



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра полезных ископаемых, геохимии, минералогии и петрографии

УТВЕРЖДАЮ

Декан геологического факультета

 С.П. Примина

“27” марта 2025 г.



Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.ДВ.03.02 Лабораторные методы изучения твердых полезных
ископаемых**

Направление подготовки **05.04.01 Геология**

Направленность подготовки **Геология месторождений полезных ископаемых**

Квалификация выпускника - **Магистр**

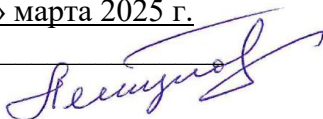
Форма обучения **Очная, заочная**

Согласовано с УМК геологического
факультета

Протокол № 4 от «27» марта 2025 г.

Председатель _____

Летунов С.П.



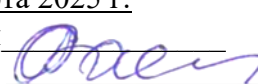
Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 6_

От « 13 » марта 2025 г.

Зав. кафедрой _____

С.А. Сасим



Иркутск, 2025 г.

1. Цели и задачи дисциплины:

Цель преподавания дисциплины – формирование понимания, позволяющего рассматривать минералы и другие природные тела с позиций характеристики их изменчивого химического состава и структурных особенностей; выработка понимания взаимосвязи физико-химических параметров минеральных объектов с реальной геолого-геохимической обстановкой процессов минералообразования; развитие представлений о современных методах изучения вещества и комплексного планирования количественных минералогических исследований для различных целей.

Задачи дисциплины: обучение студентов выбору рационального комплекса минералогических исследований; освоение студентами методик подготовки препаратов, обслуживания методов исследования, проведения экспериментов и принципов интерпретации полученных лабораторных данных.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Курс «Лабораторные методы изучения минералов, пород и руд» входит в состав базовой 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, математике.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенции:

ПК-3.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: теоретические основы методов и распространенные методики изучения вещества; приборно-аппаратурное обеспечение точных минералогических исследований; методику выделения минеральных концентратов и сепарации минералов принципы работы аналитической аппаратуры и возможности современных методов анализа вещественного состава минералов, горных пород и руд; способы определения оптических, физических химических свойств рудных минералов, методику диагностики рудных минералов по совокупности свойств, петрографические свойства природных углей.

Уметь: выбирать рациональный комплекс исследований, применительно к задачам точной диагностики минеральных фаз, их химического состава и структурного состояния,, оценки условий образования, качества или технологических, экологических свойств минералов и ассоциирующих с ними образований и веществ; подготовить исходный материал и провести исследования по выбранным методикам; оценить природу эффектов, зафиксированных в эксперименте; находить справочные данные, позволяющие интерпретировать результаты эксперимента; использовать экспериментальные данные при решении поставленной задачи.

Владеть: навыками работы со специальной, учебной, справочной, монографической и периодической литературой; подготовки проб к эксперименту, проведения гранулометрического анализа, выделения мономинеральных фракций и приготовления препаратов для исследований; работы на малых обогатительных лабораториях, по разделению минералов в тяжелых жидкостях, пониманием принципов работы аналитической аппаратуры и возможности современных методов анализа вещественного состава минералов, горных пород и руд; проведения валового и локального анализа химического состава методами атомно-абсорбционной, оптической эмиссионной, рентгенофлуоресцентной спектromетрии и ИСП-спектromетрии, проведения рентгенофазового и термического анализа; расшифровки спектров оптической и колебательной (инфракрасной и комбинационного рассеяния) спектроскопии, люминесценции; основами теории отраженного света, навыками работы с аппаратурой, используемой при проведении минераграфических исследований, основами минераграфического метода изучения рудных минералов и понимать его возможности, основами структурного и парагенетического анализа руд; основами углепетрографии, навыками работы с аппаратурой, используемой при проведении исследований и пониманием задач, решаемых в ходе углепетрографического анализа..

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Курс 2
Аудиторные занятия (всего)	10	
В том числе:		
Лекции		4
Практические занятия		6

Самостоятельная работа (всего)		60
Подготовка презентации		15
<i>Другие виды самостоятельной работы:</i>		
Работа с литературой		10
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)		зачет
Общая трудоемкость	час	72
	зач. ед.	2

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Задачи курса, его соотношение с прочими геологическими дисциплинами и обзор методов исследования.	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. 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: Химического состава минералов методами аналитической химии (гравиметрические, титриметрические, электрохимические и др.); Элементного состава минералов физическими и физико-химическими методами (оптическая эмиссионная, рентгеноспектральная флуоресцентная, атомно-абсорбционная и ИСП-спектрометрия, нейтронно-активационный анализ, масс-спектрометрия и др.); Структуры минералов и их дефектов (рентгенография, спектроскопия и др.); Физико-химических свойств минералов (микротвердость, плотность и др.); Морфологии минеральных индивидов и агрегатов

		(электронная микроскопия, морфометрия агрегатов и др.); 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. 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, производительность (экспрессность) методов; равноправность 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. Методы и аппаратура определения количественного содержания минералов в шлифах, шлихах, протоочках, продуктах обогащения и передела (ручные, полу- и автоматические). Подготовка материала к лабораторным испытаниям. Сепарация минералов. Шлиховой анализ. Полевые, лабораторные и специальные исследования. Совершенствование и комплексирование методов исследования.
2	Подготовка проб для исследования и сепарация минералов. Шлиховой анализ.	Колка и распиловка штучков 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. Назначение шлихового анализа. Методы диагностики минералов, количественный минералогический анализ сыпучих образцов, построение шлиховых карт.
3	Основы классической и инструментальной аналитической химии (оптический эмиссионная, атомно-абсорбционная, рентгеноспектральная	Обзор методов химического анализа: элементный анализ, изотопный анализ, анализ химических соединений и минеральных фаз. Понятие качественного, полуколичественного и количественного анализа.

	флуоресцентная спектрометрия) и масс-спектропии (включая спектрометрию с индуктивно-связанной плазмой).	Классическая аналитическая химия, ее основные методы. Сущность методов, аппаратное обеспечение, метрология, пробоподготовка, ограничения. Пробирный анализ, его пирометаллургическая химическая природа. Аналитические навески, определяемые содержания. Опробование на пробирном камне, пробирные иглы и реактивы. 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. 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. Изотопно-геохронологические методы (U-Th-Pb, Rb-Sr, K-Ar, Sm-Nd) и изотопно-геохимические (S, C, O, Pb, H) исследования.
4	Комплексный термический анализ (включая дифференциальную сканирующую калориметрию и термогравитационный анализ).	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. Комплексирование методов (комплексный термический анализ): термодилатометрия, термомагнитометрия, термоволюметрия, дифференциальная сканирующая калориметрия, эманационный термический анализ, анализ газообразных продуктов.
5	Методы рентгеновской дифракции (рентгенография).	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.
6	Микрорентгеноспектральный и другие методы электронно-рентгеновского элементного анализа, сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия.	Просвечивающая (трансмиссионная) и растровая (сканирующая) электронная микроскопия. Электронный зонд - источник возбуждения в твердом теле. Проходящие, отраженные, поглощенные, вторичные электроны, Оже-электроны, рентгеновское излучение, катодолуминесценция, как сигналы от вещества. Области применения. 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. 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. Аналитическая спектроскопия с использованием комбинированных приборов "просвечивающий электронный микроскоп - растровый электронный микроскоп" 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.
7	Оптическая спектроскопия. Люминесценция.	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. 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. 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.
8	Колебательная спектроскопия (инфракрасная и комбинационного рассеяния).	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. 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. Спектроскопия комбинационного рассеяния света (рамановская). Лазерный рамановский микроанализ и минералогическое картирование в микрон-субмикронной области.
9	Микротвердость минералов.	Теоретические предпосылки количественных определений твердости тел. Сопоставление методов. Твердость "микродавливания". Приборы, поверки, выбор нагрузки и точки наблюдения, проведение эксперимента, расчеты. Области использования экспериментальных данных.
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 минералогических 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	Прогнозировани е 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.	Семин	СРС	Все- го 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 (углететрография).	

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., Госгеолтехиздат, 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; микротвердомеры 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:

Специфика дисциплины заключается в отказе от лекций. Теоретические аспекты излагаются в лабораториях с действующей аппаратурой, лишь сопровождаясь демонстрацией графических материалов. Учебное время в основном используется для ознакомления с приемами обслуживания приборов и оборудования, подготовки проб и проведения экспериментов, получения и дешифрированием лабораторных результатов.

Для первого раздела дисциплины - Задачи курса и методы исследования - лабораторное оборудование имеет демонстрационное значение. Поэтому занятия могут проводиться для учебной группы в целом. Лабораторные работы планируемые в лабораториях, насыщенных учебным оборудованием (основы аналитической химии, иммерсионный метод, федоровский метод и микроструктурный анализ), организуются для подгрупп численностью 4-5 студентов. В целях систематизации информации студентам предоставляются справочные таблицы и (или) выдается форма головки таблицы (конспектов) для самостоятельного заполнения необходимыми данными. Навыки определений накапливаются в ходе изучения рабочих коллекций.

Освоение методов, обеспеченных ограниченным количеством или единичными приборами, осуществляется бригадами численностью не более 5 человек. В ходе обучения проводится ротационный обмен бригадами. Обработка аналитических данных, как правило, ведется на материалах соответствующих демонстрационных наборов.

Самостоятельная работа студентов включает работу со справочными источниками и расчетно-графическими заданиями, в т.ч. с программами на компьютерах.

Контроль за освоением отдельных разделов дисциплины осуществляется путем проверки письменных отчетов и результатов исполнения расчетно-графических заданий, а далее при проведении плановых зачетов.

Разработчики:

 доцент А. Ф. Летникова

Программа составлена в соответствии с требованиями
подготовки 05.04.01 «Геология».

ФГОС ВО по направлению

Программа рассмотрена на заседании кафедры полезных ископаемых, геохимии,
минералогии и петрографии

«13» марта 2025 г.

Протокол № 6 Зав. Кафедрой  Сасим С.А.

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