

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО**  
с.н.с. **О.М. Прищепа**

---

**Проректор по образовательной**  
деятельности **Д.Г. Петраков**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
***КРИСТАЛЛОГРАФИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ***

**Уровень высшего образования:** Специалитет

**Специальность:** 21.05.02 Прикладная геология

**Специализация:** Геология месторождений нефти и газа

**Квалификация выпускника:** горный инженер-геолог

**Форма обучения:** очная

**Составитель:** А.В. Кургузова

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Кристаллография и минералогия» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитета по специальности «21.05.02

Прикладная геология», утвержденного приказом Минобрнауки России №953 от 12 августа 2020 г.;

- на основании учебного плана специалитета по специальности «21.05.02 Прикладная геология», специализация «Геология месторождений нефти и газа».

Составитель \_\_\_\_\_ к.г-м.н., А.В. Кургузова

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры минералогии, кристаллографии и петрографии от 29.01.2021 г., протокол №6.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.г-м.н., доцент Ю.Л. Гульбин

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования \_\_\_\_\_ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса \_\_\_\_\_ А.Ю. Романчиков

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Цель дисциплины:**

- Дать студентам знания о минералах, их строении, составе, свойствах, классификации, особенностях зарождения, роста и преобразования, геологических и физико-химических условиях образования и разрушения в соответствии с современным уровнем развития науки и требованиями геологической практики; привить практические навыки в диагностике, изучении генетических особенностей минералов и минеральных агрегатов, а также в определении их практической ценности.

### **Основные задачи дисциплины:**

- обучить студентов теоретическим основам учения о минералах
- привить умение и навыки визуально диагностировать и характеризовать распространенные и редкие минералы
- научить выявлять генетические особенности минералов
- научить документировать и высказывать обоснованные суждения об образовании, прогнозно-поисковом значении и ценности минералов, что необходимо геологу в практической инженерной деятельности при использовании полученных знаний в ходе геолого-съёмочных, поисково-разведочных, гидрогеологических и инженерно-геологических работ

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина «Кристаллография и минералогия» относится к обязательной части «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «21.05.02 Прикладная геология» и изучается в 4 семестре.

Предшествующими дисциплинами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Кристаллография и минералогия» являются «Общая геология», «Химия элементов и соединений», «Физика». Для освоения дисциплины «Кристаллография и минералогия» обучающийся должен обладать устойчивыми знаниями по физике и химии в рамках школьной программы и изучить перечисленные выше дисциплины..

Дисциплина «Кристаллография и минералогия» является основополагающей для изучения следующих дисциплин «Общая геохимия», «Петрография», «Лабораторные методы исследования минералов», «Литология», «Основы учения о полезных ископаемых».

## **3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Процесс изучения дисциплины «Кристаллография и минералогия» направлен на формирование следующих компетенций:

<b>Формируемые компетенции</b>		<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>
<b>Содержание компетенции</b>	<b>Код компетенции</b>	
Способен применять основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы	ОПК-3	ОПК-3.1 - Знать основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении научно-исследовательских работ с целью изучения воспроизводства минерально-сырьевой базы
		ОПК-3.2 - Уметь анализировать информацию, ставить цели и находить пути их достижения, применять в практической деятельности фундаментальные понятия, законы естественнонаучных дисциплин, модели классического и современного естествознания, методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
		ОПК-3.3 - Владеть навыками использования необходимых научных знаний при проведении научно-исследовательских работ, направленных на изучение и воспроизводство минерально-сырьевой базы
Способен изучать и анализировать вещественный состав горных пород и руд и геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы	ОПК-13	ОПК-13.1 - Знать методы изучения и анализа вещественного состава горных пород и руд, основные геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых
		ОПК-13.2 - Уметь решать задачи по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы
		ОПК-13.3 - Владеть: - навыками изучения и анализа вещественного состава и физико-механических свойств горных пород и руд

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 144 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>85</b>	<b>85</b>
Лекции (Л)	51	51
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)		
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>23</b>	<b>23</b>
Подготовка к практическим занятиям/семинарам	19	19
Домашнее задание	2	2
Работа в библиотеке	1	1
Подготовка к экзамену	1	1
<b>Промежуточная аттестация – экзамен (Э)</b>	<b>Э (36)</b>	<b>Э (36)</b>
Общая трудоёмкость дисциплины (ак. час.)	144	144
Общая трудоёмкость дисциплины (зач. ед.)	4	4

### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

#### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
1.	Раздел 1. Геометрическая кристаллография	7	4	1	-	2
2.	Раздел 2. Конституция минералов	5	2	1	-	2
3.	Раздел 3. Диагностические признаки минералов	5	2	1	-	2
4.	Раздел 4. Генезис минералов	5	4	1	-	-
5.	Раздел 5. Систематика минералов	3	2	1	-	-
6.	Раздел 6. Тип I. Простые вещества	7	4	1	-	2
7.	Раздел 7. Тип II. Сернистые соединения (сульфиды) и их аналоги.	10	4	4	-	2
8.	Раздел 8. Тип III. Кислородные соединения.	10	4	4	-	2
9.	Раздел 9. Класс 4. Силикаты Подкласс 1. (островной структуры)	10	4	4	-	2
10.	Раздел 10. Подкласс 2. (цепочечной структуры)	10	4	4	-	2
11.	Раздел 11. Подкласс 3. (слоистой структуры)	11	5	4	-	2
12.	Раздел 12. Подкласс 4. (каркасной структуры)	10	4	4	-	2

		Виды занятий				
13.	Раздел 13. Класс 5. Фосфаты, арсенаты, ванадаты.	6	2	2	-	2
14.	Раздел 14. Класс 6. Сульфаты. Класс 7. Хроматы, вольфраматы, молибдаты Класс 8. Бораты. Класс 9. Карбонаты. Тип IV. Галогениды	4	2	2	-	-
15.	Раздел 15. Геологические и физико-химические условия образования минералов и типичных парагенетических ассоциаций	5	4	-	-	1
<b>Итого:</b>		<b>108</b>	<b>51</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>23</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1. Геометрическая кристаллография	1. Предмет и задачи кристаллографии. Понятие о кристалле и кристаллическом веществе. Распространенность кристаллического вещества в природе. 2. Симметрия кристаллов. Пространственная решётка. Понятие о симметрии. Элементы симметрии. Элементы симметрии кристаллических многогранников и периодических структур. Элементарная ячейка. Разбиение кристаллов на сингонии по форме элементарной ячейки и симметрии. 3. Простые формы кристаллов. Гранные, рёберные и вершинные простые формы. 4. Рост кристаллов. Дефекты кристаллической структуры. Плотнейшие упаковки атомов. Особенности морфологии и строения реальных кристаллов.	4
2	Раздел 2. Конституция минералов	Содержание понятия «минерал», понятий «минеральный вид» и «индивид», «разновидность минерала», «минеральный агрегат». Задачи и методы минералогии. Место минералогии в системе фундаментальных наук и наук о Земле.	1
3	Раздел 2. Конституция минералов	Содержание понятия «конституция минералов». Связи атомов в минералах. Типы структур минералов. Изоморфизм. Полиморфизм. Связь конституции минералов, их морфологии и свойств.	1
4	Раздел 3. Диагностические признаки минералов	Физические и химические свойства минералов. Методика диагностики минералов по визуально определяемым признакам в полевых и лабораторных условиях. Диагностические свойства и характеристики. Простейшие методы физических и химических испытаний минералов.	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		Основные современные лабораторные методы исследования минералов и их возможности при изучении труднодиагностируемых минеральных индивидов и агрегатов.	
5	Раздел 4. Генезис минералов	Содержание понятия «генезис минералов». Характеристика явлений зарождения, роста, изменения и разрушения минеральных индивидов и их агрегатов (онтогенез минералов). Способы образования минералов (свободный рост, метасоматический способ образования и перекристаллизация). Геологические условия образования минералов и соответствующие им физико-химические параметры среды минералообразования. Главные геологические и физико-химические факторы, определяющие распространённость и образование минеральных видов. Эндогенные и экзогенные процессы. Понятие «генерация минералов». Типоморфизм минералов.	4
6	Раздел 5. Систематика минералов	Систематика минеральных видов как химических соединений. Внеклассификационные понятия – разновидности минералов, выделяемые по особенностям состава, структуры, геммологическим достоинствам. Общая характеристика минералов: распространённость, факторы, определяющие их возникновение, особенности конституции и свойств, практическое значение, классификация. Обзор минеральных видов: особенности состава и проявлений изоморфизма; типы структур, химические связи атомов; зависимость свойств от конституции минералов; формы выделения, типичные агрегаты, онтогенетические особенности; диагностические характеристики. Уникальные находки. Особенности генезиса. Практическое значение.	2
7	Раздел 6. Тип I. Простые вещества	Медь. Серебро. Золото. Платина. Сера. Графит. Алмаз.	4
8	Раздел 7. Тип II. Сернистые соединения (сульфиды) и их аналоги.	Халькозин. Аргентит. Галенит. Сфалерит. Пирротин. Никелин. Киноварь. Антимонит. Висмутин. Молибденит. Аурипигмент. Реальгар. Пентландит. Халькопирит. Борнит. Ковеллин. Тетраэдрит. Теннантит. Пирит. Кобальтин. Марказит. Арсенопирит. Скуттерудит.	4
9	Раздел 8. Тип III. Кислородные соединения.	Куприт. Корунд. Гематит. Уранинит. Кварц. Рутил. Касситерит. Пирролюзит. Шпинель. Хромит. Магнетит. Ильменит. Колумбит. Танталит. Гюбнерит. Ферберит. Брусит. Гиббсит. Бемит. Диаспор. Гетит. Манганит. Псилломелан.	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
10	Раздел 9. Класс 4. Силикаты Подкласс 1. (островной структуры)	Форстерит. Фаялит. Фенакит. Циркон. Гранат (пироп, альмандин, спессартин, андрадит, гроссуляр). Кианит (дистен). Андалузит. Силлиманит. Ставролит. Топаз. Титанит (сфен). Везувиан. Эпидот. Алланит (ортит). Берилл. Турмалин (дравит, шерл, эльбаит). Эвдиалит. Датолит.	4
11	Раздел 10. Подкласс 2. (цепочечной структуры)	Группа пироксенов: Ромбические (ортопироксены): Энстатит. Гиперстен. Моноклинные (клинопироксены): Диопсид. Геденбергит. Жадеит. Эгирин. Сподумен. Группа пироксеноидов: волластонит, родонит. Группа амфиболов: Тремолит. Ферроактинолит. Арфведсонит.	4
12	Раздел 11. Подкласс 3. (слоистой структуры)	Каолинит. Диккит. Галлуазит. Хризотил. Пирофиллит. Тальк. Бейделлит. Нонтронит. Сапонит. Мусковит. Парагонит. Флогопит. Аннит. Вермикулит. Глауконит. Гидромусковит. Клинохлор. Шамозит.	5
13	Раздел 12. Подкласс 4. (каркасной структуры)	Группа полевых шпатов (санидин, ортоклаз, микроклин, анортит – альбит). Нефелин. Лейцит. Мариалит. Мейонит. Лазурит. Анальцим. Стильбит. Натролит. Шабазит	4
14	Раздел 13. Класс 5. Фосфаты, арсенаты, ванадаты.	Монацит. Фторapatит. Хлорapatит. Гидроксилапатит. Вивианит. Торберит. Отенит. Тюямунит. Карнотит. Бирюза	2
15	Раздел 14. Класс 6. Сульфаты. Класс 7. Хроматы, вольфраматы, молибдаты Класс 8. Бораты. Класс 9. Карбонаты. Тип IV. Галогениды	Барит. Целестин. Англезит. Ангидрит. Гипс. Алуни́т. Шеелит. Ссайбелиит (ашарит). Людвигит. Гидробораци́т. Кальцит. Магнезит. Сидерит. Родохрозит. Смитсонит. Доломит. Арагонит. Церуссит. Малахит. Азурит. Флюорит. Галит. Сильвин. Карналлит. Бишофит.	2
16	Раздел 15. Геологические и физико-химические условия образования минералов и типичных парагенетических ассоциаций	Важнейшие процессы природного минералообразования (магматический, пегматитовый, пневматолитово-гидротермальный, метаморфический, выветривания, осадконакопления, диагенетический и эпигенетический) – геологические условия развития, характерные физико-химические параметры, соответствующие парагенетические ассоциации. Роль минералогической информации в решении задач прикладной геологии нефти и газа.	4



№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
<b>Итого:</b>			<b>51</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	1	Геометрическая кристаллография (изучение моделей кристаллов и самостоятельное определение параметров морфологии кристаллов)	1
2	2	Конституция минералов (на примере минералогических коллекций кафедры и Горного музея, самостоятельное определение признаков)	1
3	3	Диагностические признаки минералов (определение на примере коллекций кафедры и Горного музея)	1
4	4	Генезис минералов (определение на примере минералогических коллекций кафедры и Горного музея)	1
5	5	Систематика минералов (изучение на примере минералогических коллекций кафедры и Горного музея)	1
6	6	Тип 1. Простые вещества (изучение эталонных и рабочих минералогических коллекций, диагностика минералов)	1
7	7	Тип II. Сернистые соединения (сульфиды) и их аналоги (изучение эталонных и рабочих минералогических коллекций, диагностика минералов)	4
8	8	Тип III. Кислородные соединения. Оксиды (изучение эталонных и рабочих минералогических коллекций, диагностика минералов)	4
9	9	Класс 4. Силикаты Подкласс 1. (островной структуры) (изучение эталонных и рабочих минералогических коллекций, диагностика минералов)	4
10	10	Подкласс 2. (цепочечной структуры) (изучение эталонных и рабочих коллекций, диагностика минералов)	4
11	11	Подкласс 3 (слоистой структуры) (изучение эталонных и рабочих минералогических коллекций, диагностика минералов)	4
12	12	Подкласс 4 (каркасной структуры) (изучение эталонных и рабочих минералогических коллекций, диагностика минералов)	4
13	13	Класс 5. Фосфаты, арсенаты, ванадаты (изучение эталонных и рабочих минералогических коллекций, диагностика минералов)	2
14	14	Класс 6. Сульфаты. Класс 7. Хроматы, вольфраматы, молибдаты Класс 8. Бораты. Класс 9. Карбонаты. Тип IV. Галогениды (изучение эталонных и рабочих минералогических коллекций, диагностика минералов)	2

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
		<b>Итого:</b>	<b>34</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции** являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне промежуточной аттестации) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов). Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

### 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 6.1. Тематика для самостоятельной подготовки

##### Кристаллография

##### Раздел 1. Геометрическая кристаллография

1. Кристалл – определение.
2. Основные свойства кристаллов
3. Закон Стенона-Ломоносова-Роме-Делиля
4. Пространственная решетка
5. Элементы симметрии кристаллических многогранников. Закон симметрии
6. Кристаллографические проекции.
7. Сингонии. Характеристика сингоний по единичным направлениям.
8. Простые формы кристаллов
9. Установка кристаллов. Обозначения видов симметрии.
10. Символы граней. Закон рациональности параметров Гаюи.

## **Минералогия**

### **Раздел 2. Конституция минералов**

1. Двойственные представления о минералах (классическое определение и современное)
2. Конституция минерала
3. Координационное число и координационный полиэдр
4. Химическая связь в минералах
5. Плотнейшие шаровые упаковки
6. Изоморфизм. Полиморфизм

### **Раздел 3. Диагностические признаки минералов**

1. Морфологические свойства (облик минеральных агрегатов и индивидов)
2. Оптические свойства (цвет, блеск, прозрачность, цвет черты)
3. Механические свойства (твердость, спайность, излом)
4. Плотность
5. Особые свойства (растворимость, магнитность)

### **Раздел 4. Генезис минералов**

1. Зарождение кристаллов. Способы зарождения. Признаки
2. Рост кристаллов. Зональность. Секториальность. Нарушение единства кристаллической структуры
3. Изменение и разрушение кристаллов
4. Минеральные ассоциации. Минеральный парагенезис. Запрещенный парагенезис.

### **Генерация минералов**

5. Типоморфизм минералов

### **Раздел 5. Систематика минералов**

1. Минеральный вид и минеральный индивид
2. Принципы классификации минералов
3. Типы и классы минералов
4. Минеральный вид и минеральная разновидность

### **Раздел 6. Тип 1. Простые вещества**

1. Происхождение (генезис) минералов простых веществ.
2. Главные типы месторождений простых веществ.
3. Применение минералов простых веществ.
4. Химизм процесса образования меди в корах выветривания сульфидных медных руд.
5. Особенности морфологии кристаллов самородного серебра.
6. Почему золото россыпей имеет более высокую пробыность по сравнению с золотом гидротермальных месторождений?
7. Парагенезис платины в магматических медно-никелиевых рудах?
8. Роль бактерий в образовании и накоплении самородной серы в осадочных породах?
9. Как может образоваться графит в эндогенных условиях?
10. Минералы, являющиеся «спутниками» алмаза?

### **Раздел 7. Тип II. Сернистые соединения (сульфиды) и их аналоги.**

1. Происхождение (генезис) минералов сернистых соединений.
2. Главные типы месторождений сернистых соединений.
3. Применение минералов сернистых соединений.
4. Парагенезис халькозина в медистых песчаниках?
5. В чем особенности морфологии галенита?
6. Изоморфные примеси в галените и сфалерите, имеющие практическое значение?
7. Парагенезис пирротина магматического происхождения?
8. В каких парагенезисах может образоваться киноварь?
9. В каких условиях образуется молибденит?
10. Условия образования реальгара и аурипигмента?

### **Раздел 8. Тип III. Кислородные соединения. Оксиды**

1. Происхождение (генезис) минералов сернистых соединений.
2. Главные типы месторождений сернистых соединений.
3. Применение минералов сернистых соединений.
4. Чем обусловлен астеризм кристаллов корунда?
5. Что собой представляет структура кристаллов корунда?
6. Чем обусловлена окраска рубина и сапфира?
7. В каких условиях может образоваться корунд?
8. Как классифицируются минералы группы шпинелидов?
9. Условия образования и парагенезис хромита?
10. В каких случаях магнетит не используется в качестве рудного минерала для получения железа?

**Раздел 9. Класс 4. Силикаты *Подкласс 1. (островной структуры)***

1. Происхождение (генезис) островных силикатов.
2. Главные типы месторождений островных силикатов.
3. Применение островных силикатов.
4. Особенности морфологии оливина?
5. Классификация минералов группы оливина?
6. В каких условиях образуется оливин?
7. Типоморфное значение облика и габитусных форм циркона?
8. Метамиктность циркона? Что такое малакон?
9. Почему циркон используется для определения изотопного (абсолютного) возраста минералов?
10. В чем состоит различие гранатов групп пиральспитов и уграндитов?

**Раздел 10. *Подкласс 2. (цепочечной структуры)***

1. Происхождение (генезис) цепочечных силикатов.
2. Главные типы месторождений цепочечных силикатов.
3. Применение цепочечных силикатов.
4. Различия пироксенов и амфиболов по морфологии и спайности?
5. Как ориентированы плоскости спайности в кристаллах пироксенов и амфиболов?
6. Условия образования и парагенезис энстатита и гиперстена?
7. В чем состоит различие условий образования пироксенов и амфиболов?
8. Ориентировка трещин отдельности в кристаллах ромбических и моноклинных пироксенов?

**Раздел 11. *Подкласс 3 (слоистой структуры)***

1. Происхождение (генезис) слоистых силикатов.
2. Главные типы месторождений слоистых силикатов.
3. Применение минералов слоистых силикатов.
4. Особенности морфологии и свойств слоистых силикатов?
5. Структура слоистых силикатов?
6. Политипы слоистых силикатов (на примере каолинита-диккита)
7. Строение и условия образования хризотил-асбеста?
8. Как практически отличить тальк от пирофиллита?
9. Свойства агрегатов минералов группы смектитов?
10. В чем состоит практическая ценность смектитов?

**Раздел 12. *Подкласс 4 (каркасной структуры)***

1. Происхождение (генезис) каркасных силикатов.
2. Главные типы месторождений каркасных силикатов.
3. Применение минералов каркасных силикатов.

4. Особенности морфологии кристаллов полевых шпатов?
5. Различие моноклинных и триклинных кристаллов полевых шпатов
6. Как визуально различить калиево-натриевые полевые шпаты и плагиоклазы?
7. Как структурная упорядоченность влияет на симметрию кристаллов полевых шпатов?
8. От каких причин зависит структурная упорядоченность полевых шпатов?
9. Структуры распада твердого раствора в полевых шпатах?
10. Парагенезис, условия образования и практическое значение нефелина и лейцита

**Раздел 13.** Класс 5. Фосфаты, арсенаты, ванадаты.

1. Происхождение (генезис) фосфатов, арсенатов, ванадатов.
2. Главные типы месторождений фосфатов, арсенатов, ванадатов.
3. Применение фосфатов, арсенатов, ванадатов.
4. Особенности состава, морфологии и условий образования монацита?
5. Состав, морфология, парагенезис и условия образования минералов группы апатита?
6. В чем состоит специфика морфологии и свойств урановых слюдок?
7. В каких условиях образуется бирюза?

**Раздел 14.** Класс 6. Сульфаты. Класс 7. Хроматы, вольфраматы, молибдаты. Класс 8. Бораты.

Класс 9. Карбонаты Тип IV. Галогениды

1. Происхождение (генезис) минералов перечисленных типов и классов.
2. Главные типы месторождений перечисленных типов и классов.
3. Применение перечисленных типов и классов.
4. Диагностические свойства шеелита?
5. Парагенезис и условия образования шеелита, крокоита, ферримолибдита?
6. Условия образования борацита, гидроборацита и ссайбелиита?
7. Условия образования людвигита?
8. Практическая ценность боратов
9. Особенности морфологии и структуры тригональных и ромбических карбонатов?
10. Как диагностируются карбонаты по химической реакции с соляной кислотой?
11. Условия образования и практическая ценность исландского шпата?
12. Какие минералы класса карбонатов широко используются в качестве металлургических флюсов?
13. Особенности состава, морфологии, структуры и свойств флюорита?
14. Парагенезис и ассоциации галогенидов в эвапоритах?

**Раздел 15.** Условия образования минералов в почвах, грунтах и других породах – объектах инженерно-геологических исследований

1. Важнейшие минеральные ассоциации, возникающие в магматических условиях?
2. Важнейшие минеральные ассоциации, возникающие в высоко- и среднетемпературных гидротермальных условиях?
3. Важнейшие минеральные ассоциации, возникающие в низкотемпературных гидротермальных условиях?
4. Важнейшие минеральные ассоциации, возникающие в условиях формирования кор выветривания?
5. Важнейшие минеральные ассоциации, возникающие в условиях накопления морских хемогенных осадков?
6. Важнейшие минеральные ассоциации, возникающие в условиях накопления морских органогенных осадков?

**6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)**

**6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):**

1. Что такое минерал?
2. Что такое минеральный вид и индивид?

3. Сколько известно минеральных видов?
4. Выдающиеся минералоги 20 века?
5. Принципы полевых и лабораторных методов исследования минералов?
6. Что такое локальные методы исследования состава и структуры минералов?
7. Какие кристаллографические методы исследования важны при изучении минералов?
8. Чем определяется практическая ценность минералов?
9. Что такое конституция минералов?
10. Влияние энергетического (электронного) состояния атомов на характер их взаимосвязи в кристаллических структурах?
11. Как определяется эффективный ионный радиус?
12. Изменение ионного радиуса серы в процессе ее окисления?
13. Какое координационное число атомов, расположенных по принципу плотнейших упаковок шаров?
14. В каком соотношении находятся октаэдрические и тетраэдрические пустоты в плотнейших упаковках шаров?
15. Какая морфология характерна для минералов разных типов структуры?
16. Какой плотностью, твердостью и спайностью отличаются минералы разных типов кристаллической структуры?
17. Что такое изоморфизм?
18. Формы вхождения химических примесей в минералы?
19. Приведите примеры изоморфных замещений в минералах.
20. Причины вхождения изоморфных примесей в минералы?
21. Приведите пример минералов с гетеровалентным изоморфизмом.
22. Как меняется изоморфная емкость минералов с изменением температуры среды?
23. Что такое «звездчатый рубин» или «звездчатый сапфир»?
24. Почему самородное золото в россыпях более высокой пробы по сравнению с золотом коренных эндогенных месторождений?
25. Что такое полиморфная модификация? Приведите примеры.
26. Что называют параморфозой и псевдоморфозой?
27. Что такое обратимый и необратимый полиморфизм?
28. Температура  $\alpha/\beta$ -перехода кварца?
29. Как возникает «сотовый» кварц?
30. Что называют метастабильной полиморфной модификацией?
31. Чем гексагональный графит отличается от тригонального?
32. Почему неупорядоченный полевой шпат характерен для вулканических пород, а упорядоченный – для магматических интрузивных?
33. Как процессы деформации и воздействие гидротермальных растворов влияют на степень структурной упорядоченности минералов?
34. Как метамиктный циркон (малакон, циртолит) отличить от обычного неметамиктного циркона?
35. Какие вопросы содержит понятие «генезис минералов»?

### 6.2.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамена)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части	Студент поверхностно знает материал	Студент хорошо знает материал, грамотно и	Студент в полном объеме знает материал,

<b>Оценка</b>			
<b>«2» (неудовлетворительно)</b>	<b>Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)</b>	<b>Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)</b>	<b>Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)</b>
	материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

***Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:***

<b>Количество правильных ответов, %</b>	<b>Оценка</b>
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **7.1. Основная литература**

1. Бетехтин, А.Г. Минералогия / А.Г. Бетехтин. - Москва: Государственное издательство географической литературы, 1950. - 960 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=471361>
2. Минералогия: учебник для студ. учреждений высш. проф. образов / А.Г. Булах. – М.: Издат. центр «Академия», 2011. – 288 с.
3. Курс минералогии: учебное пособие/ А.Г Бетехтин: под научн. ред. Б.И. Пирогова и Б.В. Шкурского. – М.: КДУ, 2008. – 736 с.
4. Егоров-Тисменко Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия. 2005. 589 стр.
5. Сонин А.С. Курс макроскопической кристаллофизики. 2006.. 256 стр.
6. Булах А.Г. Общая минералогия. СПб.: Изд. С.-Петербургского государственного университета. 2006. 356 с.
7. Савичев А.А. Кристаллография и минералогия. Геометрическая кристаллография: Методические указания к лабораторным работам / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», С-Пб, 2015, 35 с.
8. Савичев А.А., Иванов М.А. Кристаллография и минералогия. Методика определения диагностических признаков минералов: Методические указания к лабораторным работам / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», С-Пб, 2015, 32 с.

### **7.2. дополнительная литература:**

1. Попов Г.М., Шафрановский И.И.. Кристаллография. 1972. 352 стр.
2. Шаскольская М.П.. Кристаллография. 1984. 376 стр.
3. Галиулин Р.В. Лекции по геометрическим основам кристаллографии. Челябинск: Изд. Челябинского государственного университета. 1989.

4. Годовиков А.А. Введение в минералогию. Новосибирск: Наука. 1973.
5. Григорьев Д.П. Основы конституции минералов. 2-е изд. М.: Недра. 1966.
6. Григорьев Д.П., Жабин А.Г. Онтогенез минералов. М.: Наука. 1974.
7. Евзикова Н.З. Поисковая кристалломорфология., М.: Недра. 1984.
8. Краснова Н.И., Петров Т.Г. Генезис минеральных индивидов и агрегатов. СПб.: Невский курьер. 1997. 228 с.
9. Лазаренко Е.К. Курс минералогии. 2-е изд. М.: Высшая школа. 1971.
10. Петров Т.Г., Трейвус Е.Б., Касаткин А.П. Выращивание кристаллов из растворов. Л.: Недра. 1978.
11. Шафрановский И.И. Лекции по кристалломорфологии. М.: Высшая школа. 1968.

### **7.3. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

2. Библиотека: Интернет-издательство — URL: <http://www.magister.msk.ru/library/>.
3. Европейская цифровая библиотека Europeana — URL: <http://www.europeana.eu/portal>.
4. Мировая цифровая библиотека — URL: <http://wdl.org/ru>.
5. Научная электронная библиотека «eLIBRARY» — URL: <https://elibrary.ru>.
6. Научная электронная библиотека «Scopus» — URL: <https://www.scopus.com>.
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect — URL: <http://www.sciencedirect.com>.
8. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] — URL: [www.garant.ru](http://www.garant.ru).
9. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» — URL: <http://school-collection.edu.ru/>.
10. Федеральный портал «Российское образование» — URL: <http://www.edu.ru/>.
11. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ) — URL: <http://www.rsl.ru/>.
12. Электронная библиотека учебников — URL: <http://studentam.net>.
13. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт» — URL: <http://rucont.ru>.
14. Электронно-библиотечная система — URL: <http://www.sciteclibrary.ru>.
15. Электронно-библиотечная система «Библиокомплектатор» (ЭБС IPRbooks) — URL: <http://www.bibliocomplectator.ru>.
16. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» — URL: <http://biblioclub.ru>.
17. Электронно-библиотечная система «ЭБС IPR Books» — URL: <http://www.iprbookshop.ru/auth>.
18. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» — URL: [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
19. Электронно-библиотечная система Znanium.com — URL: <http://znanium.com>.
20. Электронно-библиотечная система Лань — URL: <https://e.lanbook.com/books>.
21. Электронный словарь Multitran — URL: <http://www.multitran.ru>.
22. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др
23. Все о геологии — URL: <http://www.geo.web.ru>
24. Научная библиотека Санкт-Петербургского государственного университета — URL: <http://www.geology.spb.ru/library/>
25. Геоинформмарк — URL: <http://www.geoinform.ru>
26. Earth-Pages — URL: <http://www.Earth-Pages.com>
27. Информационно-аналитический центр «Минерал» — URL: <http://www.mineral.ru>



## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий**

#### **Аудитории для проведения лекционных занятий**

- стол аудиторный для студентов (Тип 1,2) Canvaro ASSMANN-4 шт.
- доска настенная белая магнитно-маркерная "Magnetoplan" 2400мм\*1200мм-1 шт.
- кресло преподавателя (сетка, цвет черный)-1 шт.
- мобильный интерактивный комплекс-1 шт.
- переносная настольная трибуна-1 шт.
- рамка 2-3 шт.
- стол аудиторный для студентов (Тип 1,2) Canvaro ASSMANN-26 шт.
- стол аудиторный для студентов Тип 3-1 шт.
- стул2-60 шт.
- экран SCM-16904 Champion-1 шт.

#### **Аудитории для проведения практических занятий**

- жалюзи горизонтальные-3 шт.
- жалюзи-8 шт.
- коллекционный шкаф-18 шт.
- коллекция магматических пород-1 шт.
- коллекция метаморфических пород-1 шт.
- коллекция образцов минералов оксидов и гидроксидов-1 шт.
- коллекция образцов минералов самородных элементов,сульфидов и их аналогов-1 шт.
- коллекция образцов минералов силикатов-1 шт.
- коллекция образцов минералов солей кислородных кислот-1 шт.
- коллекция осадочных пород-1 шт.
- компьютерная система ПО"Видео-Тест-Структура Мастер" с эл.-1 шт.
- кресло синие „imperia„-4 шт.
- объектив Plan-Neofluar с лампой и диафрагмой авизо-1 шт.
- осветитель боковой с источником питания-1 шт.
- осветитель волоконный для микроскопа с блоком питания-3 шт.
- осветитель-12 шт.
- передвижная ученич.доска для маркера 100 Smit-1 шт.
- прибор ПКС-250-1 шт.
- стол SS -12-1 шт.
- стол 140\*55\*72-4 шт.
- стол 160\*80\*72-4 шт.
- стол 180x80x72-13 шт.
- ступка агатовая с пестом диаметр 75 мл-2 шт.
- ступка из технической яшмы-1 шт.
- тумба (КФО 2)-2 шт.
- шкаф книжный из 071 сч.-1 шт.
- шкаф коллекционный-19 шт.
- шкаф-2 шт.

### **8.2. Лицензионное программное обеспечение**

ENVI 4.5 for Win ( система обработки данных )  
Geographic Calculator

Lab VIEW Professional (лицензия)  
MapEdit Professional  
Microsoft Office Standard 2019 Russian  
Microsoft Windows 10 Professional  
Statistika for Windows v.6 Russian (лицензия)  
Surfer 9.1 Win CD  
Vertikal Mapper 3.5  
ГИС MAP Info Pro 2019  
ГИС Mapinfo Professional  
ГИС Mapinfo Professional ( академическая версия )  
ПО тематической обработки изображений ScanEx Image Processor 5.3  
Право на использование дополнительного расчетного блока "Средние" (с тетеоданными для г. Кириши, каменногорск, Пикалево, Ковдор, Челябинск, Кемерово, Норильск)  
Право на использование дополнительного расчетного блока "Средние" (с тетеоданными по г. Апатиты и Мончегорск)  
Право на использование Дополнительного расчетного программного блока "НОРМА"  
Право на использование дополнительного расчетного программного блока "Риски"  
Право на использование программного модуля к УПРЗА "Эколог" 4.0 "Риски" замена с вер. 3.0 под локальный ключ 16542  
Право на использование программы "2-ТП (Водхоз) (вер. 3.1) сетевой ключ 175  
Право на использование программы "НДС-Эколог" (вер.2.7) сетевой ключ 175  
Право на использование программы "НДС-Эколог" (вер.2.7) сетевой ключ 77  
Право на использование программы "Полигоны ТБО" (вер.1.0)  
Право на использование программы "Расчет проникающего шума" (вер. 1.6) сетевой ключ 175  
Право на использование программы "Расчет проникающего шума" (вер.1.5)  
Право на использование программы "РВУ - Эколог" (вер.4.0)  
Право на использование программы "РНВ - Эколог" (вер.4.0)  
Право на использование программы "Эколог-Шум" (вер. 2.31) сетевой ключ 175  
Право на использование программы "Эколог-Шум" (вер. 2.31) сетевой ключ 77  
Право на использование программы "Эколог-Шум" вариант "Стандарт" (вер. 2.1) с Каталогом шумовых характеристик  
Право на использование программы 2-ТП (Воздух) (вер. 4) с базовым модулем "Экомастер" сетевой ключ 175  
Право на использование программы 2-ТП (Отходы) (вер. 4.2) с базовым модулем "Экомастер" сетевой ключ 175  
Право на использование программы 2-ТП (Отходы) (вер. 5.0) сетевой ключ 175  
Право на использование программы АТП "Эколог" 3.10 под сетевой ключ 175 (на 40 рабочих мест)  
Право на использование программы РНВ-Эколог (4.2) сетевой ключ 175  
Право на использование программы УПРАЗА "Эколог" 4.0 + ГИС - Стандарт  
Право на использование программы УПРЗА "Эколог" 4.50 (Газ+Застройка и высота) под локальный ключ 16541  
Право на использование программы УПРЗА "Эколог" вариант "Газ" с учетом влияния застройки  
Программа для ЭВМ "ArcGIS Desktop"  
Программа для ЭВМ "MapInfo Pro 2019"  
Программа для ЭВМ "Серия - Эколог"  
Программа для ЭВМ Statistica Ultimate Academic 13 for Windows Ru (500 пользователей)  
Система T-FLEX DOCs Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей

Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Анализ вынужденных колебаний 15, сетевая версия на 20 пользователей  
Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Анализ усталостной прочности 15, сетевая версия на 20 пользователей  
Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Анализ устойчивости 15, сетевая версия на 20 пользователей  
Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Базовый + Статистический анализ 15, сетевая версия на 20 пользователей  
Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Частотный анализ 15, сетевая версия на 20 пользователей  
Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Тепловой анализ 15, сетевая версия на 20 пользователей  
Система T-FLEX Динамика Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей  
Система T-FLEX CAD 3D Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей  
Система T-FLEX Технология Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей  
Система T-FLEX ЧПУ 2D Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

#### **1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: персональный компьютер - 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор - 4 шт., сетевой накопитель - 1 шт., источник бесперебойного питания - 2 шт., телевизор плазменный Panasonic - 1 шт., точка Wi-Fi - 1 шт., паяльная станция - 2 шт., дрель - 5 шт., перфоратор - 3 шт., набор инструмента - 4 шт., тестер компьютерной сети - 3 шт., баллон со сжатым газом - 1 шт., паста теплопроводная - 1 шт., пылесос - 1 шт., радиостанция - 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках - 1 шт., подставка на колесиках - 1 шт., шкаф - 5 шт., кресло - 2 шт., лестница Alve - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2010 Professional Plus.

Антивирусное программное обеспечение: KasperskyEndpointSecurity, 7-zip (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), JavaRuntimeEnvironment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNUImageManipulationProgram (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-LiteCodecPack (свободно распространяемое ПО), FARManager (свободно распространяемое ПО).

#### **2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: стол - 5 шт., стул - 2 шт., кресло - 2 шт., шкаф - 2 шт., персональный компьютер - 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор - 2 шт., МФУ - 1 шт., тестер компьютерной сети - 1 шт., баллон со сжатым газом - 1 шт., шуруповерт - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus.

Антивирусное программное обеспечение: KasperskyEndpointSecurity, 7-zip (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), JavaRuntimeEnvironment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNUImageManipulationProgram (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-LiteCodecPack (свободно распространяемое ПО), FARManager (свободно распространяемое ПО).

#### **3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: стол - 2 шт., стул - 4 шт., кресло - 1 шт., шкаф - 2 шт., персональный компьютер - 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 - 1 шт., колонки

Logitech - 1 шт., тестер компьютерной сети - 1 шт., дрель - 1 шт., телефон - 1 шт., набор ручных инструментов - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus.

Антивирусное программное обеспечение: KasperskyEndpointSecurity, 7-zip (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), JavaRuntimeEnvironment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNUImageManipulationProgram (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-LiteCodecPack (свободно распространяемое ПО), FARManager (свободно распространяемое ПО).

#### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. MicrosoftWindows 7.
2. Microsoft Windows 7 Professional.
3. Microsoft Windows Pro 7 RUS
4. Microsoft Windows 8 Professional
5. Microsoft Office 2007 Professional Plus
6. Microsoft Office Std 2007 RUS
7. Microsoft Office 2010 Professional Plus