



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
**Кафедра полезных ископаемых**



УТВЕРЖДАЮ

Декан геологического факультета

С.П. Прими́на

«16» марта 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**

ЭЛК.ДВ.03.02 Лабораторные методы изучения твердых полезных ископаемых

Специальность 21.05.02 Прикладная геология

Специализация «Геологическая съёмка, поиски и разведка твёрдых полезных ископаемых»

Квалификация выпускника - горный инженер-геолог

Форма обучения заочная

Согласовано с УМК геологического факультета      Рекомендовано кафедрой:

Протокол №7 от «25» марта 2021 г.

Председатель  
Летунов С.П.

Протокол № 6  
От «16» марта 2021 г.

Зав. кафедрой  
  
Сасим С.А.

Иркутск 2021 г.

## **1. Цели и задачи дисциплины:**

**Цель** научить студентов выбирать и использовать современные лабораторные методы изучения минерального вещества при решении различных профессиональных задач.

### **Задачи** дисциплины:

- обучение обоснованному выбору рационального комплекса аналитических исследований при решении профессиональных задач;
- формирование умения комплексировать различные методы изучения геологических объектов согласно поставленной аналитической задаче.

### Получение представления:

- о современных лабораторных методах изучения характеристик полезных ископаемых;
- методах исследования вещественного состава месторождений;
- технологической оценке полезных ископаемых;
- о современных приборах и оборудовании, применяемых при изучении вещественного состава минерального сырья;
- о современных методах комплексного планирования аналитических исследований для различных целей.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП:**

Курс «Лабораторные методы изучения минералов, пород и руд» входит в состав вариативной части дисциплин профессионального цикла подготовки специалистов по направлению «Прикладная геология» и специализации «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» и изучается студентами данной специальности на 2 курсе.

Для освоения дисциплины обучающийся должен обладать в достаточном объеме знаниями по физике, химии, кристаллографии, минералогии, математической статистике.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины:**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенции:

### ПК-3.

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:** методы анализа и исследования минерального сырья, метрологические характеристики методов, области их применения для конкретных геологических объектов;

основные принципы современных лабораторных методов исследования характеристик полезных ископаемых различных видов.

**Уметь:** выбирать рациональный комплекс исследований, применительно к профессиональным задачам; подбирать необходимые методы исследования для конкретных геологических объектов: рудного, нерудного сырья, горючих полезных ископаемых, вмещающих пород с учетом возможностей методов; уметь комплексировать различные методы изучения геологических объектов, согласно поставленной аналитической задаче; использовать экспериментальные данные при решении поставленной задачи.

**Владеть:** навыками контроля результатов аналитических определений, обработки больших массивов аналитических данных с практическими целями, а также и с теоретическими задачами поиска новых закономерностей в распределении отдельных элементов, их парагенезисов, горных пород.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Курс 2
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>10</b>	
В том числе:		
Лекции		4
Практические занятия		6
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>		<b>57</b>
Подготовка презентации		15
<i>Другие виды самостоятельной работы:</i>		
Работа с литературой		10
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)		<b>зачет</b>
Общая трудоемкость	час	72
	зач. ед.	2

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
-------	---------------------------------	--------------------

1	<p>Задачи курса, его соотношение с прочими геологическими дисциплинами и обзор методов исследования.</p>	<p>Задачи минералогических исследований: получение качественных и количественных характеристик, диагностика, выявление типоморфных особенностей, оценка комплексности сырья, пространственной и временной изменчивости минералов, выявление признаков, определяющих или влияющих на технологические свойства, экологическую безопасность или направленное изменение свойств минералов.</p> <p>Решаемые при лабораторных испытаниях вопросы: диагностика фаз, химический состав фаз, структурно-текстурные характеристики минеральных агрегатов, определение тонких конституционных, физико-химических, морфологических точечных, объемных и поверхностных особенностей отдельных и (или) сосуществующих минеральных индивидов, а также минеральных ассоциаций. Направления и задачи исследований, обзор методов исследования. Методология работ, минералогическое опробование. Методы изучения:</p> <p>Химического состава минералов методами аналитической химии (гравиметрические, титриметрические, электрохимические и др.);</p> <p>Элементного состава минералов физическими и физико-химическими методами (оптическая эмиссионная, рентгеноспектральная флуоресцентная, атомно-абсорбционная и ИСП-спектрометрия, нейтронно-активационный анализ, масс-спектрометрия и др.);</p> <p>Структуры минералов и их дефектов (рентгенография, спектроскопия и др.);</p> <p>Физико-химических свойств минералов (микротвердость, плотность и др.);</p> <p>Морфологии минеральных индивидов и агрегатов (электронная микроскопия, морфометрия агрегатов и др.);</p> <p>Спектроскопия и ее значение. Шкала длин волн (или частот) электромагнитного излучения и классификация методов. Способы возбуждения и регистрации излучения. Области применения: аналитическая спектроскопия, изучение свойств, структуры веществ и исследование электронной структуры, состояния атомов.</p> <p>Элементный анализ. Классификация методов. Разрушающие и неразрушающие методы. Валовые и локальные, количественные, полуколичественные и качественные анализы. Метрологические параметры: точность (предел или порог обнаружения - чувствительность и относительная воспроизводимость) и правильность - близость к нулю систематических погрешностей; диапазон определяемых химических элементов,</p>
---	--	--

		<p>производительность (экспрессность) методов; равноправильность результатов по отношению к другим лабораториям; степень локальности (обеспечение изучения форм вхождения элемента в минералы, межзернового пространства, газовой-жидких и расплавных включений); предельные отношения (специфичность) и разбавление. Погрешности (систематические, аналитические, пробоотбора и пробоподготовки) и их оценки (воспроизводимости, систематических и аналитических погрешностей), оценка центра распределения.</p> <p>Методы и аппаратура определения количественного содержания минералов в шлифах, шлихах, протолочках, продуктах обогащения и передела (ручные, полу- и автоматические).</p> <p>Подготовка материала к лабораторным испытаниям. Сепарация минералов. Шлиховой анализ. Полевые, лабораторные и специальные исследования. Совершенствование и комплексирование методов исследования.</p>
2	Подготовка проб для исследования и сепарация минералов. Шлиховой анализ.	<p>Колка и распиловка штурфов и керна. Полевые и лабораторные приборы. Дробление и истирание проб. Отмывка и отмучивание проб. Гранулометрический анализ. Магнитная и электромагнитная сепарация. Разделение минералов по плотности. Методы контроля чистоты минеральных фракций.</p> <p>Назначение шлихового анализа. Методы диагностики минералов, количественный минералогический анализ сыпучих образцов, построение шлиховых карт.</p>
3	Основы классической и инструментальной аналитической химии (оптический эмиссионная, атомно-абсорбционная, рентгеноспектральная флуоресцентная спектрометрия) и масс-спектрологии (включая спектрометрию с индуктивно-связанной плазмой).	<p>Обзор методов химического анализа: элементный анализ, изотопный анализ, анализ химических соединений и минеральных фаз. Понятие качественного, полуколичественного и количественного анализа.</p> <p>Классическая аналитическая химия, ее основные методы.</p> <p>Сущность методов, аппаратное обеспечение, метрология, пробоподготовка, ограничения.</p> <p>Пробирный анализ, его пирометаллургическая химическая природа. Аналитические навески, определяемые содержания. Опробование на пробирном камне, пробирные иглы и реактивы.</p> <p>Методы инструментальной аналитической химии: оптическая эмиссионная спектрометрия, атомно-абсорбционная спектрометрия, рентгеноспектральная флуоресцентная спектрометрия, спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой. Чувствительность методов, требования к подготовке образцов. Принцип получения эмиссионного (атомного) спектра. Устройство спектрометра. Подготовка проб для анализа. Эталоны. Полуколичественный и количественный анализ.</p>

		<p>Физическая сущность методов масс-спектропии. Способы ионизации вещества и разделения ионов. Газовая и твердофазовая масс-спектропия. Масс-спектрометры (спектрометры и спектрографы). Виды и геометрия масс-спектрограмм. Чувствительность анализа, аналитические навески. Использование масс-спектропии для целей изотопного, элементного и молекулярного структурного масс-спектрального анализов.</p> <p>Изотопно-геохронологические методы (U-Th-Pb, Rb-Sr, K-Ar, Sm-Nd) и изотопно-геохимические (S, C, O, Pb, H) исследования.</p>
4	<p>Комплексный термический анализ (включая дифференциальную сканирующую калориметрию и термогравитационный анализ).</p>	<p>Эндо- и экзотермические реакции, их природа в нагреваемых минералах. Термопары, их виды и особенности применения. Регистрация дифференциальных термических кривых (дифференциальная сканирующая калориметрия - ДСК, ДТА), потерь массы вещества при нагреве (кривые ТГ, ДТГ) Области применения и значение термического анализа. Установки для термического анализа, принципиальные схемы. Запись кривых ДТА и ТГ, расшифровка термограмм минералов. Факторы, влияющие на результаты термического анализа.</p> <p>Комплексирование методов (комплексный термический анализ): термодилатометрия, термомагнитометрия, термоволюметрия, дифференциальная сканирующая калориметрия, эманационный термический анализ, анализ газообразных продуктов.</p>
5	<p>Методы рентгеновской дифракции (рентгенография).</p>	<p>Сущность метода. Закон Брэгга-Вульфа. Рентгеновские трубки для рентгеноструктурного анализа. Способы регистрации рентгеновских отражений. Метод порошка (Дебая-Шеррера), дифрактометрический, монокристалльные методы (метод Лауэ). Рентгеновская топография. Аппаратурное обеспечение. Получение, измерение (индицирование) и расчет рентгено- и дифрактограмм. Фазовый анализ, расчет параметров элементарных ячеек и упорядоченности кристаллических структур, изучение изоморфизма и дефектности кристаллических структур. Диагностика минеральных видов. Рентгеновский определитель минералов и Американская рентгенометрическая картотека. Автоматизация процесса обработки рентгено- и дифрактограмм.</p>
6	<p>Микрорентгеноспектральный и другие методы электронно-рентгеновского элементного анализа, сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия.</p>	<p>Просвечивающая (трансмиссионная) и растровая (сканирующая) электронная микроскопия. Электронный зонд - источник возбуждения в твердом теле.</p> <p>Проходящие, отраженные, поглощенные, вторичные электроны, Оже-электроны, рентгеновское излучение, катодолуминесценция, как сигналы от вещества.</p>

		<p>Области применения.</p> <p>Физическая сущность просвечивающей электронной микроскопии. Упругое рассеяние электронов проходящих через объект-мишень. Зависимость рассеяния от атомного номера и неоднородности вещества. Дифракционные картины. Блок-схема микроскопа. Толщина образцов. Приготовление препаратов методами суспензий, тонких металлических пленок, ультратонких срезов, ионного утонения; реплики.</p> <p>Физическая сущность растровой электронной микроскопии. Возникновение вторичных электронов и зависимость изменения их эмиссии от свойств и рельефа поверхности образца. Принципиальная схема микроскопа. Преимущества перед оптическими и просвечивающими микроскопами. Препараты. Ускоряющие напряжения, увеличения, разрешающая способность электронных микроскопов. Применение просвечивающей и растровой электронной микроскопии при изучении минерального вещества. Совмещение принципов просвечивающей и растровой электронной микроскопии. Сканирующая просвечивающая микроскопия. Достоинства приборов. Микродифракция. Объемные изображения. Локальность.</p> <p>Аналитическая спектроскопия с использованием комбинированных приборов "просвечивающий электронный микроскоп - растровый электронный микроскоп"</p> <p>Способы химического анализа по характеристическому рентгеновскому излучению (рентгеновский спектрометр) и по проходящим электронам (энергетический анализатор), квантометры. Блок-схема электронного микроанализатора. Эталоны. Выбор оптимальных условий анализа. Локальность, чувствительность. Закон Г.Мозли. Рентгеновские спектры поглощения (абсорбционная спектроскопия) и испускания (эмиссионная спектроскопия). Способы получения рентгеновских спектров. Рентгеновские трубки для рентгеноспектрального анализа. Сдвиги рентгеновских линий.</p>
7	<p>Оптическая спектроскопия.</p> <p>Люминесценция.</p>	<p>Видимый, ИК и УФ диапазоны оптической области. Методы спектроскопии твердого тела и их особенности. Электронные и колебательные спектры поглощения. Получение и измерение спектров излучения, поглощения (пропускания), рассеяния, спектров диффузионного и зеркального отражения. Серийная аппаратура, способы и техника получения спектров. Возможности оптической спектроскопии при исследовании конституции минералов. Природа и типы окрасок минералов.</p>

		<p>Оптически активные центры в ближнем УФ, видимом и ближнем ИК диапазоне (180-2500 нм). Принципы количественной оценки цвета и расчет колориметрических параметров. Типоморфное и диагностическое значение надежно идентифицированных центров окраски, их комбинаций и колориметрических параметров.</p> <p>Люминесценция минералов: природа и виды. Резонансная, рекомбинационная и спонтанная люминесценция. Люминогены. Неспособные люминесцировать минералы. Аппаратура для выявления визуального наблюдения и для получения спектров люминесценции. Спектры возбуждения и излучения. Препараты. Эталоны и стандартные люминофоры. Термостимулированная люминесценция естественная и индуцированная. Интерпретация спектров. Техника исследования. Практическое использование полученных данных: диагностика минералов, люминесцентный минералогический и сортовой (обогащение) анализы, типоморфный анализ.</p>
8	<p>Колебательная спектроскопия (инфракрасная и комбинационного рассеяния).</p>	<p>Колебательные спектры поглощения. Получение и измерение спектров излучения, поглощения (пропускания), нарушенного полного внутреннего и зеркального отражения. Серийная аппаратура, способы и техника получения спектров. Возможности колебательной спектроскопии при диагностике минеральных фаз и исследовании конституции минералов.</p> <p>Инфракрасная спектроскопия (ИКС) твердого тела и ее разновидности. Характеристики ИК-спектров. Монохроматорные ИК-спектрофотометры и Фурье-спектрофотометры, аппаратура скоростного сканирования. Препараты. Применение методов ИКС для определения класса соединений, диагностики минералов, фазового анализа полиминеральных смесей, для выявления кристаллохимических особенностей минералов и фазовых переходов, для оценки поверхностного состояния, формы и размеров минеральных частиц. Использование установленных особенностей строения минералов в качестве типоморфных признаков и для характеристики технологических свойств минералов.</p> <p>Спектроскопия комбинационного рассеяния света (рамановская). Лазерный рамановский микроанализ и минералогическое картирование в микрон-субмикронной области.</p>
9	<p>Микротвердость минералов.</p>	<p>Теоретические предпосылки количественных определений твердости тел. Сопоставление методов. Твердость "микровдавливания". Приборы, поверки, выбор нагрузки и точки наблюдения, проведение эксперимента, расчеты. Области использования экспериментальных данных.</p>



10	Принципы комплексного применения методов.	Совместное использование различных методов анализа в геологической практике. Выбор и совместимость методов. Выбор последовательности этапов исследования. Взаимное согласование результатов.
11	Устройство микроскопа для работы в отраженном поляризованном свете	Практическое знакомство с устройством рудного микроскопа и его основных элементов. Сравнительная характеристика петрографического и рудного микроскопа. Рассмотрение оптической схемы опак-иллюминатора и особенностей его функционирования в различных режимах работы. Объекты исследований, их отбор и изготовление. Правила работы при минераграфических исследованиях.
12	Физические свойства рудных минералов	Особенности оптики отраженного света. Основные оптические свойства рудных минералов: отражательная способность, анизотропия, явление двуотражения, цвет, поведение минералов в сходящемся свете, вращательные свойства минералов. Особенности определения физических свойств при изучении рудных минералов под микроскопом. Основные физические свойства рудных минералов: твердость, микротвердость, ковкость, спайность.
13	Определение рудных минералов	Основные морфолого-анатомические свойства рудных минералов, наблюдаемые под микроскопом и методы их выявления: форма индивидов и агрегатов, зональность и секториальность минеральных индивидов, двойниковое строение. Практическое определение важнейших рудных минералов под микроскопом.
14	Структурно-текстурный анализ руд	Пространственно-временные взаимоотношения минералов, наблюдаемые под микроскопом. Морфологические элементы минеральных агрегатов и их использование для решения вопросов последовательности образования минералов, выявления способа их образования и преобразования. Структуры, отражающие кристаллизацию минералов из расплавов и растворов, их перекристаллизацию и метасоматическое замещение, структуры распада твердых растворов, морфологические особенности проявления хрупкой и пластической деформации минеральных агрегатов. Использование структурно-текстурных особенностей минералов для решения технологических задач.
15	Документация минераграфических исследований	Порядок описания аншлифа. Привязка места отбора аншлифа. Группа, тип, разновидность руды - критерии их выделения. Методика зарисовок и микрофотографирования. Сводка описаний отдельных прозрачных и полированных шлифов и увязка этих описаний с полевыми данными. Подготовка отчетов.
16	Углепетрография	Макроскопический метод. Макроскопические свойства углей. Признаки диагностики ингредиентов угля. Микроскопический метод. Специфика изучения углей

		под микроскопом. Номенклатура микрокомпонентов углей и их диагностика под микроскопом. Определение степени углефикации по цвету микрокомпонентов и микротекстуре. Определение петрографических типов углей по соотношению микрокомпонентов и структуре.
--	--	---

### 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Изотопные методы в геологии			+													
2	Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Прикладная геохимия			+	+												
4	Основы учения о полезных ископаемых	+	+	+	+	+	+				+					+	+
5	Экономика и организация геологоразведочных работ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
6	Прогнозирование и поиски месторождений полезных ископаемых	+	+	+	+	+	+			+	+			+	+	+	+
7	Промышленные типы месторождений полезных ископаемых	+	+	+	+	+	+					+		+	+	+	+

### 5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. Зан.	Лаб. Зан.	Семина	СРС	Всего час.
1	Задачи курса, его соотношение с прочими геологическими дисциплинами и обзор методов исследования.						
2	Подготовка проб для исследования и сепарация минералов. Шлиховой анализ.						

3	Основы классической и инструментальной аналитической химии (оптический эмиссионная, атомно-абсорбционная, рентгеноспектральная флуоресцентная спектрометрия) и масс-спектропии (включая спектрометрию с индуктивно-связанной плазмой).						
4	Комплексный термический анализ (включая дифференциальную сканирующую калориметрию и термогравитационный анализ).						
5	Методы рентгеновской дифракции (рентгенография).						
6	Микрорентгеноспектральный и другие методы электронно-рентгеновского элементного анализа, сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия.						
7	Оптическая спектропия. Люминесценция.						
8	Колебательная спектропия (инфракрасная и комбинационного рассеяния).						
9	Микротвердость минералов.						
10	Принципы комплексного применения методов.						
11	Устройство микроскопа для работы в отраженном поляризованном свете						
12	Физические свойства рудных минералов						
13	Определение рудных минералов						
14	Структурно-текстурный анализ руд						
15	Документация минераграфических исследований						
16	Углететрография						

## 6. Лабораторный практикум:

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)
1	1	Задачи курса и методы исследования.	
2	2	Подготовка проб для исследования.	
3	2	Сепарация минералов и выделение мономинеральных фракций.	
4	2	Шлиховой анализ.	
5	5	Оптическая эмиссионная спектрометрия. Атомно-абсорбционная спектрометрия.	
6	3	Рентгеноспектральная флуоресцентная спектрометрия.	
7	3	Высокоточные методы элементного анализа.	

8	4	Подготовка проб и проведение термического анализа	
9	5	Проведение анализа, расшифровка рентгенограмм	
10	6	Аппаратура электронной микроскопии.	
11	6	Аппаратура рентгеноспектрального микроанализа.	
12	7	Оптическая спектроскопия. Люминесцентный анализ.	
13	8	Колебательная (ИК и рамановская) спектроскопия.	
14	9	Аппаратура определения микротвердости, проведение экспериментов, расчеты.	
15	10	Методология комплексного применения методов.	
16	11	Устройство микроскопа для работы в отраженном поляризованном свете.	
17	12	Оптические свойства рудных минералов.	
18	12	Физические свойства рудных минералов, используемые для их диагностики в аншлифах.	
19	12	Морфолого-анатомические свойства рудных минералов, наблюдаемые в отраженном свете.	
20	13	Диагностика рудных минералов в отраженном свете.	
21	14	Структурно-текстурный анализ руд.	
22	15	Документация контрольных аншлифов.	
23	16	Петрология углей (углепетрография).	

**7. Практические занятия (семинары):** не предусмотрены.

**8. Примерная тематика курсовых проектов (работ):** не предусмотрены.

**9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

а) основная литература

Современные методы исследования минералов, горных пород и руд. / Учебное пособие. СПб.: Изд-во СПГГИ, 1997.

б) дополнительная литература

*Аммосов И.И.* Петрология органических веществ в геологии горючих ископаемых. М.: Наука, 1987.

*Афанасьева Е.Л.* Технологическая минераграфия / Е.Л. Афанасьева, М.П. Исаенко. М.: Наука, 1988.

*Бергер Г.С., Ефимова Е.А.* Методы выделения минеральных фракций. М.: Госгеолтехиздат, 1963.

*Булах А.Г.* Графика кристаллов. М.: Недра, 1971.

*Волынский И.С.* Определение рудных минералов под микроскопом. 2-е изд. М.: Недра, 1966.

*Гаранин В.К., Кудрявцева Г.П.* Применение электронно-зондовых приборов для изучения минерального вещества. М.: Недра, 1983.

*Генкин А.А.* Минеральные ассоциации, структуры и текстуры руд / А.А. Генкин, М.Г. Добровольская, В.А. Коваленкер и др. М.: Наука, 1984.

*Глазов А.И.* Методы морфометрии кристаллов. Л.: Недра, 1981.

- Евзикова Н.З.* Поисковая кристалломорфология. М.: Недра, 1984.
- Еремин И.В.* Петрография и физические свойства угля / И.В. Еремин, В.В. Лебедев, Д.А. Цикарев. М.: Недра, 1980.
- Исаенко М.П. и др.* Определитель главнейших минералов руд в отраженном свете. М., Недра, 1986.
- Исаенко М.П.* Определитель текстур и структур руд. 3-е изд. Учебное пособие. М.: Недра, 1986.
- Камерон Ю.* Рудная микроскопия. М.: Мир, 1966.
- Кельнер Р., Мерме Ж.-М., Отто М. и др.* Аналитическая химия: Проблемы и подходы: Пер. с англ. М.,: Мир, 2004. 728 с.
- Кирюков В.В.* Методы исследования вещественного состава твердых полезных ископаемых. Л.: Недра, 1970.
- Краснова Н.И.* Генезис минеральных индивидов и агрегатов / Н.И. Краснова, Т.Г. Петров. СПб.: изд-во СПбГУ, 1997.
- Крейг Дж.* Рудная микроскопия и рудная петрография / Дж. Крейг, Д. Воган. М.: Мир, 1983.
- Лукич Л.И., Чернышев В.Ф., Кушнарев И.Л.* Микроструктурный анализ. М.: 1965.
- Марфунин А.С.* Спектроскопия, люминесценция и радиационные центры в минералах. М.: Недра, 1984.
- Методы минералогических исследований. Справочник. М.: Недра, 1985.
- Мирзаев С.П.* Микрофотография для геологов. М.: Недра, 1978.
- Михеев В.И.* Рентгенометрический определитель минералов. М., Гостехиздат, 1963.
- Осовецкий Б.М.* Падение минералов в тяжелых жидкостях (новые методы исследования). Иркутск: изд-во Иркут. ун-та, 1992.
- Платонов А.Н.* Природа окраски минералов. Киев: Наукова думка, 1976.
- Платонов А.Н., Таран М.Н., Балицкий В.С.* Природа окраски самоцветов. М.: Недра, 1984.
- Рамдор П.* Рудные минералы и их сростания. М.: Иностранная литература, 1962.
- Руководство по рентгеновскому исследованию минералов. Под редакцией В.А. Франк-Каменецкого. Л.: Недра, 1975.
- Саранчина Г.М., Кожевников В.Н.* Федоровский метод. Л.: 1985.
- Соболев Р.Н.* Методы оптического исследования минералов. М.: Недра, 1990
- Специальные методы исследования минералов и горных пород. (Методические указания к практическим работам: Учебные таблицы для определения минералов иммерсионным методом. Л.: Изд. ЛГИ, 1984.
- Специальные методы исследования минералов. (Методические указания к лабораторной работе: Исследование двойника плагиоклаза на федоровском столике. Л.: изд-во ЛГИ, 1990.
- Справочник определитель рудных минералов в отраженном свете. М., Недра, 1988.
- Столяров К.П.* Руководство по микрохимическим методам анализа / Учебное пособие. Л.: изд-во Ленингр. ун-та, 1981.
- Термический анализ минералов и горных пород. / В.П.Иванова, Б.К.Касатов, Т.Н.Красавина, Е.Л.Розинова. Л.: Недра, 1974.
- Физические и физико-химические методы анализа при геохимических исследованиях. Л.: Недра, 1986. /М-во геологии СССР. Всесоюз. Науч.-исслед.геол.ин-т. Труды, Новая серия, т.338.
- Чвилева Т.Н.* Справочник-определитель рудных минералов в отраженном свете / Т.Н. Чвилева, М.С. Безсмертная, Э.М. Спиридонова и др. М.: Недра, 1988.

*Чвилева Т.Н.* Цвет рудных минералов / Т.Н. Чвилева, В.К. Клейнбок, М.С. Безсмертная. М.: Недра, 1988.

*Шаманина Н.Л.* Лабораторные методы исследования полезных ископаемых. Основы парагенетического анализа руд. Методические указания к самостоятельной учебно-исследовательской работе студентов IV курса специальности 0801. Л.: ЛГИ, 1990.

*Шафрановский И.И.* Кристаллы минералов, кривогранные, скелетные и зернистые формы. М.: Научно-техническое изд. литературы по геологии и охране недр. 1981.

*Шафрановский И.И.* Лекции по кристалломорфологии. М.: Высшая школа, 1968.

*Штах Э.* Петрология углей / Э Штах, М.Т. Маковски, М. Тейхмюллер и др. М.: Мир, 1978.

*Шумская Н.И.* Генетическая минераграфия. Методическое руководство / Н.И. Шумская, В.Д. Ляхницкая, Н.В. Рахманова. СПб.: изд-во ВСЕГЕИ, 1999.

*Шумская Н.И.* Минераграфические исследования руд с применением микроскопов-спектрометров. Методическое руководство / Н.И. Шумская, В.Д. Ляхницкая. СПб.: изд-во ВСЕГЕИ, 1993.

*Юшко С.А.* Методы лабораторного исследования руд. Учебное пособие для вузов. 5-е изд. М.: Недра, 1984.

в) программное обеспечение: программы Atoms, Powder Cell 1.0, StereoNet 2.20, PCXray, Share или эквиваленты.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: ресурсы Интернет.

#### **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Специализированные учебные и учебно-исследовательские лаборатории.

Учебные лаборатории, оснащенные значительным количеством однотипных приборов и оборудованием для большого числа студентов: аналитической химии; микроскопии в проходящем поляризованном свете с коллекциями шлифов, наборами иммерсионных жидкостей и рефрактометрами. Наборы стереографических проекций и сеток Пронина. Поляризационные микроскопы и столики Федорова к ним; бинокулярные малых увеличений.

Аппаратура учебно-исследовательских лабораторий (центров) с единичными или ограниченным числом однотипных приборов: камнерезное оборудование и установки раскалывания образцов; малые обогатительные лаборатории механические; наборы сит для классификации; тяжелые жидкости; микротвердометры или соответствующие насадки к микроскопам; двукружные гониометры, зеркальный фотогониометр и фотограммы для расчетов; дифференциального термического и термо-гравиметрического анализов, приборы для оптического эмиссионного, рентгеноспектрального флуоресцентного, атомно-абсорбционного, ИСП-спектрометрического, рентгенофазового, рентгеноструктурного анализов; просвечивающие и(или) сканирующие электронные микроскопы с системами микроанализа; приборы оптической (180-2500 нм), инфракрасной и КРС-спектроскопии, а также для люминесцентных, термостимулированно-люминесцентных исследований, наборы демонстрационных образцов люминесцирующих минералов. Помещение при проведении лабораторных работ оснащается проекторами и экранами для демонстрации графических материалов. Микроскопы ПОЛАМ Р-311 и ПОЛАМ Р-312, таблицы диагностики рудных минералов под микроскопом, коллекция минералов и структур руд (аншлифы), подборка слайдов по свойствам минералов и структурам руд.

#### **11. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:**

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, или при частичном непосредственном участии преподавателя, определяющего содержание и правильность выполнения самостоятельной работы студентов.

Задачами самостоятельной работы студентов (СРС) являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать справочную и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на практических занятиях, при написании реферата и подготовке презентации, для успешной сдачи зачета по дисциплине.

Самостоятельная работа студента включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по разделам дисциплины;
- выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ;
- опережающую самостоятельную работу;

- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к письменному опросу;
- подготовку к контрольной работе, к зачету.

Выполняя самостоятельную работу под контролем преподавателя, студент должен:

освоить минимум содержания, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный преподавателем в соответствии с требованиями Государственного профессионального образовательного стандарта высшего образования по данной дисциплине;

планировать самостоятельную работу в соответствии с графиком самостоятельной работы, предложенным преподавателем;

самостоятельную работу студент должен осуществлять в организационных формах, предусмотренных учебным планом и рабочей программой преподавателя;


выполнять самостоятельную работу и отчитываться по ее результатам в соответствии с графиком представления результатов, видами и сроками отчетности по самостоятельной работе студентов.

Вид учебных занятий при освоении дисциплины	Рекомендации по организации деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.
Практические занятия	
СРС при изучении теоретического материала дисциплины	Изучение конспекта лекций, их дополнение. Проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в «Кристаллографический словарь». Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
СРС при изучении литературных источников по дисциплине	При работе с литературой, необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги. Учебники по дисциплине рекомендуется преподавателем, читающим лекции по дисциплине. Изучая материал по



	учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего. Особое внимание следует обратить на определение основных понятий изучаемой дисциплины. Следует подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.
СРС по подготовке реферата	Цель написания реферата – привитие студенту навыков краткого и лаконичного представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным отчетам, обзорам и статьям. Для подготовки реферата студенту предоставляется список тем, список обязательной и дополнительной литературы, требования к оформлению. Подготовка реферата направлена на развитие и закрепление у студентов навыков самостоятельного глубокого, творческого и всестороннего анализа научной, методической и другой литературы по актуальным проблемам дисциплины; на выработку навыков и умений грамотно и убедительно излагать материал, четко формулировать теоретические обобщения, выводы и практические рекомендации. Рефераты должны отвечать квалификационным требованиям в отношении научности содержания и оформления. Объем реферата может достигать 7-10 стр.; время, отводимое на его подготовку – от 2 недель до месяца. Подготовка реферата подразумевает самостоятельное изучение студентом нескольких литературных источников (монографий, научных статей и т.д.) по определённой теме, не рассматриваемой подробно на лекции, систематизацию материала и краткое его изложение.

**Разработчики:**

 доцент А. Ф. Летникова

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.02 Прикладная геология специализации «Геологическая съёмка, поиски и разведка месторождений твёрдых полезных ископаемых».

Программа рассмотрена на заседании кафедры полезных ископаемых «\_25\_»\_марта\_2021\_г.

Протокол №\_7\_ Зав. Кафедрой  С. А. Сасим

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы*