	Занозистый, ступенчатый	
26.	Барит	Стекланный	Произвольный	Белый	3,0-3,5	4,5	Совершенная по 1 плоскости	Раковистый	Тяжелый
27.	Оливин	Стекланный	От чёрного до зелёного	Белый (!)	6,5-7,0	3,5	Ясная по 1 плоскости	Раковистый	
28.	Роговая обманка	Стекланный, шелковистый	Серый, зелёный, чёрный	Белый	5,5-6,0	3,4	Совершенная по призме	Занозистый	Игольчатые агрегаты
29.	Тальк	Жирный, перламутровый	Белый, серебристый, зелёный	Белый	1,0	2,8	Совершенная по 1 плоскости	Землистый	
30.	Биотит	Перламутровый	Тёмно-коричневый, темно-зелёный, чёрный	Белый	2,5-3,0	2,8	Совершенная по 1 плоскости	Раковистый	Слюда
31.	Мусковит	Перламутровый, стекланный	Белый, серый, тёмно-коричневый	Белый	2,5	2,8	Совершенная по 1 плоскости	Раковистый	Слюда
32.	Каолинит	Матовый, перламутровый	Белый	Белый	2,0-2,5	2,6	Совершенная по 1 плоскости	Землистый	
33.	Серпентин	Матовый, стекланный, жирный	Зелёный, серо-жёлтый	Белый	3,0-4,0	2,5	Совершенная по 1 плоскости	Раковистый	Иногда волокнистый
34.	Плагио-клас	Стекланный, перламутровый	Белый, серый, чёрный (обычно бледно окрашенный)	Белый (!)	6,0-6,5	2,7	Совершенная по 1 плоскости	Раковистый	
35.	Калиевый полевой шпат	Стекланный, перламутровый	Красный, белый, зелёный (обычно ярко окрашен)	Белый (!)	6,0	2,6	Совершенная по 1 плоскости	Раковистый	
36.	Нефелин	Стекланный, жирный	Грязно-красный, зелёный, серый	Белый	5,5-6,0	2,6	Несовершенная	Раковистый	

(!) - минерал высокой твердости, не оставляющий черты на бисквите

3. Диагностика силикатов

Цель работы: научиться определять наиболее распространенные минералы по совокупности признаков.

Материалы и оборудование: 1) коллекция минералов, 2) шкала твердости Мооса, 3) бисквит, 4) компас, 5) 10 % соляная кислота.

Ход выполнения работы:

1. Последовательно определить по плану, изложенному в Лабораторной работе № 1, свойства минералов, записав их в тетрадь.

2. Определить минерал по полученным свойствам, используя лекции и учебные пособия.

Силикаты и алюмосиликаты

Это важнейший класс минералов, представители которой вместе с кварцем составляют 95% от массы земной коры. Одна третья часть известных минералов относится к классу силикатов и алюмосиликатов. Все магматические и многие метаморфические горные породы в основном сложены минералами этой группы. Ранее силикаты рассматривались как соли гипотетических кремниевых кислот; впоследствии выяснилось, что силикаты не могут классифицироваться на основании состава анионной части, поскольку имеют не молекулярную, а ионную структуру. Поэтому в настоящее время принято подразделять силикаты и алюмосиликаты по строению их кристаллической решетки на следующие подклассы:

- | | |
|----------------|---------------|
| а) островные, | г) ленточные, |
| б) кольцевые, | д) слоистые, |
| в) цепочечные, | е) каркасные. |

В основе строения кристаллической решетки любого силиката лежит так называемый кремнекислородный тетраэдр, т. е. атом кремния, соединенный с четырьмя атомами кислорода. На подклассы силикаты подразделяются по способу соединения этих тетраэдров друг с другом. Отдельные минералы выделяются по составу катионов, компенсирующих отрицательный заряд кремнекислородного тетраэдра, а также по степени замещения кремния на алюминий.

а) Островные силикаты

В минералах этой подгруппы тетраэдры состава SiO_4^{4-} не связаны друг с другом. Самый распространенный минерал этой группы - *оливин*, имеющий формулу $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$. Существует изоморфный ряд от минерала *форстерита* (Mg_2SiO_4) до минерала *фаялита* (Fe_2SiO_4), однако чаще мы имеем дело с промежуточным минералом. Оливины являются обычным компонентом основных и ультраосновных пород. Из более редких островных силикатов следует упомянуть *топаз* ($\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{F,OH})_2$) и *циркон* (ZrSiO_4). Последний минерал

отличается крайне высокой устойчивостью к выветриванию, в результате чего в почти неизменном виде сохраняется в течение миллиардов лет; кроме того, часть циркония в нём изоморфно замещена торием и ураном, что позволяет проводить датировку цирконов изотопными методами.

Кроме перечисленных, к островным силикатам относятся гранаты. В этой группе минералов катионная часть компенсирует совокупный заряд трёх кремнекислородных тетраэдров (но не соединённых вершинами). Общая формула граната $Me^{II}_3Me^{III}_2(SiO_4)_3$. Выделяются следующие их разновидности:

- алмадин $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$ (красновато-коричневый)
- пироп $Mg_3Al_2(SiO_4)_3$ (красный)
- спессартин $Mn_3Al_2(SiO_4)_3$ (оранжевый, коричневый)
- гроссуляр $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$ (жёлтый, розовый)
- андрадит $Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$ (зеленовато-жёлтый)
- уваровит $Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$ (изумрудно-зелёный)

Близки по строению к островным силикатам и минералы, состоящие полностью или частично из сдвоенных кремнекислородных тетраэдров $Si_2O_7^{6-}$. Иногда их выделяют в отдельный класс, иногда же рассматривают как подкласс островных силикатов. Наиболее распространена в этом подклассе группа *эпидота*, важного компонента метаморфических пород; базовая формула эпидотов $Ca_2Al_3(SiO_4)(Si_2O_7)O(OH)$, а отдельные минералы выделяются при изоморфном замещении алюминия железом, магнием или марганцем.

б) Кольцевые силикаты

В основе строения минералов этой подгруппы шесть (значительно реже три или четыре) кремнекислородных тетраэдров, соединённых в кольцо $Si_6O_{18}^{12-}$ (рис. 3).

- берилл $Be_3Al_2Si_6O_{18}$
- турмалин $NaFe_3Al_6(OH)_4(BO_3)_3Si_6O_{18}$

Зеленая разновидность берилла называется изумруд.

в) Цепочечные силикаты

У минералов этого класса кремнекислородные тетраэдры соединены в бесконечные цепочки, в формуле обозначаемые как $Si_2O_6^{4-}$. В классе выделяют одну группу - *пироксены*, образующую два изоморфных ряда: ромбических и моноклинных пироксены.

Ромбические пироксены образуют изоморфный ряд от *ферросилита* ($Fe_2Si_2O_6$) до *энстатита* ($Mg_2Si_2O_6$).

Обычно в изоморфном ряду выделяется следующие индивидуальные минералы: энстатит (содержание Fe от суммы магния и железа 0-12%), *бронзит* (Fe 12-30%), *гиперстен* (Fe 30-50%), *феррогиперстен* (Fe 50-70%), *эулит* (Fe 70-88%) и ферросилит (Fe 88-100%).

Ферросилит встречается в природе редко, остальные же минералы этого ряда распространены широко, входя в состав основных и ультраосновных пород.

Моноклинные пироксены образуют изоморфный ряд от *геденбергита* ($\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$) до *дионсида* ($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$). Один из самых распространённых промежуточных членов этого ряда - алюмосодержащий пироксен авгит, являющийся основным компонентом таких магматических пород, как базальт и габбро, имеющий формулу $(\text{Ca,Na})(\text{Mg,Fe,Al})(\text{Si,Al})_2\text{O}_6$. В этом минерале осуществляется как изоморфное замещение магния на железо и алюминий в катионной группе, так и замещение кремния на алюминий в тетраэдрах.

г) Ленточные силикаты

В ленточных силикатах бесконечные цепочки тетраэдров соединены попарно, что отражается в формуле как блок $\text{Si}_4\text{O}_{11}^{6-}$ (рис. 4б). В некоторых пособиях они объединяются в один класс с цепочечными силикатами. Большинство ленточных силикатов (*амфиболов*) относится к группе *роговой обманки*. К ней относится ряд важнейших породообразующих минералов, имеющих переменный химический состав.

В обобщенном виде формула роговой обманки записывается в виде: $(\text{Ca,Na})_2(\text{Mg,Fe})_4(\text{Al,Fe})(\text{OH})_2((\text{Al,Si})_4\text{O}_{11})_2$.

Кроме собственно роговой обманки, у амфиболов выделяется изоморфный ряд тремолита ($\text{Ca}_2\text{Mg}_5(\text{Si}_4\text{O}_{11})_2(\text{OH})_2$) - актинолита ($\text{Ca}_2\text{Fe}_5(\text{Si}_4\text{O}_{11})_2(\text{OH})_2$) и группа щелочных амфиболов (с повышенным содержанием натрия). Нетрудно заметить, что формулы актинолита и тремолита являются частными случаями формулы роговой обманки, поэтому этот изоморфный ряд многие исследователи тоже включают в группу роговой обманки.

д) Слоистые силикаты

В слоистых силикатах кремнекислородные тетраэдры образуют бесконечные слои, обозначаемые как $\text{Si}_4\text{O}_{10}^{4-}$. Это определяет макроскопический облик слоистых силикатов: они обычно имеют пластинчатое или чешуйчатое строение. Этот подкласс силикатов имеет важное значение для свойств почв, поскольку эти минералы легко дробятся до микроскопического размера и их общая удельная поверхность в почве велика. Другое название слоистых силикатов - *глинистые минералы*. Характерной особенностью слоистых силикатов является сочетание слоёв, составленных кремнекислородными тетраэдрами с бесконечными же слоями, состоящими из октаэдров, в центре которых находится алюминий, магний или железо, а в вершинах – гидроксильные группы.

Строго говоря, наличие октаэдрических структур характерно не только для слоистых силикатов: у амфиболов подобные октаэдры с алюминием, магнием и железом в центре образуют цепочку, параллельную кремнекислородной ленте.

Простейшая для слоистых силикатов структура отмечается у для *каолинита* $\text{Al}_4(\text{OH})_8(\text{Si}_4\text{O}_{10})$ и его магниального аналога *серпентина* (змеевика) $\text{Mg}_6(\text{OH})_8(\text{Si}_4\text{O}_{10})$ (рис.

б). На один тетраэдрический слой приходится один октаэдрический; в этом случае говорят о структуре 1:1. В случае каолинита и серпентина заряд тетраэдров полностью компенсируется зарядом октаэдров. Изоморфного ряда серпентин и каолинит не образуют; у серпентина отмечается изоморфное замещение магния железом.

У серпентина выделяются массивная (лизардит), листоватая (антигорит) и волокнистая (хризотил, серпентин-асбест) формы. Кроме того, встречается серпентин с высоким содержанием никеля (гарниерит).

У слоистых силикатов, содержащих в октаэдрических позициях двухвалентные катионы (Mg^{2+} , Fe^{2+}), все октаэдрические позиции, а у содержащих трёхвалентные катионы (Al^{3+} , Fe^{3+}) - только две из трёх, а каждый третий октаэдр пустой. Поэтому минералы с железисто-магнезиальным октаэдрическим слоем называют *триоктаэдрическими* (три из трёх октаэдров заполнены), а с алюминиевым - *диооктаэдрическими* (два из трёх октаэдров заполнены).

Более сложное строение имеют минералы со структурой 2:1. Это строение удобно рассмотреть на примере минералов *пиррофиллита* ($Al_2(OH)_2(Si_4O_{10})$) и *талька* ($Mg_3(OH)_2(Si_4O_{10})$) (рис. 7). Такое же строение имеют слюды:

- мусковит (светлая слюда) $KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$
- биотит (темная слюда) $K(Mg,Fe)_3(Si_3(Al,Fe)O_{10})(OH,F)_2$

Слюды отличаются от пиррофиллита и талька тем, что в их тетраэдрах часть четырёхвалентного кремния замещена на трёхвалентный алюминий. В результате на слое образуется отрицательный заряд, который компенсируется калием, закреплённым между слоями слюды. Поскольку калий имеет высокую поляризующую способность, слои слюды скреплены достаточно прочно. Также к слоистым силикатам со структурой 2:1 относятся минералы группы *гидрослюды* (сходны со слюдами, но калий замещён на ион H_3O^+), *вермикулитов* $((Mg,Ca)(Mg,Fe,Al)_6(Al,Si)_8O_{20} \cdot 8H_2O)$ и *смектитов* $((Mg_3,Al_2)(Si_4O_{10})(OH)_2 \cdot nH_2O)$. Отличие минералов этих групп от слюд заключается в том, что у них кремний в меньшей степени замещён на алюминий в тетраэдрических позициях, и заряд на слое также меньше: уменьшение заряда на слое идёт в ряду слюды-гидрослюды-вермикулиты-смектиты. Уже гидрослюды не способны удерживать калий между слоями и гораздо менее прочны, чем слюды. У вермикулитов связь между слоями ещё более ослабевает, и межплоскостное расстояние равно не 1,0 нм, как у слюд и гидрослюд, а 1,4 нм; при нагревании вермикулиты сжимаются до 1,0 нм. В смектитах связь между слоями ещё слабее: при нагревании они сжимаются с 1,4 до 1,0 нм, а при насыщении водой или внедрении органических молекул межплоскостное расстояние увеличивается до 1,8 нм.

Каждая из перечисленных групп включает множество индивидуальных минералов благодаря значительному изоморфному замещению в октаэдрических позициях. Например, в группе смектитов выделяется *монтмориллонит* (содержащий преимущественно алюминий и

магний), *бейделлит* (содержащий преимущественно алюминий), *нонтронит* (содержащий Fe^{3+}) и *сапонит* (содержащий Fe^{2+}).

Распространенной группой минералов экзогенного и метоморфического происхождения являются хлориты, получивший свое название за зеленую окраску. Они имеют структуру 2:2, то есть в них присутствует дополнительный слой октаэдров. Благодаря сильно развитому изоморфному замещению в тетраэдрах и октаэдрах эта группа крайне разнообразна по химическому составу: в ней выделяется около двух десятков индивидуальных минералов.

К слоистым силикатам относят обычно и аморфные минералы *аллофан* и *имоголит*, имеющие условную формулу $n\text{SiO}_2 \cdot m\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot k\text{H}_2\text{O}$. Аллофан имеет форму крохотных (размером около 5 нм) шариков, а имоголит - волокон длиной до 100 нм. Строго говоря, эти минералы должны выделяться в отдельный класс, поскольку не имеют кристаллической структуры, как слоистые силикаты, однако близки к ним по химическому составу и некоторым структурным особенностям. Аллофан полностью аморфен, а имоголит имеет зачатки структуры, напоминающей структуру каолинита. Впервые они были обнаружены как продукт изменения вулканических пеплов. В настоящее время установлено, что эти минералы присутствуют во многих почвах, в частности, в подзолах.

Слоистые силикаты практически всегда присутствуют в почвах в значительных количествах и во многом определяют их химические свойства, прежде всего за счёт способности обменно поглощать катионы. Также некоторые слоистые силикаты определяют и физические свойства почв. Например, высокое содержание смектитов приводит к формированию слитых почв, разбухающих при намачивании и цементирующихся с образованием широких трещин при высыхании. Подобные свойства делают затруднительной их обработку и не позволяют проведение строительных работ на этих почвах. Высокое содержание аллофанов в вулканических почвах приводит к тому, что у них аномально высока водоудерживающая способность.

Слоистые силикаты широко используются человеком. Каолинит - важнейшее сырьё для изготовления фарфора и керамики, а также наполнитель при производстве бумаги. Серпентин используется для изготовления асбеста. Тальк и пиррофиллит используются в виде порошков, в том числе служащих основой для активных веществ, в качестве наполнителей красок, бумаги и резины, а также для изготовления электрической изоляции и кислотоупорных покрытий. Слюда используется в качестве изоляционного материала, а также наполнителя и напылителя. Смектиты используются как наполнители различных материалов для придания последним пластичности, а также как сорбенты (например, в медицине).

е) Каркасные силикаты

Минералы этого подкласса являются самыми распространёнными, составляя 65% от массы земной коры. В их кристаллической решетке кремнекислородные тетраэдры соединены в

единый каркас. Структурная ячейка каркасных силикатов имеет формулу Si_4O_8 . Нетрудно заметить, что эта формула соответствует кварцу; именно поэтому его иногда причисляют к каркасным силикатам. Заряд такой элементарной ячейки равен нулю, однако во всех каркасных силикатах часть кремния замещена на алюминий, благодаря чему образуется заряд, компенсируемый другими катионами. Главными представителями этой группы являются полевые шпаты. Их подразделяют на группу *кальцево-натриевых полевых шпатов*, или *плаггиоклазов*, и на группу *калий-натриевых*, или просто *калиевых*, или *КПШ*.

Плаггиоклазы представляют из себя изоморфный ряд от чисто натриевой разновидности *альбита* $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$ до чисто кальциевой *анортита* $\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)$.

В изоморфном ряду выделяется шесть минералов по относительному содержанию альбитовой и анортитовой составляющих. Минерал, содержащий от 0 до 10% анортита, называется альбит, от 10 до 30% - *олигоклаз*, от 30 до 50% - *андезин*, от 50 до 70% - *лабрадор*, от 70 до 90% - *битовнит*, а от 90 до 100% - *анортит*. Так как натриевые разновидности содержат кремния больше, чем кальциевые, альбит и олигоклаз называют кислыми плаггиоклазами, андезин и лабрадор - средними, а битовнит и анортит - основными, по аналогии с горными породами.

Калиевые полевые шпаты имеют более постоянный химический состав. В них возможно только некоторое замещение калия на натрий.

Калиевые полевые шпаты, имеющие формулу $\text{K}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$, называются *микроклин* или *ортоклаз*, в зависимости от незначительных колебаний в строении кристаллической решетки. Калиевый полевой шпат, имеющий формулу $(\text{Na,K})(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$, называется *анортоклазом*.

Помимо полевых шпатов к подклассу каркасных силикатов относят группу *фельдшпатоидов* (т. е. похожих на полевые шпаты). Преимущественно натриевый фельдшпатоид $(\text{Na,K})\text{Al}(\text{Si}_2\text{O}_6)$ называется *нефелин*, а калиевый $\text{KAl}(\text{Si}_2\text{O}_6)$ - *лейцит*.

Каркасные силикаты используют преимущественно как строительные материалы, сырьё для изготовления эмалей и керамики; некоторые полевые шпаты используются как поделочные и декоративные камни.

Углеводородные соединения

К этому классу относится большое количество сравнительно слабо изученных соединений, представляющих из себя преимущественно битумы, воск и соли органических кислот. Примером битума является *парафин* ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$), который выпадает в осадок при движении нефти по трещинам; разновидность парафина носит название *озокерит* (*горный воск*). Примером смолы является *янтарь* ($\text{C}_{40}\text{H}_{64}\text{O}_4$). Соли органических кислот в природе многочисленны, но описано как минералы всего несколько, например соли щавелевой кислоты *ведделлит* ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) и *вевеллит* ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), кристаллики которых образуются в

клетках растений, углях и сланцах, или *оксалит* ($\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), образующийся в бурых углях. Практически все углеводородные соединения имеют экзогенное (обычно биогенное) происхождение. Некоторые, как янтарь и парафин, применяются как отдельные минералы, большинство же является компонентами нефти и углей, которые используются как топливо и сырьё для химической промышленности.

4. Диагностика магматических горных пород. Структуры и текстуры горных пород

Цель работы: ознакомиться со структурами и текстурами горных пород, научиться определять наиболее распространенные горные породы по совокупности признаков.

Материалы и оборудование: 1) эталонная и рабочая коллекции магматических горных пород, 2) шкала твердости Мооса, 3) бисквит, 4) компас, 5) 10 % соляная кислота.

Ход выполнения работы:

Определение магматических горных пород производится по их структуре, текстуре и минералогическому составу. Затем они описываются по следующему плану:

1. Название
2. Происхождение (интрузивная или эффузивная)
3. Группа по содержанию SiO_2
4. Преобладающая окраска
5. Минеральный состав, % (для эффузивных – указать процентное соотношение и состав основной массы и вкрапленников)
6. Структура
7. Текстура
8. Особые свойства

Определение минералов в указанных породах существенно облегчается тем, что в их состав входит в основном всего несколько десятков минералов, преимущественно силикатов.

Структура горной породы отражает строение минерального агрегата, характеризуемое:

- 1) степенью кристалличности,
- 2) абсолютной величиной минералов,
- 3) относительной величиной минералов,
- 4) формой минералов,
- 5) степенью огранки минералов.

Текстура горной породы - это сложение минерального агрегата, обусловленное способом заполнения им пространства, расположения и распределения его частей и формой отдельностей. Например, если все минералы распределены в агрегате равномерно, текстуру называют массивной, а если темные и светлые минералы чередуются полосами, то текстуру называют полосчатой.

Структуры магматических пород

1. По степени кристалличности породы делятся на *голокристаллические*, в которых различимы отдельные кристаллы, и *стекловатые*, в которых вещество сплавлено в единую, напоминающую стекло массу.

2. По абсолютной величине минералов породы делятся на:

- гигантозернистые (размер кристаллов выражается в дециметрах и метрах),
- крупнозернистые (размер кристаллов > 5 мм),
- среднезернистые (размер кристаллов 1-5 мм),
- мелкозернистые (размер кристаллов < 1 мм, но они хорошо различимы невооруженным глазом),
- микрозернистые (кристаллы плохо различимы невооруженным глазом).

3. По относительному размеру зерен минералов породы делятся на *равномернозернистые*, где кристаллы имеют соотносимый размер (т.е. не отличаются по размерам более чем в 2-3 раза), и *порфировые*, где отдельные крупные кристаллы (*фенокристы*) включены в мелко- или микрозернистую массу (*базис*). Интрузивные породы застывают в глубинах Земли, поэтому кристаллизация минералов из расплава идет медленно и все минералы сравнительно хорошо окристаллизованы. Поэтому для интрузивных пород характерны равномернозернистые структуры. Эффузивные (изверженные) породы застывают на поверхности Земли, кристаллизация минералов протекает быстро и неравномерно. Поэтому для эффузивных пород характерна порфировая структура.

4. По форме кристаллов правильно классифицировать породу можно в большинстве случаев только с применением специального петрографического микроскопа. Выделяются зернистая, призматическая, игольчатая и прочие структуры.

5. По степени огранки минералов породы разделяются исключительно с применением микроскопа.

В том случае, если все зерна минералов хорошо огранены, т.е. имеют форму характерных для данного минерала кристаллов, структура называется *идиоморфной*, если контуры всех минералов искажены, то структура называется *ксеноморфной*, если же часть минералов имеет характерную кристаллическую форму, а часть заполняет промежутки между хорошо окристаллизованными, то структура называется *гипидиоморфной*. Степень огранки минералов зависит от скорости и условий кристаллизации минералов из магмы.

Текстуры горных пород

Для всех горных пород выделяются следующие текстуры:

- массивная (самая распространенная, при которой распределение минералов в агрегате совершенно неупорядочено),
- сферическая (текстура, при которой часть минералов ориентирована вокруг неких центров),
- флюидальная (текстура, при которой поверхность породы напоминает застывший поток),
- слоистая (характерная для осадочных пород, при которой минералы распределены слоями),

- сланцеватая (разделяемая на собственно сланцеватую, полосчатую, стебельчатую и т. д., в зависимости от того, какой формы слои образуют темные или светлые минералы).
- Также по наличию или отсутствию пор и отдельностей выделяются текстуры:
 - компактные (не имеющие пор и отдельностей),
 - пористые (имеющие поры),
 - миндалекаменные (имеющие заполненные поры - отдельности).

Таблица 4.1. Классификация магматических горных пород по содержанию SiO₂

SiO ₂ , %	Класс	Породообразующие минералы	Интрузивные горные породы	Эффузивные горные породы
40-34	Ультра-основные	Пироксен 10-100 % Оливин 10-100 % Амфибол до 100 %	Пироксенит Дунит Перидотит	Кимберлиты
52-40	Основные	Плагиоклаз до 50 % Пироксен до 50 %	Габбро Лабрадорит, Долерит	Базальт Базальтовый порфирит
65-52	Средние	Плагиоклаз до 70 % Амфиболы до 30 %	Диорит	Андезит Андезитовый порфирит
75-65	Кислые	Кварц до 30 % Ортоклаз до 40 % Плагиоклаз до 20 %, Темноцветные (пироксены, амфиболы, биотит, мусковит) до 10 %	Гранит Аплит Пегматит	Риолит Риолит-порфир Кварцевый порфир Пемза Обсидиан
	Щелочные	Ортоклаз до 60 % Плагиоклаз до 20 % Темноцветные до 20 % Кварц 35-65 %	Сиенит	Трахит
		Ортоклаз до 60 % Нефелин до 20 % Темноцветные до 20 %	Нефелиновый сиенит	Фонолит

5. Диагностика осадочных горных пород.

Цель работы: ознакомиться со структурами и текстурами осадочных горных пород, научиться определять наиболее распространенные осадочные горные породы по совокупности признаков.

Материалы и оборудование: 1) эталонная и рабочая коллекции осадочных горных пород, 2) шкала твердости Мооса, 3) бисквит, 4) компас, 5) 10 % соляная кислота.

Ход выполнения работы:

Осадочные горные породы определяются по структуре, текстуре и минералогическому составу и затем описываются по следующему плану:

1. Название
2. Происхождение (обломочная, хемогенная или органогенная)
3. Преобладающая окраска
4. Структура
5. Текстура
6. Для обломочных указать форму, размер и степень окатанности обломков, для сцементированных – состав, количество и тип цемента
7. Особые свойства (наличие включений, прожилков и трещин, отпечатков флоры и фауны, реакция с HCl, вкус и т.д.)

Структуры осадочных пород

Осадочные породы существенно отличаются по структуре от магматических. В них структура определяется прежде всего их происхождением и размером частиц, слагающих породу; фактически название структуры часто повторяет название породы. У обломочных и глинистых осадочных пород выделяются *грубообломочная*, *песчаная*, *иловатая*, *глинистая* и *смешанная* структуры. У пород химического происхождения выделяются по размерам зёрен *крупнокристаллическая* ($> 1,0$ мм), *среднекристаллическая* (0,1-1,0 мм), *скрытокристаллическая* (0,01-0,1 мм) и *пелитоморфная* ($< 0,01$ мм) структуры. У органогенных пород выделяется *биоморфная* (если организмы, из которых сформирована порода, хорошо сохранились) и *детритусовая* (состоящая из обломков скелетов организмов) структуры.

Таблица 5.1. Классификация нормально-обломочных пород

Размер обломков, мм	Структура	Обломочные горные породы			
		Рыхлые		Сцементированные	
		Окатанные обломки	Остроугольные обломки	Окатанные обломки	Остроугольные обломки
> 100	Псефитовая	Валуны	Глыбы	Валунный конгломерат (валунник)	Глыбовая брекчия (отломник)
10-100		Галька	Щебень	Галечный конгломерат	Щебнистая брекчия
1-10		Гравий	Дресва	Гравийный конгломерат (гравелит)	Дресвяная брекчия
3 - 5	Псаммитовая	Песок крупный (кр/з)		Песчаник крупнозернистый	
1 - 3		Песок средний (ср/з)		Песчаник среднезернистый	
0,1 - 1		Песок мелкий (м/з)		Песчаник мелкозернистый	
0,05 - 0,1	Алевритовая	Алеврит мелкозернистый		Алевролит мелкозернистый	
0,01 - 0,05		Алеврит тонкозернистый		Алевролит тонкозернистый	
< 0,01	Пелитовая	Глина		Аргиллит	

6. Диагностика метаморфических горных пород

Цель работы: ознакомиться со структурами и текстурами метаморфических горных пород, научиться определять наиболее распространенные горные породы по совокупности признаков.

Материалы и оборудование: 1) эталонная и рабочая коллекции метаморфических горных пород, 2) шкала твердости Мооса, 3) бисквит, 4) компас, 5) 10 % соляная кислота.

Ход выполнения работы:

Метаморфические горные породы определяются по структуре, текстуре и минералогическому составу и затем описываются по следующему плану:

1. Название
2. Тип метаморфизма
3. Преобладающая окраска
4. Минеральный состав, %
5. Структура
6. Текстура
7. Особые свойства и характерные признаки

Структуры метаморфических пород

Структуры метаморфических пород в целом сходны со структурами магматических и осадочных пород, из которых они образовались. По многим метаморфическим породам легко установить, из каких пород они произошли. Так, мрамор - это продукт метаморфизации известняков и доломитов, кварцит - продукт метаморфизации песчаников и т. п.

Чтобы отличить структуры метаморфических пород от структур магматических пород, к названию структуры добавляется суффикс “-бластовая” (например, порфиробластовая структура, гигантозернистобластовая и т.д.). В том случае, если структура является унаследованной от магматической или осадочной, в начале названия подставляется префикс “бласто-” (например, бластопорфировая структура, бластобрекчиевая и т.д.).

В Карелии встречается редкая метаморфическая порода - шунгит, представляющая собой сланец, образованный из вулканогенных отложений, обогащенных органическим веществом. Кварц-силикатная основа окрашена аморфным углеродом. Содержание последнего в шунгитах колеблется от 0,5 до 98%.

Таблица 6.2. Основные характеристики метаморфических пород и некоторые пояснения

к их описанию

Основные характеристики	Кристаллические сланцы	Кварциты	Гнейсы	Амфиболиты	Мигматиты ¹
Структура	Крупность и соотношение зерен и наличие порфиробластов				
Цвет	Общий цвет породы, распределение различных цветов или оттенков (пятнистость и т. п.)				
Состав	Минеральный состав, порфиробласты, особо - предположительно реликтовые минералы				
	Известковистость, углеродистость (графитистость) и т.п.			-	-
Морфология зерен	Форма зерен основной массы и порфиробластов			-	-
Текстура	Степень сланцеватости, полосчатости и другие линейные и плоскостные структурные элементы, закономерности ориентировки зерен, особо отмечаются реликтовые текстурные признаки (шпильеры, слоистость и др.) и их соотношения с метаморфическими текстурами				
Включения	Состав, форма и взаиморасположение включений, наличие зональных включений, их строение и состав по зонам, изменение пород около включений, расположение включений по отношению к текстурным элементам породы				
Постгенетическая вкрапленность	Состав, форма, размеры, взаиморасположение и количество вкрапленников, соотношение с текстурными элементами породы и трещиноватостью				
Прожилки	Состав, морфология, мощность, протяженность по падению и простирацию (если возможно), приуроченность к системам трещин, элементы залегания, соотношение с текстурными элементами породы, складками и контактами геологических тел, взаимоотношения между прожилками разных систем				
Контакты геологических тел	Тип, характер (резкий, постепенный и т.п.) и форма контактов, соотношение с вмещающими породами и текстурными элементами тел (и особо тщательно реликтовыми элементами), пространственная ориентировка контакта, изменения пород на контакте, изменения вмещающих пород				
Прочие признаки	Соотношение сланцеватости, кливажа		Соотношение гнейсовидности, сланцеватости, кливажа	Соотношение сланцеватости и текстурных элементов	Соотношение субстрата и метатекта

7. Работа со смешанными коллекциями минералов и горных пород

Цель работы: ознакомиться со структурами и текстурами горных пород, научиться определять наиболее распространенные горные породы по совокупности признаков.

Материалы и оборудование: 1) эталонная и рабочая коллекции осадочных горных пород, 2) шкала твердости Мооса, 3) бисквит, 4) компас, 5) 10 % соляная кислота.

Ход выполнения работы:

Определение горных пород по их структуре, текстуре и минералогическому составу.

8. Горный компас и работа с ним. Элементы залегания.

Азимут - угол между направлением на север и направлением на предмет, отсчитанный в градусах по часовой стрелке. (или же: "правый векторный плоский угол между меридианом и искомым направлением")

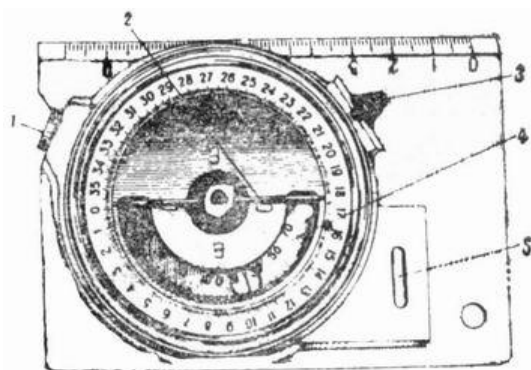


Рис. 8.1. Горный компас.

1 - Кнопка стопора отвеса; 2 - Магнитная стрелка; 3 - Арретир магнитной стрелки; 4 - Лимб; 5 - Уровень.

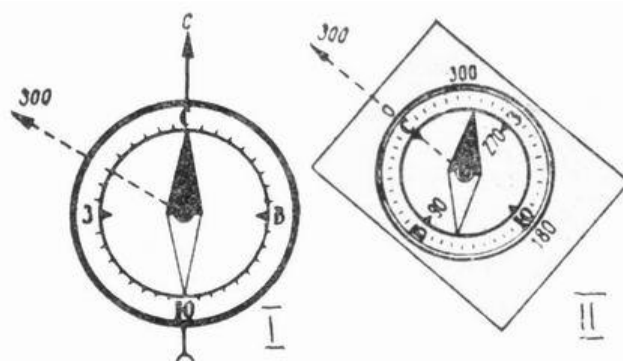


Рис. 8.2. Измерение азимутов

I - туристическим (спортивным) и
II - горным компасом.

Азимуты направлений измеряют горным компасом (рис. 8.1). От обычного компаса, кроме приспособления для измерения вертикальных углов (отвес), горный компас отличается наличием уровня и тем, что его лимб градуирован не по часовой стрелке, а против, т.е. Восток на лимбе горного компаса расположен слева, а Запад справа. Это связано с принципиально иным методом определения азимутов по сравнению с обычным компасом (рис.8. 2).

Измеряют азимут горным компасом следующим образом:

- а) разарретируют магнитную стрелку (открепляют стопор);
- б) длинную сторону компаса северной частью лимба направляют на визируемый предмет;
- в) против северного конца стрелки берут отсчет азимута (рис. 2, II) с точностью до 2,5 градусов. Так получают прямой азимут - от наблюдателя на предмет. Чтобы получить обратный азимут - от предмета на наблюдателя - надо от 360 вычесть полученную величину или взять отсчет по южному концу стрелки.

Для получения истинного азимута необходимо учесть магнитное склонение. В большинстве современных моделей горных компасов имеется специальное устройство для введения поправки путем поворота лимба на величину магнитного склонения по часовой стрелке при восточном склонении или против часовой стрелки при западном. Тогда можно сразу получать отсчет, соответствующий истинному азимуту.

Чтобы избежать возможных ошибок при записи, кроме цифры азимута, обычно указывают начальными буквами и сторону света, а значок градуса не ставят (например, Аз. СВ 30).

Положение пластов горных пород в пространстве характеризуют с помощью элементов залегания: **линии простирания, линии падения и угла падения** (рис. 8.3). При полевых наблюдениях горным компасом измеряют азимуты этих линий и величины углов падения слоев.

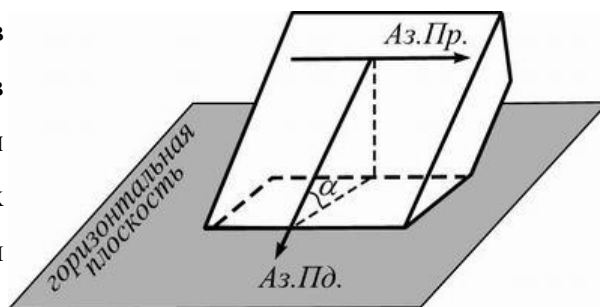


Рис. 3. Элементы залегания пласта

Линия простирания - горизонтальная линия, проведенная в плоскости пласта. На любой наклонной поверхности это будет множество параллельных линий, азимут которых определяют, прикладывая компас длинной стороной в горизонтальном положении к пласту. Взяв отсчет по северному концу стрелки, получают азимут линии простирания, который в полевой дневник записывают, указывая и сторону света: аз.пр. СВ 285 (значок ° не ставится).

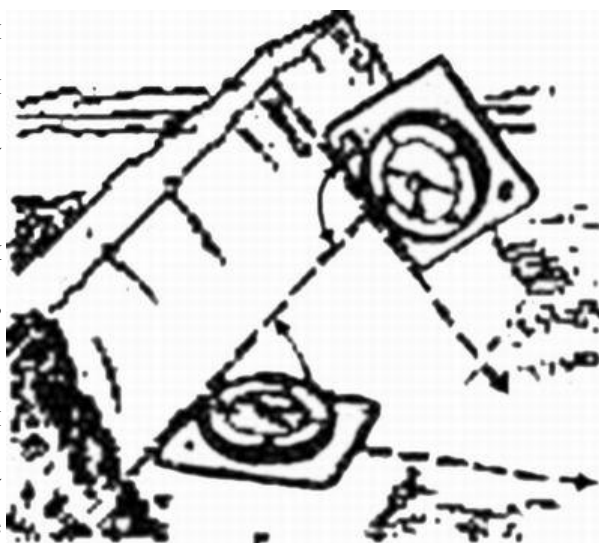
Если вы возьмете отсчет по южному концу стрелки, ошибки не будет: простирание - линия, протягивающаяся в обе стороны.

Линия падения - линия, расположенная в плоскости пласта, имеющая наибольший угол наклона к горизонту из всех, которые можно провести на поверхности пласта. Она всегда перпендикулярна к линии простирания и направлена в сторону погружения пласта.

При определении азимута падения горный компас прикладывают короткой стороной к пласту таким образом, чтобы северный конец компаса (знак С на лимбе) был направлен в сторону падения, а уровень на компасе показывал горизонтальное положение компаса. Отсчет берется по северному концу стрелки.

Можно приложить компас и противоположной стороной, направив южный торец компаса по падению. Но и отсчет тогда необходимо брать по южному концу стрелки.

Угол падения - угол между линией падения и проекцией ее на горизонтальную поверхность определяют с помощью отвеса горного компаса, прикладывая компас к пласту или методом визирования: отойдя от обнажения как минимум на несколько шагов, держа компас на вытянутой руке так, чтобы его край совпадал с измеряемой поверхностью слоя.



Азимут и угол падения записывают на левой стороне полевого дневника аз. пад. СВ 15>25 (это значит, что азимут линии падения северо-восток 15, а угол падения 25). Поскольку

азимут простирания отличается от азимута падения на 90 , то для наклонных пластов обычно определяют только азимут падения, а для залегающих вертикально можно измерить только азимут простирания.

9-15. Геологические карты и разрезы, их чтение и построение.

Для построения геологического разреза необходимы: геологическая карта с обозначенной линией разреза, лист миллиметровой бумаги длиной немного более линии разреза, транспортир, линейка, простой и цветные карандаши.

Прежде, чем строить разрез, необходимо проанализировать карту: определить тип залегания пород, типы складок и разрывных нарушений. Если линию разреза предлагается выбрать самостоятельно, ее следует проводить вкрест простирания основных структур, по возможности проводя через точки бурения и захватывая максимальный стратиграфический интервал.

Алгоритм построения геологического разреза

1. Нарисовать топографический профиль.

Прежде, чем отстраивать рельеф, необходимо проанализировать топографическую основу. Так, если колебания рельефа в масштабе карты составляют 1-2,5 мм, то отстраивать рельеф не надо, достаточно определить среднюю высоту рельефа и провести горизонтальную линию на этой высоте. В любом другом случае отстраивать рельеф необходимо.

Для этого необходимо приложить лист миллиметровки вдоль по линии разреза и отметить штрихами на краю миллиметровки ("снести") точки пересечения горизонталей с линией разреза, подписав высотные отметки снесенных точек. После этого, отчертив нулевую линию, необходимо отстроить от нее перпендикулярно высоты этих точек в масштабе, равном горизонтальному масштабу карты (в случае горизонтального залегания слоев вертикальный масштаб можно увеличить, но не более чем в 5 раз). Соедините построенные точки плавной линией. Топографический профиль готов.

Проблемы часто возникают с участками профиля между крайними снесенными точками и рамкой разреза. В этом случае необходимо проводить линию рельефа в промежутке между последней из пересеченных высотных отметок и следующей за ней, продолжая направление уклона рельефа, если по карте не предполагается иного.

Также часто возникают проблемы с горизонталями, касающимися, но не пересекающими линию разреза. В таком случае я предлагаю отмечать сразу две точки одинаковой высоты на минимальном расстоянии друг от друга.

2. Снести геологические границы.

Таким же образом, как и горизонтали. Не забудьте подписать возраст выходящих на этих отрезках пород. Лучше сносить выходы границ прямо на линию рельефа, короткими тонкими вертикальными штрихами.

3. Нарисовать разрывные нарушения*.

* здесь и далее: - в случае необходимости. При отсутствии на линии разреза данных образований, пункт нужно пропустить.

Если для разрывного нарушения не указано элементов залегания, считать его вертикальным. Если нет иных данных, считать, что разрыв пронизывает всю толщу пород. Наметить*, какое крыло приподнято, какое опущено по сместителю знаками (+) и (-) над крыльями разлома.

4. Наметить оси складок*.

Положение осевой плоскости на карте определяется по точкам перегибов пери- и центриклиналей (соединить их одной плавной линией) и разнонаправленным элементам залегания (проходит между ними).

5. Отрисовать геологические границы, начиная с самых молодых слоёв и придерживаясь мощности пород. При этом необходимо учитывать следующие особенности:

- Самый верхний слой не обязательно имеет полную мощность, он чаще всего срезан денудацией. Также, как и ядра складок.

- Мощности слоев необходимо выдерживать, в первую очередь, на крыльях складок. Помните, что в замке изоклинальных складок она может значительно возрастать. Там, где породы данного слоя выходят на поверхность, могут находиться осложняющие складки, это тоже нужно учитывать.

- Нижняя граница нижнего слоя не рисуется, нижний слой просто закрашивается на величину мощности.

6. Проставить индексы возраста и крапы* пород, закрасить слои в соответствии с международной стратиграфической шкалой.

Индексы возраста лучше ставить ещё в процессе отрисовки слоёв, чтобы не путаться. Каждая отдельная часть слоя должна быть подписана отдельно. Как правило, индексы ставятся внутри слоя, но если это невозможно, допускается делать выноски.

7. Выполнить зарамочное оформление разреза.

- К зарамочному оформлению относятся:

- Заголовок разреза, где указывается, к какой карте и по какой линии он проведен;

- Масштабы: линейные (шкалы по бокам разреза и линейка под ним) и числовые (надпись под разрезом, как правило справа или по центру: "Масштаб горизонтальный 1:200000 и вертикальный 1:200000");

- Буквенные обозначения точек окончания линии разреза (ставится ровно над шкалами высот) и ориентировка по сторонам света*;

- Подпись: Выполнил: Ф. И. О., номер группы* (располагается под разрезом, как правило - слева).

Условные обозначения (если разрез идет на отдельном от карты листе).

16. Принципы ведения полевых геологических наблюдений.

Описание горных пород

Описание горных пород имеет такую последовательность: название породы, структура, цвет, степень литификации, минеральный состав, морфология зерен, текстура, включения, прожилки, органические остатки, конкреции и секретиции, контактовые поверхности геологических тел, отдельность, прочие характеристики – элементы залегания пластов в осадочных породах, потоков в эффузивных породах и сланцеватости в метаморфических породах, мощность осадочных слоев, потоков и покровов эффузивных и пластов метаморфических пород (таблицы 1, 2), а также характер эпигенетических изменений.

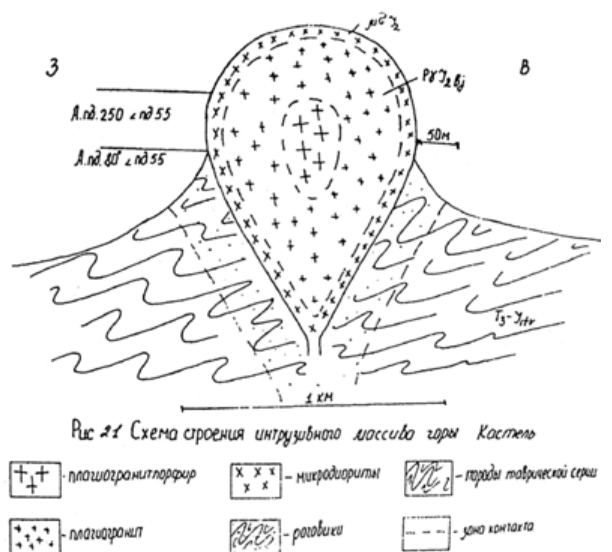
Зарисовки и фотографирование.

Рисунки и фотографии являются необходимой составной частью документов о геологических наблюдениях. Выполненные с соблюдением определенных правил, они могут многое разъяснить гораздо лучше, чем пространственные описания. Зарисовки часто имеют большее значение, чем фотографии, так как на них опускаются несущественные детали и наоборот, подчеркиваются наиболее важные. Зарисовки могут быть контурным или штриховым рисунком рельефа, или представлять собой план местности, общий вид обнажения или его части, условия залегания пластов горных пород, характер слоистости и т.п. Объектами фотографирования могут быть формы рельефа, характер речных долин, складчатые и разрывные нарушения, обнажения и т.д.

Все рисунки и фотографии должны иметь заглавие, точный адрес изображенного объекта, его ориентировку в пространстве, масштаб. В записной книжке они должны быть пронумерованы. Рисунки снабжаются условными обозначениями.

Рисунок, сделанный в полевом дневнике, значительно облегчает восприятие записей, а в отдельных случаях позволяет их сократить. Он способствует запоминанию главных особенностей изучаемого объекта. Следует иметь в виду, что фотография и рисунок не могут заменить друг друга, так как несут различную смысловую нагрузку: фотоаппарат фиксирует как общий план, так и все детали, в том числе и второстепенные. Зарисовка же показывает только наиболее нужные детали объекта наблюдения (обнажение или часть его, отдельные формы рельефа и т.д.).

Пример рисунка. Отчет по Крымской практике, 2005 г.



На зарисовках обнажений указывается номер точки наблюдения, масштаб зарисовки, номер слоев, азимут направления рисунка или стенки обнажения, линейные разломы, места взятия и номера образцов, замеры элементов залегания слоев. Иногда изображаются общий вид обнажения с указанием важнейших деталей, отдельные детали обнажения или контуры местности в районе наблюдений.

Особенности ландшафта всей территории и общий вид обнажения хорошо отражаются на фотоснимках. Если фотографируется обнажения или какие-то детали в них, изображения на снимках должны быть воспроизведены в определенном масштабе. Для этого при съемке на снимках желательно присутствие предметов, размер которых известен (телеграфный столб, дом, дерево). При фотосъемке фрагментов обнажения для масштаба используются мелкие предметы, размер которых также известен (горный компас, линейка, записная книжка и т.п.)

Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Для лабораторных работ по разделам 2 – 6 используются специализированные аудитории с эталонными и рабочими коллекциями минералов, горных пород и руд, оснащенные необходимым лабораторным оборудованием. Для лабораторных работ по разделам 7, 8, 12, 13 используются бланки задач, отпечатанные в РИО института, а также макеты геологических карт масштаба 1 : 50 000 – 1 : 200 000.

Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

в качестве оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используются контрольные наборы минералов, горных пород и руд, а также учебные геологические карты и разрезы.

Список литературы

1. *Ершов В.В.* Основы геологии./*Ершов В.В., Новиков А.А., Попова Г.Б.* М.: “Недра”, 1986.
2. *Кейльман Г.А.* Основы геологии./*Кейльман Г.А., Болтыров В.Б.* М.: “Недра”, 1991.
3. *Короновский Н.В.* Общая геология. / М.: Книжный дом Университет, 2010.
4. *Короновский Н.В.* Практическое руководство по общей геологии. М.: «Academia», 2004
5. *Лебедева Н.Б.* Пособие к лабораторным занятиям по общей геологии. М.:1988.
6. *Миловский А.В.* Минералогия и петрография. М.: Недра, 1986.
7. *Павлинов В.Н.* и др./Пособие к лабораторным занятиям по общей геологии. М.: “Недра”, 1983.
8. *Серпухов В.И.* Курс общей геологии./ *Серпухов В.И., Билибина Т.В., Шалимов А.И.* и др., Л., Недра, 1976, 535с.
9. *Смольянинов Н.А.* Практическое руководство по минералогии. М.:Недра. 1972.
10. *Якушова А.Ф.* Общая геология./*Якушова А.Ф., Хаин В.Е., Славин В.И.* Изд-во МГУ, 1988, 448с.

Профессор _____ Таловина И.В.