



**Негосударственное частное образовательное учреждение
высшего образования
«Технический университет УГМК»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

ГЕОЛОГИЯ

Специальность	21.05.04 Горное дело
Специализация	Подземная разработка рудных месторождений
Уровень высшего образования	Специалитет <i>(бакалавриат, специалитет, магистратура)</i>
Квалификация выпускника	горный инженер (специалист)

Автор - разработчик: Кибанова Т.Н., канд. техн. наук, доцент
Рассмотрено на заседании кафедры разработки месторождений полезных ископаемых
Одобрено Методическим советом университета 30 июня 2021 г., протокол № 4

г. Верхняя Пышма
2021

Практическая работа - средство, позволяющее оценить умение и владение обучающегося излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы.

Практическая работа №1

Тема: Минералы классов «Самородные элементы» и «Сульфиды».

Тип практического задания: диагностический.

Цель работы: научиться диагностировать минералы, относящиеся к простым веществам, сульфидам и их аналогам.

Исходный материал: образцы эталонной и рабочей минералогической коллекции.

Решаемая задача: характеристика морфологии минеральных индивидов (облик), типов минеральных агрегатов; определение физических и прочих свойств минералов, и как итог – диагностика минералов в образцах.

Объем работы: 5 образцов минералов или их агрегатов.

Материальное обеспечение: эталонные коллекции минералов, экспозиции минералов, шкала Мооса, минералогические лупы 6-ти кратного увеличения, химические реактивы (соляная кислота), фарфоровая пластина, компас.

Теоретическая основа:

КЛАСС САМОРОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В самородном состоянии в природе известны около 40 химических элементов, но большинство из них встречается очень редко.

Нахождение элементов в самородном виде связано со строением их атомов, имеющих устойчивые электронные оболочки. Химически инертные в природных условиях элементы называются благородными; самородное состояние для них является наиболее характерным. К ним относятся золотоAu, сереброAg, платинаPtи элементы группы платины. Очень часто в самородном состоянии встречаются углерод C, сераSи медьCu.

Реже встречаются так называемые полуметаллы: мышьякAs, сурьмаSb, висмутBi. Такие минералы как железоFe, свинецPb, оловоSn, ртутьHg, встречаются как самородные крайне редко и нахождение их представляет лишь научный интерес. Некоторые элементы (хром, алюминий) вообще не встречаются в самородном виде.

Медь Cu

<i>Название</i>	Медь– от лат. cuprum.
<i>Химический состав</i>	Сиболее97%, Ag, Au, Fe до 2,5% Витнеит с содержанием золота до 11,6%
<i>Морфология</i>	Кристаллы встречаются редко, изометричные. Минеральные агрегаты – плоские дендриты, пластины. Вкрапленники.
<i>Цвет</i>	Медно-красный.
<i>Блеск</i>	Металлический.
<i>Прозрачность</i>	Непрозрачный.
<i>Черта</i>	Металлическая блестящая.
<i>Спайность</i>	Несовершенная.
<i>Излом</i>	Неровный.
<i>Твердость</i>	2,5 – 3,0.
<i>Плотность</i>	8,5 – 8,9.
<i>Хрупкость.</i>	Ковкий.
<i>Генезис</i>	1. Гидротермальный. В качестве цемента в конгломератах и миндалин в основных породах. 2. Экзогенный.

<i>Разрушение</i>	На поверхности медь неустойчива и переходит в окисные формы.
<i>Применение</i>	Руда на медь.

КЛАСС СОБСТВЕННО СУЛЬФИДОВ И ИХ АНАЛОГОВ

Минералы этого класса с химической точки зрения являются производными сероводорода и селеноводорода. Химический состав их может быть выражен формулой A_mX_n , где место А занимают преимущественно металлические элементы – Pb, Zn, Hg, Fe, Cu, Ag, Mn, As, Sb, Bi, а место X – в основном сера или селен, иногда Sb и As, при этом $m=1, 2, 4, 5$; $n=1, 2, 3, 4$.

Пирротин (магнитный колчедан) FeS_{1-x}

<i>Название</i>	Пирротин (pyrrhotine) – от греч. пиррос - огненно-красный.
<i>Химический состав</i>	Fe – 63,53%, S – 36,47%, что соответствует формуле FeS. В пирротине всегда наблюдается избыточное содержание серы, оно достигает 39 – 40%. Примеси Cu, Ni, Co, Mn, Zn и др.
<i>Морфология</i>	Кристаллы встречаются редко, таблитчатые, редко столбчатые. Минеральные агрегаты – зернистые, сплошные, реже радиально-волокнистые. Вкрапленники.
<i>Цвет</i>	Бронзово-желтый с бурой побежалостью.
<i>Блеск</i>	Металлический.
<i>Прозрачность</i>	Непрозрачный.
<i>Черта</i>	Серовато-черная.
<i>Спайность</i>	Несовершенная.
<i>Излом</i>	Неровный до полураковистого.
<i>Твердость</i>	3,5 – 4,5.
<i>Плотность</i>	4,58 – 4,7.
<i>Хрупкость.</i>	Хрупкий.
<i>Генезис</i>	1. Магматический. В медно-никелевых сульфидных рудах в основных изверженных горных породах. Месторождения – Норильская группа, Монче-Тундра. 2. Контактво-метасоматический и метасоматический. Скарны. Ассоциирует с халькопиритом, пиритом, магнетитом и др. Месторождения – Башмаковское и Богословское (Урал). 3. Гидротермальный. Встречается в парагенезисе с самыми различными минералами. 4. Осадочный. Редкие находки пирротина в ассоциации с сидеритом (Керченское месторождение), а также в фосфоритовых желваках.
<i>Разрушение</i>	На поверхности пирротин неустойчив и переходит в окисные формы.
<i>Применение</i>	Сорные минерал, после обогащения пирротинсодержащих руд он направляется в отвал.

Сфалерит (цинковая обманка) ZnS

<i>Название</i>	Сфалерит (sphalerite) – от греч. слова «сфалерос» - обманчивый, потому, что по внешним признакам он совершенно не похож на обычные сульфиды.
-----------------	--

<i>Химический состав</i>	Zn – 67,1%, S – 32,9%. Примеси – Fe до 20%, Mn, Cd до 2%, In, Ga, Ge, Tl.
<i>Морфология</i>	Кристаллы изометричные. Минеральные агрегаты – зернистые, сплошные, концентрически-зональные.
<i>Цвет</i>	Вкрапленники. Желтый (клеюфан), коричневый до черного (марматит). Окраска обусловлена, главным образом, наличием изоморфных примесей Fe ⁺² .
<i>Блеск</i>	Алмазный.
<i>Прозрачность</i>	От прозрачного до непрозрачного.
<i>Черта</i>	Белая или светло окрашенная в желтые и бурые оттенки.
<i>Спайность</i>	Совершенная в шести направлениях.
<i>Излом</i>	Неровный.
<i>Твердость</i>	3,5 – 4.
<i>Плотность</i>	3,5 – 4,2.
<i>Хрупкость.</i>	Хрупкий.
<i>Генезис</i>	Гидротермальный. Встречается в парагенезисе с кварцем, галенитом. Месторождения – Александринское, Майское, Гайское, Учалинское, Узельгиское (Ю.Урал), Дальнегорское (Приморский край), Рудный Алтай.
<i>Разрушение</i>	На поверхности неустойчив.
<i>Применение</i>	Руда на цинк.

Галенит (свинцовый блеск) PbS

<i>Название</i>	Галенит (galena) – от лат. свинцовая руда или окалина, которая остается после выплавки свинца.
<i>Химический состав</i>	Pb – 86,6%, S – 13,4%.
<i>Морфология</i>	Примеси Ag, Cu, Se, Bi, Fe, As, Se. Кристаллы изометричные. Минеральные агрегаты – зернистые, сплошные, друзы.
<i>Цвет</i>	Вкрапленники. Свинцово-серый.
<i>Блеск</i>	Металлический.
<i>Прозрачность</i>	Непрозрачный.
<i>Черта</i>	Серовато-черная.
<i>Спайность</i>	Совершенная в трех направлениях.
<i>Излом</i>	Плоский, полураковистый.
<i>Твердость</i>	2 - 3.
<i>Плотность</i>	7,4 – 7,6.
<i>Хрупкость</i>	Хрупкий.
<i>Генезис</i>	1. Гидротермальный. Встречается в парагенезисе с вольфрамитом, касситеритом, халькопиритом, галенитом и серебряными рудами.
<i>Разрушение</i>	На поверхности галенит неустойчив.
<i>Применение</i>	Свинцовая руда.

Борнит (пестрая медная руда) Cu₅FeS₄

<i>Название</i>	Борнит (bornite) – в честь австрийского минералога фон И. Борна (Ignaz von Born, 1742-1791).
-----------------	--

<i>Химический состав</i>	Cu – 63,3%, Fe – 11,2%, S – 25,5%. Примеси Ag.
<i>Морфология</i>	Кристаллы встречаются редко, изометричные. Минеральные агрегаты – сплошные.
	Вкрапленники.
<i>Цвет</i>	На свежем сколе темный, медно-красный. На воздухе покрывается пестрой побежалостью, «цвет застывших чернил».
<i>Блеск</i>	Полуметаллический.
<i>Прозрачность</i>	Непрозрачный.
<i>Черта</i>	Серовато-черная.
<i>Спайность</i>	Практически отсутствует.
<i>Излом</i>	Мелкораковистый, неровный.
<i>Твердость</i>	3.
<i>Плотность</i>	4,9 – 5,2.
<i>Хрупкость</i>	Хрупкий.
<i>Генезис</i>	1. Гидротермальный. Встречается в парагенезисе с самыми различными минералами. 2. Осадочный. Медистые песчаники. Халькопирит вместе с другими минералами цементирует зерна песка. Месторождение – Удоканское (Забайкалье). 3. Зона вторичного сульфидного обогащения.
<i>Разрушение</i>	На поверхности борнит неустойчив и замещается более богатыми медью минералами – халькозином и ковеллином.
<i>Применение</i>	Важнейшая медная руда.

Халькопирит (медный колчедан) $CuFeS_2$

<i>Название</i>	Халькопирит (chalcopyrite) – по составу: медьсодержащий минерал, сходный по виду с пиритом.
<i>Химический состав</i>	Cu – 34,57%, Fe – 30,54%, S – 34,9%.
<i>Морфология</i>	Примеси Au, Ag и другие. Кристаллы встречаются редко, изометричные. Минеральные агрегаты – зернистые, сплошные.
	Вкрапленники.
<i>Цвет</i>	Латунно-желтый с зеленоватым оттенком. Пестрая или темно-желтая побежалость.
<i>Блеск</i>	Металлический.
<i>Прозрачность</i>	Непрозрачный.
<i>Черта</i>	Зеленовато-черная.
<i>Спайность</i>	Несовершенная.
<i>Излом</i>	Неровный.
<i>Твердость</i>	3 - 4.
<i>Плотность</i>	4,1 – 4,3.
<i>Хрупкость</i>	Хрупкий.
<i>Генезис</i>	1. Магматический. В медно-никелевых сульфидных рудах в основных изверженных горных породах. 2. Медно-порфировый. Халькопирит встречается с молибденитом в кислых горных породах. Месторождения: Сорское (Хакасия), Михеевское, Томинское (Челябинская обл.). 3. Контактново-метасоматический и метасоматический. Ассоциирует с сульфидами, кварцем, баритом и кальцитом. Месторождения – Турьинское (Северный Урал), Гумешевское

(Средний Урал) и Тарутинское (Южный Урал), месторождения Минусинского района (Кузнецкий Алатау).

3. Гидротермальный. Встречается в парагенезисе с самыми различными минералами.

4. Осадочный. Медистые песчаники. Халькопирит вместе с другими минералами цементирует зерна песка. Месторождение – Удоканское (Забайкалье).

Разрушение На поверхности халькопирит неустойчив и переходит в разные кислородные соединения меди.

Применение Главный источник меди.

Реальгар AsS

Название Реальгар (realgal) – от араб. рудный порох.

Химический состав As – 70,1%; S – 29,9%.

Морфология Примеси – Se, Sb, V, Ge.

Морфология **Кристаллы** стотаблитчатые.

Минеральные агрегаты – сплошные, зернистые, налеты, корки, землистые.

Цвет Оранжево-красный.

Блеск На гранях кристалла – алмазный, в изломе смоляной, жирный.

Прозрачность В свежем сколе прозрачный.

Черта Светло-оранжевая.

Спайность Совершенная в одном направлении.

Излом Раковистый до ступенчатого.

Твердость 1,5 - 2.

Плотность 3,4 – 3,6.

Хрупкость Нехрупкий.

Генезис Гидротермальный. Встречается в парагенезисе с кварцем, антимонитом. Месторождения – Лухумское (Кавказ).

Разрушение На поверхности неустойчив.

Применение Сырье для получения As_2O_3 , а также желтой краски.

Киноварь HgS

Название Киноварь (cinnabar) – от среднелат. cinnabaris; имеет долгую историю, которую можно проследить от персидского слова, очевидно означающего «кровь дракона»; за его красный цвет.

Химический состав Hg – 86,2%, S – 13,8%.

Морфология **Кристаллы** толстотаблитчатые, изометричные.

Минеральные агрегаты – зернистые, примазки порошковидные, налеты.

Вкрапленники.

Цвет Красный со свинцово-серой побежалостью.

Блеск Алмазный.

Прозрачность Полупрозрачная.

Черта Красная.

Спайность Совершенная в трех направлениях.

Излом Неровный, полураковистый.

Твердость 2,0 – 2,5.

Плотность 8,09 – 8,2.

Хрупкость Хрупкий.

<i>Генезис</i>	Гидротермальный. Встречается в парагенезисе с кварцем, антимонитом. Месторождения – Сухонькое (Алтайский край), Ляпганайское, Олюторское, Чемпуринское (Камчатский край), Куприяновское (Кемеровская обл.), Белокаменное, Салинское, Каскадное и Дальнее (Красноярский край), Чаган-Узунское и Черемшанское (Республика Алтай), Звездочка, Гал-Хая, Северное, Балгикакчан и Среднее (Якутия), Терлигхайское (Республика Тыва), Тибское (Республика Сев. Осетия – Алания), Ланское (Хабаровский край), Тамватнейское, Западно-Палянское (Чукотский автономный округ).
<i>Разрушение</i>	На поверхности устойчива.
<i>Применение</i>	Руда на ртуть.

Антимонит (сурьмяный блеск) Sb_2S_3

<i>Название</i>	Антимониум от лат. - сурьма.
<i>Химический состав</i>	$Sb - 71,4\%$, $S - 28,6\%$.
<i>Морфология</i>	Примесь - As . Кристаллы игольчатые, столбчатые со штриховкой поперек удлинению. Минеральные агрегаты – радиально-лучистые. Вкрапленники.
<i>Цвет</i>	Свинцово-серый с синеватым оттенком.
<i>Блеск</i>	Металлический.
<i>Прозрачность</i>	Непрозрачный.
<i>Черта</i>	Свинцово-серая.
<i>Спайность</i>	Совершенная в одном направлении.
<i>Излом</i>	Ступенчатый до неровного.
<i>Твердость</i>	2,0 – 2,5.
<i>Плотность</i>	4,5 – 4,6.
<i>Хрупкость.</i>	Хрупкий.
<i>Генезис</i>	Гидротермальный. Встречается в парагенезисе с кварцем, киноварью. Месторождения - Сарылахское и Сентачанское (Якутия), Удерейское (Красноярский край).
<i>Разрушение</i>	На поверхности неустойчив.
<i>Применение</i>	Руда на сурьму.

Группа аурипигмента As_2S_3

<i>Название</i>	Аурипигмент происходит от латинских слов аурум – золото и пигментум - краска.
<i>Химический состав</i>	$As - 61\%$; $S - 39\%$. Примеси – Se, Sb, V, Ge .
<i>Морфология</i>	Кристаллы таблитчатые. Минеральные агрегаты – листоватые, зернистые, порошковидные, радиально-лучистые.
<i>Цвет</i>	Лимонно-желтый.
<i>Блеск</i>	От алмазного до полуметаллического.
<i>Прозрачность</i>	Прозрачный.
<i>Черта</i>	Лимонно-желтая.
<i>Спайность</i>	Совершенная в одном направлении.
<i>Излом</i>	Ступенчатый до неровного.
<i>Твердость</i>	1 - 2.

<i>Плотность</i>	3,4 – 3,5.
<i>Хрупкость</i>	Нехрупкий.
<i>Генезис</i>	Гидротермальный низкотемпературный. Встречается в парагенезисе с кварцем, антимонитом. Вулканические возгоны, на стенках кратеров вулкана. Месторождения – Лухумское (Кавказ).
<i>Разрушение</i>	На поверхности неустойчив.
<i>Применение</i>	Сырье для получения As_2O_3 , получение желтой краски.

Группа молибденита (молибденовый блеск) MoS_2

<i>Название</i>	Молибденит (molybdenite) – по составу: слово молибден является производной от греч. свинец.
<i>Химический состав</i>	Mo – 60%, S – 40%. Примеси Re.
<i>Морфология</i>	Кристаллы уплощенные. Минеральные агрегаты – чешуйчатые, листоватые. Вкрапленники.
<i>Цвет</i>	Свинцово-серый с голубым оттенком.
<i>Блеск</i>	Металлический.
<i>Прозрачность</i>	Непрозрачный.
<i>Черта</i>	Серая с зеленоватым или голубоватым оттенком.
<i>Спайность</i>	Весьма совершенная в одном направлении.
<i>Излом</i>	Ступенчатый до неровного.
<i>Твердость</i>	1,5 - 2.
<i>Плотность</i>	4,7 - 5,0.
<i>Хрупкость.</i>	Хрупкий.
<i>Генезис</i>	Гидротермальный. Встречается в парагенезисе с халькопиритом и кварцем.
<i>Разрушение</i>	На поверхности молибденит неустойчив.
<i>Применение</i>	Молибденовая руда.

Пирит (серный колчедан) FeS_2

<i>Название</i>	Пирит (pyrite) – от греч. <i>огонь</i> ; за то, что дает сверкающие искры при ударе стальным предметом.
<i>Химический состав</i>	Fe - 46,6%, S – 53,4%. Примеси Co, Ni, Cu, Mn, As, Sb, Au, Ag.
<i>Морфология</i>	Кристаллы – изометричные, часто со штриховкой на гранях. Минеральные агрегаты – зернистые, шаровидные, почковидные, лучисто-концентрические. Вкрапленники.
<i>Цвет</i>	Соломенно-желтый, латунно-желтый, часто с желтовато-бурой и пестрой побежалостью.
<i>Блеск</i>	Металлический.
<i>Прозрачность</i>	Непрозрачный.
<i>Черта</i>	Буровато- или зеленовато-черная.
<i>Спайность</i>	Весьма несовершенная.
<i>Излом</i>	Неровный, иногда раковистый.
<i>Твердость</i>	6 – 6,5.
<i>Плотность</i>	4,9 – 5,2.
<i>Хрупкость</i>	Относительно хрупкий.

<i>Генезис</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Магматический. Образует мельчайшие вкрапленники во многих магматических горных породах. 2. Контактво-метасоматический. Постоянный спутник сульфидов в скарнах и магнетитовых залежах. 3. Гидротермальный. Встречается в парагенезисе с самыми различными минералами. 4. Осадочный. Широко известны конкреции пирита в песчано-глинистых отложениях, месторождениях угля, железа, марганца и бокситов.
<i>Разрушение</i>	На поверхности пирит неустойчив и переходит в разные гидратные формы оксидов железа.
<i>Применение</i>	Основное сырье сернокислотной промышленности. Среднее содержание серы в руде 35 – 50%. Вредная примесь – мышьяк.

Арсенопирит (мышьяковый колчедан) FeAsS

<i>Название</i>	Арсенопирит (arsenopyrite) – сокращенный старый термин мышьяковистый пирит; минерал, по виду сходный с пиритом, содержащий мышьяк.
<i>Химический состав</i>	Fe – 34,3%, As – 46,0%, S – 19,7%. Примеси Co, Ni и Sb.
<i>Морфология</i>	Кристаллы столбчатые. Минеральные агрегаты – зернистые, сплошные. Вкрапленники.
<i>Цвет</i>	Оловянно-белый.
<i>Блеск</i>	Металлический.
<i>Прозрачность</i>	Непрозрачный.
<i>Черта</i>	Серовато-черная.
<i>Спайность</i>	Совершенная в двух направлениях.
<i>Излом</i>	Неровный до ступенчатого.
<i>Твердость</i>	5,5 - 6.
<i>Плотность</i>	5,9 – 6,2.
<i>Хрупкость.</i>	Хрупкий.
<i>Генезис</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Контактво-метасоматический и метасоматический. Скарны. Ассоциирует с халькопиритом, пиритом, магнетитом и др. Месторождения – Качканарское и Джетигаринское (Урал), Дарасунское и Запокровское (Восточная Сибирь). 2. Гидротермальный. Встречается в парагенезисе с вольфрамитом, касситеритом, халькопиритом, галенитом и серебряными рудами.
<i>Разрушение</i>	На поверхности арсенопирит неустойчив.
<i>Применение</i>	Основная мышьяковая руда.

Порядок выполнения работы:

- Вводная часть первого занятия посвящается изучению эталонной коллекции минералов, относящихся к простым веществам, сульфидам и их аналогам.
- Студент получает коробку с образцами минералов.
- Поочередно для каждого минерала определяет диагностические признаки минералов.
- С помощью заранее составленного конспекта свойств минералов диагностирует минералы, характеризует минеральные парагенезисы, вторичные изменения минералов.

Форма представления результатов: в письменном виде с устным отчетом, демонстрацией диагностических признаков минералов непосредственно на образцах,

характеристикой парагенезисов, вторичных изменений минералов, выводами о практической ценности минералов.

Результатом успешного выполнения практического задания считается определение морфологии, физических свойств и диагностика минералов.

Практическая работа №2

Тема: Минералы класса «Оксиды».

Тип практического задания: диагностический.

Цель работы: научиться диагностировать минералы, относящиеся к оксидам.

Исходный материал: образцы эталонной и рабочей минералогической коллекции.

Решаемая задача: характеристика морфологии минеральных индивидов (облик), типов минеральных агрегатов; определение физических и прочих свойств минералов, и как итог – диагностика минералов в образцах.

Объем работы: 5 образцов минералов или их агрегатов.

Лабораторное обеспечение: эталонные коллекции минералов, экспозиции минералов, шкала Мооса, минералогические лупы 6-ти кратного увеличения, химические реактивы (соляная кислота), фарфоровая пластина, компас.

Теоретическая основа:

КЛАСС ОКСИДОВ

Оксиды - соединения элементов с кислородом, в гидроокислах присутствует также вода. В земной коре на долю окислов и гидроокислов приходится около 17%, из них на долю кремнезёма (SiO₂) около 12.5%.

Наиболее распространёнными минералами этой группы являются окислы кремния, алюминия, железа, марганца и титана.

В кристаллических структурах минералов класса окислов катионы металлов находятся в окружении анионов кислорода (в окислах) или гидроксила (в гидроокислах). Среди окислов можно выделить простые окислы, в которых отношения между катионами и анионами изменяются в пределах от 2:1 до 1:2 (R₂O, R₂O₃, RO₂) и сложные окислы, для которых характерны двойные соединения типа RO*R₂O₃.

Происхождение минералов класса окислов различное - магматическое, пегматитовое, гидротермальное, но большинство окислов образовалось в результате экзогенных процессов в верхних слоях литосферы. Многие эндогенные минералы при выветривании разрушаются и переходят в окислы и гидроокислы.

Физические свойства окислов различны: для большинства из них характерна высокая твёрдость. Минералы класса окислов имеют большое практическое значение.

Магнетит (магнитный железняк) FeFe₂O₄

<i>Название</i>	Магнетит (magnetite) – старый термин, приписываемый названию местности Магнезия в Фессалии, Греция; некоторые авторы считают это название производным от Магнес – имени пастуха, который первым открыл минерал на горе Ида, заметив, что гвозди его башмаков и железный наконечник посоха прилипают к породе.
<i>Химический состав</i>	FeO – 31%, Fe ₂ O ₃ – 69%. Примеси: TiO ₂ , Cr ₂ O ₃ .
<i>Морфология</i>	Кристаллы изометричные. Минеральные агрегаты – сплошные зернистые массы. Вкрапленники.
<i>Цвет</i>	Железо-черный.
<i>Блеск</i>	Полуметаллический.
<i>Прозрачность</i>	Непрозрачный.

<i>Черта</i>	Черная.
<i>Спайность</i>	Отсутствует.
<i>Излом</i>	Неровный до раковистого.
<i>Твердость</i>	5,5 - 6.
<i>Плотность</i>	4,9 – 5,2.
<i>Хрупкость</i>	Хрупкий.
<i>Магнитность</i>	Сильно магнитный.
<i>Генезис</i>	1.Магматический. Магнетит наблюдается в виде вкрапленников. С основными породами генетически связаны месторождения титаномагнетита. Месторождения: Кусинское (Южный Урал). 2.Пегматитовый. 3.Гидротермальный. 4.Контактово-метасоматический. Месторождения: гора Магнитная, гора Высокая, гора Благодати (Урал). 5.Метаморфический. Месторождения: Курская магнитная аномалия.
<i>Разрушение</i>	На поверхности устойчив.
<i>Применение</i>	Руда на железо.

Хромит (хромистый железняк) FeCr₂O₄

<i>Название</i>	Хромит (Chromite) – по составу.
<i>Химический состав</i>	Примеси – TiO ₂ до 2%, V ₂ O ₃ до 0,2%, MnO до 1%, NiO до 0,1%.
<i>Морфология</i>	Кристаллы изометричные. Минеральные агрегаты – сплошные зернистые агрегаты.
<i>Цвет</i>	Черный.
<i>Блеск</i>	Металловидный.
<i>Прозрачность</i>	Непрозрачный.
<i>Черта</i>	Бурая.
<i>Спайность</i>	Отсутствует.
<i>Излом</i>	Раковистый до неровного.
<i>Твердость</i>	5,5 – 7,5.
<i>Плотность</i>	4,0 – 4,8.
<i>Хрупкость</i>	Нехрупкий.
<i>Генезис</i>	Магматический. Генетически связан с ультраосновными породами. Месторождения – Сарановское, Кемпирсайское (Урал).
<i>Разрушение</i>	На поверхности устойчив.
<i>Применение</i>	Основная руда на хром.

Гематит (красный железняк) Fe₂O₃

<i>Название</i>	Гематит (hematite) – от греч. кроваво-красный; за цвет.
<i>Химический состав</i>	Fe- 70%, O – 30%. Примеси – Ti, Mg.
<i>Морфология</i>	Кристаллы пластинчатые, таблитчатые. Минеральные агрегаты – сплошные, плотные, скрытокристаллические, листоватые, чешуйчатые и землистые.
<i>Цвет</i>	Железо-черный (кристаллические разновидности), ярко-красный (землистые разновидности).
<i>Блеск</i>	Полуметаллический.

<i>Прозрачность</i>	Прозрачный в тонких пластинках.
<i>Черта</i>	Вишнево-красная.
<i>Спайность</i>	Отсутствует.
<i>Излом</i>	Полураковистый до неровного.
<i>Твердость</i>	5,5 – 6,0.
<i>Плотность</i>	5,0 – 5,2.
<i>Хрупкость</i>	Хрупкий.
<i>Генезис</i>	1 Магматический. Встречается в изверженных породах кислого состава. 2. Гидротермальный. Ассоциирует с кварцем, баритом, иногда магнетитом, сидеритом, хромитом и другими минералами. 3. Вулканические эксгалляции. Образует кристаллы и налеты на стенках кратеров вулканов и в трещинах лав. 4. Коры выветривания. 5. Региональный метаморфизм. Крупные скопления гематита сформировались путем метаморфизма осадочных месторождений бурых железняков. Месторождения – Курская магнитная аномалия (Курская, Белгородская и Орловская области).
<i>Разрушение</i>	На поверхности устойчив.
<i>Применение</i>	Важнейшая железная руда. Промышленное содержание железа – 46 – 50%.

Ильменит (титанистый железняк) FeTiO₃

<i>Название</i>	Именит (ilmenite) – по месту находки в Ильменских горах, Южный Урал.
<i>Химический состав</i>	Fe- 36,8%, Ti – 31,6%, O – 31,6%. Примеси – Mn, Mg.
<i>Морфология</i>	Кристаллы пластинчатые, толстотаблитчатые. Минеральные агрегаты – сплошные, плотные агрегаты. Вкрапленники.
<i>Цвет</i>	Железо-черный.
<i>Блеск</i>	Полуметаллический.
<i>Прозрачность</i>	Непрозрачный.
<i>Черта</i>	Черная.
<i>Спайность</i>	Отсутствует.
<i>Излом</i>	Раковистый до полураковистого.
<i>Твердость</i>	5,0 – 6,0.
<i>Плотность</i>	4,72.
<i>Хрупкость</i>	Хрупкий.
<i>Генезис</i>	1 Магматический. Встречается в основных изверженных породах в ассоциации с магнетитом. 2. Пегматитовый, связанный с щелочными породами. Месторождения – Ильменские горы (Урал). 3. Гидротермальный.
<i>Разрушение</i>	На поверхности устойчив.
<i>Применение</i>	Руда на титан.

Корунд Al₂O₃

<i>Название</i>	Корунд (corundum) – очевидно, название произошло от старого индийского термина каурунтака.
-----------------	--

<i>Химический состав</i>	Al – 53,2%, O – 46,8%. Примеси – Cr, Fe, Ti, Mn.
<i>Морфология</i>	Кристаллы боченковидные, столбчатые, пирамидальные и пластинчатые. Минеральные агрегаты – сплошные зернистые массы. Вкрапленники.
<i>Цвет</i>	Синевато- или желтовато-серый. Разновидности прозрачных разновидностей: <i>лейкосапфир</i> – бесцветный, <i>сапфир</i> – синий, <i>рубин</i> – красный.
<i>Блеск</i>	Стекланный.
<i>Прозрачность</i>	От прозрачного до полупрозрачного.
<i>Черта</i>	Белая.
<i>Спайность</i>	Отсутствует.
<i>Излом</i>	Полураковистый.
<i>Твердость</i>	9,0.
<i>Плотность</i>	3,95 – 4,10.
<i>Хрупкость</i>	Хрупкий.
<i>Генезис</i>	1 Магматический. Встречается в породах богатых глиноземом и бедных кремнеземом в ассоциации с полевыми шпатами. 2. Пегматитовый, связанный с щелочными породами. 3. Контактново-метасоматический. Образуется в кристаллических известняках. 4. Региональный метаморфизм. 5. Россыпи.
<i>Разрушение</i>	На поверхности устойчив.
<i>Применение</i>	1. В качестве абразивного материала. 2. В ювелирном деле (сапфир, рубин и лейкосапфир).

Кварц SiO₂

<i>Название</i>	Кварц (quartz) – очевидно, от саксонского слова <i>querkluffertz</i> , означающего секущие жилы.
<i>Химический состав</i>	Si – 53,2 %, O – 46,8%.
<i>Морфология</i>	Кристаллы столбчатые. Минеральные агрегаты – сплошные зернистые массы, друзы, щетки. Вкрапленники.
<i>Цвет</i>	Бесцветный, молочно-белый, серый. Прозрачные и полупрозрачные разновидности: 1) горный хрусталь – бесцветный, прозрачный, без примесей; 2) аметист – фиолетовый, прозрачный; 3) розовый кварц – полупрозрачный, просвечивающий; 4) цитрин – желтый, прозрачный; 5) дымчатый – буроватый, прозрачный; 6) морион – черный.
<i>Блеск</i>	Стекланный на гранях кристаллов, жирный в изломе.
<i>Прозрачность</i>	Прозрачный до непрозрачного.
<i>Черта</i>	Белая.
<i>Спайность</i>	Отсутствует.
<i>Излом</i>	Раковистый.
<i>Твердость</i>	7,0.
<i>Плотность</i>	2,65.

<i>Хрупкость</i>	Хрупкий.
<i>Генезис</i>	1 Магматический. Встречается в породах богатых кремнеземом в ассоциации с полевыми шпатами. 2. Пегматитовый, в ассоциации с полевыми шпатами. 3. Гидротермальный. Является главным жильным минералом. 4. Метаморфический. 5. Экзогенный.
<i>Разрушение</i>	На поверхности устойчив.
<i>Применение</i>	1. В качестве поделочного камня. 2. Бесцветный горный хрусталь используется для изготовления оптических приборов. 3. В точной механике широко используется для изготовления опорных призм, часовых камней и тд. 4. В радиотехнике для изготовления пьезокварцевых пластинок. 5. Получение химической посуды с высокой огнеупорностью и кислотоупорностью. 6. В стекльно-керамической промышленности для варки стекла и выделки фарфора и фаянса. 7. Применяется для производства карбида кремния. 8. Тонкие кварцевые пески применяются в пескоструйных аппаратах для полировки поверхностей металлических и каменных изделий. 9. Песчаники, состоящие из цементированных окатанных зерен кварца, служат строительным материалом.

Порядок выполнения работы:

- Вводная часть первого занятия посвящается изучению эталонной коллекции минералов, относящихся к оксидам.
- Студент получает коробку с образцами минералов.
- Поочередно для каждого минерала определяет диагностические признаки минералов.
- С помощью заранее составленного конспекта свойств минералов диагностирует минералы, характеризует минеральные парагенезисы, вторичные изменения минералов.

Форма представления результатов: в письменном виде с устным отчетом, демонстрацией диагностических признаков минералов непосредственно на образцах, характеристикой парагенезисов, вторичных изменений минералов, выводами о практической ценности минералов.

Результатом успешного выполнения практического задания считается определение морфологии, физических свойств и диагностика минералов.

Практическая работа №3

Тема: Минералы классов «Галогениды» и «Сульфаты».

Тип практического задания: диагностический.

Цель работы: научиться диагностировать минералы, относящиеся к галогенидам и сульфатам.

Исходный материал: образцы эталонной и рабочей минералогической коллекции.

Решаемая задача: характеристика морфологии минеральных индивидов (облик), типов минеральных агрегатов; определение физических и прочих свойств минералов, и как итог – диагностика минералов в образцах.

Объем работы: 5 образцов минералов или их агрегатов.

Материальное обеспечение: эталонные коллекции минералов, экспозиции минералов, шкала Мооса, минералогические лупы 6-ти кратного увеличения, химические реактивы (соляная кислота), фарфоровая пластина, компас.

Теоретическая основа:

КЛАСС ГАЛОГЕНИДЫ

К классу галоидных соединений относится около 100 минералов. Их роль как породообразующих минералов невелика, но они важны в общегеологическом и практическом отношении. Наиболее распространены из минералов этого класса хлористые соединения.

Галогениды используются в химической и пищевой промышленности, а также в качестве флюсов в металлургии.

Галит NaCl

<i>Название</i>	Галит (halite) – от греч. море, соль.
<i>Химический состав</i>	Na – 39,4%, Cl – 60,6%.
<i>Морфология</i>	Кристаллы изометричные. Минеральные агрегаты – сплошные кристаллические сплошные массы, корочки, налеты, выцветы, друзовые агрегаты.
<i>Цвет</i>	Бесцветный, белый, серый, синий.
<i>Блеск</i>	Стеклянный, на поверхностях слегка выветрелых разновидностей жирный.
<i>Прозрачность</i>	Прозрачный до полупрозрачного.
<i>Черта</i>	Белая.
<i>Спайность</i>	Весьма совершенная в трех направлениях.
<i>Излом</i>	Раковистый.
<i>Твердость</i>	2,0.
<i>Плотность</i>	2,1 – 2,2.
<i>Хрупкость</i>	Хрупкий.
<i>Вкус</i>	Соленый.
<i>Генезис</i>	1 Экзогенный. Образуется в усыхающих замкнутых соленых озерах или мелководных лагунах и заливах.
<i>Разрушение</i>	На поверхности устойчив.
<i>Применение</i>	1. Пищевой продукт. 2. Консервирующее средство. 3. В химической промышленности используется для получения соляной кислоты, хлора, соды, едкого натрия и ряда солей. 4. Галит является исходным сырьем для получения металлического натрия. 5. В черной и цветной металлургии он используется как восстановитель и для удаления серы. 6. В электротехнике применяется при изготовлении разрядных ламп с парами натрия.

Сильвин KCl

<i>Название</i>	Сильвин (sylvanite) – от старого химического названия этого вещества SaldigestivusSylvii, т.е. пищеварительная соль Сильвиуса (FrancoisSylviusdeleBoe, 1624 - 1672), голландского физики и химика из Лейдана.
-----------------	---

<i>Химический состав</i>	К – 52,5%, Cl – 47,5%.
<i>Морфология</i>	Кристаллы изометричные. Минеральные агрегаты – сплошные кристаллические сплошные массы.
<i>Цвет</i>	Бесцветный, молочно-белый, ярко-красный, розовый.
<i>Блеск</i>	Стеклянный.
<i>Прозрачность</i>	Прозрачный до полупрозрачного.
<i>Черта</i>	Белая.
<i>Спайность</i>	Весьма совершенная в трех направлениях.
<i>Излом</i>	Неровный.
<i>Твердость</i>	1,5 - 2,0.
<i>Плотность</i>	1,97 – 1,99.
<i>Хрупкость</i>	Хрупкий.
<i>Вкус</i>	Горьковато солёный.
<i>Генезис</i>	1 Экзогенный. Образуется в усыхающих замкнутых соленых озерах или мелководных лагунах и заливах. Месторождение – Соликамское (Пермский край).
<i>Разрушение</i>	На поверхности устойчив.
<i>Применение</i>	1. Калийные удобрения. 2. В химической промышленности используется для получения калийсодержащих соединений.

Флюорит (плавиковый шпат) CaF₂

<i>Название</i>	Флюорит (fluorite) – от лат. течь, так как он плавится легче, чем другие минералы, с которыми его путают.
<i>Химический состав</i>	Ca – 51,2%, F – 48,8%.
<i>Морфология</i>	Кристаллы изометричные. Минеральные агрегаты – сплошные массы. Вкрапленники.
<i>Цвет</i>	Бесцветный, желтый, зеленый, голубой, фиолетовый, фиолетово-черный.
<i>Блеск</i>	Стеклянный.
<i>Прозрачность</i>	Прозрачный до полупрозрачного.
<i>Черта</i>	Белая.
<i>Спайность</i>	Совершенная в четырех направлениях.
<i>Излом</i>	Неровный.
<i>Твердость</i>	4,0.
<i>Плотность</i>	3,18.
<i>Хрупкость</i>	Хрупкий.
<i>Генезис</i>	1. Гидротермальный. 2. Осадочный.
<i>Разрушение</i>	На поверхности устойчив.

КЛАСС СУЛЬФАТОВ

Сульфаты - соли серной кислоты. Они имеют светлую окраску, небольшую твёрдость, многие из них растворимы в воде.

Основная масса сульфатов имеет осадочное происхождение - это химические морские и озёрные осадки. Многие сульфаты являются минералами зоны окисления, известны сульфаты и как продукты вулканической деятельности.

Различают сульфаты безводные, водные и сложные, содержащие кроме общего для всех анионного комплекса [SO₄]²⁻- также добавочные анионы (OH)⁻.

Барит BaSO₄.

<i>Название</i>	Барит (barite) – от греч. тяжелый; по относительно тяжелому весу.
<i>Химический состав</i>	BaO – 65,7 %, SO ₃ – 34,3 %. Примеси – Ca, Sr, Pb, Ra.
<i>Морфология</i>	Кристаллы – пластинчатые, столбчатые. Минеральные агрегаты – сплошные, мраморовидные, землистые.
<i>Цвет</i>	Белый, серый, красный, желтый, голубой, зеленоватый.
<i>Блеск</i>	Стеклянный на плоскостях спайности перламутровый.
<i>Прозрачность</i>	Прозрачный до непрозрачного.
<i>Черта</i>	Белая.
<i>Спайность</i>	Совершенная в одном направлении.
<i>Излом</i>	Неровный.
<i>Твердость</i>	3,0 – 3,5.
<i>Плотность</i>	4,3 – 4,5.
<i>Хрупкость</i>	Хрупкий.
<i>Генезис</i>	1. Гидротермальный. 2. Осадочный. 3. Россыпи.
<i>Разрушение</i>	На поверхности устойчив.
<i>Применение</i>	1. Изготовление белых красок. 2. Получение солей бария. 3. В резиновой и бумажной промышленности.

Гипс CaSO₄ x 2H₂O

<i>Название</i>	Гипс (gypsum) – от греч. штукатурка; древнее название.
<i>Химический состав</i>	CaO – 32,6 %, SO ₃ – 46,5 %, H ₂ O – 20,9 %.
<i>Морфология</i>	Кристаллы – пластинчатый, столбчатый, игольчатый. Минеральные агрегаты – сплошные, мраморовидные, землистые.
<i>Цвет</i>	Бесцветный, белый, кремовый.
<i>Блеск</i>	Стеклянный, шелковистый.
<i>Прозрачность</i>	Прозрачный до непрозрачного.
<i>Черта</i>	Белая.
<i>Спайность</i>	Совершенная в одном направлении.
<i>Излом</i>	Раковистый.
<i>Твердость</i>	2,0.
<i>Плотность</i>	2,2 – 2,4.
<i>Хрупкость</i>	Нехрупкий.
<i>Генезис</i>	Осадочный.
<i>Разрушение</i>	На поверхности неустойчив.
<i>Применение</i>	1. Обожженный гипс используется при изготовлении цемента, материала для лепки и медицины. 2. Поделочный камень.

Порядок выполнения работы:

- Вводная часть первого занятия посвящается изучению эталонной коллекции минералов, относящихся к галогенидам и сульфатам.
- Студент получает коробку с образцами минералов.
- Поочередно для каждого минерала определяет диагностические признаки минералов.
- С помощью заранее составленного конспекта свойств минералов диагностирует минералы, характеризует минеральные парагенезисы, вторичные изменения минералов;

Форма представления результатов: в письменном виде с устным отчетом, демонстрацией диагностических признаков минералов непосредственно на образцах, характеристикой парагенезисов, вторичных изменений минералов, выводами о практической ценности минералов.

Результатом успешного выполнения практического задания считается определение морфологии, физических свойств и диагностика минералов.

Практическая работа №4

Тема: Минералы класса «Карбонаты».

Тип практического задания: диагностический.

Цель работы: научиться диагностировать минералы, относящиеся к карбонатам.

Исходный материал: образцы эталонной и рабочей минералогической коллекции.

Решаемая задача: характеристика морфологии минеральных индивидов (облик), типов минеральных агрегатов; определение физических и прочих свойств минералов, и как итог – диагностика минералов в образцах.

Объем работы: 5 образцов минералов или их агрегатов.

Материальное обеспечение: эталонные коллекции минералов, экспозиции минералов, шкала Мооса, минералогические лупы 6-ти кратного увеличения, химические реактивы (соляная кислота), фарфоровая пластина, компас.

Теоретическая основа:

КЛАСС КАРБОНАТОВ

Карбонаты - многочисленная группа минералов, которые имеют широкое распространение. В структурном отношении все карбонаты относятся к одному основному типу - анионы $[\text{CO}_3]^{2-}$ представляют собой изолированные радикалы в форме плоских треугольников.

Большинство карбонатов безводные простые соединения, главным образом Ca, Mg и Fe с комплексным анионом $[\text{CO}_3]^{2-}$. Менее распространены сложные карбонаты, содержащие добавочные анионы (OH)-, F- и Cl-. Среди наиболее распространённых безводных карбонатов различают карбонаты тригональной и ромбической сингоний.

Карбонаты обычно имеют светлую окраску: белую, розовую, серую и т.д., исключение представляют карбонаты меди, имеющие зелёную или синюю окраску. Твёрдость карбонатов около 3-4.5; плотность невелика, за исключением карбонатов Zn, Pb и Ba.

Важным диагностическим признаком является действие на карбонаты кислот (HCl и HNO₃), от которых они в той или иной степени вскипают с выделением углекислого газа.

По происхождению карбонаты осадочные (биохимические или химические осадки) или осадочно-метаморфические минералы; выделяются также поверхностные, характерные для зоны окисления и иногда низкотемпературные гидротермальные карбонаты.

Кальцит CaCO_3

<i>Название</i>	Кальцит (calcite) – от лат. известь.
<i>Химический состав</i>	$\text{CaO} - 56 \%$, $\text{CaO}_2 - 44 \%$. Примеси – Fe, Mg, Sr.

<i>Морфология</i>	Кристаллы столбчатые, уплощенные, изометричные. Минеральные агрегаты – зернистые, сплошные, друзы, жеоды, натечные образования.
<i>Цвет</i>	Бесцветный, молочно-белый, бледно-желтый, бледно-зеленый, голубой, серый.
<i>Блеск</i>	Стеклянный.
<i>Прозрачность</i>	Прозрачный до полупрозрачного.
<i>Черта</i>	Белая.
<i>Спайность</i>	Совершенная в трех направлениях.
<i>Излом</i>	Неровный.
<i>Твердость</i>	3,0.
<i>Плотность</i>	2,6 – 2,8.
<i>Хрупкость</i>	Хрупкий.
<i>Реакция с кислотой</i>	Легко вступает в реакцию с HCl.
<i>Генезис</i>	1. Гидротермальный. 2. Осадочный.
<i>Разрушение</i>	На поверхности устойчив.
<i>Применение</i>	1. Получение извести. 2. В металлургической промышленности в качестве флюса. 3. Изготовление николей поляризованных микроскопов.

Магнезит MgCO₃

<i>Название</i>	Магнезит (magnesite) – по составу: содержит магний.
<i>Химический состав</i>	MgO – 47,6 %, CO ₂ – 52,4 %. Примеси – Fe, Mn, Ca.
<i>Морфология</i>	Кристаллы – изометричные, столбчатые. Минеральные агрегаты – кристаллически-зернистые и фарфоровидные, скрытокристаллические массы.
<i>Цвет</i>	Бесцветный, белый, серовато-белый.
<i>Блеск</i>	Стеклянный, матовый (фарфоровидные массы).
<i>Прозрачность</i>	Прозрачный до полупрозрачного.
<i>Черта</i>	Белая.
<i>Спайность</i>	Совершенная в трех направлениях.
<i>Излом</i>	Неровный.
<i>Твердость</i>	4,0 – 4,5.
<i>Плотность</i>	2,9 – 3,1.
<i>Хрупкость</i>	Хрупкий.
<i>Реакция с кислотой</i>	Растворяется в горячей кислоте HCl.
<i>Генезис</i>	1. Гидротермальный. 2. Осадочный.
<i>Разрушение</i>	На поверхности устойчив.
<i>Применение</i>	1. Получение огнеупорных материалов. 2. Изготовление цемента.

Сидерит (железный шпат) FeCO₃

<i>Название</i>	Сидерит (siderite) – по составу: железистый (sideros) минерал.
<i>Химический состав</i>	FeO – 62,1 %, CO ₂ – 37,9 %. Примеси – Ca, Mg, Mn.

<i>Морфология</i>	Минеральные агрегаты – зернистые, сплошные, шаровидные.
<i>Цвет</i>	Желтовато-серый, сероватый. Часто на поверхности развиваются гидроокислы железа.
<i>Блеск</i>	Стекланный.
<i>Прозрачность</i>	Прозрачный до полупрозрачного.
<i>Черта</i>	Белая.
<i>Спайность</i>	Совершенная в трех направлениях.
<i>Излом</i>	Неровный.
<i>Твердость</i>	3,5 – 4,5.
<i>Плотность</i>	3,9.
<i>Хрупкость</i>	Хрупкий.
<i>Реакция с кислотой</i>	Реагирует вскипанием с нагретой соляной кислотой, при этом капля кислоты желтеет.
<i>Генезис</i>	1. Гидротермальный. 2. Осадочный.
<i>Разрушение</i>	На поверхности неустойчив.
<i>Применение</i>	Руда на железо.

Доломит $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$

<i>Название</i>	Доломит (dolomite) – в честь французского геолога и минералога Д. де Доломье (DeodatGueSilvainTancredeGratetdeDolomieu, 1750 - 1801).
<i>Химический состав</i>	CaO – 30,4 %, MgO – 21,7 %, CO_2 – 47,9 %.
<i>Морфология</i>	Примеси – Fe, Mn. Кристаллы уплощенные. Минеральные агрегаты – кристаллическо-зернистые.
<i>Цвет</i>	Серовато-белый с желтоватым и буроватым оттенком.
<i>Блеск</i>	Стекланный.
<i>Прозрачность</i>	Прозрачный до полупрозрачного.
<i>Черта</i>	Белая.
<i>Спайность</i>	Совершенная в трех направлениях.
<i>Излом</i>	Неровный.
<i>Твердость</i>	3,5 – 4,0.
<i>Плотность</i>	2,8 – 2,9.
<i>Хрупкость</i>	Хрупкий.
<i>Реакция с кислотой</i>	Растворяется с HCl в порошке
<i>Генезис</i>	1. Гидротермальный. 2. Осадочный.
<i>Разрушение</i>	На поверхности устойчив.
<i>Применение</i>	1. Изготовление огнеупоров. 2. В металлургической промышленности в качестве флюса.

Малахит $\text{Cu}_2[\text{CO}_3](\text{OH})_2$

<i>Название</i>	Малахит (malachite) – от греч. мальва; за зеленый цвет.
<i>Химический состав</i>	CuO – 71,9 %, CO_2 – 19,9 %, H_2O – 8,2 %.
<i>Морфология</i>	Кристаллы – короткостолбчатые. Минеральные агрегаты – натечные, почковидные, землистые, волокнистые, радиально-лучистые.

<i>Цвет</i>	Изумрудно-зеленый, темно-зеленый, зеленовато-серый, светло-зеленый.
<i>Блеск</i>	Стеклянный, шелковистый, матовый.
<i>Прозрачность</i>	Прозрачный до непрозрачного.
<i>Черта</i>	Светло-зеленая.
<i>Спайность</i>	Совершенная.
<i>Излом</i>	Раковистый.
<i>Твердость</i>	3,5 – 4,0.
<i>Плотность</i>	3,9 – 4,1.
<i>Хрупкость</i>	Хрупкий.
<i>Реакция с кислотой</i>	Легко растворяется в HCl
<i>Генезис</i>	1. Гидротермальный. 2. Осадочный.
<i>Разрушение</i>	На поверхности неустойчив.
<i>Применение</i>	1. Руда на медь. 2. Поделочный камень. 3. Изготовление краски.

Азурит $\text{Cu}_3[\text{CO}_3]_2(\text{OH})_2$

<i>Название</i>	Азурит (azurite) – от перс. слова, означающего синий; по цвету минерала.
<i>Химический состав</i>	$\text{CuO} - 69,2 \%$, $\text{CO}_2 - 25,6 \%$, $\text{H}_2\text{O} - 5,2 \%$.
<i>Морфология</i>	Кристаллы – уплощенные. Минеральные агрегаты – натечные, почковидные, землистые, волокнистые, радиально-лучистые.
<i>Цвет</i>	Светло-синий, лазурно-синий до очень темно-синего.
<i>Блеск</i>	Стеклянный, шелковистый, матовый.
<i>Прозрачность</i>	Прозрачный до непрозрачного.
<i>Черта</i>	Светло-зеленая.
<i>Спайность</i>	Совершенная в одном направлении.
<i>Излом</i>	Раковистый.
<i>Твердость</i>	3,5 – 4,0.
<i>Плотность</i>	3,5 – 4,0.
<i>Хрупкость</i>	Хрупкий.
<i>Реакция с кислотой</i>	Легко растворяется в HCl
<i>Генезис</i>	1. Осадочный.
<i>Разрушение</i>	На поверхности неустойчив.
<i>Применение</i>	1. Руда на медь. 2. Поделочный камень. 3. Изготовление краски.

Порядок выполнения работы:

- Вводная часть первого занятия посвящается изучению эталонной коллекции минералов, относящихся к карбонатам.
- Затем студент получает коробку с образцами минералов.
- Поочередно для каждого минерала определяет диагностические признаки минералов.
- С помощью заранее составленного конспекта свойств минералов диагностирует минералы, характеризует минеральные парагенезисы, вторичные изменения минералов.

Форма представления результатов: в письменном виде с устным отчетом, демонстрацией диагностических признаков минералов непосредственно на образцах, характеристикой парагенезисов, вторичных изменений минералов, выводами о практической ценности минералов.

Результатом успешного выполнения практического задания считается определение морфологии, физических свойств и диагностика минералов.

Практическая работа №5

Тема: Минералы класса «Силикаты».

Тип практического задания: диагностический.

Цель работы: научиться диагностировать минералы, относящиеся к силикатам.

Исходный материал: образцы эталонной и рабочей минералогической коллекции.

Решаемая задача: характеристика морфологии минеральных индивидов (облик), типов минеральных агрегатов; определение физических и прочих свойств минералов, и как итог – диагностика минералов в образцах.

Объем работы: 5 образцов минералов или их агрегатов.

Материальное обеспечение: эталонные коллекции минералов, экспозиции минералов, шкала Мооса, минералогические лупы 6-ти кратного увеличения, химические реактивы (соляная кислота), фарфоровая пластина, компас.

Теоретическая основа:

КЛАСС СИЛИКАТОВ

Силикаты – самый обширный класс минералов. Общее число минеральных видов силикатов около 800. По распространенности на долю силикатов приходится более 75% от всех минералов литосферы. Это объясняется тем, что силикаты – важнейшие породообразующие минералы, из которых сложена основная масса горных пород.

Силикаты отличаются сложным химическим составом и широкими изоморфными замещениями. Но основу кристаллов составляют кремнекислородные тетраэдры (один атом кремния окружен четырьмя атомами кислорода).

В зависимости от того, как сочетаются между собой кремнекислородные тетраэдры, различают следующие структурные типы силикатов:

- 1) островные (изолированные тетраэдры) $[\text{SiO}_4]^{4-}$;
- 2) кольцевые (тетраэдрические кольца) $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$;
- 3) цепочечные (цепочки тетраэдров) $[\text{SiO}_3]^{2-}$;
- 4) ленточные (сдвоенные цепочки тетраэдров) $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}$;
- 5) слоистые (двухмерные сетки из тетраэдров);
- 6) каркасные (трехмерные тетраэдрические постройки).

Внутренняя структура силикатов отражается на их габитусе. Так, силикаты, структура которых представлена обособленными кремнекислородными тетраэдрами, часто имеют изометрический облик (гранаты). В структуре турмалина – тетраэдрические кольца, имеют удлиненно-призматический габитус.

Группа оливина $(\text{Fe}, \text{Mg})_2[\text{SiO}_4]$

<i>Название</i>	Оливин (olivine) – назван за оливково-зеленый цвет.
<i>Химический состав</i>	В группу оливина входят следующие минералы: форстерит – $\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]$; оливин – $(\text{Fe}, \text{Mg})_2[\text{SiO}_4]$; фаялит – $\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]$; кнебелит – $(\text{Fe}, \text{Mn})_2[\text{SiO}_4]$; тефроит - $\text{Mn}_2[\text{SiO}_4]$.

<i>Морфология</i>	Минеральные агрегаты – сплошные, зернистые.
<i>Цвет</i>	От светло-желтого до темно-зеленого и черного.
<i>Блеск</i>	Стеклянный, в агрегатах жирный.
<i>Прозрачность</i>	Просвечивает зеленым.
<i>Черта</i>	Белая или серая.
<i>Спайность</i>	Несовершенная.
<i>Излом</i>	Раковистый, неровный.
<i>Твердость</i>	6,5 – 7,0.
<i>Плотность</i>	3,2 – 4,3.
<i>Хрупкость</i>	Хрупкий.
<i>Генезис</i>	1. Магматический, генетически связанный с основными и ультраосновными породами. 2. Пневматолитовый.
<i>Разрушение</i>	На поверхности неустойчив.
<i>Применение</i>	1. Маложелезистые разновидности применяются при производстве огнеупоров. 2. Драгоценные камни (хризолит).

Группа гранатов

<i>Название</i>	Гранат (garnet) – от лат. гранатовое яблоко, зерна которого он напоминает. Пироп (pyrope) – от греч. огненный, за его огненно-красный цвет. Альмандин (almandite) – по месту находки в Алабанде, где в древнее время умели гранить и полировать гранаты. Спессартин (spessartine) – по месту находки в Спессарте на северо-западе Баварии. Уваровит (uvarovite) – в честь графа С.С. Уварова. Гроссуляр (grossular) – от лат. крыжовник, по сходству светло-зеленого цвета некоторых образцов с цветом ягод крыжовника. Андрадит (andorite) – в честь Андора фон Семсеи, венгерского дворянина, интересовавшегося минералами и метеоритами.
<i>Химический состав</i>	В группе гранатов наиболее распространенными являются два изоморфных ряда: Пиральспиты: пироп $Mg_3Al_2[SiO_4]_3$; альмандин $Fe_3Al_2[SiO_4]_3$; спессартин $Mn_3Al_2[SiO_4]_3$. Уграндиты: уваровит $Ca_3Cr_2[SiO_4]_3$; гроссуляр $Ca_3Al_2[SiO_4]_3$; андрадит $Ca_3Fe_2[SiO_4]_3$.
<i>Морфология</i>	Кристаллы – изометричные.
<i>Цвет</i>	Минеральные агрегаты – сплошные, зернистые. Пироп – темно-красный; альмандин – красный, коричневый, фиолетовый; спессартин – розовый, красный, желтовато-бурый; уваровит – изумрудно-зеленый; гроссуляр – светло-зеленый, зеленовато-бурый; андрадит – бурый, красный, зеленовато-бурый.
<i>Блеск</i>	Стеклянный.
<i>Прозрачность</i>	Прозрачный.
<i>Черта</i>	Белая.
<i>Спайность</i>	Несовершенная.
<i>Излом</i>	Раковистый, занозистый, шероховатый.

<i>Твердость</i>	6,5 – 7,5.
<i>Плотность</i>	3,51 – 4,25.
<i>Хрупкость</i>	Хрупкий.
<i>Генезис</i>	1. Магматический, как акцессорный минерал. 2. Метаморфический: - Региональный метаморфизм. - Контактный метаморфизм.
<i>Разрушение</i>	На поверхности устойчив.
<i>Применение</i>	1. Абразивный материал. 2. Полудрагоценные камни.

Группа дистена (кианит) $Al_2O_3[SiO_4]$

<i>Название</i>	Дистен – от греч. «ди» - двойка и «стенос» - сопротивление, из-за различной твердости минерала по двум направлениям. Кианит (kyanite) – название от греч голубой за наиболее обычный для него цвет.
<i>Химический состав</i>	Al_2O_3 – 63,1 %, SiO_2 – 36,9 %. Примеси: Fe_2O_3 – 1 - 2 %, Cr_2O_3 – 1,8 %.
<i>Морфология</i>	Кристаллы – столбчатые. Минеральные агрегаты – радиально-лучистые, зернистые.
<i>Цвет</i>	Небесно-голубой, синий, зеленый, желтый, реже бесцветный.
<i>Блеск</i>	Стеклянный, перламутровый.
<i>Прозрачность</i>	Просвечивающий, до прозрачного.
<i>Черта</i>	Белая.
<i>Спайность</i>	Совершенная, в одном направлении.
<i>Излом</i>	Ступенчатый, ровный.
<i>Твердость</i>	6,0 в поперечном сечении, 4,5 в продольном сечении.
<i>Плотность</i>	3,5 – 3,7.
<i>Хрупкость</i>	Хрупкий.
<i>Генезис</i>	1. Пневматолитовый. 2. Метаморфический.
<i>Разрушение</i>	На поверхности устойчив.
<i>Применение</i>	1. Огнеупорное производство. 2. Высокоглиноземистое сырье.

Группа эпидота $Ca_2(Fe, Al)_3[SiO_4]_2[Si_2O_7]O(OH)$

<i>Название</i>	Эпидот (epidote) – от греч. приращение сечение призмы в кристаллах имеет одну сторону длиннее другой.
<i>Химический состав</i>	CaO – 23,5 %, Al_2O_3 – 24,1 %, SiO_2 – 37,9 %, Fe_2O_3 – 12,6 %, H_2O – 1,9 %.
<i>Морфология</i>	Кристаллы – столбчатые. Минеральные агрегаты – шестоватые, зернистые и массивные.
<i>Цвет</i>	Зеленый, фишашково-зеленый травяно-зеленый.
<i>Блеск</i>	Стеклянный, сильно стеклянный.
<i>Прозрачность</i>	Просвечивает зеленым.
<i>Черта</i>	Белая, серовато-белая.
<i>Спайность</i>	Совершенная в одном направлении.
<i>Излом</i>	Ступенчатый, неровный.
<i>Твердость</i>	6,5.
<i>Плотность</i>	3,35 – 3,38.

<i>Хрупкость</i>	Хрупкий.
<i>Генезис</i>	1. Метаморфический: - Региональный метаморфизм. - Контактный метаморфизм. 2. Гидротермальный, изменение кальцийсодержащих минералов.
<i>Разрушение</i>	На поверхности устойчив.
<i>Применение</i>	1. Прозрачные разновидности можно отнести к драгоценным камням.

Группа пироксенов

<i>Название</i>	<p>Пироксен (pyroxene) – название группы минералов от греч. огонь и чужеземец, неправильно считалось, что он не присущ изверженным породам.</p> <p>Энстатит (enstatite) – от греч. противник, за то что он трудно плавится в пламени паяльной трубки.</p> <p>Гиперстен (hypersthene) – от греч. очень сильный, его твердость казалась выше, чем у других минералов, с которыми его первоначально путали.</p> <p>Диопсид (diopside) – от греч. два и вид, предполагается, что кристалл диопсида может быть по разному ориентирован.</p> <p>Геденбергит (hedenbergite) – в честь шведского химика М. А. Л. Геденберга.</p> <p>Эгирин (aegirine) – по имени скандинавского бога моря Эгира, так как минерал впервые был обнаружен в Норвегии.</p> <p>Жадеит (jadeite) – от фран. слова жад – бок, поскольку этим камнем лечили боли в боку.</p> <p>Сподумен (spodumene) – от греч. превращенный в пепел, при нагревании перед паяльной трубкой образуется масса пепельного цвета.</p> <p>Авгит (augite) – от греч. блеск, по блеску на плоскостях спайности.</p>
<i>Химический состав</i>	<p>Энстатит $Mg_2[Si_2O_6]$ – гиперстен $(Mg, Fe)_2[Si_2O_6]$.</p> <p>Диопсид $CaMg[Si_2O_6]$ – геденбергит $CaFe[Si_2O_6]$.</p> <p>Эгирин $NaFe^{3+}[Si_2O_6]$.</p> <p>Жадеит $NaAl[Si_2O_6]$.</p> <p>Сподумен $LiAl[Si_2O_6]$.</p> <p>Авгит $(Ca, Na)(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al)[(Si, Al)_2O_6]$.</p>
<i>Морфология</i>	<p>Кристаллы – столбчатые до игольчатых.</p> <p>Минеральные агрегаты – зернистые и массивные.</p>
<i>Цвет</i>	<p>Энстатит – светло-серый, зеленоватый, желто-серый; гиперстен – темно-коричневый, темно-серый, коричнево-зеленый; диопсид – серый, зеленый, бесцветный; геденбергит – темно-зеленый до черного.</p> <p>авгит – черный, буро-черный, темно-зеленый; эгирин – зеленовато-черный, темно-зеленый; сподумен – белый, серый, зеленоватый, фиолетовый; жадеит – зеленый.</p>
<i>Блеск</i>	Стекланный, сильно стекланный.
<i>Прозрачность</i>	Прозрачный, до непрозрачного.
<i>Черта</i>	Белая, зеленая.
<i>Спайность</i>	Средняя, в двух направлениях под углом 90^0 .
<i>Излом</i>	Ступенчатый, неровный.

Твердость	5,5 – 7,0.
Плотность	3,1 – 3,8.
Хрупкость	Хрупкий.
Генезис	1. Магматический. 2. Метаморфический: - Региональный метаморфизм. - Контактный метаморфизм.
Разрушение	На поверхности неустойчив.
Применение	1. Поделочный камень. 2. Сырье на литий.

Группа амфиболов

Название	Амфибол (amphibole) – название группы минералов, от греч. двойственный, как отражение значительных колебаний состава и внешнего вида минералов этой группы. Антофиллит (anphophyllite) – от новолат. гвоздика, по гвоздично-бурой окраске. Тремолит (tremolite) – по месту находки в долине Тремоль (Швейцария). Актинолит (actinolite) – от греч. луч, по частому нахождению в виде радиально-лучистых агрегатов. Рибекит (riebeckite) – в честь немецкого путешественника Э. Рибекка. Глаукофан (glaucophane) – от греч. синий и вид, за цвет. Арфведсонит (arfvedsonite) – в честь шведского химика Й. А. Арфведсона. Роговая обманка (hornblende) – от нем. Рог и запутывать или обманывать.
Химический состав	Антофиллит $(Mg, Fe)_7(OH)_2[Si_4O_{11}]_2$; Тремолит $Ca_2Mg_5(OH)_2[Si_4O_{11}]_2$ – актинолит $Ca_2Fe_5(OH)_2[Si_4O_{11}]_2$. Рибекит $Na_2(Fe, Mg)_3Fe_2(OH)_2[Si_4O_{11}]_2$ – глаукофан $Na_2(Fe, Mg)_3Al_2(OH)_2[Si_4O_{11}]_2$. Арфведсонит $Na_3(Fe, Mg)_4Fe(OH)_2[Si_4O_{11}]_2$. Роговая обманка $NaCa_2(Fe, Mg)_4(Fe, Al)(OH, F)_2[Al_2Si_6O_{22}]$.
Морфология	Кристаллы – дощатая до игольчатых. Минеральные агрегаты – зернистые, массивные и волокнистые.
Цвет	<i>Антофиллит</i> - белый, светло-серый, зеленый; <i>тремолит</i> – белый, светло-серый, зеленовато-зеленый; <i>актинолит</i> – зеленый, разных оттенков; рибекит – темно-синий до черного; глаукофан – синий; арфведсонит – черный; роговая обманка – зеленый, от буро-зеленого до черного.
Блеск	Стеклообразный, сильно стеклообразный.
Прозрачность	Прозрачный до непрозрачного.
Черта	Белая, зеленая.
Спайность	Средняя, в двух направлениях под углами 60° и 120° .
Излом	Ступенчатый, неровный.
Твердость	5,5 – 6,0.
Плотность	2,9 – 3,46.

<i>Хрупкость</i>	Хрупкий.
<i>Генезис</i>	1. Магматический. 2. Метаморфический: - Региональный метаморфизм. - Контактный метаморфизм.
<i>Разрушение</i>	На поверхности неустойчив.
<i>Применение</i>	1. Поделочный камень. 2. Волокнистые разновидности используются как асбест.

Группа каолинита $Al_2[Si_2O_5](OH)_4$

<i>Название</i>	Каолинит (kaolinite) – от слова каолин, искажение китайского «Као-Линг» (высокая гора), название холма близ холма Яучау-Фу, где встречается минерал.
<i>Химический состав</i>	Al_2O_3 – 39,5 %; SiO_2 – 46,5 %; H_2O – 14,0 %.
<i>Морфология</i>	Минеральные агрегаты – скрытокристаллические, землистые.
<i>Цвет</i>	Чешуйки – бесцветные, сплошные массы – белые.
<i>Блеск</i>	Чешуйки – перламутровые, сплошные массы – матовые.
<i>Прозрачность</i>	Чешуйки – прозрачные, сплошные массы – непрозрачные.
<i>Черта</i>	Белая.
<i>Спайность</i>	Совершенная, в одном направлении.
<i>Излом</i>	Раковистый.
<i>Твердость</i>	1,0.
<i>Плотность</i>	2,58 – 2,60.
<i>Хрупкость</i>	Нехрупкий.
<i>Генезис</i>	1. Коры выветривания. Месторождения: Кыштымское, Еленинское (Урал); Туганское (Западная Сибирь); Баленское (Восточная Сибирь); Чалганское (Дальний Восток).
<i>Разрушение</i>	На поверхности устойчив.
<i>Применение</i>	1. Керамическая промышленность. 2. Бумажная промышленность.

Группа серпентин (змеевика) $Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_2$

<i>Название</i>	Серпентин (serentine) – название группы минералов, от лат. змея з вид поверхности некоторых серпентинитовых пород, напоминающий кожу змеи.
<i>Химический состав</i>	MgO – 43,0 %; SiO_2 – 44,1 %; H_2O – 12,9 %. Примеси - FeO , Fe_2O_3 , NiO (ревдинскит), Cr_2O_3 .
<i>Морфология</i>	Минеральные агрегаты – плотные, листоватые – <i>антигорит</i> , волокнистые – <i>хризотил-асбест</i> .
<i>Цвет</i>	Желто-зеленый, темно-зеленый, желтоватый, белый.
<i>Блеск</i>	Матовый до шелковистого (хризотил-асбест).
<i>Прозрачность</i>	Прозрачный до непрозрачного.
<i>Черта</i>	Белая.
<i>Спайность</i>	Совершенная, в одном направлении (антигорит).
<i>Излом</i>	Ступенчатый, занозистый.
<i>Твердость</i>	2,5 – 3,5.
<i>Плотность</i>	2,5 – 2,7.
<i>Хрупкость</i>	Хрупкий.
<i>Генезис</i>	1. Метасоматический.

<i>Разрушение</i>	На поверхности неустойчив.
<i>Применение</i>	1. Поделочный камень. 2. Хризотил-асбест – изготовление тканей и теплоизоляционных материалов. 3. Руда на никель. 4. Огнеупорный кирпич.

Группа Тальк $Mg_3[Si_4O_{10}](OH)$

<i>Название</i>	Тальк (talc) – древнее происхождение, возможно, производное от арабского талк.
<i>Химический состав</i>	MgO – 31,7 %; SiO_2 – 63,5 %; H_2O – 4,8 %. Примеси - FeO , Al_2O_3 , NiO .
<i>Морфология</i>	Минеральные агрегаты – листоватые, чешуйчатые, сплошные скопления.
<i>Цвет</i>	Белый, бледно-зеленый, желтоватый или буроватый оттенок.
<i>Блеск</i>	Стеклянный с перламутровым отливом, в сплошных скоплениях матовый.
<i>Прозрачность</i>	Тонкие листочки прозрачные, сплошные агрегаты - непрозрачные.
<i>Черта</i>	Белая.
<i>Спайность</i>	Совершенная, в одном направлении.
<i>Излом</i>	Занозистый, неровный.
<i>Твердость</i>	1,0, на ощупь жирный.
<i>Плотность</i>	3,9 – 4,2.
<i>Хрупкость</i>	Хрупкий.
<i>Генезис</i>	1. Метаморфический.
<i>Разрушение</i>	На поверхности неустойчив.
<i>Применение</i>	1. Изготовление электрических изоляторов. 2. Производство кислото- и упорных материалов. 3. Бумажная и резиновая промышленность, как наполнитель. 4. Смазывание машин. 5. Изготовление пудры.

Группа слюд

<i>Название</i>	Слюда (mica) – название группы минералов, в английском языке, очевидно, от слова блеск, глянec (micare) или, возможно, от лат. слова крошка или зерно (mica). Мусковит (muscovite) – от московское стекло, мусковит был впервые описан как минерал из Московии. Парагонит (paragonite) – от греч. ввести в заблуждение, вначале его приняли за тальк. Флогопит (phlogopite) – от греч. огнеподобный, за красноватый оттенок. Биотит (biotite) – в честь Ж.Б. Биота, французского физика, изучавшего оптические различия между слюдами. Лепидомелан (lepidomelane) – от греч. чешуя и черный, за чешуйчатое строение и черный цвет. Лепидолит (lepidolite) - от греч. чешуя, за чешуйчатое строение.
<i>Химический состав</i>	Мусковит $KAl_2(OH)_2[AlSi_3O_{10}]$; Парагонит $NaAl_2(OH)_2[AlSi_3O_{10}]$; Флогопит $KMg_3(OH, F)_2[AlSi_3O_{10}]$; Биотит $K(Mg, Fe)_3(OH)_2[AlSi_3O_{10}]$; Лепидомелан $KFe_3(OH)_2[AlSi_3O_{10}]$;

Лепидолит $\text{KLi}_{1,5}\text{Al}_{1,5}(\text{OH}, \text{F})_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$.

<i>Морфология</i>	Кристаллы – таблитчатые. Минеральные агрегаты – листоватые, чешуйчатые, сплошные скопления.
<i>Цвет</i>	Мусковит, парагонит – бесцветный, желтоватый, светло-коричневый, иногда с красноватым оттенком. Флогопит – коричневый разных оттенков. Биотит, лепидомелан – черный. Лепидолит – фиолетовый, сиреневый.
<i>Блеск</i>	Перламутровый.
<i>Прозрачность</i>	Тонкие листочки прозрачные, сплошные агрегаты - непрозрачные.
<i>Черта</i>	Белая, серая.
<i>Спайность</i>	Совершенная, в одном направлении.
<i>Излом</i>	Занозистый, неровный.
<i>Твердость</i>	2,0 – 3,0.
<i>Плотность</i>	2,7- 3,12.
<i>Хрупкость</i>	Нехрупкий.
<i>Генезис</i>	1. Магматический. 2. Метаморфический.
<i>Разрушение</i>	На поверхности устойчив.
<i>Применение</i>	1. Электро- и радиопромышленность. 2. Литьевое сырье.

Хлорит $(\text{Mg}, \text{Fe})_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_8$

<i>Название</i>	Хлорит (chlorite) – название группы минералов, от греч. зеленый, за зеленоватую окраску. Пеннин (penninite) – разновидность клинохлора, по месту нахождения в Пеннинских Альпах (Швейцария). Клинохлор (clinochlore) – по моноклинной сингонии (monoclinic) и от греч. зеленый, по цвету. Прохлорит – первая часть слова произошла от греч. «про», что означает перед, изучен раньше всех хлоритов. Шамозит (chamosite) – по месту находки в Шамозоне (Швейцария). Тюрингит (T)
<i>Химический состав</i>	Пеннин $(\text{Mg}, \text{Al})_6[\text{Al}_{0,5}\text{Si}_{3,5}\text{O}_{10}](\text{OH})_8$; Клинохлор $(\text{Mg}, \text{Al})_6[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_8$; Прохлорит $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_6[\text{Al}_{1,5}\text{Si}_{2,5}\text{O}_{10}](\text{OH})_8$; Шамозит $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg}, \text{Fe}^{3+})_6[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_8$; Тюрингит $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al})_6[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}](\text{OH}, \text{O})_8$.
<i>Морфология</i>	Кристаллы – таблитчатые. Минеральные агрегаты – листоватые, чешуйчатые, сплошные скопления.
<i>Цвет</i>	Мусковит, парагонит – бесцветный, желтоватый, светло-коричневый, иногда с красноватым оттенком. Флогопит – коричневый разных оттенков. Биотит, лепидомелан – черный. Лепидолит – фиолетовый, сиреневый.
<i>Блеск</i>	Перламутровый.
<i>Прозрачность</i>	Тонкие листочки прозрачные, сплошные агрегаты - непрозрачные.
<i>Черта</i>	Белая, серая.
<i>Спайность</i>	Совершенная, в одном направлении.
<i>Излом</i>	Занозистый, неровный.

Твердость	2,0 – 3,0.
Плотность	2,7- 3,12.
Хрупкость	Нехрупкий.
Генезис	1. Магматический. 2. Метаморфический.
Разрушение	На поверхности устойчив.
Применение	1. Электро- и радиопромышленность. 2. Литьевое сырье.

Порядок выполнения работы:

- Вводная часть первого занятия посвящается изучению эталонной коллекции минералов, относящихся к силикатам.
- Студент получает коробку с образцами минералов.
- Поочередно для каждого минерала определяет диагностические признаки минералов.
- С помощью заранее составленного конспекта свойств минералов диагностирует минералы, характеризует минеральные парагенезисы, вторичные изменения минералов.

Форма представления результатов: в письменном виде с устным отчетом, демонстрацией диагностических признаков минералов непосредственно на образцах, характеристикой парагенезисов, вторичных изменений минералов, выводами о практической ценности минералов.

Результатом успешного выполнения практического задания считается определение морфологии, физических свойств и диагностика минералов.

Практическая работа №6

Тема: Магматические горные породы.

Тип практического задания: диагностический.

Цель работы: научиться определять магматические горные породы.

Исходный материал: образцы эталонной и рабочей петрографической коллекции.

Решаемая задача: определить минеральный состав горной породы, ее структуру и текстуру, дать название согласно классификации.

Объем работы: 3 образца горной породы.

Материальное обеспечение: эталонная коллекция горных пород, шкала Мооса, минералогические лупы 6-ти кратного увеличения, химические реактивы (соляная кислота), фарфоровая пластина.

Теоретическая основа:

1. Минеральный состав. Магматические горные породы, в основном, сложены породообразующими и акцессорными минералами:

Породообразующие минералы слагают основную массу породы (70 – 80%) и определяют её название. По химическому составу они разделяются на две группы: силикатные минералы (бледно-окрашенные) – полевой шпат, нефелин и кварц, главными химическими элементами их является Si, Al; феррические (темно-окрашенные) минералы – оливин, пироксены, амфиболы, биотит – характеризуются высоким содержанием Fe, Mg.

Акцессорные минералы в породе присутствуют в небольшом количестве, но иногда они слагают целые месторождения, например, апатит, циркон, сфен, флюорит, ильменит, пироксид, ортит и др.

В магматических горных породах по последовательности образования выделяют первичные и вторичные минералы.

Первичные минералы образуются в результате непосредственной кристаллизации из магматического расплава (оливин, пироксен, полевой шпат и др.).

Вторичные минералы - путем замещения первичных минералов, или образования в постмагматические процессы, протекающие после кристаллизации основного магматического расплава. К ним относят серицит, хлорит, минералы группы эпидота и др. Вторичные минералы генетически не связаны с породообразующими минералами, они

образуются после формирования самой породы и выполняют поры, пустоты, трещины в породе.

2. Структура определяется степенью кристалличности и размерами зёрен, их формой и взаимными отношениями составных частей породы (минералов или минералов и вулканического стекла).

Степень кристалличности – признак, на основании которого выделяют три типа структур:

- 1) полнокристаллические структуры;
- 2) неполнокристаллические структуры;
- 3) стекловатые или скрытокристаллические структуры.

По абсолютным размерам зерен среди полнокристаллических пород выделяют: крупнозернистые (>5 мм); среднезернистые (1 - 5мм); мелкозернистые (0,5 - 1мм).

По относительным размерам зерен среди зернистых структур различают также равномернозернистые и неравномернозернистые структуры.

Среди неравномернозернистых структур выделяют порфировидные и порфировые структуры.

3. Текстура горной породы отражает распределение минералов и минеральных агрегатов в пространстве, т.е. показывает сложение породы. Выделяют два главных типа текстур: однородную и неоднородную.

Однородная (массивная) текстура характеризуется равномерным распределением минеральных компонентов в пространстве, при котором порода в любом участке имеет одинаковый состав и строение.

Наиболее распространенными неоднородными текстурами являются: такситовая, флюидальная, пористая, миндалекаменная.

4. Классификация магматических горных пород.

Главной задачей классификации магматических пород является разработка принципов группировки всего их многообразия во взаимосвязанные таксономические единицы — типы, классы, группы, ряды, семейства и виды.

Самой крупной таксономической единицей, принятой в Петрографическом кодексе, является *тип горной породы*, который выделяется по механизму ее образования. Определяют следующие типы горных пород: магматические, метаморфические, осадочные, метасоматические и рудные.

Тип магматических пород подразделяется по фаціальным условиям образования на *три класса*: плутонический, вулканический и гипабиссальный. Признаком различия является глубина становления магматической породы, которая определяется по геологическим наблюдениям и текстурно-структурным особенностям. Класс плутонических (интрузивных) магматических пород – полнокристаллические породы, происхождение которых связано с глубинной кристаллизацией магматического расплава (граниты, габбро, перидотиты). Класс вулканических (эффузивных) магматических пород – порфировые или афировые породы с микрокристаллической, криптокристаллической или стекловатой основной массой, являющиеся продуктами кристаллизации магмы, вышедшей на земную поверхность (базальты, риолиты, андезиты). К классу гипабиссальных относятся породы, формирование которых происходило на небольших глубинах. Эти породы занимают по условиям залегания и структурам промежуточное положение между плутоническими и вулканическими породами. Гипабиссальные породы обычно проявляются в виде малых интрузий: даек, силлов, штоков (долериты, гранит-порфиры).

Дальнейшее подразделение магматических пород основывается на их вещественном составе (химическом или минеральном), причем вначале для последовательного выделения групп, рядов, семейств используются химические критерии как наиболее универсальные, так как один и тот же химический состав может соответствовать разным минеральным ассоциациям.

Магматические породы по содержанию Si₂O (в мас. %) подразделяются на *четыре группы*: ультраосновные — 30–45; основные — 45–53; средние — 53–64 и кислые — 64–78.

В предлагаемой классификации не рассматриваются особые по генезису магматические несиликатные и низкосиликатные породы.

Группы магматических пород разделяются по содержанию щелочей (Na_2O и K_2O) на *петрохимические ряды* — нормальные, умеренно-щелочные (субщелочные), щелочные.

Семейства горных пород - сообщества магматических пород близкого минерального состава, характеризующиеся определенными отношениями кремнезема и щелочей.

Вид горной породы — элементарное звено в систематике — выделяется по наибольшему числу признаков: составу первично-магматических типоморфных (главных) и существенных минералов, их количественным и структурным соотношениям в сочетании с некоторыми дополнительными петрохимическими параметрами.

5. Описание горных пород.

Ультраосновные породы состоят из оливина, пироксенов и амфиболов, богатых окислами железа и магния. Черная и темно-зеленая окраска этих минералов обуславливает темный и черный с зеленоватым оттенком цвет ультраосновных пород. Второстепенными и акцессорными минералами являются: хромит, магнетит, ильменит, самородная платина и др.

Ультраосновные породы — преимущественно глубинные. Они представлены семействами дуниты — оливиниты и перидотитами (таблица 1). Излившиеся аналоги их встречаются редко.

Структура полнокристаллическая от средне- до крупнозернистой. Текстура массивная.

Форма залегания — штоки, небольшие массивы.

Применение:

1. С ультраосновными породами генетически связаны платина и металлы платиновой группы.

2. К ультраосновным породам приурочены все месторождения хрома.

3. В процессе выветривания этих пород образуются важные в промышленном отношении силикаты никеля — ревинскит и гарниерит.

4. Продукты гидротермальной переработки ультраосновных пород являются источником асбеста, талька и магнезита.

5. Ультраосновные породы также являются огнеупорным сырьем.

Основная группа пород состоит из пироксенов, роговой обманки, оливина и полевых шпатов — плагиоклазов основного состава. Основные представители семейств плутонических горных пород являются пироксениты — горнблендиты и габброиды, а вулканических — пикробазальты, мелабазальты, базальты, лейкобазальты (таблица 2).

Форма залегания плутонических пород являются штоки, линзы, интрузивные залежи и дайки, вулканических — потоки, покровы, купола.

Применение:

1. С габбро связаны титаномагнетитовые руды, иногда содержащие ванадий, а также сульфидные руды никеля и меди.

2. Диабазы и базальты используются как строительный материал (щебень), брусчатка для мощения улиц и в камнелитейной промышленности.

Средние магматические горные породы. Породообразующими минералами являются средние плагиоклазы, пироксены, роговая обманка, реже авгит, биотит и кварц. Такое минеральный состав определяет светлую окраску пород. Основные представители семейств плутонических горных пород являются габбродиорит, диорит, кварцевый диорит, а вулканических — андезибазальты, бониниты-марианиты, андезиты (таблица 3).

Диориты залегают в виде небольших массивов, штоков, жил. Нередко диориты слагают периферические части более крупных кислых интрузивных тел. Формы залегания андезитов разнообразны, они образуют покровы, потоки, интрузивные залежи, купола, дайки.

Применение: диориты используются в качестве облицовочного материала, а также как щебень и бутовый камень; андезиты используются как кислотоупорный материал и в строительном деле.

Кислые магматические горные породы. Основными породообразующими минералами кислых пород являются кварц, калиевые полевые шпаты, кислые плагиоклазы, биотит (реже мусковит), роговая обманка. Содержание полевых шпатов до 60-70% определяет их светлую окраску от светло-серой до мясо-красной. Основные представители семейств плутонических горных пород являются гранодиориты, граниты, лейкограниты, а вулканических – дациты, риодациты, риолиты (таблица 4).

Применение:

Граниты как горные породы применяются в строительном деле в качестве облицовочного материала, щебня, бута.

Вулканические породы применяются в строительном деле.

Описание приведено в таблицах 6.1 – 6.4.

Порядок выполнения работы:

- Вводная часть первого занятия посвящается изучению эталонной коллекции магматических горных пород.

- Студент получает коробку с образцами горных пород.

- Поочередно для каждой горной породы определяет цвет, минеральный состав, соотношение минералов, структура, текстура.

Форма представления результатов: в письменном виде и с устным отчетом, демонстрацией минерального состава и строения горной породы непосредственно на образцах.

Результатом успешного выполнения практического задания считается определение горных пород – минерального состава, структуры и текстуры.

Таблица 6.1 - ГРУППА УЛЬТРАОСНОВНЫ ПОРОД

Класс – плутонический

Петрохимический ряд – нормальный

Семейство	Дуниты - Оливиниты		Перидотиты			
Вид горной породы	Дуниты	Оливиниты	Гарцбургиты	Лерцолиты	Верлиты	Роговообманковые перидотиты
Минеральный состав, %	O1 90 – 100 Opх 0 – 10 Срх 0 – 10 Chr 0 – 10	O1 90 – 100 Opх 0 – 10 Hbl 0 – 10 Mag 0 – 10	O1 40 – 90 Opх5 – 65 Срх0 – 10 Hbl0 – 10	O1 40 – 80 Opх10 – 50 Срх10 – 50 Hbl0 – 10	O1 40 – 90 Opх 0 – 10 Срх 5 – 65 Hbl0 – 10	O1 40 – 90 Opх 0 – 50 Срх0 – 50 Hbl 10 – 60
Строение	Структура панидиоморфная, у оливинитов сидеронитовая. Породы обычно серпентинизированы.		Структура гипидиоморфная с резким идиоморфизмом O1. Породы обычно серпентинизированы.			

Таблица 6.2 - ГРУППА ОСНОВНЫХ ПОРОД

Класс – плутонический

Петрохимический ряд – нормальный

Семейство	Пироксениты - Горнблендиты							
Вид горной породы	Орто-пироксенит	Вебстерит	Клино-пироксенит	Горнблендит	Оливиновый ортопироксенит	Оливиновый вебстерит	Оливиновый клино-пироксенит	Оливиновый горнблендит
Минеральный состав, %	Орх 50 – 100 Срх 0 – 10 Оl 0 – 5 Нbl 0 - 50	Орх 5 – 90 Срх 5 – 90 Оl 0 – 5 Нbl 0 - 50	Орх 0 – 10 Срх 50 – 100 Оl 0 – 5 Нbl 0 - 50	Нbl 50 - 100 Орх + Срх 0 – 50 Оl 0 - 5	Оl 5 – 40 Орх 50 – 95 Срх 0 – 10 Нbl 0 - 50	Оl 5 – 40 Орх 10 – 85 Срх 10 – 85 Нbl 0 - 50	Оl 5 – 40 Орх 0 – 10 Срх 50 – 95 Нbl 0 - 50	Оl 5 - 40 Нbl 50 - 95 Орх + Срх 0 – 45
Строение	Структура явнокристаллическая, зернистая.							

Семейство	Габброиды								
Вид горной породы	Троктолит	Оливиновое габбро	Оливиновый габбронорит	Оливиновый норит	Габбро	Габбронорит	Норит	Анортозит	
Минеральный состав, %	Pl 10 - 90 Ol 10 – 90 Орх 0 – 10 Срх 0 – 10 Нbl 0 - 10	Pl 10 - 90 Ol 5 – 80 Орх 0 – 5 Срх 5 – 85 Нbl 0 - 80	Pl 10 - 85 Ol 5 – 80 Орх 5 – 85 Срх 5 – 85 Нbl 0 - 75	Pl 10 - 90 Ol 5 – 80 Орх 5 – 85 Срх 0 – 5 Нbl 0 - 80	Pl 10 - 90 Ol 0 – 5 Орх 0 – 5 Срх 10 – 90 Нbl 0 - 80	Pl 10 - 90 Ol 0 – 5 Орх 5 – 85 Срх 5 – 85 Нbl 0 - 80	Pl 10 - 90 Ol 0 – 5 Орх 10 – 90 Срх 0 – 5 Нbl 0 - 80	Pl 10 - 90 Ol 0 – 5 Орх 10 – 90 Срх 0 – 5 Нbl 0 - 80	Pl 90 - 100 Ol 0 – 5 Орх 0 – 10 Срх 0 – 10 Нbl 0 - 10
Строение	Структура явнокристаллическая, зернистая.								

Класс – вулканический
Петрохимический ряд – нормальный

Семейство	Пикро- базальты	Мелабазальты	Базальты		Лейкобазальты	
Вид горной породы	Пикробазальт	Мелабазальт	Оливиновый базальт	Базальт	Плагиобазальт	Гиперстеновый базальт
Минеральный состав, %	Вкрапл.:Pl, Срх, ОI О.М.: ОI, Срх, Маg, Pl<35, стекло	Вкрапл.:Pl, Срх, ±ОI, Орх О.М.: ±ОI, Срх, Орх, Pl, стекло	Вкрапл.:Pl, Срх, ОI О.М.: ОI, Срх, ±Орх, Pl, Hbl, Маg, стекло	Вкрапл.:Pl, Срх, ±ОI, Орх О.М.: Срх, Орх, Pl, Маg, ±стекло	Вкрапл.:Pl О.М.: Срх, Орх, Pl, Hbl, ±Qtz, стекло	Вкрапл.:Pl, Срх, Орх, Маg, ± ОI О.М.: Срх, Орх, Pl
Строение	Структура скрытокристаллическая, неполнокристаллическая.					

Таблица 6.3 - ГРУППА СРЕДНИХ ПОРОД

Класс – плутонический

Петрохимический ряд – нормальный

Семейство	Диориты		
Вид горной породы	Габбродиорит	Диорит	Кварцевый диорит
Минеральный состав, %	Pl 50– 60 Hbl 0 – 20 Cpx 20 – 30 Ol 0 - 10	Pl 60– 80 Hbl 0 – 40 Cpx 5 – 20 Bt 0 - 30 Qtz 0 - 5	Pl 50– 70 Hbl 0 – 30 Bt 0 - 30 Qtz 5 - 15
Строение	Структура явнокристаллическая, зернистая.		

Класс – вулканический

Петрохимический ряд – нормальный

Семейство	Андезибазальты	Бониниты-марианиты		Андезиты			
Вид горной породы	Андезибазальт	Бонинит	Марианит	Андезит	Магнезиальный андезит	Исландит	Дациандезит
Минеральный состав, %	Вкрапл.:Pl, Cpx, Орх, Mag, ±Ol, Hbl О.М.: Pl, ±Ol, Cpx, Орх, Mag, Hbl, Qtz, стекло	Вкрапл.:Cpx<60, Орх, Ol О.М.: ±Pl, Cpx, Орх, стекло	Вкрапл.:Cpx, Орх, Ol О.М.: ±Pl, Ol, Cpx, Орх, стекло	Вкрапл.:Pl, Cpx, Орх, Hbl, Bt О.М.: Pl, Cpx, Орх, Hbl, ±Qtz, стекло	Вкрапл.:Pl, Cpx, ±Ol, Орх О.М.: Pl, Cpx, Орх, Hbl, Qtz, стекло	Вкрапл.:Pl, Cpx, ±Орх, Ol О.М.: Pl, Mag<20, Qtz, стекло	Вкрапл.:Pl, Hbl, Bt, ±Cpx, Орх, Qtz О.М.: Pl, ±Cpx, Орх, Qtz, Fsp, стекло
Строение	Структура явнокристаллическая, зернистая.						

Таблица 6.4 - ГРУППА КИСЛЫХ ПОРОД

Класс – плутонический

Петрохимический ряд – нормальный

Семейство	Гранодиориты		Граниты		Лейкограниты	
Вид горной породы	Тоналит	Гранодиорит	Плагиогранит	Гранит	Плагиолей-когранит	Лейкогранит
Минеральный состав, %	Qtz 15 – 25, Bt+Hbl+Cpx+Opx 8-25 Pl 45 – 65 Fsp 0 - 10	Pl 30 – 60 Fsp 10 - 25	Qtz 25 – 45, Bt+Hbl+ Opx 3-10 Pl 45 – 65 Fsp 0 - 10	Pl 25 – 35 Fsp 20 - 35	Qtz 25 – 45, Bt 0,5-5 Pl 45 – 65 Fsp 0 - 10	Pl 10 – 35 Fsp 25 - 45
Строение	Структура явнокристаллическая, зернистая.					

Класс – вулканический

Петрохимический ряд – нормальный

Семейство	Дациты		Риодациты		Риолиты	
Вид горной породы	Плагиодацит	Дацит	Плагиориодациты	Риодацит	Плагиориолит	Риолит
Минеральный состав, %	Вкрап.:Pl, Am, Bt, ±Qtz, Pх, Mag О.М.: Pl, Qtz, Bt, ±Am, Pх, стекло О.М.: ±Fsp	Вкрап.: ±Fsp О.М.: Fsp	Вкрап.:Pl, Qtz, ±Hbl, Mag О.М.: Pl, Qtz, Bt, ±Hbl, стекло О.М.: ±Fsp	Вкрап.:Fsp О.М.: Fsp	Вкрап.:Pl, Qtz, ±Hbl, Pt, Mag О.М.: Pl, Qtz, Bt, ±Hbl, стекло О.М.: ±Fsp	Вкрап.:Fsp О.М.: Fsp
Строение	Структура явнокристаллическая, зернистая.					

Тема: Осадочные горные породы.

Тип практического задания: диагностический.

Цель работы: научиться определять осадочные горные породы.

Исходный материал: образцы эталонной и рабочей петрографической коллекции.

Решаемая задача: определить минеральный состав горной породы, ее структуру и текстуру, дать название согласно классификации.

Объем работы: 3 образца горной породы.

Материальное обеспечение: эталонная коллекция горных пород, шкала Мооса, минералогические лупы 6-ти кратного увеличения, химические реактивы (соляная кислота), фарфоровая пластина.

Теоретическая основа:

1. Минеральный состав характеризуется присутствием минералов устойчивых в зоне гипергенеза или образуются при экзогенных процессах. Это кварц и его разновидности, минералы группы каолинита, силикаты железа, гидроокислы железа, марганца, алюминия. Характерны карбонаты – кальцит, доломит, сидерит, а также галоидные соединения и сульфаты – галит, сильвин, гипс, ангидрит и др. Кроме минерального вещества, осадочные породы часто содержат скелетные остатки организмов в виде окаменелостей.

2. Структуры осадочных пород следует рассматривать в зависимости от происхождения.

Для пород обломочного происхождения структуры характеризуются величиной обломков или зёрен, слагающих породу. Среди них выделяют грубообломочную (размер зерен более 1 мм), песчаную (0,1-1 мм), иловую (0,01-0,1 мм), глинистую (менее 0,01 мм) и смешанную структуры.

Структуры пород химического происхождения по величине зерен разделяются на крупнокристаллические (более 1 мм), средне-кристаллические (0,1-1 мм), скрытокристаллические (0,01-0,1 мм) и пелитоморфные (менее 0,01 мм).

Органогенные породы.

Органогенная структура – наличие скорлуп и скелетов тех или иных организмов.

Детритусовая структура представлены обломками скорлуп и скелетов тех или иных организмов размером более 0,1 мм.

Оолитовая структура характеризуется наличием шаровидных или эллипсоидных оолитов.

3. Текстуры осадочных горных пород весьма своеобразны. Они позволяют установить условия происхождения горной породы.

Это могут быть знаки ряби, прибоя, струи, отпечатки капель дождя, трещины высыхания и т.д. Но для того, чтобы эти знаки проявились, должны быть благоприятные условия и быстрое накопление осадков.

К текстурным особенностям осадочных пород относят также пористость. Поры и пустоты могут быть первичными (образоваться с самой породой) и вторичные (возникшие после). Знание пористости очень важно для нефтяников и газовиков.

В осадочных породах выделяют следующие текстуры: массивную, слоистую, пятнистую, сланцеватую.

По характеру выполнения пространства в органогенных породах различают плотные и пористые текстуры.

4. Осадочные горные породы классифицируются по способу образования на обломочные, химические и органогенные.

Механические породы представляют собой рыхлые или сцементированные терригенные осадки. Классификация обломочных пород основана на величине обломков, их окатанности и сцементированности (таблица 7.1).

Таблица 7.1 - Классификация обломочных пород

Размер обломков, мм	Характер обломков и сложение				Структура	Описание пород, их применение
	Рыхлые		Цементированные			
	Обломки остроугольные	Обломки окатанные	Обломки остроугольные	Обломки окатанные		
Более 1000	Глыбы	Крупные валуны	Брекчия	Конгломерат	Крупно- и грубообломочная	Минеральный состав разнообразны
100–1000	Мелкие глыбы	Валуны			Крупно- и грубообломочная	Минеральный состав разнообразный, иногда их используют в качестве булыжников при мощении дорог
10 – 100	Щебень	Галечники			Крупно- и грубообломочная	Минеральный состав разнообразный, используют как балластный материал при строительстве дорог
1 -10	Дресва	Гравий			Грубообломочная	Рыхлые породы используются как балластный материал при строительстве дорог. Некоторые цементи-рованные – как облицовка

Размер обломков, мм	Рыхлые обломки	Сцементированные обломки	Структура	Описание горных пород
0,1 - 2	Пески	Песчаники	Песчаная (псаммитовая) средне обломочная	Цвет песков и песчаников и минеральный состав различный. Чаще встречаются кварцевые и аркозовые (полевошпатовые). Исп. в керамической, стекольной, абразивной, металлургической промышленности.
0,01–0,1	Алевриты	Алевролиты	Иловая (алевролитовая) мелкообломочная	Наиб. распространен лесс – св. желтого цвета, сост. из кварца, глины и кальцита. Алевриты похожи на глинистые сланцы
Менее 0,01	Пелиты (глина)	Аргиллиты	Пелитовая (глинистая)	Цвет глин разнообразен, во влажном состоянии – жирны на ощупь, пласты глин водоупорны, в них много примесей железа, что влияет на окраску. Каолиновые глины жирные, кварцевые – тощие. Исп. в нефтяной пром, отбелке тканей и т.д.

Химические осадочные породы образуются при выпадении химических элементов из водных растворов в результате различных химических реакций. Эти реакции вызываются увеличением концентрации химических элементов в растворе, коагуляций коллоидов. Характеристики химических пород представлены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 - Химических осадочных горных пород

Способ образования	Название породы	Минеральный состав породы	Описание породы	Использование
1	2	3	4	5
<i>Породы, образовавшиеся из коллоидов</i>	Бокситы	Гидроокислы алюминия (диаспор, бемит, гидраргиллит), гидроокислы железа и др. хим. веществ	Белые, серые, желтые, красные породы, имеют черту в цвет образца. Тонкодисперсные, мягкие или плотные образования. Оолитовая структура. Текстура - пористая	Руда на алюминий
	Бурые железняки	Лимонит, гидрогематит, гетит, опал, кварц, бемит, диаспор, гидраргиллит и редкие элементы	Бурый цвет различной густоты и оттенков, желтый. Коричневый до черного. Часто характерна оолитовая структура. Текстура пористая, массивная	Руда на железо и для добычи марганца, фосфора, ванадия
	Марганцевые руды	Содержат в своем составе марганца не более 10% и по минеральному составу могут быть окисными и карбонатными.	Окисные марганцевые руды черного цвета с землистым, реже (бобовым) сложением. Карбонатные марганцевые породы окрашены в светлые тона – серовато-белые с розоватым оттенком, розовые; мелко- и микрозернистые, часто тонкослоистые	Руда на марганец

<i>Породы, образовавшиеся из рассолов</i>	Известняки	Состоят из кальцита, известняки легко вступают в реакцию с соляной кислотой	Белого, серого цвета с твердостью 3. Структура кристаллическая. Текстура массивная.	Как строительный материал, бут, приготовления извести, флюс, удобрение
	Каменные соли: галит, сильвин	Все соли растворимы в воде, но в разной степени	Породы мономинеральные, светлые белые, серо-белые, цветные. Структура кристаллическая;	для получения HCl, солей Na, K, Ca и Mg; в медицине, керамике, строительном деле и др.;

			текстура массивная, слоистая.	
	Гипсы и ангидриты	Гипс, ангидрит	В виде примесей в них присутствуют глинистые, алевритовые и песчаные частицы. Структура в основном кристаллическая, натечная, текстура массивная, слоистая и др. Залегают в виде крупных пластовых залежей.	В медицине, керамике, строительном деле и др.

Органогенные породы – это результат жизнедеятельности животных и растительных организмов, которые поглощают и накапливают в своих телах и скелетах некоторые химические соединения (таблица 7.3). В курсе петрографии рассматриваются породы карбонатные и кремнистые.

Таблица 7.3 – Органогенные осадочные горные породы

Типы пород	Название породы	Минеральный состав породы	Описание породы	Использование
1	2	3	4	5
Карбонатные	Известняки: мел, известняк-ракушечник	Состоят из одного минерала – кальцита $\text{Ca}(\text{CO}_3)$	Цвет преимущественно белый, серый. Твердость – 3, иногда ниже (мел) иногда выше (кремнистые известняки). В воде плохо растворяются. Реакция с HCl – вскипание. Структура биоморфная, детритусовая. Текстура массивная, пористая	Как строительный материал, бут, приготовления извести, флюс, удобрение
	Доломит	Состоит из доломита	Желтовато-белые, бурые породы с твердостью 3,5-4, с соляной кислотой реагирует только при нагревании. Отсутствие раковистого излома, наличие шершавого, мучнистого тонкопесчанистого излома определяет данную породу.	Как строительный камень, для производства огнеупоров

	Мергели	Известково-глинистая порода (30 – 50% глины).	Цвет обычно пестрый, серый. Обычно плотная порода, с неровным или землистым изломом. Реакция с HCl – вскипание, причем оставляет жирное пятно.	Как строительный материал
Кремнистые	Трепел	В небольшом количестве содержит остатки диатомовых водорослей, глинистое вещество, зерна глауконита, кварца, полевых шпатов	Белая, желтая, бурая мучнистая рыхлая пористая горная порода, но иногда плотная.	Трепел является хорошим адсорбентом и используется для фильтров, как тепло- и звукоизолятор, как полирующий материал, а также при производстве цемента.
	Опоки	Кварц	Опока – похожа на трепел, но более твердая и очень легкая опаловидная, пористая кварцевая порода. Цвет серый, голубоватый до черного.	Облицовочный материал
	Маршалит	Кварц	Рыхлая или слабоуплотненная горная порода, состоящая из неокатанных частиц кварца преимущественно алевритовой размерности с небольшой (обычно до кремнистых пород 10-20%) примесью более крупных частиц.	Используется в литейном, керамическом производствах.

Порядок выполнения работы:

- Вводная часть первого занятия посвящается изучению эталонной коллекции осадочных горных пород.
- Студент получает коробку с образцами горных пород.
- Поочередно для каждой горной породы определяет цвет, минеральный состав, соотношение минералов, структура, текстура.

Форма представления результатов: в письменном виде и с устным отчетом, демонстрацией минерального состава и строения горной породы непосредственно на образцах.

Результатом успешного выполнения практического задания считается определение горных пород – минерального состава, структуры и текстуры.

Тема: Метаморфические горные породы.

Тип практического задания: диагностический.

Цель работы: научиться определять метаморфические горные породы.

Исходный материал: образцы эталонной и рабочей петрографической коллекции.

Решаемая задача: определить минеральный состав горной породы, ее структуру и текстуру, дать название согласно классификации.

Объем работы: 3 образца горной породы.

Материальное обеспечение: эталонная коллекция горных пород, шкала Мооса, минералогические лупы 6-ти кратного увеличения, химические реактивы (соляная кислота), фарфоровая пластина.

Теоретическая основа:

Метаморфические горные породы – результат преобразования пород разного генезиса (осадочного, магматического), приводящего к изменению первичной структуры, текстуры и химического состава в соответствии с новой физико-химической обстановкой.

Все метаморфические породы, по первичным породам, подвергшимся метаморфизму, можно разделить на парапороды, образовавшиеся по осадочным горным породам, и ортопороды, сформировавшиеся по магматическим породам.

Минеральный состав метаморфических горных пород разнообразен. Породы могут состоять как из одного минерала (например, кварциты – из кварца; мраморы – из кальцита), так и из нескольких. Основными минералами метаморфических горных пород являются тальк, хлорит, слюды, серпентин, пироксены, амфиболы, гранаты, дистен, силлиманит, андалузит, кварц, кальцит и др.

Структуры метаморфических пород возникают в процессе перекристаллизации в твердом состоянии. Такие структуры называются кристаллобластовыми.

Среди кристаллобластовых структур по форме минеральных зерен и их расположению различают:

гранобластовую, когда зерна породы относительно близки по размерам и имеют более или менее округлые контуры;

роговиковую, состоящую из мелких зерен минералов с зазубренными краями;

лепидобластовую, или чешуйчатую, вызванную присутствием чешуйчатых минералов – слюд, хлорита, талька;

фибробластовую, или волокнистую, или сноповидную, обусловленную присутствием минералов игольчатой или волокнистой формы – амфиболов и др.;

нематобластовую, представленную развитием шестоватых, призматических минералов, в основном из группы амфиболов.

Для пород дислокационного метаморфизма типична *катакластическая* структура, характеризующаяся раздроблением породы и хрупких минеральных зерен, изогнутостью более пластичных минералов (хлорита, талька) и наличием механических деформаций.

Текстура. Метаморфическим породам присуща сланцеватая, а также полосчатая, массивная, пятнистая, очковая, плейчатая, катакластическая текстуры.

Сланцеватая текстура характеризуется тем, что породы распадаются на тонкие плитки или пластинки. Она является следствием расположения минералов плоскими поверхностями параллельно друг другу.

Полосчатая текстура проявляется в чередовании различных по составу полос.

Пятнистая текстура, когда в породе наблюдаются участки (пятна), отличающиеся по составу, цвету, устойчивости к выветриванию.

Массивная текстура – отсутствие ориентировки породообразующих минералов.

Плейчатая текстура – когда под влиянием стресса порода собрана в мелкие складки.

Очковая текстура – представлена более или менее округлыми или овальными агрегатами среди сланцеватой массы породы.

Катакластическая текстура характеризуется раздроблением и деформацией минералов.

Классификация метаморфических горных пород. В настоящее время большинство геологов придерживаются классификации метаморфических пород по метаморфическим фациям (таблица 8.1).

Метаморфические фации выделяются на основании парагенезиса минералов, которые представляют собой системы, достигшие равновесия при определенных $p - T$ условиях.

При контактовом метаморфизме выделяют следующие фации:

- альбит-эпидотовая (300-500 °С);
- роговообманково-роговиковая (500-670 °С);
- пироксен-роговиковая (670-775 °С);
- санидиновая (775-990 °С).

Для пород регионального метаморфизма выделяются следующие главнейшие фации:

- фация зеленых сланцев;
- эпидот-амфиболитовая фация;
- амфиболитовая фация;
- гранулитовая фация;
- фация дистеновых гнейсов и сланцев;
- фация эклогитов.

Фация зеленых сланцев охватывает низкотемпературную область регионального метаморфизма. Парагенетические минеральные ассоциации: хлорит-кальцит-кварц; кварц-альбит-мусковит-хлорит; мусковит-хлорит-актинолит и др. Типичные породы – зеленые сланцы

Эпидот-амфиболитовая фация отвечает более высоким температурам, для которых хлорит является запретным минералом. Здесь появляется биотит. Минералы этой фации: роговая обманка, биотит, эпидот, мусковит, ставролит, андалузит. Типичные породы – мусковитовые, слюдяные, слюдяно-гранатовые сланцы и многие гнейсы.

Амфиболитовая фация охватывает большую область температур и давлений. Минералы: биотит, амфиболы, плагиоклазы, калиевый полевой шпат, кварц, силлиманит, алмадин. Типичные породы – разнообразные гнейсы и амфиболиты.

Гранулитовая фация характеризует наиболее высокие давления и температуры. Она является «сухой» фацией (нет гидроксилсодержащих минералов). Минералы: пироксен, гранат, плагиоклаз, ортоклаз, кварц, силлиманит. Породы: пироксеновые и двупироксеновые гнейсы, гранулиты.

К фациям высоких давлений относятся *фация дистеновых гнейсов и сланцев* и *фация эклогитов*. Минеральный состав эклогитов – гранат, пироксен, рутил.

Таблица 8.1 - Классификация метаморфических горных пород.

Название породы	Минеральный состав породы	Описание породы	Структура, текстура породы	Использование
1	2	3	4	5
<i>Породы динамометаморфизма</i>				
Катаклазиты	Аналогичен разрушенным	Огромные глыбы и крупные обломки	Аналогичны разрушенной породе	-----
Милониты (перетертые породы)	Аналогичен разрушенным	Степень дробления материала большая чем у катаклазитов	Аналогичны разрушенной породе	---
<i>Породы регионального метаморфизма</i>				
<i>Начальная стадия метаморфизма</i>				
Глинистые сланцы	Глины, кварц, серицит, хлоит, биотит, углистое вещество и др.	Серо-зеленые, серые, бурые до черного цвета;	Сланцеватая, легко раскалывается на плитки, на ощупь слегка жирная	В строител. деле
<i>Породы фации зеленых сланцев</i>				
Филлиты	Серицит, хлорит, кварц, полевой шпат	Зеленоватые, серые, черные с шелковистым блеском сланцы	Тонкосланцеватые и более плотные, чем глинистые сланцы	Как стройматер. для покрытия зданий
Хлоритовые сланцы	Хлорит, актинолит, тальк, кварц, слюда и др.	Зеленого цвета, на ощупь жирные, с невысокой твердостью	Сланцеватая или чешуйчатая текстура, структура лепидобластовая	В строительном деле
Тальковые сланцы	Тальк	Цвет белый, серый, зеленоватый; царапается ногтем	Сланцеватая или чешуйчатая текстура, структура лепидобластовая.	В строительном деле

1	2	3	4	5
<i>Породы эпидот-амфиболитовой и амфиболитовой фаций</i>				
Слюдяные кристаллические сланцы	Слюды, кварц	Цвет белый, серый, темно-серый	Сланцеватая или чешуйчатая текстура, структура лепидобластовая.	В строительном деле
Гнейсы.	Кварц, полевой шпат, цветные минералы (биотит, роговая обманка и пр.)	Гнейсы похожи на граниты, отличаются полосчатой текстурой.	Полосчатая текстура, (чередуются светлые полевые шпаты и кварц с темными биотитами)	Как строительный материал, но менее прочный, чем граниты.
<i>Породы контактового метаморфизма</i>				
Скарн	Силикаты, часто присутствуют рудные минералы.	Цвет эпидотово – желтый; тяжелая г.п.	Текстура массивная, структура роговиковая, зернистая	При скоплении большого кол-ва рудных минералов используются как руда.
Роговики	Силикаты, андалузит	Цвет черный или бурый, из-за скопления углистого вещества образуются пятна.	Текстура массивная, структура роговиковая.	В строительстве
Кварциты.	Кварц и примеси	Белый, серый, желтоватый и красноватый цвет Кварциты, обогащенные гематитом и магнетитом, наз. железистыми кварцитами.	Текстура массивная. Структура гранобластовая. Очень плотные и твердые горные породы.	Производство динаса, стройматериал. При содержании железа более 45% используются как руда на железо
Мраморы	Кальцит и примеси Доломит и примеси	Белые, серые желто-розовые, голубые, зеленоватые до черного цвета	Структура гранобластовая. Текстура массивная.	Как облицовочный материал
Грейзены	кварц, мусковит, слюды, флюорит, турмалин, топаз и др.	Серого цвета, жильная горная порода	Текстура массивная, структура гранобластовая.	Как руда на полезные компоненты, такие как гафний, ниобий, тантал.

Описание метаморфических горных пород.

Породы регионального метаморфизма.

Глинистые сланцы – сланцеватые метаморфизованные породы, образовавшиеся на начальной стадии метаморфизма глинистых пород. Глинистые минералы в них частично перешли в серицит, биотит, хлориты. Цвет серый, серо-зеленый, бурый до черного. В воде не размокают.

Филлиты образуются при дальнейшем метаморфизме глинистых сланцев и в отличие от них не содержат глинистых минералов. Это полнокристаллические тонкосланцеватые породы, состоящие из кварца, серицита, хлорита, биотита и полевого шпата. Преобладают кварц и серицит. Цвет зеленовато-серый, черный, шелковистый блеск по плоскостям сланцеватости. Филлиты – переходная порода к слюдястым сланцам.

Зеленые сланцы – породы, названные так по цвету из-за присутствия хлорита, талька, серпентина, эпидота, актинолита. Эти минералы, а также альбит, кварц, кальцит, мусковит, серицит являются главными породообразующими минералами пород фации зеленых сланцев. Они характеризуются низкой температурой образования. Отличаются очень мелкозернистым строением (размер зерен 0,1-0,01 мм), тонкой сланцеватостью.

Кристаллические сланцы образуются из глинистых сланцев и филлитов. Это кристаллические, отчетливо сланцеватые, нередко плейчатые по текстуре породы. Одним из представителей кристаллических сланцев являются слюдяные сланцы, состоящие из слюды и кварца.

Амфиболиты – грубосланцеватая плотная порода, состоящая преимущественно из роговой обманки и плагиоклаза. Образуется из средних и основных магматических пород.

Гнейсы – глубокометаморфизованные породы, состоящие в основном из кварца, полевых шпатов, биотита, иногда роговой обманки и авгита. Наиболее распространены биотитовые и роговообманковые гнейсы. По составу гнейсы близки к гранитам, но образуются в результате метаморфизма магматических и осадочных пород.

Породы контактового метаморфизма.

Роговики – породы, представляющие собой измененные в контакте с интрузией глинистые сланцы, перешедшие в плотные мелкозернистые породы роговиковой структуры. Перекристаллизация пород происходит в твердом состоянии. Роговики имеют разный минеральный состав.

Скарны – метасоматические породы, сложенные известково-железистыми и магнезиальными силикатами, образовавшиеся в результате реакционного взаимодействия карбонатных и алюмосиликатных пород при участии постмагматических растворов.

Мраморы – зернистая метаморфическая порода, состоящая из кальцита. Образуется при перекристаллизации известняков, доломитов. Чистые разновидности мраморов белые. Примеси придают ему серый, голубоватый, розовый оттенки.

Кварциты – плотные, мелкозернистые, реже сланцеватые породы белого, серого, буровато-красного и темно-серого цветов. Образуются путем перекристаллизации кварцевых песков и песчаников. Кварциты, обогащенные гематитом и магнетитом, называются железистыми кварцитами. При содержании железа более 45% используются как руда на железо.

Грейзены – метасоматические породы, образовавшиеся в результате переработки постмагматическими газовыми и водными растворами, главным образом гранитов, а также эффузивов и некоторых осадочно-метаморфических пород, богатых кремнеземом и глиноземом.

Порядок выполнения работы:

- Вводная часть первого занятия посвящается изучению эталонной коллекции метаморфических горных пород.
- Студент получает коробку с образцами горных пород.
- Поочередно для каждой горной породы определяет цвет, минеральный состав, соотношение минералов, структура, текстура.

Форма представления результатов: в письменном виде и с устным отчетом, демонстрацией минерального состава и строения горной породы непосредственно на образцах.

Результатом успешного выполнения практического задания считается определение горных пород – минерального состава, структуры и текстуры.

Практическая работа №7

Тема: Описание геологической карты.

Тип практического задания: описательный.

Цель работы: научиться анализировать и описывать геологическую карту.

Исходный материал: геологическая карта, стратиграфическая колонка.

Решаемая задача: описать орографию изучаемой территории, стратиграфия, интрузивный комплекс, тектонику.

Объем работы: анализ одной учебной геологической карты.

Материальное обеспечение: комплект учебных геологических карт.

Теоретическая основа:

Пояснительная записка к геологической карте:

1 Орография – описание рельефа и речной сети.

2 Стратиграфия. Последовательно дается характеристика

3 Интрузивный комплекс.

4 Тектоника. Выделяются структурные этажи. Описываются пикативные и дизъюнктивные тектонические нарушения.

5 Полезные ископаемые.

Объем пояснительной записки составляет 5 - 8 страниц.

1 Орография.

Тип рельефа местности. Абсолютные и относительные отметки (превышения). Направление (простираение) основных форм рельефа: хребтов, долин. Характер водоразделов, их ширина, рельеф.

Характер речных долин, русло реки и его изгибы, величина падения русла реки, симметричность и несимметричность поперечного профиля склонов (вогнутые, выпуклые, расчленённые и т.д.). Приуроченность и зависимость форм рельефа от определённой геологической структуры района.

2. Стратиграфия

Основное назначение главы - описание отложений исторической последовательности, определение возраста и первичных взаимоотношений пород.

В начале этой части следует кратко перечислить главные возрастные толщ пород, распространённые в районе, указать их положение и площадь, которую они занимают.

После такого краткого вступления даются уже более подробные сведения о каждой толще пород. При описании комплексов (толщ, свит, серий) необходимо соблюдать определённую последовательность. Сначала отмечается распространение данного комплекса в районе, указываются его взаимоотношения с подстилающими и перекрывающими комплексами пород, обнаженность, дешифрируемость. Приводятся характеристика разреза пород и их литология. Указываются все органические остатки, которые были обнаружены в описываемых слоях. Затем необходимо рассмотреть вопрос об изменчивости состава стратиграфических подразделений на площади. На основании такого сравнительного анализа делаются выводы об изменении фаций, приводятся мощности подразделений. В конце необходимо подробно обосновать возраст пород.

3. Интрузивные образования

Описание и интрузивных пород ведется в порядке возрастной последовательности их образования, по одновозрастным интрузивным комплексам.

Для каждого комплекса дается перечень интрузивных тел, к нему относящихся, и характеристика каждого из них (при значительном однообразии допускается описание по группам интрузивных тел).

Для каждого плутона описывается его форма и размеры, положение в геологической структуре района, подробно описываются все петрографические разновидности пород, их пространственное распределение и взаимоотношения друг с другом, количество фаз внедрения и их вещественный состав, характер контактов внутри выделенных фаз, дайковые образования, характер контактовых изменений и полезные ископаемые. После описания отдельных плутонов приводится общая характеристика интрузивного комплекса: обоснование возраста, характерная для комплекса морфология интрузивных тел, пространственное их распространение и закономерности в их распределении (приуроченность к тектоническим структурам), а также кратко характеризуется рудоносность.

Интрузивные породы неопределенного возраста описывается или вместе с образованиями, к которым автор склонен их относить по возрасту, или в конце описания магматизма, с приведением соображений автора об их возможном возрасте.

4. Тектоника

При описании тектоники карты (планшета) прежде всего, необходимо выделить структурные этажи, разграничивающиеся между собой поверхностями регионального несогласия. Региональными следует считать такие несогласия, которые прослеживаются на территории всей карты (планшета) и соответствуют длительному перерыву в осадконакоплении, когда из разреза выпадают целые отделы или даже системы. Каждый структурный этаж описывается в виде самостоятельного подраздела в разделе «Тектоника».

При характеристике структурных этажей им даётся условное наименование (нижнепалеозойский, среднепалеозойский, докембрийский, нижний, средний, верхний и т.д.) . В каждый из них объединяется комплекс осадочных, метаморфических и вулканогенных пород, сформировавшихся без существенных перерывов в осадконакоплении в течение определенного промежутка времени и характеризующихся своим типом магматизма (если он появляется), характером складчатости, ее основным простиранием, близковозрастной системой разрывных нарушений.

При характеристике выделенного структурного этажа пликативные (складчатые) и дизъюнктивные (разрывные) дислокации описываются в виде отдельных пунктов.

Пликативные дислокации

При описании выделяются складчатые структуры 1,2,3 и т.д. порядков. Выделенные структуры, особенно 1 порядка, описываются в следующей последовательности:

- тип складок по отношению длины к ширине и по форме шарнира;
- тип складок по положению осевой поверхности;
по расположению крыльев;
- по форме замка;
- по соотношению мощности слоев в замках и на крыльях складок;
- размеры складок.

Складки 2 и 3 порядков описываются по вышеприведенной схеме, но при этом даётся их общая характеристика.

Дизъюнктивные дислокации

Выделяются главные разрывные нарушения с большой амплитудой смещения, разделяющие крупные структурные элементы. Им даются собственные наименования (Восточный разлом, Главный разлом и т.д.). Указываются элементы залегания зоны каждого из выделенных разломов (простирание, падение, мощность), амплитуда заложения и подновления. Указываются разрывные нарушения второго порядка (описание идет от более древних). Близко возрастные нарушения объединяются в группы (сбросы, взбросы, надвиги и т.д.) и даётся их общая характеристика, по выше предложенной схеме.

5. Полезные ископаемые

В начале главы следует дать краткий обзор основных типов полезных ископаемых, их распространение и приуроченность к определённым отложениям.

Описание ведется по видам минерального сырья. Каждый вид полезного ископаемого в дальнейшем характеризуется более подробно, при этом обязательно должны быть указаны местоположения месторождений полезных ископаемых или рудопроявлений; геология отложений, вмещающих месторождение и его вещественный состав; экономическое значение месторождения и районы, где данное полезное ископаемое может разрабатываться.

Порядок выполнения работы:

- Вводная часть первого занятия посвящается анализу геологической карты.
- Студент получает учебную карту.
- Анализирует и описывает карту согласно плана.
- В конце занятия представляет результаты проделанной работы в виде пояснительной записки.

Форма представления результатов: в письменном виде и с устным отчетом.

Результатом успешного выполнения практического задания считается описание орогидрографии, стратиграфии, интрузивного комплекса и тектоники района, изображенного на геологической карте.

Практическая работа №8

Тема: Построение геологического разреза.

Тип практического задания: графический.

Цель работы: научиться строить и оформлять геологический разрез.

Исходный материал: геологическая карта, стратиграфическая колонка.

Решаемая задача: построить топографический профиль и геологические структуры.

Объем работы: построение и оформление одного геологического разреза.

Материальное обеспечение: комплект учебных геологических карт.

Теоретическая основа:

Разрезы строятся в тех же масштабах, что и геологические карты.

Техника построения геологического разреза состоит в следующем:

1. На геологической карте по выбранному направлению задается линия разреза. Длина линии должна отвечать заданной длине составляемого разреза. На концах линии у ограничивающих штрихов проставляются условные знаки наименования линии разреза (цифры, буквы, например I – I, A – B и т.д.).

2. Построение геологического разреза начинается с построения топографического профиля, горизонтальный и вертикальный масштабы которого должны соответствовать масштабу карты. При складчатом залегании горных пород увеличение или уменьшение вертикального масштаба по сравнению с горизонтальным не желательно ввиду того, что складки будут искаженными.

При построении профиля по карте, на которой рельеф указан горизонталями, топографический профиль строится по точкам пересечения линии разреза с горизонталями. Если топографический профиль строится по карте только с высотными отметками, следует построить схематический профиль в масштабе карты.

Линии разрезов при складчатом залегании горных пород наносятся на картах вкрест простирания слоев, потому что в таком случае на разрезах отображаются истинные углы залегания пород и истинные мощности слоев. Геологические разрезы, составленные по линиям, отклоняющимся от направления падения слоев, показывают искаженные углы падения слоев и искаженные мощности. При построении учебного геологического разреза следует помнить, что мощность каждого слоя принимается неизменной.

Построение геологического разреза ведется на отдельном листе бумаги (удобно на миллиметровой), размеры которого должны быть достаточны, для того чтобы разместить разрез и все необходимое к нему оформление (формат А4).

3. Закончив построение топографического профиля, необходимо на него нанести точки выходов границ между различными слоями горных пород, полученных от пересечения геологических границ с линией разреза. Между точками выхода слоев на

профиле необходимо проставлять возрастные индексы пород, особенно при наклонном или складчатом их залегании.

4. На геологическом разрезе в первую очередь следует наносить линии разрывных нарушений (разломов). Обычно это делается до показа залегания слоев горных пород. Разрывные нарушения показываются на разрезах вертикальными или крутонаклонными жирными линиями с индексами F-F.

5. Выполняя построение геологического разреза, всегда важно анализировать геологическую карту, точно переносить выходы границ и тектонические нарушения на поверхность рельефа и показывать их тонкими четкими прямыми линиями. Мощность несогласно горизонтально-залегающих слоев показывается на геологическом разрезе в масштабе карты, если разрез строится по карте с горизонталями или высотными отметками.

6. Оформление геологического разреза. На листе бумаги выше разреза делается надпись типа “Геологический разрез по линии II – II, карта 12”, здесь же указывается численный масштаб.

Ниже разреза размещаются графический линейный масштаб и таблица условных обозначений, включающая только те знаки карты, которые применялись при составлении разреза. Условные возрастные знаки должны располагаться в возрастной последовательности, начиная со знаков наиболее молодых горных пород. Все буквенные и цифровые индексы должны иметь пояснения.

Условные знаки на геологическом разрезе для каждого стратиграфического подразделения (слоя) должны быть те же, что и на геологической карте. Если на карте слои имеют штриховые обозначения и возрастные индексы, то и на разрезе должны быть указаны штриховые обозначения и возрастные индексы.

Порядок выполнения работы:

• Вводная часть первого занятия посвящается алгоритму построения геологического разреза.

- Студент получает учебную карту.
- Анализирует геологическую карту.
- Выбирает линию разреза.
- Строит топографический профиль.
- Выносит геологическую информацию.
- Оформляет разрез.

• В конце занятия представляет результаты проделанной работы в графических построениях.

Форма представления результатов: в графическом виде и с устным отчетом.

Результатом успешного выполнения практического задания считается построение геологического разреза.

Практическая работа №9

Тема: Построение гидрогеологического разреза.

Тип практического задания: графический.

Цель работы: научиться строить гидрогеологический разрез.

Исходный материал: результаты опробования.

Решаемая задача: выделить три водоносные горизонта и указать гидрогеологические свойства пород.

Объем работы: построение 1 разреза.

Теоретическая основа:

На геологическом разрезе выделяем три водоносные горизонта по исходным данным, приведенным в таблице 12.1:

1-й водоносный пласт грунтовый, безнапорный. Поэтому отметки появления и установившегося уровня воды в скважине совпадают.

2-й и 3-й водоносные пласты с напорной водой. Поэтому после вскрытия водоносного пласта скважиной уровень воды в скважине устанавливается выше кровли водоносного пласта.

Таблица 12.1 - Водоносные горизонты по скважинам

Водоносный горизонт	Параметры горизонта	Глубина появления воды и установившегося уровня по скважинам, м				
		1	2	3	4	5
1	Появление воды	15,05	15,75	18,17	6,36	3,19
	Установившийся уровень воды	15,05	15,75	18,17	6,36	3,19
2	Появление воды	66,14	56,89	-	-	-
	Установившийся уровень воды	51,73	50,18	-	-	-
3	Появление воды	97,42	121,05	-	83,42	75,18
	Установившийся уровень воды	85,15	86,24	-	67,47	72,30

Гидрогеологические свойства горных пород приведены в таблице 12.2

Порядок выполнения работы:

- Вводная часть занятия посвящается построению гидрогеологического разреза.
- На отстроенный геологический разрез наносят положение водоносных пластов, описанных в таблице 12.1, ориентируясь на те же скважины.
- Первый водоносный горизонт закрашиваем условными знаками (рис. 11.1) или светло-голубым цветом.
- На разрез наносим условными знаками второй и третий водоносные горизонты (см. рис. 11.1) или изображают цветными (2 -зеленый, 3- красный) карандашами.
- Показываем штриховыми линиями напоры водоносных пластов, соединив плавными линиями установившиеся уровни воды в скважинах. Каждый водоносный пласт имеет свой напор.
- На гидрогеологическом разрезе справа указываем коэффициент фильтрации.
- В конце занятия представляем результаты проделанной работы в виде построенного гидрогеологического разреза.

Форма представления результатов: гидрогеологический разрез.

Результатом успешного выполнения практического задания считается построение гидрогеологического разреза..

Таблица 12.2 – Результаты лабораторных испытаний свойств горных пород

Название горных пород	Объемная масса γ , г/см ³	Сцепление С, МПа	Угол внутреннего трения φ , град.	Сопротивление сжатию δ , МПа	Влажность W, %	Водоотдача μ , %	Коэффициент фильтрации K_f , м/сут	Коэффициент ослабления прочности $K_{осл.}$	a	Размер блоков I, м
Пески крупнозернистые кварцевые	1,88	0,02	22	-	26	32,0	2,44	0,9	0,5	-
Глины красные вязкие	1,92	0,09	24	-	34	0,10	0,01	0,8	0,7	-
Пески мелкозернистые	1,96	0,06	24	-	24	24,0	1,22	0,8	0,5	-
Порфириты мелкозернистые	2,80	120,0	38	147	14	0,07	0,06	0,7	5,5	1,2
Песчаники аркозовые крупнозернистые	2,30	22,0	29	74	25	0,11	2,12	0,6	4,0	0,6
Известняки серые плотные	2,70	37,0	33	81	17	-	0,04	0,6	4,5	1,0
Граниты выветрелые трещиноватые	2,30	16,0	28	34	26	0,09	0,19	0,4	4,0	0,6
Граниты мелкозернистые биотитовые	2,70	132,0	35	220	12	0,03	0,02	0,8	6,5	0,9

Тема: Определение расхода потока подземных вод.

Тип практического задания: расчетно-графический.

Цель работы: научиться определять расход безнапорных и напорных потоков по выбранным сечениям.

Исходный материал: гидрогеологические разрезы.

Решаемая задача: в водоносных пластах выбрать три сечения, определить расход безнапорных и напорных потоков.

Объем работы: определение расхода потока подземных вод по трем сечениям.

Теоретическая основа:

Движение подземных вод в горных породах носит ламинарный характер и подчиняется линейному закону фильтрации.

Безнапорный поток. Расход грунтовых вод в водоносном пласте, который подстилается горизонтально залегающим водоупором (рисунок 13.1), определяется по следующей формуле:

$$Q = K_{\phi} B \frac{h_1^2 - h_2^2}{2l};$$

где Q – расход потока, м³/сут.;

K_{ϕ} – коэффициент фильтрации, м/сут.;

B – ширина потока, м;

h_1 – высота уровня грунтовых вод в сечении I-I, м;

h_2 – высота уровня грунтовых вод в сечении II-II, м;

l – расстояние между сечениями I-I и II-II, м.

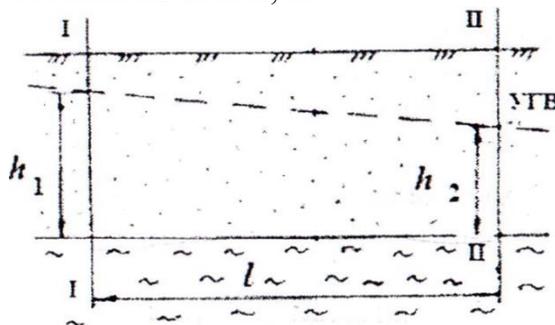


Рисунок 13.1 – Схема безнапорного потока при горизонтально залегающем водоупоре

Если водоупор залегает наклонно (рисунок 13.2), то расход потока грунтовых вод равен:

$$Q = K_{\phi} B \frac{h_1^2 - h_2^2}{2} * \frac{H_1 - H_2}{l};$$

где Q – расход потока, м³/сут.;

K_{ϕ} – коэффициент фильтрации, м/сут.;

B – ширина потока, м;

h_1 – высота уровня грунтовых вод в сечении 1 скважины, м;

h_2 – высота уровня грунтовых вод в сечении 2 скважины, м;

l – расстояние между скважинами, м;

H_1 и H_2 – абсолютные и относительные отметки уровня грунтовых вод, отсчитанные от произвольной линии сравнения 0,0 м.

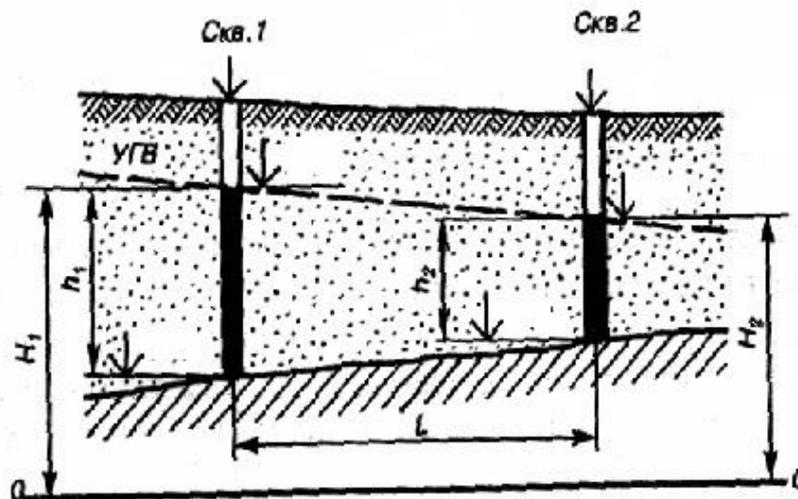


Рисунок 13.2 – Поток грунтовых вод при наклонном водоупоре

Напорный поток. Расход напорных вод (рисунок 13.3) независимо от направления уклона верхнего и нижнего водоупоров равен:

$$Q = K_{\phi} B \frac{M_1 + M_2}{2} * \frac{H_1 - H_2}{l};$$

где Q – расход потока, м³/сут.;

K_{ϕ} – коэффициент фильтрации, м/сут.;

B – ширина потока, м;

M_1 и M_2 – мощность водоносного пласта, м;

l – расстояние между скважинами, м;

H_1 и H_2 – абсолютные и относительные отметки уровня грунтовых вод, отсчитанные от произвольной линии сравнения 0,0 м.

При постоянной мощности пласта с напорными водами расход потока определяется:

$$Q = K_{\phi} B M * \frac{H_1 - H_2}{l}.$$

Порядок выполнения работы:

- Вводная часть занятия посвящается определению расхода подземных вод.
- На геологическом разрезе в грунтовом потоке подземных вод (самостоятельно!) выбирают два сечения. Расстояние между сечениями l .
- На выбранном участке грунтового (безнапорного) потока определяют расход потока исходя из положения водоупора. Линию сравнения 00 выбирают ниже водоносного пласта.
- На геологическом разрезе в напорных водоносных пластах выбирают по 2 сечения во II и III водоносных пластах на расстоянии l между сечениями. Положение сечений выбирают самостоятельно.
- Определяют расход потоков напорных вод на выбранном участке во II и III водоносных пластах.
- В конце занятия представляем результаты проделанной работы в виде построенных сечений и расчетов.

Форма представления результатов: расчеты и построенные сечения.

Результатом успешного выполнения практического задания считается расчет расхода безнапорных и напорных потоков по выбранным сечениям и построение этих сечений.

Тема: Определение общего притока подземных вод по водному балансу.

Тип практического задания: расчетный.

Цель работы: научиться определять общий приток подземных вод по водному балансу.

Исходный материал: таблица 14.1 - Данные по вариантам.

Решаемая задача: определить площадь участка осушения, объем осушаемых горных пород, срабатываемые статические запасы в пределах депрессионной воронки, средний приток за счет статических запасов, динамический приток и общий приток.

Объем работы: определение по варианту.

Теоретическая основа:

Общий приток подземных вод определяется как сумма статических и динамических запасов на осушаемой территории.

1. Удаляемые статические запасы подземных вод находятся в пределах площади разработок F и в зоне распространения депрессионной воронки.

Статические запасы на осушаемой площади разработки:

$$Q_1 = \mu * V = \mu * H * F;$$

где Q_1 - статические запасы на осушаемой площади разработки, m^3 ;

μ - объемная водоотдача, доли единицы;

H - средняя мощность водоносного пласта, m ;

V - объем осушаемых пород, m^3 ;

F - площадь участка осушения, m^2 .

Срабатываемые статистические запасы в пределах депрессионной воронки за границами участка осушения:

$$Q_2 = \frac{H * R * \mu * L}{3};$$

где Q_2 – срабатываемые запасы в пределах депрессионной воронки, m^3 ;

μ - объемная водоотдача, доли единицы;

H - средняя мощность водоносного пласта, m ;

R – радиус влияния депрессионной воронки, m ;

L – периметр участка осушения, m .

Средний приток за счет статических запасов, $m^3/сут$

$$Q_{\text{стат}} = \frac{H}{t} * \mu * \left(F + \frac{R * L}{3} \right);$$

где t - время, за которое будут пройдены выработки плюс 3-4 месяца работы последних установленных фильтров, сутки.

2. Динамический приток к участку осушения складывается из Q' - части притока, связанной с инфильтрацией атмосферных осадков на площади осушения (включая депрессионную воронку), и Q'' - части притока,двигающегося к участку осушения в виде грунтового потока и образующегося от инфильтрации атмосферных осадков на площади водосбора.

$$Q'_{\text{дин}} = 86,4 * \beta * \omega_1 = 86,4 * \beta * (F + R * L), \frac{m^3}{сут};$$

где β - модуль подземного стока; л/с с 1 км³;

ω_1 - площадь разработки и зоны распространения депрессионной воронки, км².

$$Q''_{\text{дин}} = 86,4 * \beta * \omega;$$

где ω - площадь водосбора, определяемая по гидрогеологической карте, км².

Q'' может быть определен также и по площади водосбора, $m^3/сут$:

$$Q''_{\text{дин}} = K_{\text{ф}} * i * H * (B + 2R);$$

где i - гидравлический уклон подземного потока;

B — ширина подземного потока, равная ширине участка осушения перпендикулярно движению потока, м.

Суммарный динамический поток:

$$Q_{\text{дин}} = Q'_{\text{дин}} + Q''_{\text{дин}}$$

Общий приток подземных вод к осушаемой территории:

$$Q = Q_{\text{стат}} + Q_{\text{дин}}$$

Порядок выполнения работы:

- Вводная часть занятия посвящается определению общего притока подземных вод.
- Используя данные из таблицы 14.1 определяем площадь участка осушения, объем осушаемых горных пород, срабатываемые статические запасы в пределах депрессионной воронки, средний приток за счет статических запасов, динамический приток и общий приток.

- В конце занятия представляем результаты проделанной работы в виде расчетов.

Форма представления результатов: расчеты и устный ответ.

Результатом успешного выполнения практического задания считается определение общего притока подземных вод по водному балансу.

Тема: Построение плана гидроизогипс.

Тип практического задания: графический.

Цель работы: научиться строить план гидроизогипс.

Исходный материал: таблица 15.1 – Сведения о подземных водах.

Решаемая задача: построить план гидроизогипс, определить направление движения воды и значение гидравлического уклона между скважинами, и посчитать скорость движения подземных вод.

Объем работы: работа по варианту.

Теоретическая основа:

Гидроизогипсы - линии, соединяющие одинаковые отметки уровней грунтовых вод.

Гипсометрический интервал - заданное расстояние по вертикали между секущими уровнями поверхностями при изображении плана гидроизогипс.

Отметки уровней грунтовых вод и гипсометрические интервалы указаны по скважинам, пробуренным в водоносном пласте по вариантам (таблица 15.1)

Для вычерчивания плана гидроизогипс можно использовать графический метод интерполирования при помощи палетки. Выполняется это следующим образом.

На кальке размером 100x120 мм вычерчивают ряд тонких линий, отстоящих одна от другой на расстоянии 3 мм. На концах линии значения.

На палетку укладывают линейку так, чтобы ее ребро было совмещено с точками скв. 1 и скв.2. Прижав линейку к палетке, иглой измерителя накалываем точки пересечения ребра линейки и линии палетки. Убирают палетку. Через наколы перпендикулярно линии скв. 1 -скв.2 проводят карандашом штрихи - следы гидроизогипс.

Таблица 14.1 – Данные по вариантам

Вариант	P*N, км ²	H, м	K _ф , м/сут	W _п , %	W _м , %	R, м	t, мес.	Ω, км ²	β, л/с с 1км ²	i
1	0,89x0,19	8,12	1,9	41,16	12,21	325	12,0	2,53	3,5	0,10
2	0,92x0,16	9,17	2,1	42,58	13,39	340	11,6	2,81	3,8	0,11
3	0,98x0,18	7,28	2,3	43,73	14,42	360	13,5	2,93	4,1	0,12
4	1,11x0,19	6,11	1,7	33,92	15,54	341	14,4	1,90	4,3	0,13
5	0,76x0,22	9,24	0,8	28,84	17,61	347	13,3	1,73	4,6	0,08
6	1,20x0,23	8,17	1,4	26,75	13,62	354	14,2	2,54	4,9	0,15
7	1,18x0,25	10,15	1,5	25,65	09,73	420	12,1	3,55	5,2	0,07
8	1,12x0,29	10,24	1,6	29,63	08,44	418	11,2	4,20	5,5	0,12
9	1,09x0,26	8,39	1,9	31,58	16,32	403	10,3	2,49	5,8	0,41
10	1,06x0,24	9,21	2,2	34,49	14,35	391	6,4	1,87	6,1	0,05

Интерполировать гидроизогипсы можно лишь между точками, расположенными на одном склоне, не имеющем перегибов. Следы одноименных гидроизогипс соединяют плавными линиями. Гидроизогипсы, кратные одному метру следует утолстить и подписать. Надписи гидроизогипс следует ориентировать основанием цифр вниз по склону.

На построенном плане гидроизогипс показывают стрелками направление движения грунтовых вод и определяют гидравлический уклон i и скорость движения подземных вод.

Гидравлический уклон определяют следующим способом. Выбирают на плане гидроизогипс две точки с известными высотами уровней подземных вод h_1 и h_2 (рисунок 15.1).

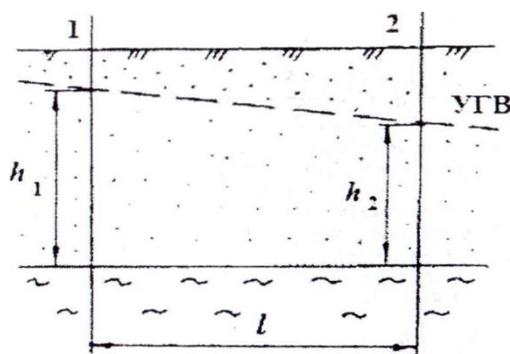


Рисунок 15.1 – Схема определения гидравлического уклона

Замеряем на плане расстояние между точками 1 и вычисляем гидравлический уклон i :

$$i = \frac{h_1 - h_2}{l}$$

Скорость движения подземных вод V :

$$V = K_{\phi} * i,$$

где K_{ϕ} – коэффициент фильтрации пород, м/сут.

Порядок выполнения работы:

- Вводная часть занятия посвящается построению плана гидроизогипс.
- Используя данные из таблицы на листе бумаги в клеточку наносим 16 скважин по своему варианту.
- Подписываем скважины и уровни воды.
- Вычерчиваем план гидроизогипс.
- На плане гидроизогипс показываем стрелками направление движения грунтовых вод.
- На участке между скважинами 6-7-11-10 определяем гидравлический уклон и скорость движения грунтовых вод (коэффициент фильтрации 3,5 м/сут).
- В конце занятия представляем результаты проделанной работы в виде расчетов и построения.

Форма представления результатов: расчеты, план изогипс и устный ответ.

Результатом успешного выполнения практического задания считается построение плана гидроизогипс.

Таблица 15.1 – Сведения о подземных водах

Вариант	Гипсометрический интервал, м	Глубина уровня воды в скважинах, отсчитанная от горизонтально залегающего водоупора, м															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	0,5	7,5	5,0	3,0	2,0	6,0	4,0	2,5	1,5	4,5	3,0	1,5	2,5	3,0	1,0	2,0	3,0
2	0,2	8,2	6,8	6,0	7,0	8,6	7,8	7,2	8,0	9,2	8,4	8,8	9,0	9,8	9,4	9,0	9,6
3	0,5	4,0	5,5	8,0	7,0	5,5	6,0	10,0	8,5	6,0	8,0	11,0	7,0	5,5	7,0	9,0	7,0
4	0,5	8,0	7,0	6,0	5,0	8,0	7,0	6,0	6,0	8,5	7,5	7,0	6,0	9,0	8,0	7,0	7,5
5	0,5	8,0	3,5	4,5	3,5	2,5	4,0	5,5	4,5	3,5	5,0	6,5	5,5	4,5	6,0	7,5	6,5
6	0,5	6,0	9,5	7,5	8,5	6,5	10,0	8,5	6,5	8,5	11,5	7,5	6,0	7,5	9,5	8,5	6,5
7	0,2	7,0	6,6	5,6	6,6	6,0	5,6	5,8	6,0	5,4	4,8	4,2	6,6	6,0	6,2	6,0	5,8
8	0,2	5,0	3,8	6,4	7,4	6,0	4,0	5,0	6,2	7,4	6,2	4,4	5,8	6,0	4,0	6,4	6,2
9	0,5	5,0	6,5	5,5	4,5	6,0	7,5	6,5	5,5	7,0	8,0	7,0	6,5	8,5	11,0	9,5	8,5
10	0,1	7,0	6,8	6,7	6,6	6,2	6,3	6,6	6,3	6,8	6,3	5,9	6,0	6,2	6,1	6,0	6,4

Тема: Определение радиуса влияния колодца и построение депрессионных кривых.

Тип практического задания: расчетно-графический.

Цель работы: научиться определять радиус влияния колодца и строить депрессионные кривые.

Исходный материал: Геологический разрез.

Решаемая задача: определить радиусы влияния колодца для трех водоносных пластов, построить депрессионные кривые, определить водопонижение в первом пласте и понижение напоров во втором и третьем пластах в 50 м от скважины.

Объем работы: работа по варианту.

Теоретическая основа:

Грунтовый колодец.

Радиусом влияния колодца R называется расстояние от центра колодца до точки пересечения депрессионной кривой с уровнем грунтовых вод. Это расстояние от колодца, на котором сказывается понижение уровня воды в колодце.

Приближенно величину R определяют по формуле И.П. Кусакина:

$$R = 1.95 * S \sqrt{H * K_{\phi}},$$

где S - понижение уровня воды в колодце, м;

H - мощность водоносного пласта, м;

K_{ϕ} - коэффициент фильтрации, м/сут.

Принцип построения депрессионных кривых заключается в нахождении координат точек X и Y при водопонижении и нанесении их на разрез (рисунок 16.1).

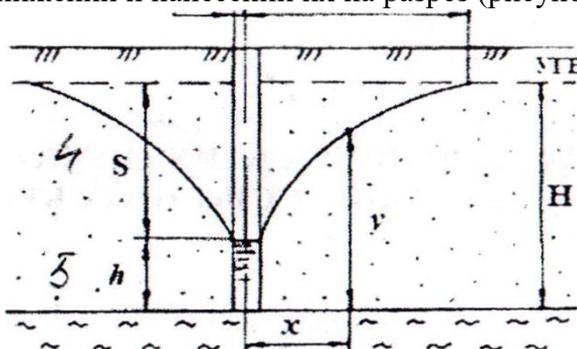


Рисунок 16.1 –Схема совершенного грунтового колодца

При этом задаются значениями X как расстояниями по горизонтам на разных расстояниях от водопонижительной установки.

Значение ординат Y находят по формуле:

$$Y = \sqrt{h - \frac{X}{R} (H^2 - h^2)},$$

где H - мощность водоносного горизонта, м;

R - радиус влияния депрессионной воронки, м;

h - высота уровня грунтовых вод при водопонижении. м;

X - расстояние искомых точек от оси скважины, м.

Величины понижения уровня подземных вод вокруг водопонижительной установки находят по формуле:

$$S = H - h.$$

Артезианский колодец.

Радиус влияния артезианского колодца можно приближенно определить по формуле И.П. Кусакина, если принять за H высоту столба воды в колодце, отсчитывая его от

водоупора до пьезометрического уровня, m - мощность напорного водоносного пласта (рисунок 16.2).

Принцип построения депрессионных кривых для артезианских колодцев такой же, что и грунтовых.

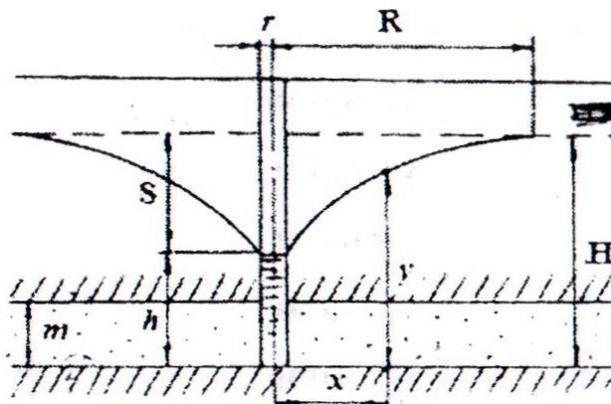


Рисунок 16.2 – Схема совершенного грунтового колодца

Порядок выполнения работы:

- Вводная часть занятия посвящается определению радиуса влияния колодца и построению депрессионных кривых.

- На построенном геологическом разрезе самостоятельно или по заданию преподавателя выбирают скважину, пробуренную через все 3 водоносных пласта. Можно заложить новую скважину.

- Выбирают и указывают водопонижения в скважине отдельно в I, II, III водоносных пластах.

- Радиус скважины выбирают в пределах 0,20...0,25 м.

- Для выбранных условий определяют радиусы влияния колодцев по указанным формулам И.П. Кусакина при заданных водопонижениях в I, II и III водоносных пластах.

- Определяют положение точек на депрессионной кривой для каждого водоносного пласта. При этом значения расстояний от оси скважины x задают в пределах до радиуса влияния. Для заданных значениях x определяют y для каждой депрессионной кривой.

- Соединяют плавной линией положение точек y для каждого водоносного пласта отдельно.

- Определяют S и понижение напоров во II и III пластах на расстоянии 50 м от скважины.

- В конце занятия представляем результаты проделанной работы в виде расчетов и построений.

Форма представления результатов: расчеты, построенные депрессионные кривые и устный ответ.

Результатом успешного выполнения практического задания считается определение радиуса влияния колодца и построение депрессионных кривых.

Практическая работа №10

Тема: Подсчет запасов способом среднего арифметического.

Тип практического задания: расчетный.

Цель работы: научиться производить подсчет запасов способом среднего арифметического.

Исходный материал: план разведочных работ.

Решаемая задача: Определить объем и запасы полезного ископаемого.

Объем работы: работа по варианту.

Теоретическая основа:

Большинство рудных тел ограничено сложными поверхностями. Чтобы подсчитать точный объем такого рудного тела, необходимо трансформировать сложные формы в равновеликие им по объему простые тела, объем которых легко подсчитать по геометрическим формулам.

При подсчете запасов способом среднего арифметического рудные тела, ограниченные сложными поверхностями, приравниваются в пределах внутреннего контура к пластине с постоянной высотой, равной средней мощности по всем скважинам.

Объем рудного тела в пределах внутреннего контура определяется по формуле:

$$V = S \cdot m_{\text{ср}},$$

где V — объем рудного тела;

S — площадь рудного тела;

$m_{\text{ср}}$ — средняя мощность.

Объем руды в межконтурной полосе вычисляется как произведение площади на половину средней мощности рудного тела.

Запасы сырья определяются по формуле:

$$Q = V \cdot d,$$

где Q — вес руды;

d — объемный вес.

Запасы компонента определяются по формуле:

$$P = Q \frac{C}{100},$$

где P — вес полезного компонента;

C — содержание полезного компонента в руде.

Формуляр для определения средней мощности, содержания и подсчета запасов методом среднего арифметического приводится в таблицах 18.1 и 18.2.

Способ применим только при равномерном распределении выработок и устойчивых мощностях и содержаниях полезного компонента; этим способом невозможно подсчитать запасы отдельных сортов руды.

Порядок выполнения работы:

- Вводная часть занятия посвящается подсчету запасов полезных ископаемых способом среднего арифметического.
- Определяем объем залежи полезного ископаемого в пределах подсчетного контура.
- Определяем запасы полезного ископаемого и запасы компонента (если полезное ископаемое представлено рудами) в пределах подсчетного контура.

Форма представления результатов: таблицы и устный ответ.

Результатом успешного выполнения практического задания считается подсчет запасов способом среднего арифметического.

Тема: Подсчет запасов способом геологических блоков.

Тип практического задания: расчетный.

Цель работы: научиться производить подсчет запасов способом геологических блоков.

Исходный материал: план разведочных работ.

Решаемая задача: Определить объем и запасы полезного ископаемого.

Объем работы: работа по варианту.

Теоретическая основа:

При этом способе подсчета площадь тела полезного ископаемого разделяется на отдельные участки (блоки) в зависимости от сорта полезного ископаемого, степени разведанности, горнотехнических и гидрогеологических условий, очередности в эксплуатации и т. д. Подсчет запасов каждого блока производится способом

среднеарифметического. Тело полезного ископаемого преобразуется в ряд сомкнутых фигур, высота которых равняется средней мощности каждого блока.

Объем рудного тела в пределах внутреннего контура каждого блока определяется по формуле:

$$V_i = S_i \cdot m_{\text{ср}},$$

где V_i — объем блока рудного тела;

S_i — площадь блока рудного тела;

$m_{\text{ср}}$ — средняя мощность.

Объем рудного тела:

$$V = V_1 + V_2 + \dots + V_n,$$

где V — объем рудного тела;

n — количество блоков.

Объем руды в межконтурной полосе вычисляется как произведение площади на половину средней мощности рудного тела.

Запасы полезного ископаемого каждого блока определяются по формуле:

$$Q_i = V_i \cdot d,$$

где Q_i — запасы руды в блоке (полезного ископаемого);

d — объемный вес.

Общие запасы полезного ископаемого:

$$Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n,$$

где Q — запасы руды (полезного ископаемого)

Запасы компонента определяются по формуле:

$$P_i = Q_i \frac{C}{100},$$

где P_i — запасы полезного компонента;

C — содержание полезного компонента в руде.

Общие запасы полезного компонента:

$$P = P_1 + P_2 + \dots + P_n.$$

где P — общие запасы полезного компонента.

Формуляр для определения средней мощности, содержания и подсчета запасов методом среднего арифметического приводится в таблицах 19.1 и 19.2.

Порядок выполнения работы:

- Вводная часть занятия посвящается подсчету запасов полезных ископаемых способом геологических блоков.

- Определяем объем залежи полезного ископаемого в пределах подсчетного контура каждого блока и суммарный объем залежи.

- Определяем запасы полезного ископаемого и компонента (если полезное ископаемое представлено рудами) в пределах подсчетного контура каждого блока и суммарные запасы полезного ископаемого и компонента.

Форма представления результатов: таблицы и устный ответ.

Результатом успешного выполнения практического задания считается подсчет запасов способом геологических блоков.

Тема: Подсчет запасов способом многоугольников.

Тип практического задания: расчетный.

Цель работы: научиться производить подсчет запасов способом многоугольников.

Исходный материал: план разведочных работ.

Решаемая задача: Определить объем и запасы полезного ископаемого.

Объем работы: работа по варианту.

Теоретическая основа:

Сущность этого способа сводится к выделению участка вокруг каждого пункта пересечения тела полезного ископаемого выработкой, все точки которого ближе к этой

выработке, чем к любой другой. Для этого весь подсчетный план разбивается на многоугольники, а все тело полезного ископаемого преобразуется в группу сомкнутых многогранных призм, основанием которых служат указанные многоугольники, а высотой мощность тела по выработке, находящейся в центре многоугольника.

При построении многоугольников используется геометрическая теорема: перпендикуляр, восстановленный из центра отрезка прямой линии, является геометрическим местом точек, которые равноудалены от концов отрезка.

Для использования этого принципа производятся следующие построения: на плане подсчета каждую выработку соединяют с соседними вспомогательными прямыми и из середины этих линий восстанавливаются перпендикуляры. Перпендикуляры, пересекаясь, образуют вокруг каждой выработки многоугольник.

При подсчете запасов этим способом между внутренним и внешним контуром проводят среднюю линию и восстанавливают перпендикуляры к середине сторон, соединяющих выработки, расположенные на внутреннем контуре. Перпендикуляры проводят до пересечения со средней линией в межконтурной полосе.

Подсчет запасов в каждом блоке (призме) проводят по формулам:

$$Q = S * m * d,$$
$$P = S * m * d * C,$$

где S —площадь многоугольника;

m — мощность полезной толщи по скважине;

d — объемный вес;

C — содержание полезного компонента по выработке.

Формуляр для подсчета запасов способом многоугольников приводится в таблице 20.1.

Порядок выполнения работы:

- Вводная часть занятия посвящается подсчету запасов полезных ископаемых способом многоугольников.

- Определяем объем залежи полезного ископаемого в пределах подсчетного контура каждой призмы.

- Определяем запасы полезного ископаемого и компонента (если полезное ископаемое представлено рудами) в пределах подсчетного контура каждой призмы и суммарные запасы полезного ископаемого и компонента.

Форма представления результатов: таблицы и устный ответ

Результатом успешного выполнения практического задания считается подсчет запасов способом многоугольников.

Тема: Подсчет запасов способом изолиний.

Тип практического задания: расчетный.

Цель работы: научиться производить подсчет запасов способом изолиний.

Исходный материал: план разведочных работ.

Решаемая задача: Определить объем и запасы полезного ископаемого.

Объем работы: работа по варианту.

Теоретическая основа:

Сущность способа сводится к тому, чтобы тело полезного ископаемого, ограниченное со всех сторон сложными поверхностями, преобразовать в равновеликое тело, ограниченное с одной стороны плоскостью, а с другой — топографической поверхностью, т. е. поверхностью, которая изображена системой замкнутых изолиний.

На плане подсчета около каждой выработки указывается мощность, а для определения запасов компонента проставляется произведение мощности на содержание полезного компонента. Затем по методу интерполяции проводится система изолиний с равными интервалами сечений.

Вычисляется объем тела, ограниченного топографической поверхностью, планиметром или палеткой вычисляются площади, ограниченные изолиниями.

Объем тела определяется по формулам:

1) Симпсона:

$$V = \frac{h}{3} [(S_0 + S_n) + 4(S_1 + S_3 + S_5 + \dots) + 2 * (S_2 + S_4 + \dots)] \mp \frac{1}{3} \sum S_m h_m;$$

2) трапеции:

$$V = h \left(\frac{S_0}{2} + S_1 + S_2 + \dots + \frac{S_n}{2} \right) \mp \frac{1}{3} \sum S_m h_m;$$

3) усеченного конуса:

$$V = \frac{h}{3} (S_{n-1} + S_n + \sqrt{S_{n-1} * S_n}) \mp \frac{1}{3} \sum S_m h_m;$$

где V —объем тела;

n— расстояние между сечениями;

h_m —разность между отметкой крайней верхней или крайней нижней точки и ближайшей изолинией;

S_0 — площадь, ограниченная нулевой изолинией;

$S_2, S_3 \dots S_n$, — площади, ограниченные соответствующими изолиниями;

S_m — площадь, ограничивающая конечные впадины и выступы в системе изолиний.

Наиболее часто применяется вторая формула. Запасы руды Q равны:

$$Q = V * d_{cp},$$

где d —объемный вес.

Запасы полезного ископаемого P равны:

$$P = Q * C_{cp},$$

где C — содержание полезного компонента.

Формуляр для подсчета запасов методом изолиний приводится в таблице 21.1.

Порядок выполнения работы:

• Вводная часть занятия посвящается подсчету запасов полезных ископаемых способом изолиний.

• Определяем объем залежи полезного ископаемого в пределах подсчетного контура.

• Определяем запасы полезного ископаемого и компонента (если полезное ископаемое представлено рудами) в пределах подсчетного контура.

Форма представления результатов: таблицы и устный ответ.

Результатом успешного выполнения практического задания считается подсчет запасов способом изолиний.

Тема: Подсчет запасов способом треугольников.

Тип практического задания: расчетный.

Цель работы: научиться производить подсчет запасов способом треугольников.

Исходный материал: план разведочных работ.

Решаемая задача: Определить объем и запасы полезного ископаемого.

Объем работы: работа по варианту.

Теоретическая основа:

При подсчете запасов этим методом каждая выработка на подсчетном плане соединяется с соседней. Площадь тела полезного ископаемого разбивается на треугольники.

При разбивке площади рудного тела на треугольники может быть несколько вариантов, лучшей из них, когда треугольники приближаются к равносторонним. В межконтурной полосе треугольники строят следующим образом: из середины отрезков, соединяющих выработки на внутреннем контуре, проводят перпендикуляры до пересечения с внешним контуром. Точки пересечения перпендикуляров с внешним

контуром соединяют и образуют серию треугольников. В точках, расположенных на внешнем контуре, принимается мощность и содержание, принятые для этого контура.

Формулы для подсчета запасов в отдельном блоке (трехгранной призме) следующие:

$$Q = S \frac{M_1 + M_2 + M_3}{3} * d;$$

$$P = S * \frac{M_1 + M_2 + M_3}{3} * d * \frac{C_1 * M_1 + C_2 * M_2 + C_3 * M_3}{M_1 + M_2 + M_3},$$

$$\frac{C_1 * M_1 + C_2 * M_2 + C_3 * M_3}{M_1 + M_2 + M_3} \text{ может быть заменена } \frac{C_1 + C_2 + C_3}{3},$$

где S – площадь треугольника;

$\frac{M_1 + M_2 + M_3}{3}$ – средняя мощность по выработкам, расположенным в вершинах треугольника;

$\frac{C_1 * M_1 + C_2 * M_2 + C_3 * M_3}{M_1 + M_2 + M_3}$ – средневзвешенное содержание полезного компонента по трем выработкам;

d – объемный вес руды.

Формуляр для подсчета запасов этим способом приводится в таблице 22.1.

Порядок выполнения работы:

- Вводная часть занятия посвящается подсчету запасов полезных ископаемых способом треугольников.
- Определяем объем залежи полезного ископаемого в пределах подсчетного контура.
- Определяем запасы полезного ископаемого и компонента (если полезное ископаемое представлено рудами) в пределах подсчетного контура.

Форма представления результатов: таблицы и устный ответ.

Результатом успешного выполнения практического задания считается подсчет запасов способом треугольников.

Тема: Подсчет запасов способом разрезов.

Тип практического задания: расчетный.

Цель работы: научиться производить подсчет запасов способом разрезов.

Исходный материал: план разведочных работ.

Решаемая задача: Определить объем и запасы полезного ископаемого.

Объем работы: работа по варианту.

Теоретическая основа:

Подсчет запасов по этому способу осуществляется последовательным суммированием запасов от мельчайших участков тела полезного ископаемого, расположенных между выработками на разведочной линии и представляющих собой трапецоэдры, до общего учета запасов на площадях, расположенных между линиями.

Подсчет запасов этим методом производится по следующим этапам:

1) определяются запасы по участкам, расположенным между двумя выработками на разведочной линии при ширине участков в 1 м, по формулам:

$$V_1 = \frac{m_1 + m_2}{2} * a * 1 = \frac{m_1 + m_2}{2} * a,$$

где V_1 — объем участка, расположенного между двумя выработками при ширине участка 1 м;

a — расстояние между выработками по разведочной линии;

m_1, m_2 — мощность рудного тела по выработкам.

Запасы полезного ископаемого определяются:

$$Q_1 = V_1 * d;$$

$$P_1 = Q_1 * C_1,$$

где Q_1 — запасы руды;

d —объемный вес;

C_1 —среднее содержание полезного компонента;

2) суммируются запасы этих трапецеэдров в ленте шириной 1 м по данной разведочной линии;

3) определяются запасы между разрезами по формулам;

4) определяются запасы месторождения путем суммирования запасов отдельных участков:

$$Q = \frac{Q_I + Q_{II}}{2} * l \text{ или } Q = \frac{Q_I + Q_{II} + \sqrt{Q_I * Q_{II}}}{3} * l,$$

где Q — запасы руды на участках, расположенных между разрезами;

Q_I, Q_{II} — запасы руды в лентах шириной 1 м по разведочным линиям I и II;

l — расстояние между линиями.

$$Q = Q_I * K,$$

где K — ширина влияния разведочной линии, равная полусумме расстояний до соседних линий.

Подсчет запасов по способу параллельных разрезов может быть произведен проще. Зная площади сечений, можно подсчитать запасы между ними, умножив полусумму площадей на расстояние между ними или умножив величину площади на ширину влияния.

Для крайних блоков, опирающихся на одно сечение, объем определяется по формуле клина:

$$V = \frac{S * l}{2}$$

или конуса

$$V = \frac{S * l}{3}$$

где S — площадь крайнего сечения;

l — расстояние от сечения до точки выклинивания.

Для подсчета запасов руды и полезного компонента определяются средние значения объемного веса и содержания сначала для отдельных сечений, а затем для всего блока в целом.

Для подсчета запасов линейным способом приводится формуляр в таблице 23.1.

Порядок выполнения работы:

- Вводная часть занятия посвящается подсчету запасов полезных ископаемых способом разрезов.

- Определяем объем залежи полезного ископаемого в пределах подсчетного контура.

- Определяем запасы полезного ископаемого и компонента (если полезное ископаемое представлено рудами) в пределах подсчетного контура.

Форма представления результатов: таблицы и устный ответ.

Результатом успешного выполнения практического задания считается подсчет запасов способом разрезов.