

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**Учебно-методическое объединение по образованию в области**  
**горнодобывающей промышленности**

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель  
Министра образования  
Республики Беларусь  
\_\_\_\_\_ И.А. Старовойтова

\_\_\_\_\_ / тип.  
Регистрационный № ТД\_\_\_\_\_ / тип.

**МИНЕРАЛОГИЯ**

**Типовая учебная программа**  
**по учебной дисциплине для специальности**  
**1-51 01 01 Геология и разведка месторождений полезных ископаемых**

**СОГЛАСОВАНО**

Генеральный директор  
Республиканского унитарного  
предприятия «Научно-  
производственный центр по геологии»  
\_\_\_\_\_ В.И. Яськов

**СОГЛАСОВАНО**

Председатель Учебно-методического  
объединения по образованию  
в области горнодобывающей  
промышленности  
\_\_\_\_\_ С.Г. Оника

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Главного управления  
профессионального образования  
Министерства образования  
Республики Беларусь  
\_\_\_\_\_ С.А. Касперович

**СОГЛАСОВАНО**

Проректор по научно-методической  
работе Государственного  
учреждения образования  
«Республиканский институт высшей  
школы»  
\_\_\_\_\_ И.В. Титович

Эксперт-нормоконтролер

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

С.А. Юдаев, старший преподаватель кафедры региональной геологии факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета.

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра геологии и географии учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»  
(протокол № 5 от 23.12.2019 г.);

А.А. Махнач, главный научный сотрудник отдела геологии и минерагении платформенного чехла Республиканского унитарного предприятия «Научно-производственный центр по геологии», доктор геолого-минералогических наук, академик Национальной академии наук Республики Беларусь.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой региональной геологии факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета  
(протокол № 5 от 29.12.2019 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета  
(протокол № 3 от 03.01.2020 г.);

Секцией по специальностям: 1-51 01 01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых», 1-51 80 04 «Общая и региональная геология» Научно-методического совета по геологии и геодезии Учебно-методического объединения по образованию в области горнодобывающей промышленности  
(протокол № 1 от 14.01.2020 г.).

Ответственный за редакцию: И.С. Лапа  
Ответственный за выпуск: С.А. Юдаев

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Минералогия» разработана для учреждений высшего образования Республики Беларусь в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования I ступени по специальности 1-51 01 01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых».

**Цель** изучения дисциплины – ознакомить студентов с основными теоретическими и прикладными вопросами минералогии, ролью и значением минералогических исследований в расширении минерально-сырьевой базы, практического использования минерального сырья.

Основными **задачами** учебной дисциплины являются:

- сформировать у студентов необходимый набор знаний о физических свойствах минералов, их химическом составе, происхождении, применении;
- научить применять на практике основные методы и приемы диагностики минералов.

Изучение данной дисциплины позволяет студентам расширить знания о минералах; их составе, свойствах, морфологии, особенностях структуры, процессах образования и изменения минералов, закономерностях их совместного нахождения в природе, а также условиях и методах искусственного получения (синтеза) и практического использования.

Учебная дисциплина «Минералогия» базируется на знаниях, полученных при изучении учебной дисциплины «Общая геология». В свою очередь, знания, полученные при изучении учебной дисциплины «Минералогия», являются базой для изучения учебных дисциплин «Литология», «Петрография».

В результате изучения учебной дисциплины «Минералогия» студент должен:

**знать:**

- особенности химического состава и кристаллической структуры минералов;
- морфологию, внутреннее строение и свойства минералов;
- классификацию и систематическую характеристику минералов;
- природные ассоциации и генезис минералов;

**уметь:**

- определять и описывать минералы;
- использовать для идентификации эталонные коллекции минералов, диагностические таблицы, определители минералов, минералогические справочники;

**владеть:**

- методы минералогических исследований;
- владеть методами расчета кристаллохимических формул минералов по данным химических анализов;
- владеть лабораторными способами определения минералов.

В результате изучения учебной дисциплины будут сформированы следующие компетенции:

**академические:**

– уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;

– владеть системным и сравнительным анализом;

– владеть исследовательскими навыками.

На изучение дисциплины «Минералогия» отводится всего 188 часов, из них – 100 аудиторных.

Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 68 часов, лабораторные – 18 часов, практические занятия – 14 часов.

После завершения изучения дисциплины рекомендуется проводить зачет во 2 семестре, экзамен в 3 семестре.

## ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Название разделов и тем	Всего аудиторных часов	Примерное распределение аудиторного времени по видам занятий		
		Лекции	Лабораторные	Практические
<b>Введение</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		
<b>Раздел 1. Общая минералогия. Основные понятия и определения</b>	<b>38</b>	<b>26</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
Тема 1.1. Кристаллическая структура минералов. Химия минералов. Агрегатное состояние минералов	10	8		2
Тема 1.2. Оптические свойства минералов	10	6	2	2
Тема 1.3. Физические свойства минералов	10	6	2	2
Тема 1.4. Лабораторные методы диагностики минералов	8	6	2	
<b>Раздел 2. Генетическая минералогия</b>	<b>10</b>	<b>8</b>		<b>2</b>
Тема 2.1. Эндогенное минералообразование	4	4		
Тема 2.2. Экзогенное минералообразование	4	2		2
Тема 2.3. Метаморфическое минералообразование	2	2		
<b>Раздел 3. Классификация и систематика минералов</b>	<b>50</b>	<b>30</b>	<b>12</b>	<b>8</b>
Тема 3.1. Общий обзор классификаций минералов	2	2		
Тема 3.2. Самородные элементы	6	4		2
Тема 3.3. Сернистые соединения и их аналоги	8	6	2	
Тема 3.4. Оксиды и гидроксиды	8	4	2	2
Тема 3.5. Кислородные соли	12	6	4	2
Тема 3.6. Силикаты и их аналоги	12	8	4	
Тема 3.7. Галогениды	2	2		
<b>Итого</b>	<b>100</b>	<b>68</b>	<b>18</b>	<b>14</b>

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

## ВВЕДЕНИЕ

Минералогия как наука. Объекты минералогии. Связь минералогии с другими науками. Значение минералогии для человека. История развития минералогии. Минералы в строении Вселенной. Минералы метеоритов. Строение земной коры и минералогическая зональность.

## РАЗДЕЛ 1. ОБЩАЯ МИНЕРАЛОГИЯ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

### **Тема 1.1. Кристаллическая структура минералов. Химия минералов. Агрегатное состояние минералов**

Теория кристаллического поля. Кристаллическая структура минералов. Принципы плотнейшей упаковки атомов и ионов. Особенности кристаллических веществ. Основные понятия минералогии: полиморфизм, изоструктурные минералы, твердые растворы, изоморфизм. Типы изоморфизма. Некристаллические минералы. Химическая связь. Химия минералов. Расчет формул минералов. Кристаллы и их агрегаты в природе. Закон постоянства граничных углов. Двойниковые сростки. Микрорельеф поверхности. Пирамиды и зоны роста. Расщепленные кристаллы, дендриты, скелетные кристаллы, метасомы, пойкилосомы. Включения в кристаллы и их типы. Морфология минералов (облик и габитус минералов). Агрегаты кристаллов. Физические и химические свойства минералов. Анизотропия свойств кристаллов. Изоморфные смеси.

### **Тема 1.2. Оптические свойства минералов**

Оптические свойства: преломление, отражение света. Светопроницаемость (прозрачность). Причины окраски минералов. Собственная и чужеродная окраски. Анизотропия окраски. Окраска за счет избирательного поглощения. Игра и переливы цвета (дисперсия, интерференция, иризация).

### **Тема 1.3. Физические свойства минералов**

Физические свойства минералов. Цвет черты. Плотность. Твердость. Спайность и излом. Типы спайности. Цвет, блеск. Прочность минералов. Магнитные свойства. Люминесценция. Электрические свойства (пьезоэлектрики, пироэлектрики). Радиоактивные свойства.

### **Тема 1.4. Лабораторные методы диагностики минералов**

Макроскопическая идентификация минералов. Определение физических свойств минералов (морфология кристаллов, блеск) Определение физических свойств минералов.

Лабораторные методы определения минералов. Устройство микроскопа, определение оптических свойств минералов (показателя преломления, силы двупреломления, цвета минерала, плеохроизма). Исследование в сходящемся

свете. Основные методы определения ювелирных минералов (рефрактометр, рефлектометр, полярископ).

Ювелирные приборы: полярископ, рефлектометр, дихроскоп, спектроскоп – методы работы и определение оптических свойств минералов.

Методы исследования структуры и химического состава минералов. Дифракция рентгеновских лучей. Виды дифракционных исследований. Порошковый метод рентгенографии. Монокристалльный метод рентгенографии. Дифракция нейтронов. Дифракция электронов и электронный микроскоп. Электронно-зондовый микроанализ. Рентгеновский флуоресцентный микроанализ.

## **РАЗДЕЛ 2. ГЕНЕТИЧЕСКАЯ МИНЕРАЛОГИЯ**

### **Тема 2.1. Эндогенное минералообразование**

Магматическое минералообразование и магматогенные минеральные ассоциации. Понятие о магме, составе магмы, явление дифференциации. Характеристика кристаллизации минералов при собственно магматическом процессе. Типоморфизм минералов и его значение. Кристаллизация минералов из расплавов, растворов и газовой фазы. Метасоматоз. Эндогенные минеральные ассоциации Ликвация и кристаллизационная дифференциация. Минеральные ассоциации главных типов изверженных пород. Породообразующие и акцессорные минералы, минеральные ассоциации в магматогенных месторождениях.

Минеральные ассоциации в пегматитах. Общая характеристика пегматитового процесса. Особенности генезиса. Зональность пегматитов. Минеральный состав гранитных и щелочных пегматитов, пегматитов скрещивания.

Минеральные ассоциации в скарнах. Общая характеристика контактово-метасоматических процессов минералообразования. Роль геологических факторов и геологической среды при образовании скарновых зон. Минеральный состав скарнов, минеральные ассоциации известковых и магниезиальных скарнов. Ассоциации рудных минералов в скарнах.

Минеральные ассоциации в грейзенах и альбититах. Общая характеристика, метасоматические и физико-химические условия образования.

Гидротермальные минеральные ассоциации. Связь гидротермальных растворов с магматическими очагами. Источники гидротермальных растворов и основные закономерности минералообразования. Типичные минеральные ассоциации в гидротермальных образованиях. Главнейшие полезные ископаемые гидротермального генезиса.

### **Тема 2.2. Экзогенное минералообразование**

Экзогенные минеральные ассоциации. Общие условия и факторы, определяющие характер гипергенных процессов минералообразования. Условия и закономерности образования и превращения минералов в коре выветривания. Условия и факторы минералообразования в осадочном

процессе. Минералы, образующиеся при биогенных процессах. Главнейшие полезные ископаемые, образующиеся в зоне гипергенеза.

Ассоциации минералов в корях выветривания силикатных пород (основных и кислых изверженных пород). Каолинитовые, бокситовые месторождения. Латериты.

Ассоциации минералов зоны гипергенеза сульфидных месторождений. Минеральные ассоциации в зонах окисления и вторичного сульфидного обогащения рудных месторождений. Минералы диагенеза и катагенеза.

Осадочные минеральные ассоциации. Минералообразование в континентальных и морских бассейнах нормальной, повышенной и высокой солености. Ассоциации минералов россыпей, соленосных отложений, месторождений железа, алюминия, марганца. Биогенные минералы.

### **Тема 2.3. Метаморфическое минералообразование**

Метаморфогенные минеральные ассоциации. Понятие о физико-химических и термодинамических процессах и факторах метаморфизма.

Типичные минеральные ассоциации в горных породах разных фаций метаморфизма, а также в связанных с ними месторождениях (железистых кварцитов, наждака, корунда, графита, окисдно-силикатных марганцевых руд, силиманит-дистеновых пород и др.).

## **РАЗДЕЛ 3. КЛАССИФИКАЦИЯ И СИСТЕМАТИКА МИНЕРАЛОВ**

### **Тема 3.1. Общий обзор классификаций минералов**

Обзор классификаций минералов. Минерал, минеральный вид, разновидность. Координационное число, 32 вида симметрии минералов. Химический состав и формулы минералов. Систематика минералов. Названия минералов. Кристаллохимический принцип классификации минералов. Общая характеристика минералов по типам, классам, семействам и группам. Диагностические признаки, минеральные ассоциации. Кристаллические и аморфные вещества. Зависимость физических свойств минералов от строения кристаллической решетки. Онтогенез минералов.

### **Тема 3.2. Самородные элементы**

Самородные элементы. Общие сведения о простых веществах. Кристаллохимические особенности. Морфология кристаллов и физические свойства. Особенности условий образования. Самородные металлы. Группа золота, железа, платины, рутения, иридия. Теллурическое и космическое железо. Россыпные месторождения.

Самородные неметаллы. Амальгамы золота, серебра и другие структуры. Карбиды, нитриды, фосфиды, арсениды, селениды, теллуриды, антимониды, висмутиды.



### **Тема 3.3. Сернистые соединения и их аналоги**

Сернистые соединения. Общие сведения о минералах. Кристаллохимические особенности. Морфология кристаллов и физические свойства.

Сульфиды, сульфосоли. Особенности условий образования сульфидов. Краткие сведения о минералах и их генезисе.

### **Тема 3.4. Оксиды и гидроксиды**

Общие сведения о минералах оксидах. Общие особенности состава и структур. Морфология кристаллов и физические свойства оксидов.

Гидроксиды. Общие особенности состава и структур. Морфология кристаллов и физические свойства гидроксидов. Краткие сведения о минералах (гидроксиды магнезия, алюминия, железа, марганца).

### **Тема 3.5. Кислородные соли**

Карбонаты, сульфаты, нитраты, хроматы, молибдаты, вольфраматы. Особенности условий образования, морфология и физические свойства.

Безводные и водные фосфаты, арсенаты, ванадаты и бораты. Краткие сведения о морфологии и условиях образования минералов кислородных солей.

### **Тема 3.6. Силикаты и их аналоги**

Силикаты и их аналоги. Общие особенности состава и структуры. Структурные типы анионных радикалов. Классификация. Орто- и диортосиликаты. Кристаллохимические особенности силикатов. Морфология кристаллов и физические свойства. Особенности условий образования. Краткие сведения о минералах (оливины, фенакит, циркон, гранаты, группа кианита).

Островные и кольцевые силикаты. Общая характеристика некоторых островных силикатов: ставролит, топаз, титанит, везувиан, группа клиноцоизита, гемиморфит, лампрофиллит – астрофиллит. Общие сведения о кольцевых силикатах. Краткие сведения о минералах (берилл). Краткие сведения о минералах кольцевых силикатах: кордиерит, группа турмалина, эвдиалит.

Цепочечные и ленточные силикаты. Общие сведения. Волластонит и родонит. Кристаллохимические особенности пироксенов и амфиболов. Морфология кристаллов и физические свойства пироксенов и амфиболов. Особенности образования пироксенов и амфиболов.

Слоистые силикаты и алюмосиликаты. Кристаллохимические особенности. Морфология кристаллов и физические свойства слоистых силикатов (алюмосиликатов) с простыми сетками тетраэдров. Индивидуальные особенности состава и свойств минералов (группа каолинита, тальк, пирофиллит).

Общие сведения о каркасных силикатах. Кристаллохимические особенности. Морфология кристаллов и физические свойства. Краткие сведения о минералах (калиевые полевые шпаты, плагиоклазы, данбурит,

лейцит, поллуцит, нефелин, скаполит, канкринит, содалит, лазурит, цеолиты).

### **Тема 3.7. Галогениды**

Общая характеристика галогенных соединений. Краткие сведения о минералах (галит, сильвин, карналлит, флюорит). Прочие соединения.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Основная литература

1. Батти, Х., Принг, А. Минералогия для студентов/ Х. Батти и др. Пер. с англ. – М.: Мир, 2001. – 395 с.
2. Бетехтин, А.Г. Курс минералогии / А.Г.Бетехтин – М.: Книжный дом, 2008. – 542 с.
3. Берри, Л., Мейсон, Б., Дитрих, Р. Минералогия: Теоретические основы. Описание минералов. Диагностические таблицы / Л. Берри и др. Пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 592 с.
4. Булах, А.Г. Общая минералогия. Учебник / А.Г.Булах – Л.: Изд-во Санкт-Петербургского Университета, 1999. – 461 с.
5. Костов, И. Минералогия / И.Костов. – М.: Мир, 1971. – 584 с.
6. Кузин, М.Ф., Егоров, Н.И. Полевой определитель минералов / М.Ф.Кузин и др. – М.: Недра, 1983. – 260 с.
7. Лазаренко, Е.К. Курс минералогии / Е.К.Лазаренко – М.: Высшая школа, 1971. – 492 с.
8. Сиротин, К.М. Определитель минералов / К.М.Сиротин – М.: Высшая школа, 1970. – 264 с.

### Дополнительная литература

1. Брэгг, У., Кларингбулл, Г. Кристаллическая структура минералов / У.Брэгг и др. – М.: Мир, 1967.
2. Гумилевский, С.А., Киршон, В.М., Луговской, Г.П. Кристаллография и минералогия / С.А.Гумилевский и др. – М.: Высшая школа, 1972.
3. Зоркий, П.М. Архитектура кристаллов / П.М.Зоркий – М.: Наука, 1968.
4. Костов, И., Минчева-Стефанова, Й. Сульфидные минералы / И.Костов и др. – М.: Мир, 1984.
5. Минералогическая энциклопедия. / Под ред. Фрея К. – Л.: Недра, 1985.
6. Музафаров, В.Г. Определитель минералов и горных пород / В.Г.Музафаров – М.: Учпедгиз, 1953.
7. Немец, Ф. Ключ к определению минералов и горных пород / Ф. Немец. Пер. с чешск. – М.: Недра, 1982.
8. Соболевский, В.И. Замечательные минералы / В.И.Соболевский. – М.: Просвещение, 1983.
9. Смольянинов, Н. А. Практическое руководство по минералогии / Н.А.Смольянинов – М.: Госгеолиздат, 1948.
10. Херлбат, К. С., Клейн, К. Минералогия по системе Дэна / К.С.Херлбат и др. Пер. с английского. – М.: Недра, 1982.
11. Штрюбель, Г., Циммер, З. Х. Минералогический словарь / Г. Штрюбель и др. – М.: Недра, 1987.

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

При изучении учебной дисциплины «Минералогия» рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашнего задания;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;
- подготовка к практическим и лабораторным занятиям;
- научно-исследовательские работы;
- анализ статистических и фактических материалов по заданной теме, составление схем и моделей на основе статистических материалов;
- подготовка и написание рефератов на заданные темы;
- подготовка к участию в конференциях и конкурсах.

Используются современные информационные технологии: размещен в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, методические указания к практическим занятиям, материалы текущего контроля и текущей аттестации, задания, тесты, вопросы для самоконтроля и др.; список рекомендуемой литературы). Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала используется рейтинговая система.

### ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Для контроля качества образования по учебной дисциплине «Минералогия» используются следующие средства диагностики:

- собеседования;
- устный опрос;
- проверка практических заданий ;
- проверка лабораторных работ
- тестирование;
- реферат.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Минералогия» учебным планом предусмотрен зачет и экзамен.

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и зачетной сессии с учетом их весовых коэффициентов. Оценка по текущей успеваемости составляет 40%, экзаменационная оценка – 60 %.

## ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Описание оптических свойств минералов.
2. Описание физических свойств минералов. Контрольная проверка умения определять и описывать физические свойства минералов.
3. Химические и физические методы определения минералов.
4. Описание физико-химических свойств самородных элементов.
5. Описание физико-химических свойств сернистых элементов.
6. Описание физико-химических свойств оксидов и гидроксидов.
7. Описание физико-химических свойств сульфидов, сульфосолей.
8. Описание физико-химических свойств солей кислородных и бескислородных кислот.
9. Описание физико-химических свойств силикатов.

## ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Облик и габитус минералов.
2. Минеральные агрегаты. Блеск минералов.
3. Физические свойства минералов: блеск, плотность, твердость, спайность, излом, показатель преломления, цвет, цвет черты, магнитность. Причина окраски минералов.
4. Методы определения химических и физических свойств минералов. Устройство поляризационного и бинокулярного микроскопа.
5. Генезис минералов. Минеральные ассоциации и парагенезисы.
6. Самородные вещества и сульфиды.
7. Оксиды и гидроксиды.
8. Соли кислородных и бескислородных кислот.
9. Островные силикаты.
10. Кольцевые, цепочечные и ленточные силикаты.
11. Слоистые и каркасные силикаты.

## ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ РЕФЕРАТИВНЫХ РАБОТ

1. Особенности химического и минералогического состава различных геосфер Земли. Общие закономерности химического состава минералов.
2. Особенности кристаллической структуры минералов (главные типы). Внутреннее строение (конституция) минералов. Типы плотнейших упаковок.
3. Морфология и внутреннее строение минералов. Габитус минеральных индивидов и минеральных агрегатов, их зависимость от условий образования.
4. Генезис и формы залегания минеральных агрегатов. Закон геометрического отбора.

5. Важнейшие физические формы минералов. Физико-механические свойства, оптические свойства, окраска, прозрачность и цвет минералов.
6. Магнитные свойства минералов. Минералы-проводники, полупроводники и диэлектрики. Пьезоэлектрические свойства минералов.
7. Полевые методы минералогических исследований. Методы диагностики минералов.