



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



Декан геологического факультета  
*С.П. Пирмина*

“23” марта 2023 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 месторождений  
твёрдых полезных ископаемых**  
Квалификация выпускника - **Горный инженер-геолог**  
Форма обучения **заочная**

Согласовано с УМК геологического  
факультета  
Протокол № 3 от « 23 » марта 2023 г.  
Председатель  
Летунов С.П. *Летунов*

Рекомендовано кафедрой:  
Протокол № 6  
От « 17 » марта 2023 г.  
Зав. кафедрой *Сасим*  
С.А. Сасим

Иркутск 2023 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 спектрометрии и ИСП-спектрометрии, 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
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	10	
В том числе:		
Лекции		4
Практические занятия		6

<b>Самостоятельная работа (всего)</b>		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.	<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.</p> <p>Методология работ, минералогическое опробование.</p> <p>Методы изучения:</p> <p>Химического состава минералов методами аналитической химии (гравиметрические, титрометрические, 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</p>

		<p>(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, 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.</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 штуфов и керн. 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	<p>Обзор методов химического анализа: элементный анализ, изотопный анализ, анализ химических соединений и минеральных фаз. Понятие качественного, полуколичественного и количественного анализа.</p>

	<p>флуоресцентная спектроскопия) и масс-спектрометрии (включая спектроскопию с индуктивно-связанной плазмой).</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 спектроскопия, атомно-абсорбционная спектроскопия, рентгеноспектральная флуоресцентная спектроскопия, спектроскопия с индуктивно-связанной плазмой. Чувствительность методов, требования к подготовке образцов. Принцип получения эмиссионного (атомного) спектра.</p> <p>Устройство спектрометра. Подготовка проб для анализа. Эталоны. Полуколичественный и количественный анализ.</p> <p>Физическая сущность методов масс-спектрометрии. Способы ионизации вещества и разделения ионов.</p> <p>Газовая и твердофазовая масс-спектрометрия. Масс-спектрометры (спектрометры и спектрографы). Виды и геометрия масс-спектрограмм. Чувствительность анализа, аналитические навески. Использование масс-спектрометрии 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.</p> <p>Рентгеновские трубки для рентгеноструктурного анализа. Способы регистрации рентгеновских отражений. Метод порошка (Дебая-Шеррера), дифрактометрический, монокристалльные методы</p>

		<p>(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. 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</p>

		<p>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. 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</p>

		<p>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	Микротвердость минералов.	<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.	<p>Совместное использование различных методов анализа в геологической практике. Выбор и совместимость методов. Выбор последовательности этапов исследования. Взаимное согласование результатов.</p>
11	Устройство микроскопа для работы в отраженном поляризованном свете	<p>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.</p>
12	Физические свойства рудных минералов	<p>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.</p>
13	Определение рудных минералов	<p>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.</p>
14	Структурно-текстурный анализ руд	<p>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.</p>

		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	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+



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; 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:**

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.

