



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

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
ОСНОВЫ КРИСТАЛЛОГРАФИИ И МИНЕРАЛОГИИ**

**Направление подготовки**

**22.03.02 Металлургия**

**Профиль подготовки**

**Металлургия цветных металлов**

**Уровень высшего образования**

**Прикладной бакалавриат**

Рассмотрено на заседании кафедры Metallургии

Одобрено Методическим советом университета 30 июня 2021 г., протокол № 4

г. Верхняя Пышма  
2021

Задания и методические указания к выполнению лабораторных работ составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Основы кристаллографии и минералогии».

Код направления и уровня подготовки	Название направления	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
22.03.03	Металлургия	04.12.2015	1427

Автор – разработчик	Горбатова Елена Александровна, д-р геол.-минерал. наук, доцент	
Эксперт	Скопов Геннадий Вениаминович, главный специалист Управления стратегического планирования ООО «УГМК-Холдинг», д-р техн. наук, ст.науч.сотр.	
Заведующий кафедрой «Металлургия» /Дата утверждения/	Мастюгин Сергей Аркадьевич, д-р техн. наук, доцент	
Продолжительность дисциплины:	72 часа (2 ЗЕ)	
Место проведения	Учебные аудитории Технического университета УГМК	
Цель дисциплины:	<p>После завершения дисциплины, обучающиеся будут способны:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно приобретать знания, используя современные информационные и образовательные технологии;</li> <li>- использовать основные законы кристаллографии и минералогии в профессиональной деятельности, применять методы исследования минералов;</li> <li>- оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы;</li> <li>- сочетать теорию кристаллографии и минералогии, а также практику диагностики кристаллов и минералов для принятия технологических решений.</li> </ul>	

Лабораторные работы по дисциплине предусмотрены в объеме 36 часов (очной формы обучения) и в объеме 4 часа (заочной формы обучения). Они имеют целью под руководством преподавателя на практике закрепление обучающимися, полученных на лекциях теоретических знаний.

### Лабораторные работы для очной формы обучения

Код темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
2	1	Элементы симметрии кристаллов.	4
2	2	Простые формы кристаллов низшей категории.	4
2	3	Простые формы кристаллов средней категории.	4
2	4	Простые формы кристаллов высшей категории.	4
5	6	Минералы классов «Самородные элементы» и «Сульфиды».	4
5	7	Минералы классов «Оксиды и гидроксиды» и «Галогениды».	4
5	8	Минералы классов «Карбонаты» и «Сульфаты»	6
5	9	Минералы класса «Силикаты».	6
<b>Всего:</b>			<b>36</b>

### Лабораторные работы для заочной формы обучения

Код темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	2	Простые формы кристаллов низшей категории.	1
P 2	4	Простые формы кристаллов высшей категории.	1
P5	5	Минералы классов «Самородные элементы» и «Сульфиды».	1
P5	6	Минералы классов «Оксиды и гидроксиды» и «Галогениды».	1
<b>Всего:</b>			<b>4</b>

## **Лабораторная работа №1**

**Тема:** Элементы симметрия кристаллов.

**Цель работы:** научиться определять симметрию кристаллов.

**Исходный материал:** наборы моделей кристаллов.

**Решаемые задачи:** определение элементов симметрии (центр инверсии, плоскости и оси симметрии), составление формулы симметрии, установление вида, сингонии и категории симметрии кристалла.

**Объем работы:** 5 модели всех категорий симметрии.

**Лабораторное обеспечение:** наборы моделей кристаллов низшей, средней и высшей категории симметрии, демонстрационные модели кристаллов, таблицы 32-х видов симметрии кристаллов.

### **Теоретическая основа:**

*Симметрия* кристаллических многогранников – это правильная закономерная повторяемость одинаковых частей фигуры (граней, ребер, углов и вершин).

Для определения симметрии фигур пользуются воображаемыми вспомогательными геометрическими образами (это могут быть точка, прямые, плоскости), относительно которых правильно повторяются одинаковые части фигуры.

Основными элементами симметрии являются: центр симметрии (инверсии), плоскость симметрии и ось симметрии.

*Центр симметрии (инверсии)  $C$*  – это точка внутри кристалла, любая прямая линия, проходя через него, объединяет противоположные параллельные и равные грани, ребра и делится центром пополам.

*Плоскость симметрии ( $P$ )* – это плоскость, которая проходит через центр тяжести или центр симметрии (если он есть) и делит фигуру на две равные части, зеркально отображающиеся друг в друге.

В кристаллах могут быть одна, две, три, четыре, пять, шесть, семь и девять плоскостей симметрии. Плоскости симметрии проходят: через середины граней (ребер), через противоположные вершины или вдоль ребер.

*Осью симметрии ( $L$ )* – называется прямая, проходящая через центр тяжести или центр симметрии (если он есть), при повороте вокруг которой на некоторый один и тот же угол совмещаются равные части фигуры.

Количество одинаковых совмещений определяет порядок оси. Оси симметрии могут быть первого, второго, третьего, четвертого и шестого порядка. Оси симметрии третьего, четвертого и шестого порядков называются осями симметрии высшего порядка.

Оси в кристалле могут проходить через противоположные вершины, через середины противоположных граней, через середины противоположных ребер, через середину ребра и грани.

*Инверсионная ось* - прямая, проходящая через центр тяжести и центр симметрии (если он есть), при повороте вокруг которой на некоторый угол с последующим (или предварительным) отражением в центральной точке многогранника, как в центре инверсии, многогранник совмещается сам с собой.

Существуют инверсионные оси четвертого и шестого порядков. Инверсионная ось  $L_{i4}$  в тоже время является и двойной осью симметрии  $L_{i4} \rightarrow L_2$ . Шестерная инверсионная ось  $L_{i6}$  всегда равна тройной оси и плоскости симметрии, перпендикулярной ей:  $L_{i6} = L_3P$ .

*Видом симметрии* кристаллического многогранника называется полная совокупность его элементов симметрии.

*Сингонией* называется группа видов симметрии, обладающих одним или несколькими сходными элементами симметрии при одинаковом числе единичных направлений. В кристаллографии различают всего семь сингоний: триклинную, моноклинную, ромбическую, тригональную, тетрагональную, гексагональную и кубическую.

Сингонии в свою очередь группируются в три категории: низшую, среднюю и высшую.

***Порядок выполнения работы:***

- знакомство с практическими навыками определения элементов симметрии кристаллов;
- получение моделей кристаллов, относящихся ко всем категориям симметрии;
- определение установленных элементов симметрии, формулы симметрии, сингонии и категории симметрии;
- оформление полученных результатов в таблице 1.

***Форма представления результатов:*** в письменном виде с устным отчетом, демонстрацией расположения найденных элементов симметрии.

Таблица 1 – Симметрия кристаллов

№ образца	Элементы симметрии				Вид симметрии	Формула симметрии	Сингония	Категория
	Центр симметрии	Плоскость симметрии	Ось симметрии	Инверсионная ось				

Выполнил: \_\_\_\_\_

Проверил: \_\_\_\_\_

## Лабораторная работа №2

**Тема:** Простые формы кристаллов низшей категории.

**Цель работы:** научиться определять простые формы кристаллов низшей категории, находящиеся в комбинациях.

**Исходный материал:** наборы моделей кристаллов низшей категории, таблица – «32 вида симметрии кристаллов».

**Решаемая задача:** определение симметрии кристалла, определение количества и типов простых форм (моноэдр, пинакоид, диэдр, ромбическая призма, ромбический тетраэдр, ромбическая пирамида и ромбическая бипирамида).

**Объем работы:** 4-8 моделей низшей категории симметрии.

**Лабораторное обеспечение:** наборы моделей кристаллов низшей категории симметрии, наборы наиболее распространенных простых форм кристаллов, демонстрационные модели кристаллов, таблицы 32-х видов симметрии кристаллов.

### **Теоретическая основа:**

В природе существует 56 простых форм и множество их комбинаций.

*Простая форма* – совокупность граней одинаковой формы, связанные друг с другом элементами симметрии, или все грани которой могут быть выведены из одной при помощи элементов симметрии.

*Комбинация* – совокупность двух или нескольких простых форм. В комбинации грани различных простых форм не связаны друг с другом элементами симметрии. Такую форму невозможно вывести из одной грани. Природные кристаллы часто представляют собой комбинации простых форм.

Рассматривая формы кристаллических многоугольников, следует иметь представление об их открытых и закрытых формах.

*Открытая простая форма* – грани простой формы не полностью замыкают все пространство со всех сторон.

*Закрытая простая форма* - грани простой формы полностью замыкают все пространство со всех сторон.

Названия простых форм образуются от греческих слов: *моно* – один (одно), *ди* – два (двух, дважды), *три* – три (трех, трижды), *тетра* – четыре (четырёх, четырежды), *пента* – пять (пятью), *гекса* – шесть (шестью), *окта* – восемь (восьми, восьмью), *дека* – десять, *додека* – двенадцать, *эдр* – грань, *гон* – угол, *пина* – доска, *скалено* – косой.

В низшей категории встречаются всего семь типов простых форм.

В триклинной сингонии встречаются два типа простых форм – моноэдры и пинакоиды (рисунок 1). Моноэдры и пинакоиды образуют комбинации.

*Моноэдр* - представляет собой простую форму в виде одногранника, не имеющего элементов симметрии. Форма открытая, примитивного вида симметрии (L).

*Пинакоид* – простая форма, состоящая из двух параллельных граней, связанных центром симметрии С. Форма открытая, принадлежащая центральному виду симметрии.

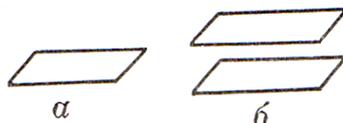


Рисунок 1 - Простые формы триклинной сингонии: а – моноэдр; б – пинакоид

В моноклинной сингонии встречаются четыре типа простых форм: моноэдры, пинакоиды, диэдры и ромбические призмы (рисунок 2).

*Диэдром* называется простая открытая форма, образованная двумя пересекающимися гранями. Различают диэдры осевые, в которых обе грани связаны друг с другом двойной осью симметрии и диэдры безосные, в которых обе грани связаны плоскостью симметрии.

*Ромбическая призма* соответствует простой открытой форме, образованной четырьмя попарно параллельными гранями в форме ромбов.

Моноэдры, пинакоиды, диэдры и ромбические призмы встречаются только в комбинациях.

В ромбической сингонии встречаются все семь типов простых форм: моноэдры, пинакоиды, диэдры, ромбические призмы, ромбические тетраэдры, ромбические пирамиды и ромбические дипирамиды (рисунок 3).

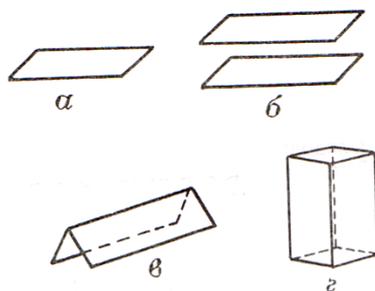


Рисунок 2 - Простые формы моноклинной сингонии: а – моноэдр, б – пинакоид, в – диэдр, г – ромбическая призма

*Ромбическим тетраэдром* называется простая закрытая форма, состоящая из четырёх непараллельных граней. Форма граней - неправильный треугольник.

Ромбический тетраэдр может встречаться в виде отдельной простой формы. Тетраэдры могут быть правыми и левыми.

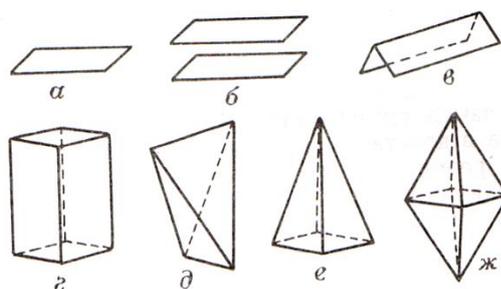


Рисунок 3 - Простые формы ромбической сингонии: а - моноэдр, б - пинакоид, в - диэдр, г - ромбическая призма, д - ромбический тетраэдр, е - ромбическая пирамида, ж - ромбическая дипирамида

*Ромбическая пирамида* представляет собой простую открытую форму, состоящую из четырёх граней, пересекающихся в одной точке – вершине. В основании пирамиды лежит ромб. Ромбическая пирамида встречается только в комбинациях.

*Ромбическая дипирамида* соответствует простой закрытой форме, образованной в результате сложения основаниями двух ромбических пирамид.

Таким образом, в сингониях низшей категории только две простые формы – *ромбические пирамиды и ромбические тетраэдры* являются закрытыми и встречаются самостоятельно. Остальные являются открытыми формами и встречаются только в комбинациях.

***Порядок выполнения работы:***

- знакомство с практическими навыками определения простых форм кристаллов низшей категории;
- получение модели кристаллов, относящимся к низшей категории симметрии;
- поочередно для каждой модели:
  - определение формулы симметрии, сингонии и категории симметрии кристалла;
  - определение количества простых форм кристалла, число граней для каждой из простых форм, тип простой формы.
- оформление результатов в таблице 2.

***Форма представления результатов:*** в письменном виде с устным отчетом, демонстрацией расположения найденных элементов симметрии и характеристикой простых форм.

**Таблица 2 – Простые формы кристаллов низшей категории**

№ образца	Элементы симметрии			Вид симметрии	Формула симметрии	Сингония	Категория	Простые формы
	Центр симметрии	Плоскость симметрии	Ось симметрии					

Выполнил: \_\_\_\_\_

Проверил: \_\_\_\_\_

### Лабораторная работа №3

**Тема:** Простые формы кристаллов средней категории.

**Цель работы:** научиться определять простые формы кристаллов средней категории, находящиеся в комбинациях.

**Исходный материал:** наборы моделей кристаллов средней категории, таблица – «32 вида симметрии кристаллов».

**Решаемая задача:** определение симметрии кристалла, определение количества и типов простых форм (пинакоид, моноэдр, призмы, пирамиды, бипирамиды, трапецоэдры, ромбоэдры, тетраэдры, и скаленоэдры.).

**Объем работы:** 4-8 моделей средней категории симметрии.

**Лабораторное обеспечение:** наборы моделей кристаллов средней категории симметрии, наборы наиболее распространенных простых форм кристаллов, демонстрационные модели кристаллов, таблицы 32-х видов симметрии кристаллов.

#### **Теоретическая основа:**

В средней категории встречаются 27 простых форм, включая пинакоиды и моноэдры. К простым формам этой категории относятся серии призм, пирамид, дипирамид, обладающие более высокой симметрией, а также трапецоэдры, ромбоэдры, тетраэдры, и скаленоэдры.

Все кристаллические многогранники средней категории характеризуются *одним единичным направлением*, совпадающим с единственной осью высшего порядка. В названиях простых форм средней категории часто учитывается форма сечения, перпендикулярного главной оси.

*Призмы средней категории* состоят из трех, четырех, шести, восьми и двенадцати граней, параллельных оси высшего порядка  $L_3$  или  $L_4$  или  $L_6$ , образуя в поперечном сечении треугольник, квадрат, шестиугольник и другие формы (рисунок 1).

В зависимости от формы основания различают призмы:

- тригональная – основание треугольник, грани призмы параллельны оси третьего порядка или шестого порядка;
- тетрагональная – основание четырехугольник, грани призмы параллельны оси четвертого порядка;
- гексагональная – основание шестиугольник, грани призмы параллельны оси третьего порядка или шестого порядка;
- дитригональная – сечение удвоенный треугольник (дитригон);
- дитетрагональная – сечение удвоенный четырехугольник (дитетрагон);
- дигексагональная – сечение удвоенный шестиугольник (дигексагон).

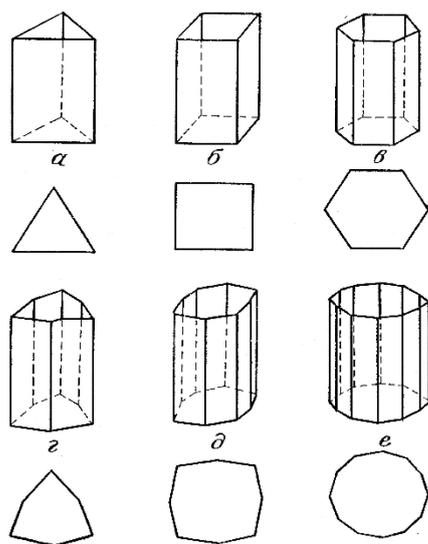


Рисунок 1 - Призмы средней категории: а – тригональная; б – тетрагональная; в – гексагональная; г – дитригональная; д – дитетрагональная; е - дигексагональная

*Пирамиды средней категории* – открытые простые формы, грани которых пересекают главную ось симметрии ( $L_3, L_4, L_6$ ) в одной точке – вершине. В зависимости от формы основания различают пирамиды: тригональные, тетрагональные гексагональные, дитригональные, дитетрагональные, дигексагональные (рисунок 2).

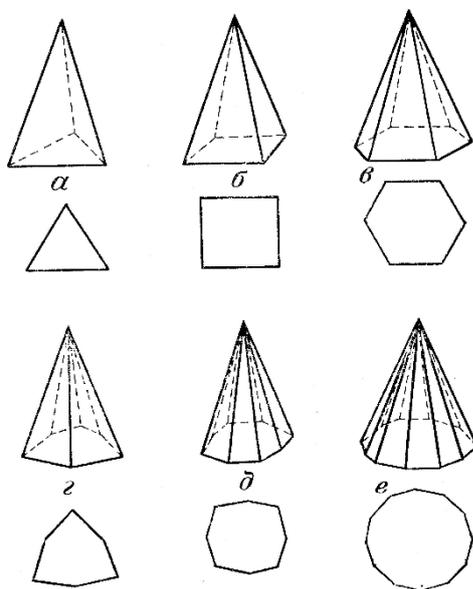


Рисунок 2 - Пирамиды средней категории: а – тригональная; б – тетрагональная; в – гексагональная; г – дитригональная; д – дитетрагональная; е - дигексагональная

*Дипирамиды средней категории* являются закрытыми простыми формами и представляют собой соответствующие пирамиды, сложенные основаниями. Их грани

пересекают главную ось симметрии ( $L_3, L_4, L_{i4}, L_6, L_{i6}$ ) в двух точках, причём верхние грани располагаются точно над нижними (рисунок 3).

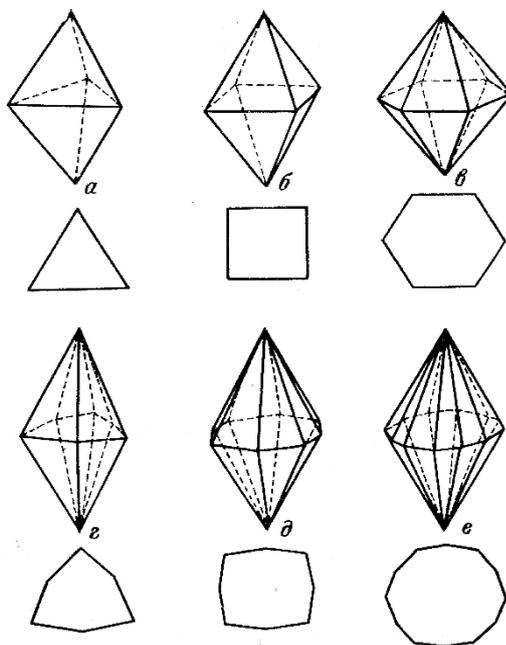


Рисунок 3 - Дипирамиды средней категории: а – тригональная; б – тетрагональная; в – гексагональная; г – дитригональная; д – дитетрагональная; е – дигексагональная

Особняком в средней сингонии стоят тетрагональный тетраэдр, ромбоэдр, скаленоэдры, трапецоэдры.

*Ромбоэдр* – простая закрытая форма. Все шесть его граней являются ромбами. Эта форма представляет собой куб вытянутый или сплюснутый вдоль оси  $L_3$ . Все грани ромбоэдра попарно параллельны (рисунок 4).

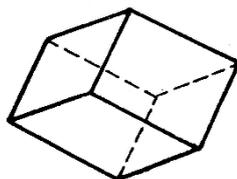


Рисунок 4 - Ромбоэдр

*Тетрагональный тетраэдр* (рисунок 5) образован четырьмя гранями, связанными между собой инверсионной осью четвёртого порядка ( $L_4$ ). Форма грани - равнобедренный треугольник.

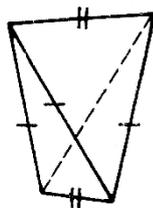


Рисунок 5 - Тетрагональный тетраэдр

*Трапецоэдры* простая закрытая форма, образованная трапециевидными гранями (рисунок 6). Грани трапецоэдров пересекают главную ось симметрии ( $L_3$ ,  $L_4$ ,  $L_6$ ) в двух точках. Верхние грани трапецоэдра располагаются несимметрично относительно нижних граней. В трапецоэдрах присутствуют только простые оси симметрии. Плоскость и центр симметрии в них отсутствуют.

Тригональный трапецоэдр образован шестью гранями в виде трапеции. Тетрагональный трапецоэдр – восьмью, а гексагональный – двенадцатью.

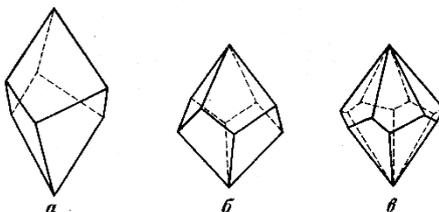


Рисунок 6 - Трапецоэдры: а – тригональный; б – тетрагональный; в – гексагональный

*Скаленоэдры* (с греч. скалено - косою) – простая закрытая форма. Грани скаленоэдров пересекают главную ось ( $L_3$  и  $L_{i4}$ ) в двух точках. Пара нижних граней располагается симметрично между двумя парами верхних. Очертания граней отвечают разносторонним треугольникам (рисунок 7).

Тригональный скаленоэдр образован двенадцатью гранями в виде неправильных треугольников.

Тетрагональный скаленоэдр соответствует как бы удвоенному тетраэдру. Восемь его треугольных граней связаны инверсионной осью четвертого порядка  $L_{i4}$ .

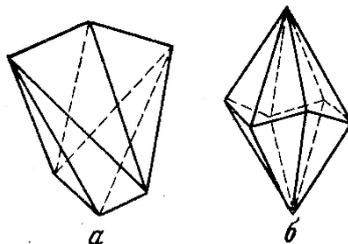


Рисунок 7 - Скаленоэдры: а – тетрагональный, б – тригональный

***Порядок выполнения работы:***

- знакомство с практическими навыками определения простых форм кристаллов средней категории;
- получение модели кристаллов, относящимся к средней категории симметрии;
- поочередно для каждой модели:
  - определение формулы симметрии, сингонии и категории симметрии кристалла;
  - определение количества простых форм кристалла, число граней для каждой из простых форм, тип простой формы.
- оформление результатов в таблице 3.

***Форма представления результатов:*** в письменном виде с устным отчетом, демонстрацией расположения найденных элементов симметрии и характеристикой простых форм.

**Таблица 3 – Простые формы кристаллов средней категории**

№ образца	Элементы симметрии				Вид симметрии	Формула симметрии	Сингония	Категория	Простые формы
	Центр симметрии	Плоскость симметрии	Ось симметрии	Инверсионная ось					

Выполнил: \_\_\_\_\_

Проверил: \_\_\_\_\_

## Лабораторная работа №4

**Тема:** Простые формы кристаллов высшей категории.

**Цель работы:** научиться определять простые формы кристаллов высшей категории, находящиеся в комбинациях.

**Исходный материал:** наборы моделей кристаллов высшей категории, таблица – «32 вида симметрии кристаллов».

**Решаемая задача:** определение симметрии кристалла, определение количества и типов простых форм (кубический тетраэдр, тригон-тритетраэдр, тетрагон-тритетраэдр, пентагон-тритетраэдр, гексатетраэдр, октаэдр, тригон-триоктаэдр, тетрагон-триоктаэдр, пентагон-триоктаэдр, гексаоктаэдр, гексаэдр, тетрагексаэдр, ромбододекаэдр, пентагон-додекаэдр, дидодекаэдр).

**Объем работы:** 4-8 моделей высшей категории симметрии.

**Лабораторное обеспечение:** наборы моделей кристаллов высшей категории симметрии, наборы наиболее распространенных простых форм кристаллов, демонстрационные модели кристаллов, таблицы 32-х видов симметрии кристаллов.

### **Теоретическая основа:**

В высшей категории кубической сингонии встречаются 15 простых форм.

В основу номенклатуры простых форм кубической сингонии положены, с одной стороны, число граней, с другой – несколько форм, из которых путём их усложнения получают остальные. К исходным формам относятся: тетраэдр (кубический), октаэдр, гексаэдр, додекаэдр.

*Кубический тетраэдр* – простая закрытая форма, состоящая из четырёх граней в виде правильных треугольников.

*Гексаэдр (куб)* – простая закрытая форма, состоящая из шести граней в форме квадратов.

*Октаэдр* – простая закрытая форма, состоящая из восьми граней в виде правильных треугольников.

*Додекаэдр* – простая закрытая форма, состоящая из двенадцати граней.

Производные простых форм образуются из исходных путём удвоения, утроения, учетверения и ушестирения их граней.

Названия производных форм составляются следующим образом: первое слово характеризует форму новой грани, второе – количество граней, образованных на исходной грани, третье – название исходной простой формы.

*Тетраэдр кубический (рисунок 1).* Утроив его грани, получим двенадцатигранник. Если каждую грань разделить на три треугольника, получим – тригон-тритетраэдр. Если

разделить на три четырёхугольника – тетрагон-тритетраэдр. Если на три пятиугольника – пентагон-тритетраэдр. Когда каждая грань тетраэдра поделена на шесть треугольников, то получим гексатетраэдр.

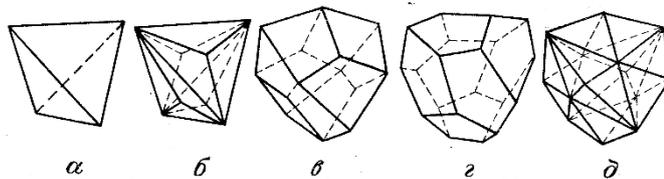


Рисунок 1 - Простые формы, выводящиеся из кубического тетраэдра: а – кубический тетраэдр; б – тригон-тритетраэдр; в – тетрагон-тритетраэдр; г – пентагон-тритетраэдр; д – гексатетраэдр

**Октаэдр** (рисунок 2). Утраивая грани октаэдра, получим двадцатичетырёхгранник. Если каждую грань октаэдра разделить на три треугольника, получим – тригон-триоктаэдр. Если разделить на три четырёхугольника – тетрагон-триоктаэдр. Если на три пятиугольника – пентагон-триоктаэдр. Когда каждая грань тетраэдра поделена на шесть треугольников, то получим гексаоктаэдр.

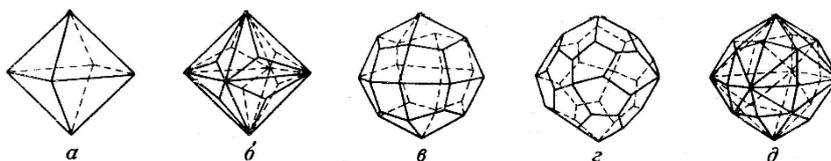


Рисунок 2 - Простые формы, выводящиеся из кубического октаэдра: а – октаэдр; б – тригон-триоктаэдр; в – тетрагон-триоктаэдр; г – пентагон-триоктаэдр; д – гексаоктаэдр

**Гексаэдр (куб)** – имеет производную форму тетрагексаэдра, образованный путём деления каждой грани гексаэдра на четыре треугольника или построения четырёхгранных пирамид на каждой грани куба (рисунок 3).

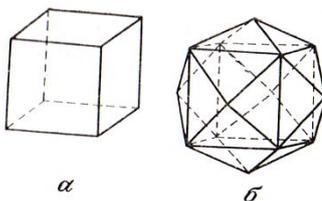


Рисунок 3 - Простые формы, выводящиеся из гексаэдра: а – гексаэдр; б – тетрагексаэдр

**Додекаэдр** - двенадцатигранник (рисунок 4). Ромбододекаэдр представляет собой простую форму, состоящую из 12 граней в виде ромбов. Пентагон-додекаэдр состоит из 12 граней в виде неправильных пятиугольников. Дидодекаэдр «удвоенный додекаэдр», имеющий двадцать четыре грани в виде трапеций.

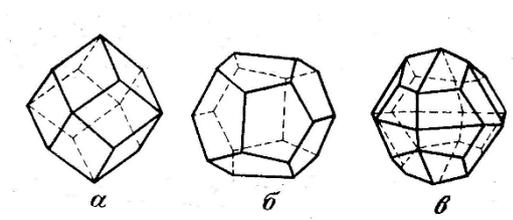


Рисунок 4 - Простые формы, выводящиеся из додекаэдра: а – ромбододекаэдр, б – пентагон-додекаэдр; в – дидодекаэдр

***Порядок выполнения работы:***

- знакомство с практическими навыками определения простых форм кристаллов высшей категории;
- получение модели кристаллов, относящимся к высшей категории симметрии;
- поочередно для каждой модели:
  - определение формулы симметрии, сингонии и категории симметрии кристалла;
  - определение количества простых форм кристалла, число граней для каждой из простых форм, тип простой формы.
- оформление результатов в таблице 4.

***Форма представления результатов:*** в письменном виде с устным отчетом, демонстрацией расположения найденных элементов симметрии и характеристикой простых форм.

**Таблица 4 – Простые формы кристаллов высшей категории**

№ образца	Элементы симметрии			Вид симметрии	Формула симметрии	Сингония	Категория	Простые формы
	Центр симметрии	Плоскость симметрии	Ось симметрии					

Выполнил: \_\_\_\_\_

Проверил: \_\_\_\_\_

## Лабораторная работа №5

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

**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.

**Лабораторное обеспечение:** эталонные коллекции минералов, экспозиции минералов, шкала Мооса, минералогические лупы 6-ти кратного увеличения, химических реактивов (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 золото Au, серебро Ag, платина Pt и элементы группы платины. Очень часто в самородном состоянии встречаются углерод C, сера S и медь Cu.

Реже встречаются так называемые полуметаллы: мышьяк As, сурьма Sb, висмут Bi. Такие минералы как железо Fe, свинец Pb, олово Sn, ртуть Hg, 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. <i>cuprum</i> .
<i>Химический состав</i>	Cu более 97%, Ag, Au, Fe до 2,5% Витнеит с содержанием золота до 11,6%
<i>Морфология</i>	<b>Кристаллы</b> встречаются редко, изометричные. <b>Минеральные агрегаты</b> – плоские дендриты, пластины. <b>Вкрапленники.</b>
<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>	<b>Кристаллы</b> встречаются редко, таблитчатые, редко столбчатые. <b>Минеральные агрегаты</b> – зернистые, сплошные, реже радиально-волокнистые. <b>Вкрапленники.</b>
<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

<i>Разрушение</i>	сидеритом (Керченское месторождение), а также в фосфоритовых желваках.
<i>Применение</i>	На поверхности пирротин неустойчив и переходит в окисные формы. 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%.
<i>Морфология</i>	Примеси – Fe до 20%, Mn, Cd до 2%, In, Ga, Ge, Tl. <b>Кристаллы</b> изометричные. <b>Минеральные агрегаты</b> – зернистые, сплошные, концентрически-зональные. <b>Вкрапленники.</b>
<i>Цвет</i>	Желтый (клейофан), коричневый до черного (марматит). Окраска обусловлена, главным образом, наличием изоморфных примесей Fe <sup>+2</sup> .
<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, Узельгское (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. <b>Кристаллы</b> изометричные. <b>Минеральные агрегаты</b> – зернистые, сплошные, друзы. <b>Вкрапленники.</b>
<i>Цвет</i>	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) $Cu_5FeS_4$**

<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%.
<i>Морфология</i>	Примеси Ag. <b>Кристаллы</b> встречаются редко, изометричные. <b>Минеральные агрегаты</b> – сплошные. <b>Вкрапленники.</b>
<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. <b>Кристаллы</b> встречаются редко, изометричные. <b>Минеральные агрегаты</b> – зернистые, сплошные. <b>Вкрапленники.</b>
<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).
<i>Разрушение</i>	На поверхности халькопирит неустойчив и переходит в разные кислородные соединения меди.
<i>Применение</i>	Главный источник меди.

### Реальгар AsS

<i>Название</i>	Реальгар (realgal) – от араб. рудный порох.
<i>Химический состав</i>	As – 70,1%; S – 29,9%.
<i>Морфология</i>	Примеси – Se, Sb, V, Ge. <b>Кристаллы</b> стотаблитчатые. <b>Минеральные агрегаты</b> – сплошные, зернистые, налеты, корки, землистые.
<i>Цвет</i>	Оранжево-красный.
<i>Блеск</i>	На гранях кристалла – алмазный, в изломе смоляной, жирный.
<i>Прозрачность</i>	В свежем сколе прозрачный.
<i>Черта</i>	Светло-оранжевая.
<i>Спайность</i>	Совершенная в одном направлении.
<i>Излом</i>	Раковистый до ступенчатого.
<i>Твердость</i>	1,5 - 2.
<i>Плотность</i>	3,4 – 3,6.
<i>Хрупкость</i>	Нехрупкий.
<i>Генезис</i>	Гидротермальный. Встречается в парагенезисе с кварцем, антимонитом. Месторождения – Лухумское (Кавказ).
<i>Разрушение</i>	На поверхности неустойчив.
<i>Применение</i>	Сырье для получения As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , а также желтой краски.

### Киноварь HgS

<i>Название</i>	Киноварь (cinnabar) – от среднелат. cinnabaris; имеет долгую историю, которую можно проследить от персидского слова, очевидно означающего «кровь дракона»; за его красный цвет.
<i>Химический состав</i>	Hg – 86,2%, S – 13,8%.
<i>Морфология</i>	<b>Кристаллы</b> толстотаблитчатые, изометричные. <b>Минеральные агрегаты</b> – зернистые, примазки

	порошковидные, налеты.
	<b>Вкрапленники.</b>
<i>Цвет</i>	Красный со свинцово-серой побежалостью.
<i>Блеск</i>	Алмазный.
<i>Прозрачность</i>	Полупрозрачная.
<i>Черта</i>	Красная.
<i>Спайность</i>	Совершенная в трех направлениях.
<i>Излом</i>	Неровный, полураковистый.
<i>Твердость</i>	2,0 – 2,5.
<i>Плотность</i>	8,09 – 8,2.
<i>Хрупкость</i>	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. <b>Кристаллы</b> игольчатые, столбчатые со штриховкой поперек удлинению. <b>Минеральные агрегаты</b> – радиально-лучистые.
	<b>Вкрапленники.</b>
<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>	<b>Кристаллы</b> стобалитчатые. <b>Минеральные агрегаты</b> – 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 <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , получение желтой краски.

#### **Группа молибденита (молибденовый блеск) MoS<sub>2</sub>**

<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>	<b>Кристаллы</b> уплощенные. <b>Минеральные агрегаты</b> – чешуйчатые, листоватые. <b>Вкрапленники.</b>
<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<sub>2</sub>**

<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>	<b>Кристаллы</b> – изометричные, часто со штриховкой на гранях. <b>Минеральные агрегаты</b> – зернистые, шаровидные, почковидные, лучисто-концентрические.

<b>Вкрапленники.</b>	
<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>	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>	<b>Кристаллы</b> столбчатые. <b>Минеральные агрегаты</b> – зернистые, сплошные.
<i>Цвет</i>	<b>Вкрапленники.</b> 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>	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;
- 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;
- в конце занятия представляет результаты проделанной работы в таблице 5.

**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.

**Таблица 5 – Морфология и физические свойства самородных элементов и сульфидов**

№ образца	Морфология	Оптические свойства			Механические свойства		Прочие свойства
		Цвет, Цвет черты	Блеск	Прозрачность	Твердость	Спайность, излом	

Выполнил: \_\_\_\_\_

Проверил: \_\_\_\_\_

## **Лабораторная работа №6**

**Тема:** Минералы классов «Оксиды и гидроксиды» и «Галогениды».

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

**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, химических реактивов (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 ( $\text{SiO}_2$ ) 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 ( $\text{R}_2\text{O}$ ,  $\text{R}_2\text{O}_3$ ,  $\text{RO}_2$ ) и сложные окислы, для которых характерны двойные соединения типа  $\text{RO}^*\text{R}_2\text{O}_3$ .

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)  $\text{FeFe}_2\text{O}_4$**

<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 <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 69%. Примеси: TiO <sub>2</sub> , Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .
<i>Морфология</i>	<b>Кристаллы</b> изометричные. <b>Минеральные агрегаты</b> – сплошные зернистые массы. <b>Вкрапленники.</b>
<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) FeCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>**

<i>Название</i>	Хромит (Chromite) – по составу.
<i>Химический состав</i>	Примеси – TiO <sub>2</sub> до 2%, V <sub>2</sub> O <sub>3</sub> до 0,2%, MnO до 1%, NiO до 0,п%.
<i>Морфология</i>	<b>Кристаллы</b> изометричные. <b>Минеральные агрегаты</b> – 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).

*Разрушение* На поверхности устойчив.  
*Применение* Основная руда на хром.

### Гематит (красный железняк) $Fe_2O_3$

*Название* Гематит (hematite) – от греч. кроваво-красный; за цвет.  
*Химический состав* Fe- 70%, O – 30%.  
*Морфология* Примеси – Ti, Mg.  
**Кристаллы** пластинчатые, таблитчатые.  
**Минеральные агрегаты** – сплошные, плотные, скрытокристаллические, листоватые, чешуйчатые и землистые.  
*Цвет* Железо-черный (кристаллические разновидности), ярко-красный (землистые разновидности).  
*Блеск* Полуметаллический.  
*Прозрачность* Прозрачный в тонких пластинках.  
*Черта* Вишнево-красная.  
*Спайность* Отсутствует.  
*Излом* Полураковистый до неровного.  
*Твердость* 5,5 – 6,0.  
*Плотность* 5,0 – 5,2.  
*Хрупкость* Хрупкий.  
*Генезис* 1 Магматический. Встречается в изверженных породах кислого состава.  
2. Гидротермальный. Ассоциирует с кварцем, баритом, иногда магнетитом, сидеритом, хромитом и другими минералами.  
3. Вулканические эксгаляции. 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).  
*Разрушение* На поверхности устойчив.  
*Применение* Важнейшая железная руда. Промышленное содержание железа – 46 – 50%.

### Ильменит (титанистый железняк) $FeTiO_3$

*Название* Ильменит (ilmenite) – по месту находки в Ильменских горах, Южный Урал.  
*Химический состав* Fe- 36,8%, Ti – 31,6%, O – 31,6%.  
*Морфология* Примеси – Mn, Mg.  
**Кристаллы** пластинчатые, толстотаблитчатые.  
**Минеральные агрегаты** – сплошные, плотные агрегаты.  
**Вкрапленники.**  
*Цвет* Железо-черный.  
*Блеск* Полуметаллический.  
*Прозрачность* Непрозрачный.  
*Черта* Черная.  
*Спайность* Отсутствует.  
*Излом* Раковистый до полураковистого.  
*Твердость* 5,0 – 6,0.

Плотность	4,72.
Хрупкость	Хрупкий.
Генезис	1 Магматический. Встречается в основных изверженных породах в ассоциации с магнетитом. 2. Пегматитовый, связанный с щелочными породами. Месторождения – Ильменские горы (Урал). 3. Гидротермальный.
Разрушение	На поверхности устойчив.
Применение	Руда на титан.

### Корунд $Al_2O_3$

Название	Корунд (corundum) – очевидно, название произошло от старого индийского термина каурунтака.
Химический состав	Al – 53,2%, O – 46,8%.
Морфология	Примеси – Cr, Fe, Ti, Mn. <b>Кристаллы</b> боченковидные, столбчатые, пирамидальные и пластинчатые. <b>Минеральные агрегаты</b> – сплошные зернистые массы. <b>Вкрапленники.</b>
Цвет	Синевато- или желтовато-серый. Разновидности прозрачных разновидностей: <i>лейкосапфир</i> – бесцветный, <i>сапфир</i> – синий, <i>рубин</i> – красный.
Блеск	Стеклянный.
Прозрачность	От прозрачного до полупрозрачного.
Черта	Белая.
Спайность	Отсутствует.
Излом	Полураковистый.
Твердость	9,0.
Плотность	3,95 – 4,10.
Хрупкость	Хрупкий.
Генезис	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.
Разрушение	На поверхности устойчив.
Применение	1. В качестве абразивного материала. 2. В ювелирном деле (сапфир, рубин и лейкосапфир).

### Кварц $SiO_2$

Название	Кварц (quartz) – очевидно, от саксонского слова querkluffertz, означающего секущие жилы.
Химический состав	Si – 53,2 %, O – 46,8%.
Морфология	<b>Кристаллы</b> столбчатые. <b>Минеральные агрегаты</b> – сплошные зернистые массы, друзы, щетки. <b>Вкрапленники.</b>
Цвет	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 стекольно-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 сцементированных окатанных зерен кварца, служат строительным материалом.

## **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>	<b>Кристаллы</b> изометричные. <b>Минеральные агрегаты</b> – сплошные кристаллические сплошные массы, корочки, налеты, выцветы, друзовые агрегаты.
<i>Цвет</i>	Бесцветный, белый, серый, синий.
<i>Блеск</i>	Стекланный, 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 Sal digestivus Sylvii, т.е. пищеварительная соль Сильвиуса (Francois Sylvius de le Voe, 1624 - 1672), голландского физика и химика из Лейдана.
<i>Химический состав</i>	K – 52,5%, Cl – 47,5%.
<i>Морфология</i>	<b>Кристаллы</b> изометричные. <b>Минеральные агрегаты</b> – сплошные кристаллические сплошные массы.
<i>Цвет</i>	Бесцветный, молочно-белый, ярко-красный, розовый.
<i>Блеск</i>	Стекланный.
<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) $\text{CaF}_2$**

<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>	<b>Кристаллы</b> изометричные. <b>Минеральные агрегаты</b> – сплошные массы. <b>Вкрапленники.</b>
<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.

#### **Порядок выполнения работы:**

- вводная часть первого занятия посвящается изучению эталонной коллекции минералов, относящихся к оксидам и галогенидам;
- 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;
- в конце занятия представляет результаты проделанной работы в таблице 6.

**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.

**Таблица 6 – Морфология и физические свойства оксидов и галогенидов**

№ образца	Морфология	Оптические свойства			Механические свойства		Прочие свойства
		Цвет, Цвет черты	Блеск	Прозрачность	Твердость	Спайность, излом	

Выполнил: \_\_\_\_\_

Проверил: \_\_\_\_\_

## **Лабораторная работа №7**

**Тема:** Минералы классов «Карбонаты» и «Сульфаты».

**Цель работы:** научиться диагностировать минералы, относящиеся к карбонатам 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.

**Лабораторное обеспечение:** эталонные коллекции минералов, экспозиции минералов, шкала Мооса, минералогические лупы 6-ти кратного увеличения, химических реактивов (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 HNO<sub>3</sub>), 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<sub>3</sub>

<i>Название</i>	Кальцит (calcite) – от лат. известь.
<i>Химический состав</i>	CaO – 56 %, CaO <sub>2</sub> – 44 %.
<i>Морфология</i>	Примеси – Fe, Mg, Sr. <b>Кристаллы</b> столбчатые, уплощенные, изометричные. <b>Минеральные агрегаты</b> – 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 MgCO<sub>3</sub>

<i>Название</i>	Магнезит (magnesite) – по составу: содержит магний.
<i>Химический состав</i>	MgO – 47,6 %, CO <sub>2</sub> – 52,4 %. Примеси – Fe, Mn, Ca.
<i>Морфология</i>	<b>Кристаллы</b> – изометричные, столбчатые. <b>Минеральные агрегаты</b> – 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) $\text{FeCO}_3$

<i>Название</i>	Сидерит (siderite) – по составу: железистый (sideros) минерал.
<i>Химический состав</i>	$\text{FeO}$ – 62,1 %, $\text{CO}_2$ – 37,9 %.
<i>Морфология</i>	Примеси – Ca, Mg, Mn. <b>Минеральные агрегаты</b> – 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 (Deodat Gue Silvain Tancrede Gratet de Dolomieu, 1750 - 1801).
<i>Химический состав</i>	$\text{CaO}$ – 30,4 %, $\text{MgO}$ – 21,7 %, $\text{CO}_2$ – 47,9 %.
<i>Морфология</i>	Примеси – Fe, Mn. <b>Кристаллы</b> уплощенные. <b>Минеральные агрегаты</b> – 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 $\text{HCl}$ 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 <sub>2</sub> – 19,9 %, H <sub>2</sub> O – 8,2 %.
<i>Морфология</i>	<b>Кристаллы</b> – короткостолбчатые. <b>Минеральные агрегаты</b> – 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 Cu<sub>3</sub>[CO<sub>3</sub> ]<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>

<i>Название</i>	Азурит (azurite) – от перс. слова, означающего синий; по цвету минерала.
<i>Химический состав</i>	CuO – 69,2 %, CO <sub>2</sub> – 25,6 %, H <sub>2</sub> O – 5,2 %.
<i>Морфология</i>	<b>Кристаллы</b> – уплощенные. <b>Минеральные агрегаты</b> – 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.

## 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  $[SO_4]^{2-}$  также добавочные анионы  $(OH)^-$ .

### Барит $BaSO_4$ .

<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>	<b>Кристаллы</b> – пластинчатые, столбчатые. <b>Минеральные агрегаты</b> – 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 $CaSO_4 \times 2H_2O$

<i>Название</i>	Гипс (gypsum) – от греч. штукатурка; древнее название.
<i>Химический состав</i>	$CaO$ – 32,6 %, $SO_3$ – 46,5 %, $H_2O$ – 20,9 %.
<i>Морфология</i>	<b>Кристаллы</b> – пластинчатый, столбчатый, игольчатый. <b>Минеральные агрегаты</b> – 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 карбонатам и сульфатам;
- 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;
- в конце занятия представляет результаты проделанной работы в таблице 7.

**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.

**Таблица 7 – Морфология и физические свойства карбонатов и сульфатов**

№ образца	Морфология	Оптические свойства			Механические свойства		Прочие свойства
		Цвет, Цвет черты	Блеск	Прозрачность	Твердость	Спайность, излом	

Выполнил: \_\_\_\_\_

Проверил: \_\_\_\_\_

## Лабораторная работа №8

**Тема:** Минералы класса «Силикаты».

**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.

**Лабораторное обеспечение:** эталонные коллекции минералов, экспозиции минералов, шкала Мооса, минералогические лупы 6-ти кратного увеличения, химических реактивов (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 (Fe, Mg)<sub>2</sub>[SiO<sub>4</sub>]

<i>Название</i>	Оливин (olivine) – назван за оливково-зеленый цвет.
<i>Химический состав</i>	В группу оливина входят следующие минералы: форстерит – Fe <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ]; оливин – (Fe, Mg) <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ]; фаялит – Fe <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ]; кнебелит – (Fe, Mn) <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ]; тефроит - Mn <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ].
<i>Морфология</i>	<b>Минеральные агрегаты</b> – 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 <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub> ; альмандин Fe <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub> ; спессартин Mn <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub> . Уграндиты: уваровит Ca <sub>3</sub> Cr <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub> ; гроссуляр Ca <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub> ; андрадит Ca <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub> .
<i>Морфология</i>	<b>Кристаллы</b> – изометричные.
<i>Цвет</i>	<b>Минеральные агрегаты</b> – 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» - двойко 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 %.
<i>Морфология</i>	Примеси: $Fe_2O_3$ – 1 - 2 %, $Cr_2O_3$ – 1,8 %. <b>Кристаллы</b> – столбчатые. <b>Минеральные агрегаты</b> – 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>	<b>Кристаллы</b> – столбчатые. <b>Минеральные агрегаты</b> – шестоватые, зернистые и

	массивные.
<i>Цвет</i>	Зеленый, фиолетово-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 <math>Mg_2[Si_2O_6]</math> – гиперстен <math>(Mg, Fe)_2[Si_2O_6]</math>.</p> <p>Диопсид <math>CaMg[Si_2O_6]</math> – геденбергит <math>CaFe[Si_2O_6]</math>.</p> <p>Эгирин <math>NaFe^{3+}[Si_2O_6]</math>.</p> <p>Жадеит <math>NaAl[Si_2O_6]</math>.</p> <p>Сподумен <math>LiAl[Si_2O_6]</math>.</p> <p>Авгит <math>(Ca, Na)(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al)[(Si, Al)_2O_6]</math>.</p>
<i>Морфология</i>	<p><b>Кристаллы</b> – столбчатые до игольчатых.</p> <p><b>Минеральные агрегаты</b> – зернистые и массивные.</p>
<i>Цвет</i>	Энстатит – светло-серый, зеленоватый, желто-серый; гиперстен – темно-коричневый, темно-серый, коричнево-зеленый; диопсид – серый, зеленый, бесцветный; геденбергит – темно-

	зеленый до черного. авгит – черный, буро-черный, темно-зеленый; эгирин – зеленовато-черный, темно-зеленый; сподумен – белый, серый, зеленоватый, фиолетовый; жадеит – зеленый.
<i>Блеск</i>	Стеклянный, сильно стеклянный.
<i>Прозрачность</i>	Прозрачный, до непрозрачного.
<i>Черта</i>	Белая, зеленая.
<i>Спайность</i>	Средняя, в двух направлениях под углом 90°.
<i>Излом</i>	Ступенчатый, неровный.
<i>Твердость</i>	5,5 – 7,0.
<i>Плотность</i>	3,1 – 3,8.
<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. Сырье на литий.

### Группа амфиболов

<i>Название</i>	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 (horn blende) – от нем. Рог и запутывать или обманывать.
<i>Химический состав</i>	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 $NaCa_2(Fe, Mg)_4(Fe, Al)(OH, F)_2[Al_2 Si_6O_{22}]$ .
<i>Морфология</i>	<b>Кристаллы</b> – дощатая до игольчатых. <b>Минеральные агрегаты</b> – зернистые, массивные и волокнистые.
<i>Цвет</i>	<i>Антофиллит</i> – белый, светло-серый, зеленый; <i>тремолит</i> – белый, светло-серый, зеленовато-зеленый; <i>актинолит</i> – зеленый, разных оттенков; <i>рибекит</i> – темно-синий до черного; <i>глаукофан</i> – синий;

<i>Блеск</i>	арфведсонит – черный; роговая обманка – зеленый, от буро-зеленого до черного.
<i>Прозрачность</i>	Стеклянный, сильно стеклянный.
<i>Черта</i>	Прозрачный до непрозрачного.
<i>Спайность</i>	Белая, зеленая.
<i>Излом</i>	Средняя, в двух направлениях под углами 60° и 120°.
<i>Твердость</i>	Ступенчатый, неровный.
<i>Плотность</i>	5,5 – 6,0.
<i>Хрупкость</i>	2,9 – 3,46.
<i>Генезис</i>	Хрупкий.
<i>Разрушение</i>	1. Магматический.
<i>Применение</i>	2. Метаморфический: - Региональный метаморфизм. - Контактный метаморфизм. На поверхности неустойчив.
	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>	<b>Минеральные агрегаты</b> – 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 %.
<i>Морфология</i>	Примеси - $FeO$ , $Fe_2O_3$ , $NiO$ (ревдинскит), $Cr_2O_3$ .
<i>Цвет</i>	<b>Минеральные агрегаты</b> – плотные, листоватые – <i>антигорит</i> , волокнистые – <i>хризотил-асбест</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 (talс) – древнее происхождение, возможно, производное от арабского талк.
<i>Химический состав</i>	$MgO$ – 31,7 %; $SiO_2$ – 63,5 %; $H_2O$ – 4,8 %.
<i>Морфология</i>	Примеси - $FeO$ , $Al_2O_3$ , $NiO$ . <b>Минеральные агрегаты</b> – 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, глянец (micare) или, возможно, от лат. слова крошка или зерно(mica). Мусковит (muskoxite) – 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 $KLi_{1,5}Al_{1,5}(OH, F)_2[AlSi_3O_{10}]$ .
<i>Морфология</i>	<b>Кристаллы</b> – таблитчатые. <b>Минеральные агрегаты</b> – 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 $(Mg, Fe)_3[AlSi_3O_{10}](OH)_8$**

<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 (clinocllore) – 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 (l)
<i>Химический состав</i>	Пеннин $(Mg, Al)_6[Al_{0,5}Si_{3,5}O_{10}](OH)_8$ ; Клинохлор $(Mg, Al)_6[AlSi_3O_{10}](OH)_8$ ; Прохлорит $(Mg, Fe, Al)_6[Al_{1,5}Si_{2,5}O_{10}](OH)_8$ ; Шамозит $(Fe^{2+}, Mg, Fe^{3+})_6[AlSi_3O_{10}](OH)_8$ ;

Тюрингит ( $\text{Fe}^{2+}$ , Mg,  $\text{Fe}^{3+}$ , Al) $_6[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}](\text{OH}, \text{O})_8$ .

<i>Морфология</i>	<b>Кристаллы</b> – таблитчатые. <b>Минеральные агрегаты</b> – 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.

#### **Порядок выполнения работы:**

- вводная часть первого занятия посвящается изучению эталонной коллекции минералов, относящихся к силикатам;
- 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;
- в конце занятия представляет результаты проделанной работы в таблице 8.

**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.

**Таблица 8 – Морфология и физические свойства силикатов**

№ образца	Морфология	Оптические свойства			Механические свойства		Прочие свойства
		Цвет, Цвет черты	Блеск	Прозрачность	Твердость	Спайность, излом	

Выполнил: \_\_\_\_\_

Проверил: \_\_\_\_\_