

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт геохимии им. А.П. Виноградова
Сибирского отделения Российской академии наук**

УТВЕРЖДЕНА

на заседании Ученого совета ИГХ СО РАН

Протокол № 5 от 26.04.2024 г.

Директор ИГХ СО РАН д.г.-м.н. А.Б. Перепелов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.07 Оптическая микроскопия пород и руд

Направление подготовки: 05.04.01 Геология
направленность "Геохимия, минералогия и геоэкология"

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Иркутск 2024 г.

Содержание

1. Цели и задачи дисциплины	3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины	4
3.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций	4
4. Содержание и структура дисциплины	6
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	6
4.2 План и перечень тем самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	7
4.3 Содержание учебного материала	8
4.3.1. Содержание материала дисциплины	8
4.3.2. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	11
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	14
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	22
5.1. Перечень основной и дополнительной литературы	22
5.1.1. Основная литература	22
5.1.2. Дополнительная литература	22
5.2. Периодические издания	23
5.3. Базы данных, поисково-справочные и информационные системы	23
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины	24
6.1. Учебно-лабораторное оборудование	24
6.2. Программное обеспечение	24
6.3. Технические и электронные средства обучения	24
7. Образовательные технологии	24
8. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	24
8.1. Оценочные средства для текущего контроля	25
8.1.1. Примерный список устных и письменных вопросов	25
8.1.2. Материалы для проведения текущего контроля знаний студентов	28
8.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации	28
8.2.1. Вопросы к зачёту	28

1. Цели и задачи дисциплины

Учебная дисциплина «Оптическая микроскопия пород и руд» относится к числу естественнонаучных предметов.

Основной целью изучения дисциплины является усвоение фундаментальных теоретических основ оптической микроскопии, формирование представлений о физико-химических условиях образования главных генетических типов пород и руд, освоение приёмов наблюдения, применяемых для лабораторного исследования пород и руд.

Задачи дисциплины:

1. Научится использовать современные положения оптической микроскопии на разных этапах осуществления и сопровождения научно-исследовательских работ и использовать фундаментальные теоретические знания как способ получения фактической информации и инструмент для создания моделей и интерпретации результатов научных исследований
2. Освоить приёмы наблюдения, измерения, осуществление сбора, документирования и анализа геолого-минералогической информации и материала, формулирования выводов.
3. Освоить процедуры по подготовке препаратов для проведения петрографических и минераграфических исследований
4. Обретение навыков описания пород и руд и препаратов из них для микроскопического исследования и составления документации с интерпретацией и сформулированными выводами.
5. Умение выбрать и определить оптимальные технические и химические средства, а также необходимое лабораторное оборудование, применяемых при постановке научных исследований пород и руд.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Учебная дисциплина Б1.В.07 «Оптическая микроскопия пород и руд» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, и проводится на втором и третьем семестрах для студентов первого и второго года обучения.

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, сформированных следующими предшествующими дисциплинами при освоении бакалаврской программы и/ или программы специалитета «Физика», «Общая геология» и дисциплинами при освоении магистерской программы первого и второго семестра «Кристаллография и кристаллохимия», «Минералогия и процессы минералообразования».

Приступая к освоению дисциплины «Оптическая микроскопия пород и руд», студент должен

знать:

1. о роли и месте физики, геологии, минералогии, кристаллографии и кристаллохимии в современной научной картине мира;
2. физическую сущность наблюдаемых во Вселенной явлений;
3. основополагающие физические, геологические, минералогические, кристаллографические и кристаллохимические понятия, закономерности, законы и теории;
4. физическую, геологическую, минералогическую, кристаллографическую и кристаллохимическую терминологию и символику;

уметь:

1. самостоятельно определять цели деятельности и составлять планы деятельности;
2. самостоятельно осуществлять, контролировать и корректировать деятельность; использовать все возможные ресурсы для достижения поставленных целей и реализации планов деятельности; выбирать успешные стратегии в различных ситуациях;
3. продуктивно общаться и взаимодействовать в процессе совместной деятельности, учитывать позиции других участников деятельности, эффективно разрешать конфликты;
4. использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности;
5. анализировать, оценивать, проверять на достоверность и обобщать научную информацию
6. исследовать и анализировать разнообразные физические и геологические явления и свойства объектов, объяснять принципы работы и характеристики приборов и устройств;
7. выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических, химических и геологических закономерностей и законов, проверять их экспериментальными средствами, формулируя цель исследования;
8. обрабатывать результаты измерений, описывать, анализировать и оценивать достоверность полученного результата; обнаруживать зависимость между физическими и кристаллографическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
9. решать физические, геологические, минералогические, кристаллографические и кристаллохимические задачи;

10. применять полученные знания для объяснения условий протекания физических и геологических явлений в природе;
11. прогнозировать, анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими и геологическими процессами, с позиций экологической безопасности.

владеть:

1. навыками познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем; способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания;
2. навыками самостоятельной информационно-познавательной деятельности, получения необходимой информации из словарей разных типов, умение ориентироваться в различных источниках информации, критически оценивать и интерпретировать информацию, получаемую из различных источников;
3. языковыми средствами – умение ясно, логично и точно излагать свою точку зрения, использовать адекватные языковые средства;
4. навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов и оснований, границ своего знания и незнания, новых познавательных задач и средств их достижения.
5. навыками безопасной работы во время проектно-исследовательской и экспериментальной деятельности, при использовании лабораторного оборудования
6. основными методами научного познания, используемыми в физике, геологии, минералогии, кристаллографии, кристаллохимии: наблюдение, описание, измерение, эксперимент;
7. методами самостоятельного планирования и проведения физических и химических экспериментов с соблюдением правил безопасной работы с веществами и лабораторным оборудованием;

Полученные в рамках изучения дисциплины «Оптическая микроскопия пород и руд» приобретенные знания, умения, навыки и опыт необходим для освоения последующих дисциплин таких как: «Геохимия процессов рудообразования», «Геохимия седиментогенеза», «Геохимия магматических и метаморфических процессов», «Петрология» «Методы физико-химического моделирования в науках о Земле».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины Б1.В.07 «Оптическая микроскопия пород и руд» направлен на формирование у студента следующих компетенций (элементов следующих компетенций) в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 05.04.01 Геология:

3.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения
ПК-1 Способен использовать фундаментальные теоретические знания при решении научно-исследовательских задач в области геологии	ИД-1пк1Использует современные положения фундаментальных геологических дисциплин на разных этапах осуществления и сопровождения научно-исследовательских работ	Знать: положение петрографии и минераграфии в современной научной картине мира; теоретические основы оптической микроскопии; основные задачи и методы оптической микроскопии; историю развития петрографических и минераграфических идей и методов; Уметь: применять полученные знания для объяснения условий образования пород и руд, для принятия практических решений на разных этапах осуществления и сопровождения научно-исследовательских работ; Владеть: основополагающими понятиями оптической микроскопии, терминологией и символикой; парагенетическим и текстурно-структурным анализом пород и руд.
	ИД-2пк1Воспринимает фундаментальные теоретические знания как способ получения фактической информации и инструмент для создания моделей и ин-	Знать: теорию кристаллооптики проходящего и отражённого света для выявления главных оптических диагностических свойств минералов; наиболее распространённые минеральные виды, особенности их химического состава, кристаллических структур, физических свойств, происхождение и области применения; Уметь: оценивать оптические и прочие физические

	терпретации результатов научных исследований	свойства минералов в образцах и в микропрепаратах с использованием приёмов оптической микроскопии; сформировать собственную позицию по отношению к фактической информации, получаемой из разных источников, в том числе и из результатов научных исследований; Владеть: методами определения оптических свойств минералов и навыками диагностики минералов в микропрепаратах для создания моделей и интерпретации результатов научных исследований;
ПК-2 Способен осуществлять сбор и анализ геологической информации и материала, а также проводить их документирование	ИД-1пк-2 Проводит отбор, описание, документирование и анализ геологической информации и материала	Знать: основы описательной оптической микроскопии; генетическую классификацию текстур и структур пород и руд, ассоциации минералов, встречающихся в изверженных породах, жильных месторождениях, в осадочных, метаморфических и внеземных обстановках; Уметь: обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между оптическими свойствами минералов и их конституцией, объяснять полученные результаты, делать выводы; Владеть: основными методами научного познания, используемыми в оптической микроскопии: наблюдение, описание, измерение, эксперимент.
	ИД-2пк-2 Выполняет необходимые процедуры по подготовке проб для проведения аналитических исследований	Знать: методы изготовления препаратов для проведения микроскопических исследований; Уметь: изготавливать препараты для оптической микроскопии; Владеть: методами изготовления препаратов для исследования.
ПК-3 Способен выбирать и определять оптимальные технические средства и необходимое оборудование при постановке научных исследований, подготавливать и проводить исследования, эксперименты, наблюдения, измерения, составлять их описание, выполнять их интерпретацию и формулировать выводы	ИД-1пк-3 Выбирает и определяет оптимальные технические средства и необходимое оборудование при постановке и проведении научных исследований или эксперимента	Знать: основные современные лабораторные методы исследований микропрепаратов; устройство поляризационного микроскопа с функциями отражённого и проходящего света; Уметь: выбрать оптимальную схему исследования и необходимое оборудование при исследовании пород и руд; Владеть: умениями выдвигать гипотезы на основе знаний о составе, строении кристаллического вещества и основных физических законах, проверять их экспериментально, формулируя цель исследования.
	ИД-2пк-3 Подготавливает и проводит исследования, эксперименты, наблюдения, измерения, составляет их описание, выполняет их интерпретацию и формулирует выводы	Знать: основные правила техники безопасности при работе с микроскопом и включении осветительной системы в электрическую сеть при проведении исследований; лабораторные методы измерения отражательной способности рудных минералов, диагностического травления, химического и капельного качественного анализа; Уметь: пользоваться поляризационным микроскопом; вести наблюдения за экспериментом Владеть: методами самостоятельного планирования и проведения экспериментов и исследований с соблюдением правил безопасной работы с веществами и лабораторным оборудованием; навыком описания, анализа и оценки достоверности полученного результата.

4. Содержание и структура дисциплины

Объем дисциплины Б1.В.07 «Оптическая микроскопия пород и руд» составляет 7 зачетных единиц, что составляет 252 академических часов, в том числе 3 академических часа на зачет во втором семестре и 3 академических часа на зачет в третьем семестре. Из них 0 часов – практическая подготовка.

Форма промежуточной аттестации: зачеты во втором и третьем семестрах.

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость, в часах				Контроль самостоятельной работы (КСР), в часах	Формы текущего контроля успеваемости / форма промежуточной аттестации
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа + Контроль		
					Лекции	Семинарские/практические/лабораторные занятия	Консультации			
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1	Предмет петрография. Основы кристаллооптики. Изготовление и прокрашивание препаратов для микроскопических исследований.	2	29,25	0	4	16	0,25	8,5	0,5	Устный и письменный опрос, проверка выполненных заданий, ведения записей лекций, практик.
2	Оптические свойства породообразующих, аксессуарных и вторичных минералов	2	7,725	0	0	6	0,075	1,5	0,15	
3	Магматические горные породы	2	33,9	0	18	6	0,3	9	0,6	
4	Метаморфические и метасоматические горные породы	2	27,875	0	12	6	0,275	9	0,6	
5	Осадочные горные породы	2	6,25	0	2	2	0,1	2	0,15	
6	Предмет минераграфия. Рудная микроскопия. Изготовление полированных шлифов.	3	21,45	0	6	6	0,15	9	0,3	
7	Диагностические свойства рудных минералов и методы их изучения	3	35,75	0	10	10	0,25	15	0,5	
8	Текстурно-структурный и парагенетический анализы руд	3	14,3	0	4	4	0,1	6	0,2	
9	Ассоциации рудных минералов	3	57,2	0	16	16	0,4	24	0,8	

10	Качественная характеристика промышленных типов руд	3	12,3	0	4	4	0,1	4	0,2	
Всего		2, 3	252	0	76	76	2	88	4	Зачёт – 6 часов

4.2. План и перечень тем самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Название раздела, темы	Вид самостоятельной работы	Оценочное средство	Формируемый индикатор достижения компетенции	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы	Трудоемкость, часов
1	Предмет петрография. Основы кристаллооптики. Изготовление и прокрашивание препаратов для микроскопических исследований.	Повторение курса лекционного материала	Собеседование	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}	Основная и дополнительная литература, информационные ресурсы, периодические издания	8,5
2	Оптические свойства породообразующих, аксессуарных и вторичных минералов	Отработка навыков определения оптических свойств прозрачных минералов.	Собеседование	ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}	Коллекция шлифов и образцов минералов, основная и дополнительная литература, информационные ресурсы, периодические издания	1,5
3	Магматические горные породы	Отработка навыков определения текстурно-структурных особенностей магматических пород и оптических свойств, слагающих их минералов.	Собеседование	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}	Коллекция шлифов и образцов магматических горных пород, основная и дополнительная литература, информационные ресурсы, периодические издания	9
4	Метаморфические и метасоматические горные породы	Отработка навыков определения текстурно-структурных особенностей метаморфических и метасоматических пород и оптических свойств, слагающих их минералов.	Собеседование		Коллекция шлифов и образцов метаморфических и метасоматических горных пород, основная и дополнительная литература, информационные ресурсы, периодические издания	9
5	Осадочные горные породы	Отработка навыков определения текстурно-структурных особенностей осадочных пород и оптических свойств, слагающих их минералов.	Собеседование		Коллекция шлифов и образцов осадочных горных пород, основная и дополнительная литература, информационные ресурсы, периодические издания	2
6	Предмет минераграфия. Рудная микроскопия. Изготовление полированных шлифов.	Повторение курса лекционного материала	Собеседование	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}	Основная и дополнительная литература, информационные ресурсы, периодические издания	9
7	Диагностические свойства рудных минералов и методы	Отработка навыков определения оптических свойств рудных ми-	Собеседование	ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}	Коллекция аншлифов и образцов рудных минералов, основная и дополнительная литература,	15

	их изучения	нералов.			информационные ресурсы, периодические издания	
8	Текстурно-структурный и парагенетический анализы руд	Отработка навыков текстурно-структурного и парагенетического анализа для выявления закономерностей распределения минеральных ассоциаций и установления последовательности кристаллизации минералов и минеральных агрегатов.	Собеседование	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}	Коллекция аншлифов и образцов с основными рудными текстурами и структурами, основная и дополнительная литература, информационные ресурсы, периодические издания	6
9	Ассоциации рудных минералов	Отработка навыков отнесения рудных минеральных ассоциаций к определённым генетическим типам	Собеседование		Коллекция аншлифов и образцов рудных минеральных ассоциаций, основная и дополнительная литература, информационные ресурсы, периодические издания	24
10	Качественная характеристика промышленных типов руд	Составление петрографического и минераграфического заключения для месторождения или рудопроявления по изученным полированным шлифам	Собеседование		Коллекция аншлифов и образцов рудных проявлений и месторождений, основная и дополнительная литература, информационные ресурсы, периодические издания	4

4.3. Содержание учебного материала

4.3.1. Содержание материала дисциплины

1. Предмет петрография. Основы кристаллооптики. Изготовление и прокрашивание препаратов для микроскопических исследований.
 - 1.1. Петрография магматических и метаморфических горных пород. Петрология. Методы исследований. Основные понятия петрографической терминологии.
 - 1.2. Основные понятия кристаллооптики. Законы отражения и преломления света. Геометрические модели оптических свойств кристаллов. Устройство микроскопа. История метода оптической микроскопии.
 - 1.3. Методы изготовления шлифов и полированных шлифов. Особенности отбора и пробоподготовки препаратов для исследований с помощью других аналитических методов.
 - 1.4. Общие приёмы наблюдения.
 - 1.4.1. Особенности настройки микроскопа. Техника безопасности при работе за микроскопом. Поверки микроскопа.
 - 1.4.2. Изучение оптических свойств минералов при одном поляризаторе. Цвет и явление плеохроизма. Форма и размер зёрен. Наличие и характер трещин. Свойства, обусловленные показателями преломления: рельеф, шагренева поверхность, псевдоабсорбция. Правило Бекке.
 - 1.4.3. Изучение свойств минералов при двух поляризаторах. Изотропные и анизотропные минералы. Двойное лучепреломление. Номограмма (шкала) Мишель-Леви. Метод определения порядка интерференционной окраски. Приближенное определение величины двойного лучепреломления. Погасание и его типы. Явление компенсации. Определение наименования осей оптической индикатрисы. Определение схемы плеохроизма. Измерение угла погасания. Определение состава плагиоклаза по углам погасания.
2. Оптические свойства породообразующих, аксессуарных и вторичных минералов.
 - 2.1. Породообразующие минералы.
 - 2.1.1. Оливины.
 - 2.1.2. Пироксены.
 - 2.1.3. Амфиболы.
 - 2.1.4. Слюды.
 - 2.1.5. Группа кварца.
 - 2.1.6. Группа калиевых полевых шпатов.
 - 2.1.7. Плагиоклазы.
 - 2.1.8. Фельдшпатоиды.
 - 2.2. Вторичные минералы.
 - 2.3. Аксессуарные минералы.
 - 2.4. Рудные минералы.
3. Магматические горные породы
 - 3.1. Состав магмы и магматических пород. Основные принципы кристаллизации магмы. Магматическая дифференциация. Ликвация. Эманационная дифференциация. Ассимиляция. Геодинамические обстановки зарождения магм.
 - 3.2. Структуры и текстуры магматических горных пород.
 - 3.3. Формы залегания магматических пород.
 - 3.4. Интрузивные и эффузивные породы, особенности их описания. Вулканические стёкла.
 - 3.5. Основы классификации, систематики и номенклатура магматических пород.
 - 3.5.1. Ультраосновные породы.
 - 3.5.2. Основные породы.
 - 3.5.3. Средние породы.
 - 3.5.4. Кислые и ультракислые породы.
 - 3.5.5. Щелочные породы.
4. Метаморфические и метасоматические горные породы
 - 4.1. Метаморфизм. Факторы метаморфизма. Фации метаморфизма.
 - 4.2. Типы метаморфизма.
 - 4.2.1. Региональный метаморфизм. Фации регионального метаморфизма. Региональный метаморфизм и тектоника плит. Главные типы пород регионального метаморфизма.
 - 4.2.2. Контактный метаморфизм.
 - 4.2.3. Динамометаморфизм.
 - 4.2.4. Автометаморфизм.
 - 4.2.5. Импактный метаморфизм.
 - 4.3. Общие сведения о метасоматозе и метасоматических горных породах. Главные типы метасоматических пород.
 - 4.4. Структуры и текстуры метаморфических и метасоматических горных пород.

- 4.5. Особенности описания метаморфических и метасоматических пород.
5. Осадочные горные породы Петрография осадочных горных пород, особенности их описания.
6. Предмет минераграфия. Рудная микроскопия. Изготовление полированных шлифов.
 - 6.1. Предмет минераграфия, цель, основные задачи и методы. Место минераграфии среди геолого-минералогических дисциплин, история развития минераграфических идей и методов. Обзор фундаментальных трудов и учебных пособий по методам исследования руд.
 - 6.2. Рудная микроскопия.
 - 6.2.1. Описание оптической системы минераграфического микроскопа. Общие сведения. Определение увеличения микроскопа. Сферическая и хроматическая aberrации. Апертура. Объективы (воздушные, иммерсионные) и окуляры. Разрешающая способность объективов и микроскопов. Общее увеличение микроскопа. Источники света, сопряжённые с микроскопом и независимые, монохроматы и светофильтры. Отражающие устройства с пластинкой и призмой. Поляризационные приспособления.
 - 6.2.2. Устройство микроскопов разных типов, используемых для исследований полированных шлифов в отражённом свете: МИН-9, ПОЛАМ Р-312, OlympusBX51.
 - 6.2.3. Общие приёмы наблюдения. Приспособления для протирания полированного шлифа и его монтирования. Регулировка освещения. Центрировка микроскопа. Передвижение и закрепление объекта на столике микроскопа. Наблюдение с иммерсией. Градуировка микроскопа. Измерение минеральных зёрен. Уход за микроскопом. Основные правила техники безопасности при работе с микроскопом и включении осветительной системы в электрическую сеть.
 - 6.3. Изготовление полированных шлифов.
 - 6.3.1. Общие сведения об обдирке, распиловке, шлифовке и полировке образцов.
 - 6.3.2. Материалы и оборудование. Абразивные материалы. Станки и вспомогательные материалы.
 - 6.3.3. Методы шлифовки и полировки. Общие приёмы изготовления шлифов. Изготовление шлифов из раздробленного рудного материала, прозрачно-полированных шлифов. Безрельефная полировка шлифов. Дефекты полированного шлифа и их исправление. Требования к полированным шлифам.
7. Диагностические свойства рудных минералов и методы их изучения.
 - 7.1. Введение в кристаллооптику отражённого света. Отражательная способность. Вращение плоскости поляризации падающего света. Индикатриса показателей отражения. Двуотражение. Дисперсия отражательной способности, цвет минерала в отражённом свете. Влияние иммерсии на оптические свойства минералов в полированных шлифах. Оптические явления при скрещенных поляризаторах. Лабораторные методы измерения отражательной способности.
 - 7.2. Наблюдение и качественная оценка физических диагностических свойств.
 - 7.2.1. Оптические свойства. Оценка отражательной способности методом сравнения. Наблюдение и оценка двуотражения, эффекта анизотропии при скрещенных поляризаторах. Определение цвета минерала в отражённом свете. Изучение внутренних рефлексов.
 - 7.2.2. Прочие физические диагностические свойства. Твёрдость. Формы сечений минеральных зёрен в шлифе. Двойниковое строение. Спайность. Магнитность. Электропроводность. Светотравление.
 - 7.2.3. Наблюдение прозрачных минералов в полированных шлифах.
 - 7.3. Диагностическое травление. Методы микрохимического и капельного качественного анализа. Метод отпечатков.
 - 7.4. Методы количественного определения химического состава минералов: лазерный спектральный, рентгеноспектральный, электронно-зондовый микроанализ. Принципы и приёмы использования сканирующей (растровой) и просвечивающей (трансмиссионной) электронной микроскопии для диагностики, определения реальной структуры и состава минералов.
 - 7.5. Порядок определения рудных минералов в полированных шлифах. Использование диагностических таблиц И. С. Волынского, С. А. Юшко, Айтенбогардта и Бурке, М. П. Исаенко, Н. И. Шумской, Т. Н. Чвилёвой и М. С. Безсмертной.
 - 7.6. Документация минераграфических исследований. Порядок описания полированных шлифов. Способы микрофотографирования и зарисовок.
 - 7.7. Методы пересчёта химических анализов и электронно-зондовых микроанализов рудных минералов на формульные единицы.
8. Текстурно-структурный и парагенетический анализы руд.
 - 8.1. Структуры руд. Морфогенетические особенности минеральных выделений. Классификация структур руд. Описание генетических групп и морфологических типов структур руд.
 - 8.2. Текстуры руд. Морфогенетические особенности минеральных парагенезисов. Классификация текстур руд. Описание генетических групп и морфологических типов текстур.

8.3. Текстурно-структурный анализ руд. Значение текстурно-структурного анализа для выявления закономерностей распределения минеральных ассоциаций в месторождениях, установления последовательности выделения минералов и образования минеральных агрегатов.

8.4. Парагенетический анализ руд. Зарождение минеральных индивидов и генерации минералов. Минеральные парагенетические ассоциации и комплексы. Методы выявления генетических групп минералов. Принципы выделения хронологических категорий процесса рудообразования и сопоставление их с вещественными единицами и генетическими группами. Парагенезис, условия образования и геотермометрия руд по данным изучения газовой-жидких включений.

9. Ассоциации рудных минералов, встречающихся в изверженных породах, жильных месторождениях, осадочных, метаморфических и внеземных обстановках.

9.1. Ассоциации рудных минералов, встречающихся в изверженных породах и жильных месторождениях.

- 9.1.1. Руды хрома, ассоциирующиеся с основными и ультраосновными породами.
- 9.1.2. Медно-никелевые руды, связанные с основными и ультраосновными породами.
- 9.1.3. Железо-титановые оксидные руды, ассоциирующиеся с изверженными горными породами.
- 9.1.4. Медно-молибденовые сульфиды, ассоциирующиеся с порфиоровыми интрузивными изверженными породами.
- 9.1.5. Медно-свинцово-цинковосеребряные ассоциации в жильных породах.
- 9.1.6. Серебро-висмут-кобальт-мышьяковые (-урановые) жильные руды.
- 9.1.7. Оловянно-вольфрамово-висмутовые ассоциации жильных месторождений.
- 9.1.7. Золоторудные жилы и связанная с ними минерализация.
- 9.1.8. Жильные месторождения руд цветных металлов, содержащих мышьяк, сурьму или ртуть.

9.2. Ассоциации рудных минералов, встречающихся в осадочных, вулканических, метаморфических и внеземных обстановках.

- 9.2.1. Железные и марганцевые руды в осадочных обстановках.
- 9.2.2. Рудные минералы в углях.
- 9.2.3. Уран-ванадий-медные руды, ассоциирующиеся с песчаниками.
- 9.2.4. Золото-урановые руды в конгломератах.
- 9.2.5. Свинцово-цинковые месторождения в карбонатных и других осадочных породах.
- 9.2.6. Стратиформные полиметаллические сульфидные руды в осадочных породах.
- 9.2.7. Медно-цинково-колчеданные ассоциации в вулканических обстановках.
- 9.2.8. Колчеданные и колчеданно-полиметаллические минеральные ассоциации в метаморфизованных породах.
- 9.2.9. Скарновые месторождения.
- 9.2.10. Внеземное вещество: метеориты и лунные породы.

10. Качественная характеристика промышленных типов руд по данным минералогического анализа.

- 10.1. Минеральный состав промышленных типов руд.
- 10.2. Методы определения относительного содержания минералов в шлифе.
- 10.3. Типоморфизм минералов.
- 10.4. Форма, размер и характер границ минеральных выделений в руде.
- 10.5. Примеры применения рудной микроскопии при обогащении.
- 10.6. Структуры и текстуры руд, влияющие на обогащение.
- 10.7. Изучение продуктов агломерации и плавки.
- 10.8. Составление обобщённого петрографического и минераграфического заключения по изученному месторождению или рудопроявлению.

4.3.2. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ Раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)
1	1.2. 1.3.	Устройство микроскопа. История метода. Методы изготовления шлифов и аншлифов. Прокрашивание препаратов. Особенности отбора и пробоподготовки препаратов для исследований с помощью других аналитических методов.	2	Зачёт	ИД-2 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
2	1.4.1	Особенности настройки микроскопа. Техника безопасности при работе за микроскопом. Поверки микроскопа.	2	Зачёт	ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
3	1.4.2.	Изучение оптических свойств минералов при одном	2	Зачёт	ИД-2 _{ПК-1}

		поляризаторе. Цвет и явление плеохроизма. Форма и размер зёрен. Наличие и характер трещин.			ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
4	1.4.2.	Изучение оптических свойств минералов при одном поляризаторе. Свойства, обусловленные показателями преломления: рельеф, шагреневая поверхность, псевдоабсорбция. Правило Бекке.	2	Зачёт	ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
5	1.4.3.	Изучение свойств минералов при двух поляризаторах. Изотропные и анизотропные минералы. Двойное лучепреломление. Номограмма (шкала) Мишель-Леви. Метод определения порядка интерференционной окраски. Приближенное определение величины двойного лучепреломления.	2	Зачёт	ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
6	1.4.3.	Изучение свойств минералов при двух поляризаторах. Погасание и его типы. Явление компенсации. Определение наименования осей оптической индикатрисы. Определение схемы плеохроизма.	2	Зачёт	ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
7	1.4.3.	Изучение свойств минералов при двух поляризаторах. Измерение угла погасания.	2	Зачёт	ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
8	1.4.3.	Изучение свойств минералов при двух поляризаторах. Определение состава плагиоклаза по углам погасания.	2	Зачёт	ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
9	2.1.1. 2.1.2. 2.1.3. 2.1.4.	Оливины. Пироксены. Амфиболы. Слюды.	2	Зачёт	ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
10	2.1.5. 2.1.6. 2.1.7. 2.1.8.	Группа кварца. Калиевые полевые шпаты. Плагиоклазы. Фельшпатоиды.	2	Зачёт	ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
11	2.2. 2.3. 2.4.	Вторичные, аксессуарные, рудные минералы.	2	Зачёт	ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
12	3.2.	Структуры и текстуры магматических горных пород.	2	Зачёт	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
13	3.4.	Магматические горные породы. Интрузивные породы и особенности их описания.	2	Зачёт	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
14	3.4.	Магматические горные породы. Эффузивные породы и особенности их описания. Вулканические стёкла.	2	Зачёт	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
15	4.4.	Структуры и текстуры метаморфических и метасоматических горных пород.	2	Зачёт	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
16	4.5.	Метаморфические породы и особенности их описания.	2	Зачёт	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
17	4.5.	Метасоматические породы и особенности их описания.	2	Зачёт	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3}

					ИД-2ПК-3
18	5.	Осадочные породы и особенности их описания.	2	Зачёт	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-1ПК-2 ИД-1ПК-3 ИД-2ПК-3
19	6.2.3.	Применение на практике общих приёмов наблюдения рудной микроскопии. Приспособления для протирания полированного шлифа и его монтирования. Регулировка освещения. Поверка и центровка микроскопа. Передвижение и закрепление объекта на столике микроскопа. Наблюдение с иммерсией. Градуировка микроскопа. Определение увеличения микроскопа. Измерение минеральных зёрен. Уход за микроскопом. Основные правила техники безопасности при работе с микроскопом и включении осветительной системы в электрическую сеть.	2	Зачёт	ИД-1ПК-3 ИД-2ПК-3
20	6.3.3.	Изготовление полированных шлифов и аншлифов. Этап распиловки и проклеивания образцов.	2	Зачёт	ИД-2ПК-2
21	6.3.3.	Изготовление полированных шлифов и аншлифов. Этап обдирки, грубой и тонкой шлифовки, полировки.	2	Зачёт	ИД-2ПК-2
22	7.2.1.	Оценка диагностических свойств рудных минералов. Оценка отражения рудных минералов путем сравнения с высокоотражающими (самородным железом, галенитом, пиритом) и низкоотражающими (хромитом, магнетитом, гематитом, ильменитом) минералами-эталопами.	2	Зачёт	ИД-2ПК-1 ИД-1ПК-3 ИД-2ПК-3
23	7.2.1.	Определение цвета минералов в отраженном свете путем сравнения с цветом минералов-эталонов (самородная медь, галенит, сфалерит, халькопирит, пирит, арсенопирит, гематит, магнетит, ковеллин).	2	Зачёт	ИД-2ПК-1 ИД-1ПК-3 ИД-2ПК-3
24	7.2.1.	Установление оптических свойств рудных минералов в поляризованном свете. Сортировка минералов по явлению двуотражения и по степени анизотропии. Наблюдение в рудных минералах внутренних рефлексов в косом свете, в скрещенных поляризаторах, при помощи иммерсии.	2	Зачёт	ИД-2ПК-1 ИД-1ПК-3 ИД-2ПК-3
25	7.2.2.	Определение твердости рудных минералов методом царапания. Систематизирование минералов по твердости (низкой, средней, высокой).	2	Зачёт	ИД-2ПК-1 ИД-1ПК-3 ИД-2ПК-3
26	7.2.2. 7.5.	Морфологические свойства рудных минералов в полированных шлифах. Выявление форм сечений, двойникового строения, спайности, зонального строения минеральных зерен. Диагностика рудных минералов с помощью диагностических таблиц и описаний минералов в рекомендуемой литературе.	2	Зачёт	ИД-2ПК-1 ИД-1ПК-3 ИД-2ПК-3
27	8.1. 8.2. 8.3.	Определение структур и текстур руд. Изучение структур руд микроскопически в полированных шлифах. Определение строения мелкозернистых и скрытокристаллических минеральных выделений в поляризованном отраженном свете для сильно анизотропных минералов и методом структурного травления для изотропных. Исследование структур руд по морфогенетическим особенностям минеральных выделений – форме, размеру, строению, включениям в зёрнах минералов, способам их образования и изменениям.	2	Зачёт	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-1ПК-2 ИД-1ПК-3 ИД-2ПК-3
28	8.3. 8.4.	Изучение микротекстур руд по полированным шлифам. Определение минерального агрегата в руде по совокупности признаков. Изучение взаимоотношений минералов и установление последовательности их образования. Выделение генераций минералов. Выявление типоморфных особенностей минералов на основе	2	Зачёт	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-1ПК-2 ИД-1ПК-3 ИД-2ПК-3

		изучения их морфологических и физических свойств.			
29	9.1.1. 9.1.2.	Микроскопическое исследование руд хромитовых и медно-никелевых месторождений	2	Зачёт	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
30	9.1.3. 9.1.4.	Микроскопическое исследование руд железотитановых оксидных, медно-порфировых месторождений.	2	Зачёт	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
31	9.1.5. 9.1.6.	Микроскопическое исследование руд медно-свинцово-цинкосолеводородных и серебро-висмут-кобальтмышьяковых (-урановых) месторождений в жильных породах.	2	Зачёт	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
32	9.1.7.	Оловянно-вольфрамово-висмутовые ассоциации жильных месторождений.	2	Зачёт	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
33	9.1.8.	Микроскопическое исследование руд золота различных генетических типов.	2	Зачёт	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
34	9.2.1.	Микроскопическое исследование железных и марганцевых руд,	2	Зачёт	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
35	9.2.2.	Микроскопическое исследование рудных минералов в углях.	2	Зачёт	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
36	9.2.8.	Микроскопическое исследование колчеданных и колчеданно-полиметаллических минеральных ассоциаций в метаморфизованных породах	2	Зачёт	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
37	10.8.	Микроскопическое описание полированных шлифов по имеющейся схеме. Микрофотографирование и зарисовка взаимоотношений рудных минералов.	2	Зачёт	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
38	10.8.	Составление обобщённого петрографического и минерографического заключения по изученному месторождению или рудопроявлению.	2	Зачёт	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов по данной дисциплине предусматривает следующие виды работ:

- 1. Повторение курса лекционного материала.** Для успешной реализации данного вида самостоятельной работы студент должен использовать рекомендуемые основные и дополнительные литературные источники, периодические издания, базы данных, поисково-справочные и информационные системы.
- 2. Отработка навыков определения оптических свойств прозрачных минералов** ведётся студентом самостоятельно после прохождения соответствующей темы по следующей схеме:
 - 1) Определить количество минералов в шлифе;
 - 2) Описать цвета минералов;

- 3) Определить изменение цвета (плеохроизм), наблюдаемое у анизотропных минералов; определить схему плеохроизма;
- 4) Определить габитус минералов по форме сечения их зёрен;
- 5) Определить размер зёрен;
- 6) Определить группу и показатель преломления минерала, используя сочетание следующих характеристик (полоска Бекке, рельеф минерала, ширина контура минерала, шагреневая поверхность) с помощью таблицы:

Группа	Показатель преломления	Полоска Бекке	Рельеф минерала	Ширина контура минерала	Шагреневая поверхность	Минералы
1	1,41-1,47	На канадский бальзам	–	Широкая, ясная	Мелкобугристая, мелкоточечная	Флюорит, опал, анальцит, тридимит
2	1,47-1,535	На канадский бальзам	–	Тонкая	Гладкая, ровная	КПШ, содалит, нозеан, флюорит, гипс, цеолиты, канкринит, карбонаты, стекло
3	1,535-1,545	–	Нет	–	–	Нефелин, стекло, апофиллит, альбит, халцедон
4	1,545-1,60	На минерал	+	Тонкая	Гладкая, ровная	Стекло, кварц, каолин, плагиоклаз, берилл, хлориты, цельзиан, кордиерит, серпентин, скаполит, тальк, мусковит, парагонит, ангидрит, карбонаты
5	1,60-1,65	На минерал	+	Шире, чем в 4	Извилистая, светлые извилины	Апатит, топаз, антофиллит, андалузит, тремолит, актинолит, мусковит, флогопит
6	1,65-1,78	На минерал	+	Широкая, ясная	Бугристая	Везувиан, ставролит, оливин, эпидот, пироксен, карбонат, дистен
7	>1,78	На минерал	Резко +	Очень широкая	Бугристая	Гранат, монацит, шпинель, оливин, малахит, циркон, касситерит

- 7) Определить порядок интерференционной окраски при скрещенных поляризаторах у анизотропных минералов, используя номограмму Мишеля-Леви;

- 8) Определить угол и тип погасания у анизотропных минералов, наименование осей оптической индикатрисы;
 9) Используя оптические свойства, обнаруженных в шлифе минералов и определители для окрашенных, слабоокрашенных и неокрашенных минералов, определить минерал;

Определитель для неокрашенных и слабоокрашенных минералов

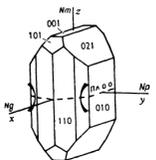
группа	$n_1 - n_2$	1	2	3	4	5	6	7
	n	0 Изотропные	0 – 0,003	0,003 – 0,010	0,010 – 0,020	0,020 – 0,030	0,030 – 0,060	>0,060
1	1,41 – 1,47	флюорит						
		опал						
		анальцим		тридимит 2+/-				
2	1,47 – 1,53	содалит	цеолиты	гипс 2+/-		канкринит 1-/-		карбонаты
		нозеан		КПШ				
		флюорит						
		в. стекло						
3	1,535 – 1,545	лейцит						
		в. стекло	апофиллит 1+/-	нефелин 1-		гидромагнезит 2+		
4	1,55 – 1,60			альбит (P1 0-15), 2+				
		в. стекло	хлориты	кварц 1+/-			мушкетерит 2-/+	карбонаты
		серпентин		каолин 2-/+			парагонит 2-/+	
				плагиоклаз 2+/-			талек 2-/+	
				берилл 1-/-			ангидрит 2+/-	
5	1,61 – 1,65			цельзиан 2+/-				
				кордиерит 2-/-		скаполиты 1-/-		
				топаз 2+/-	воластонит 2-/+	тремолит 2-/+	мушкетерит 2-/+	
				мелилит 1+/-	барит 2+/-	актинолит 2-/+	флогопит 1-/+	
6	1,66 – 1,78		апатит 1-/-	андалузит 2-/-				
				апатит 1-/-	антофиллит 2+/-			
			везувиан 1-/-	ставролит 2+/-	клинопироксены (диопсид) 2+/-		карбонаты	
			гиперстен (r Pур) 2+/-	эулит (r Pур)	эпидот 2-/+			
			бронзит (r Pур) 2+/-	дистен 2-/+	оливин - форстерит 2+/-			
			энстатит (r Pур) 2+/-		силлиманит 2+/-			
7	>1,78		клиноцоизит 2+/-					
		гранаты	цоизит 2+/-			малахит 2-/-	циркон 1+/-	ксенотим 1+
		шпинель					монацит 2+/-	касситерит 1+/-
					оливин – фаялит 2-			

Определитель для окрашенных минералов

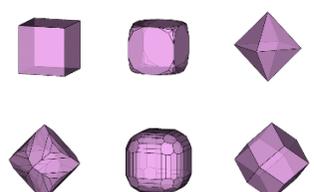
группа	n ₁ -n ₂	1	2	3	4	5	6	7	
	n	0 Изотропные	0 – 0,003	0,003 – 0,010	0,010 – 0,020	0,020 – 0,030	0,030 – 0,060	>0,060	
1	1,41 – 1,47	флюорит							
		опал							
2	1,47 – 1,53	лазурит							
		в. стекло							
		гаюин							
3	1,535 – 1,545			хризотил (Sp) 2+/- –					
4	1,55 – 1,60	серпентины		лизардит (Sp) 2-/+	куммингтонит 2-/+		биотит 1-/+		
			пеннин (Chl) 2+/, клинохлор (Chl) 2+/-						
		хлориты		делессит-диабантит (Chl) 2-/+					
5	1,61 – 1,65	хлориты		шамозит (Chl) 2-/+	паргасит 2+/+	антофиллит 2-/+	биотит 2-/+		
					рог. обманка 2-/+	глаукофан 2-/+	иддингсит 2-/+		
					турмалин 1-/-, актинолит 2-/+				
				андалузит 2-/-					
6	1,66 – 1,78			рибекит 2-/-	рог. обманка 2-/+		эгириин-авгит (м Pур) 2-/-		
				арфведсонит 2-/-					
					турмалин 1-/-, эпидот 2-/+ –				
					авгит (м Pур) 2+/+				
					баз. рог. обманка 2-/+				
				ортит (алланит) 2-/+ –					
7	>1,78	шпинель		корунд 1-/-			эгириин (м Pур) 2-/-	рутил 1+/+	
		титанистый гранат						касситерит 1+/+	
								сфен (титанит) 2+	

10) По результатам работы с прозрачными шлифами составить таблицы с основными диагностическими свойствами пройденных прозрачных оптически анизотропных и изотропных минералов:

Оптически анизотропные минералы

№	Минерал Формула Сингония Спайность Удлинение	Оптическая ориентировка кристаллов Осность Оптический знак	Формы кристаллов и зёрен	Двойники	Показатель преломления Двупреломление, Угол и дисперсия оптических осей	Окраска, плеохроизм, псевдоабсорбция	Сходные минералы и их отличия	Продукты разложения	Парагенезис, генезис и условия нахождения
1	Форстерит Mg_2SiO_4 Ромбическая Ясная по (010) Несовершенная по (001) (+) (-)	 Двуосный (+)	Ромбы, двояковыпуклые, округлённые и разъеденные чечевицы, идиоморфные призмы с пирамидальными окончаниями, усечённые ромбы	Очень редко трансформные по (100), крестообразные в эффузивных породах	$N_p=1,636-1,660$ $N_m=1,651-1,675$ $N_g=1,669-1,695$ $\Delta=0,030-0,035$ $2V_{Ng}=86-90$ $r < v$	Бесцветный	Пироксены – лучшая спайность, всегда слегка буроватый или зеленоватый, меньший $2V_{Ng}$ и меньшее Δ ; Эпидот – аномальная окраска, косое угосание к спайности; Гумит – меньший $2V_{Ng}$, плеохронный.	Серпентин + пылевидный магнетит, тальк, иддингсит (смесь хлорита и гётита)	В кимберлитах, первично-магматический в ультраосновных и основных изверженных и эффузивных породах

Оптически изотропные минералы

№	Минерал Формула Сингония Спайность Удлинение	Формы кристаллов и зёрен	Двойники	Показатель преломления, двупреломление, Угол и дисперсия оптических осей у аномальных минералов	Окраска, плеохроизм, псевдоабсорбция	Сходные минералы и их отличия	Продукты разложения	Парагенезис, генезис и условия нахождения
1	Флюорит CaF_2 Кубическая Совершенная по (111) (+) (-)	 Бесформенные агрегаты, зёрна, вкрапления.	Очень редко трансформные по (100), крестообразные в эффузивных породах	$N=1,434$ Бывает аномальным с серыми цветами интерференции	Бесцветный, иногда окрашен в фиолетовый цвет	Опал – не имеет спайности; Криолит – спайность под прямым углом, меньший n , наличие двупреломления; Содалит – спайность под прямым углом, больший n .	В поверхностных условиях устойчив и накапливается в корках выветривания. В гидротермальных условиях псевдоморфно замещается кварцем или халцедоном, образуя так называемый кубант.	Пневматолитовый, характерен для грейзенов, турмалиновых гранитов, топазовых пород, обычен в щелочных изверженных породах, гидротермальный.

Используя составленные таблицы, студент определяет минералы в прозрачных и полированных шлифах. За составление таблиц, студенту начисляются баллы согласно принятой балльно-рейтинговой системе.

3. **Отработка навыков определения текстурно-структурных особенностей магматических пород и оптических свойств, слагающих их минералов.** Работа с коллекцией прозрачных шлифов и образцов магматических пород должна осуществляться по следующим схемам для интрузивных и эффузивных пород соответственно:

Макроскопическое описание образца интрузивной породы:

- 1) Цвет
- 2) Структура
- 3) Текстура
- 4) Минеральный состав
- 5) Вторичные изменения

Микроскопическое описание интрузивной породы в шлифе:

- 1) Название породы.
- 2) Структура породы (описание микроструктуры породы).
- 3) Текстура породы
- 4) Количественный минеральный состав с разделением на главные, второстепенные, акцессорные, первичные и вторичные минералы.
- 5) Описание свойств каждого минерала, с определением оптических констант.
- 6) Выводы о последовательности кристаллизации минералов породы в виде схемы:

Минералы	Порядок кристаллизации минералов	
	Первичного происхождения (магматическая стадия)	Вторичного происхождения (стадия автотаморфизма)
Хромшпинелиды	████████████████████	
Форстерит	████████████	
Диопсид	████████████████	
Апатит	████████████████████	
Флогопит	██	
Лизардит по оливину		██
Каёмки магнетита вокруг хромита (Mgt2)		██
Пылевидный магнетит (Mgt1)		██
Амфибол по пироксену		██
Клинохлор по флогопиту		██

За составление описания студенту начисляются баллы согласно принятой балльно-рейтинговой системе.

Макроскопическое описание образца эффузивной породы:

- 1) Цвет.
- 2) Структура
- 3) Текстура
- 4) Минеральный состав
- 5) Вторичные изменения

Микроскопическое описание эффузивной породы в шлифе:

- 1) Название породы.
- 2) Структура породы (описание микроструктуры породы).
- 3) Текстура породы
- 4) Описание вкрапленников.
- 5) Описание основной массы:
 - a) общая структура основной массы;
 - b) описание минералов в микролитах;

- с) описание вулканического стекла в основной массе или продуктов его разложения (дается для неполнокристаллических пород).
- 6) В заключение описания породы анализируют особенности, которые могут дать сведения об условиях ее формирования.

За составление описания студенту начисляются баллы согласно принятой балльно-рейтинговой системе.

4. **Отработка навыков определения текстурно-структурных особенностей метаморфических и метасоматических пород и оптических свойств, слагающих их минералов.** Работа с коллекцией прозрачных шлифов и образцов метаморфических и метасоматических пород должна осуществляться по следующей схеме:

Макроскопическое описание образца метаморфической или метасоматической породы:

- 1) Цвет
- 2) Структура
- 3) Текстура
- 4) Минеральный состав
- 5) Вторичные изменения

Микроскопическое описание метаморфической или метасоматической породы:

- 1) Название породы.
- 2) Структура породы.
- 3) Текстура породы (определяется по образцу)
- 4) Минеральный состав с разделением на главные, второстепенные, акцессорные минералы, реликтовые и новообразованные.
- 5) Описание свойств каждого минерала, характер их расположения, взаимоотношения между ними, выделение генераций, отражающих этапы и стадии метаморфизма.
- 6) Определение по парагенезисам фации метаморфизма.

За составление описания студенту начисляются баллы согласно принятой балльно-рейтинговой системе.

- 6) **Отработка навыков определения текстурно-структурных особенностей осадочных пород и оптических свойств, слагающих их минералов.** Работа с коллекцией прозрачных шлифов и образцов осадочных пород должна осуществляться по следующей схеме:

Макроскопическое описание образца осадочной породы:

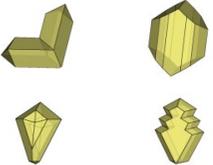
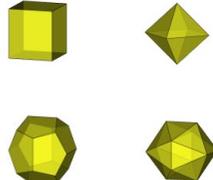
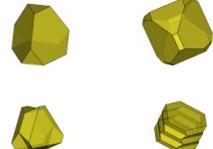
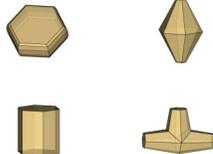
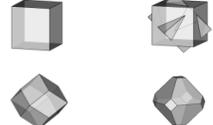
- 1) Цвет
- 2) Структура
- 3) Текстура
- 4) Состав
- 5) Органические остатки
- 6) Физические свойства
- 7) Вторичные изменения

Микроскопическое описание обломочной породы в шлифе

- 1) Название
- 2) Структура:
 - a) размер зерен – максимальный и минимальный
 - b) размер преобладающей фракции
 - c) степень сортировки
 - d) форма зерен (степень окатанности)
 - e) соотношение формы и размера зерен
- 3) Текстура
- 4) Минералого-петрографический состав обломочной части:
 - a) главные, породообразующие компоненты с указанием какие из них являются преобладающими, какие присутствуют в подчиненном и незначительном количестве
 - b) акцессорные минералы
- 5) Цемент
- 6) Включения:
 - a) минеральные (конкреции, жилки, гнезда)
 - b) органические или органогенные (растительные и животные остатки)
- 7) Вторичные изменения

За составление описания студенту начисляются баллы согласно принятой балльно-рейтинговой системе.

8) **Отработка навыков определения оптических свойств рудных минералов.** После прохождения определённой темы раздела 7. «Диагностические свойства рудных минералов и методы их изучения» студентами составляется таблица с основными оптическими диагностическими свойствами пройденных минералов:

Минерал Формула Сингония	Отража- тельная способность R	Цвет	Отношение к по- ляризованному свету	Твёрдость	Двуотражение ΔR Внутренние рефлек- сы	Форма кристаллов	Спайность / Излом	Дополнительные особен- ности
Марказит FeS_2 Ромбическая	55	Желтовато- белый	Анизотропный	6-6,5	а – белый с розово- коричневым оттен- ком б – нежно жёлтый с – белый с кремовым оттенком		Отчётливая по (101)	Комбинационная штриховка. Окисляется с образованием радужной побежалости.
			Анизотропный		–	–	Ступенчатый, неровный	
Пирит FeS_2 Кубическая	53	Светло-желтый	Изотропный	6-6,5	–		Отчётливая по (100), (110)	Комбинационная штриховка. Окисляется с образованием радужной побежалости.
					–		Раковистый	
Халькопирит $CuFeS_2$ Тетрагональный	47	Жёлтый	Слабоанизотроп- ный	3,5-4	–		Ясная по (201), (111)	Очень часто наблюдается тёмно-жёлтая и пёстрая побе- жалость.
					–		Неровный до раковисто- го	
Пирротин Fe_7S_8 Гексагональный	38	Кремоватый с розовым оттен- ком	Анизотропный	3,5-4	Слабое		Неотчётливая по (0001), (1120)	Моноклинный пирротин маг- нитен, а гексагональный и троилит - немагнитны
			Анизотропный		–		Раковистый, неровный	
Борнит Cu_5FeS_4 Кубическая	23	Коричнево- розовый	Изотропный Слабоанизотроп- ный	3	Слабое		Неясная по (001), (111)	Свежий излом быстро покры- вается красноватой фиолето- вой, синей побежалостью.
					–		Раковистый	

Используя составленные таблицы, студент определяет минералы в аншлифах и полированных шлифах. За составление таблиц, студенту начисляются баллы согласно принятой балльно-рейтинговой системе.

9) **Отработка навыков текстурно-структурного и парагенетического анализа для выявления закономерностей распределения минеральных ассоциаций и установления последовательности кристаллизации минералов и минеральных агрегатов.** Работа с полированными шлифами осуществляется по следующей схеме:

- 1) Диагностировать рудные минералы в полированных шлифах;
- 2) Определить размер и описать морфологию зёрен;
- 3) Определить тип руды;
- 4) Описать текстуру и структуру рудных выделений;
- 5) Используя морфологию кристаллических зёрен и взаимоотношений их общих границ, определить последовательность минералообразования и установить количество генераций. Результаты исследования должны быть выражены в виде таблицы с обозначенными в ней стадиями минералообразования:

Минералы	Последовательность минералообразования	
	Первичные минералы	Вторичные минералы
Хромит	■	
Пирротин	■	
Пентландит	■	
Халькопирит	■	
МПГ	■	
Магнетит (Mgt1) по хромиту		■
Магнетит (Mgt2) по пирротину		■
Валлериит		■

За составление описания и таблиц к каждому образцу, студенту начисляются баллы согласно принятой балльно-рейтинговой системе.

10) **Отработка навыков отнесения рудных минеральных ассоциаций к определённым генетическим типам** в образцах и аншлифах осуществляется по следующей схеме:

- 1) Диагностировать рудные минералы в образцах и полированных шлифах;
- 2) Определить размер и описать морфологию зёрен,
- 3) вычислить объёмное % содержание рудных минералов в полированных шлифах;
- 4) Описать текстуру и структуру рудных выделений;
- 5) Установить генезис рудных минералов;
- 6) Определить последовательность минералообразования;
- 7) Определить генетический тип руды;

За составление описания студенту начисляются баллы согласно принятой балльно-рейтинговой системе.

11) **Составление петрографического и минераграфического заключения для месторождения или рудопроявления по изученным полированным шлифам** осуществляется по следующей схеме:

- 1) Диагностировать рудные и прозрачные минералы в полированных шлифах;
- 2) Определить размер и описать морфологию зёрен, вычислить объёмное % содержание рудных и прозрачных минералов в полированных шлифах, оценить погрешность вычисления, подсчитать в руде весовое % содержание рудных минералов и элементов, входящих в их состав;
- 3) Определить генетический тип руды;
- 4) Описать текстуру и структуру породы;
- 5) Описать текстуру и структуру рудных выделений;
- 6) Установить генезис породы и рудных минералов;
- 7) Определить последовательность минералообразования;
- 8) Сделать вывод о перспективности рудопроявления.

За составление заключения студенту начисляются баллы согласно принятой балльно-рейтинговой системе.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы

5.1.1. Основная литература

1. Безмертная М. С., Чвилёва Т. Н. Определитель рудных минералов в отраженном свете / М.: Недра. 1976. 71 с. [1 экз.]
2. Вольнский И. С. Определение рудных минералов под микроскопом / М.: Недра. 1966. 349 с. [1 экз.]
3. Даминова А. М. Породообразующие минералы – Москва: Изд-во «Недра», 1963. – 92 с. [1 экз.]
4. Дир У.А., Хауи Р.А., Зусман Дж. Породообразующие минералы / Пер. с англ., под ред. В.П. Петрова. В 4-х томах. М.: Мир. Том 1. – 1965. – 372 с. том 2. – 1965. – 406 с. Том 3. – 1966. – 318 с. Том 4. – 1966. – 482 с. Т.5. – 1966. – 408 с. [2 экз.]
5. Исаенко М. П. Определитель текстур и структур руд / Издание 3-е, перераб. и доп. М.: Недра. 1983. 261 с. УДК: 549/12 (022) [1 экз.]
6. Исаенко М. П., Боришанская С. С., Афанасьева Е. Л. Определитель главнейших минералов руд в отраженном свете / М.: Недра. М.: Недра, 1972. - 142 с. [1 экз.]
7. Коржинский Д.С. Теоретические основы анализа парагенезиса минералов. М.: Наука, 1973. – 228 с. [3 экз.]
8. Костов И. М. Минералогия. – М.: Недра, 1971. – 548 с. [2 экз.]
9. Крейг Дж., Воган Д. Рудная микроскопия и рудная петрография / Пер. с англ. 1983. 423 с. [1 экз.]
10. Логвиненко Н.В. Петрография осадочных горных пород. М., Высшая школа, 1964, 1984. [2 экз.]
11. Ларсен Е., Берман Г. Определение прозрачных минералов под микроскопом. – М.: Недра, 1965. – 450 с. [1 экз.]
12. Лодочников В. Н. Главнейшие породообразующие минералы. – Москва, 1955, 1974. – 450 с. [3 экз.]
13. Маракушев А.А., Бобров А.В., Перцев Н.Н., Феногенов А.Н. Петрография. Основы кристаллооптики и породообразующие минералы. 2-е изд., испр. и доп. Изд-во «Юрайт». 2018 г. 302 с. Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/4EBA2A79-28D5-4F3C-9C6C-0BE67EA1E6BE/petrografiya-osnovy-kristallooptiki-i-porodoobrazuyuschie-mineraly>
14. Мехоношин А. С., Колотилина Т. Б. Краткий курс петрографии магматических и метаморфических горных пород, Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2006. [2 экз.]
15. Оникиенко С. К. Практическое руководство по исследованию породообразующих минералов в прозрачных шлифах. - Москва: Изд-во «Недра», 1964. – 92 с. [1 экз.]
16. Петрографический словарь / под ред. В. П. Петрова, О. А. Богатикова, Р. П. Петрова – М Недра, 1981. – 496 с. [2 экз.]
17. Петрографический кодекс России. Магматические, метаморфические, метасоматические и импактные образования. Санкт-Петербург, Изд-во ВСЕГЕИ, 1995, 2008, 2009. [3 экз.]
18. Половинкина Ю. И. Структуры и текстуры изверженных и метаморфических горных пород. Ч1 и Ч2 (три тома) [1 экз.]
19. Рамдор П. Рудные минералы и их сростания / М. 1962. [1 экз.]
20. Систематика и классификация осадочных пород и их аналогов. Санкт-Петербург: Недра, 1998. [1 экз.]
21. Юшко С. А. Методы лабораторного исследования руд / М.: Недра. М.: Недра. 1971. 344 с. [1 экз.]

5.1.2. Дополнительная литература

1. Афанасьева Е. Л., Исаенко М. П. Определитель гипергенных минералов окисленных сульфидных руд в отраженном свете / М.: Недра, 1974. - 80 с. [1 экз.]
2. Барабанов В.Ф. Генетическая минералогия. Л.: Недра, 1977. – 329 с. [1 экз.]
3. Бетехтин А.Г. Курс минералогии – А.Г. Бетехтин. М.: КДУ. – 2014. – 736 с. [1 экз.]
4. Бетехтин А. Г., Генкин А. Г., Филимонова А. А., Шадлун Т. Н. Текстуры и структуры руд / М.: Недра. 1958. 435 с. [1 экз.]
5. Бетехтин А. Г., Генкин А. Г., Филимонова А. А., Шадлун Т. Н. Структурно-текстурные особенности эндогенных руд. / М.: Недра. 1964. 598 с. [1 экз.]
6. Вернадский В.И. Опыт описательной минералогии. Изд-во «Юрайт». 2018 г. 498 с. Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/32242EED-3E36-4964-9C5E-D57B436F01C8/opyt-opisatelnoy-mineralogii>
7. Вольнский И. С. Определение рудных минералов под микроскопом / Методическое руководство. Том 1. М.: Недра. 1947. [1 экз.] Том 2. М.: Недра. 1947. [1 экз.] Том 3. М.: Недра. 1949. [1 экз.]
8. Врублевская Т. Т. Практическая петрография магматических пород: учебное пособие для студентов. – Улан-удэ: Изд-во Бурятского госуниверситета, 2005 – 116 с.
9. Галопен Р., Генри Н. Исследование непрозрачных минералов под микроскопом. / М.: Мир. 1975. 336 с. [1 экз.]
10. Григорьев Д.П., Жабин А.Г. Онтогенез минералов. М.: Наука, 1975. – 339 с. [2 экз.]
11. Годовиков А.А. Минералогия. – М.: Недра, 1983. – 647 с. [1 экз.]
12. Дмитриев С. Д. Основы петрографии. Иркутск, 1988.
13. Исаенко М. П., Боришанская С. С., Афанасьева Е. Л. Определитель главнейших минералов руд в отраженном свете / М.: Недра. 1986. 382 с.

14. Исаенко М. П. Определитель текстур и структур руд / М.: Недра. 1964. [1 экз.]
15. Исаенко М. П. Определитель текстур и структур руд / М.: Недра. 1964. Изд. 3-е, пераб. и доп. - М.: Недра, 1983. - 261 с. [1 экз.]
16. Князев В. С. Кононова И. Б. Руководство к лабораторным занятиям по общей петрографии: учебное пособие для вузов. – М.: Недра, 1991. – 128 с.
17. Краснощекова Л. А. Основы практической петрографии магматических и метаморфических пород, Томск, 2011
18. Кривовичев В.Г. Минералогический словарь. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2008. – 555 с. [1 экз.]
19. Лазаренков В. Г. Петрография магматических горных пород, Санкт-Петербург, 2012
20. Ляхович, В. В. Акцессорные минералы. Их генезис, состав, классификация и индикаторные признаки / В. В. Ляхович; АН СССР, М-во геологии СССР, Ин-т минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов. – М.: Наука, 1968. – 276 с. [2 экз.]
21. Миловский А. В. Минералогия и петрография, Москва, 1958, 1985.
22. Оптические свойства породообразующих минералов: учебное пособие / под ред. А. И. Чернышёва, Н. И. Кутузова – Томск: Изд. ЦНТИ, 2007. – 80 с.
23. Сазонов А. М. Лабораторный практикум по петрографическим методам исследования: учебное пособие – Красноярск, 1990. – 184 с.
24. Сазонов А. М., Файнберг З. Н. Кристаллооптический метод определения породообразующих минералов: учебное пособие – Красноярск, 1990. – 116 с.
25. Серебренников А. М. Диагностические таблицы оптических свойств минералов для практических исследований горных пород под микроскопом. Иркутск, 2005.
26. Смолькин В.Ф. Петрография магматических и метаморфических пород, Мурманск, 2003
27. Сизых А. И. Определитель минералов и метаморфических пород. – Иркутск: Иркут. ун-т, 1995. – Кн. 1. – 120 с.; – Кн. 2 – 134 с.; – Кн. 3 – 136 с.
28. Станкеев Е. А. Генетическая минералогия / М.: Недра. 1986. [1 экз.]
29. Юджин Н., Кэмерон. Рудная микроскопия / М.: Мир. 1966.
30. Юшко С. А. Методы лабораторного исследования руд / М.: Недра. 1971. 344 с. УДК: 553.08 [1 экз.]

5.2. Периодические издания

1. Геология, разведка и охрана недр
2. Геология рудных месторождений
3. Доклады академии наук
4. Записки Российского минералогического общества
5. Кристаллография
6. Петрология
7. Economic Geology
8. Mineralogical Magazine

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Государственный минералогический музей им. А.В. Сидорова: <https://mineral-irnit.ru/ru/>;
2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: [Минералогия -скачать и читать онлайн электронные учебники бесплатно для вузов | Единое окно \(window.edu.ru\)](http://www.window.edu.ru)
3. Классификация и систематика минералов, горных пород, окаменелостей, метеоритов: <http://kristallov.net/index.html>
4. Минералогический Музей им. А.Е. Ферсмана [Минералогический музей имени А. Е. Ферсмана РАН \(fmm.ru\)](http://www.fmm.ru)
5. Научная электронная библиотека: eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
6. Некоммерческий справочно-образовательный портал для геологов, студентов-геологов: <http://www.geokniga.org/>
7. Открытая систематизированная база информации о минералах и их месторождениях (местах находок) на территории России, Украины, Казахстана, стран Закавказья и Средней Азии (территория бывшего СССР): <http://webmineral.ru/> Сайт Webmineral.ru
8. Сайт геологического факультета МГУ «Всё о геологии»: http://wiki.web.ru/wiki/Заглавная_страница Геовикипедия wiki.web.ru
9. Сайт российского минералогического общества: <http://www.minsoc.ru/>
10. Alex Strekeisen Открытая база данных микрофотографий пород: <http://www.alexstrekeisen.it/english/>
11. Database of Ionic Radii. База данных ионных радиусов химических элементов: <http://abulafia.mt.ic.ac.uk/shannon/ptable.php>
12. Elsevier Journals & Books Online Library. Интернет-библиотека журналов и книг издательства Elsevier: <http://www.sciencedirect.com>
13. International mineralogical association. Международная минералогическая ассоциация: <https://www.ima-mineralogy.org/>

14. Luminescent Mineral Database and Information. База данных о люминесценции минералов: <http://www.fluomin.org>
15. Mineralogical Society of America. Минералогическое общество Америки: <http://www.minsocam.org/>
16. Mineralogical Society of Great Britain. Минералогическое общество Великобритании: <http://www.minersoc.org/>
17. Open database of minerals, rocks, meteorites and the localities they come from. Открытая база данных по минералогии, и месторождениям мира: <https://www.mindat.org/>
18. set of high quality spectral data from well characterized minerals. База данных по спектральным данным минералов: <http://ruff.geo.arizona.edu>
19. Smorf crystal models. База данных морфологии кристаллов минералов: <https://www.smorf.nl/>
20. The Mineralogy Database. База данных по химическому составу минералов: <http://webmineral.com>
21. Wiley Online Library. Интернет-библиотека Wiley: <http://www.interscience.wiley.com>

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-лабораторное оборудование

В распоряжении студентов в специализированных учебных и лабораторных помещениях ИГХ СО РАН имеются следующее учебное и лабораторное оборудование:

1. Эталонная и учебная (рабочая) коллекции образцов горных пород и руд, шлифов и аншлифов различных генетических типов для практических занятий;
2. Химические реактивы для микрокапельных химических реакций;
3. Минералогические наборы для определения диагностических свойств минералов (шкалы Мооса, компас, магниты, фарфоровые неглазированные пластинки, предметные стёкла, стальные шила)
4. Абразивные материалы, полировальные порошки, эпоксидные смолы и отвердители для изготовления препаратов для микроскопических исследований;
5. Комплекс камнерезного и шлифовального оборудования: распиловочный, шлифовальный и полировальный станки со сменными дисками, стеклянные плиты для доводки, станки-автоматы и полуавтоматы;
6. Оптические поляризационные микроскопы с проходящим и отражённым светом (Olympus BX51, Альта-ми Полар 3), рудные поляризационные микроскопы с отражённым светом (ПОЛАМ Р-312, МИН-9);
7. Микроскоп стереоскопический Микромед MC-2-ZOOM Digital, оснащённый видеоокуляром TourCam 5.1 MP;
8. Комплекс оборудования для исследований расплавных и флюидных включений в минералах: термокамера TS1500 для диапазона температур до 1500°C с программатором и программным обеспечением Linksys 32 фирмы Linkam Scientific Instruments Ltd. (Англия), на базе микроскопа проходящего и отражённого света Olympus BX51 с цифровой фотокамерой Olympus Camedia 5200 (Япония);

6.2. Программное обеспечение:

Программное обеспечение Windows 7, MSOffice 2003 предназначено для обеспечения освоения дисциплины с помощью компьютерных и интерактивных технологий.

6.3. Технические и электронные средства обучения

1. Проектор для демонстрации презентаций
2. Экран для просмотра презентации
3. Презентации с лекционным и практическим графическим материалом
4. Номограммы Мишеля-Леви, таблицы Т. Н. Чвилёвой и М. С. Безмертной
5. Наборы моделей кристаллов

7. Образовательные технологии

На лекционных занятиях используются дискуссия, IT-методы, индивидуальное обучение и обучение на основе опыта.

На практических занятиях используются групповая и индивидуальная дискуссия, коллективная работа, индивидуальное обучение, обучение на основе опыта, исследовательский метод, эксперимент.

Во время самостоятельной работы применяется самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием основной и дополнительной литературы, интернет-ресурсов, информационных баз, выполнением заданий.

8. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

Итоговая аттестация по дисциплине проводится по окончании первого семестра в форме зачёта. Выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

8.1. Оценочные материалы для текущего контроля:

Текущая успеваемость контролируется с помощью балльно-рейтинговой системы, которая носит систематический характер и отражает проверку формирования индикаторов достижения компетенции. Баллы ставятся за посещаемость, ведение лекций и практик, выполнения самостоятельных заданий и заданий на практических занятиях, написание реферата.

8.1.1. Примерный список устных и письменных вопросов:

Раздел 1. Предмет петрография. Основы кристаллооптики. Изготовление и прокрашивание препаратов для микроскопических исследований.

1. Методы петрографических исследований.
2. Основные понятия петрографической терминологии.
3. Основные понятия кристаллооптики.
4. Законы отражения и преломления света.
5. Геометрические модели оптических свойств кристаллов.
6. Устройство микроскопа.
7. История петрографического метода.
8. Методы изготовления шлифов и полированных шлифов.
9. Особенности отбора и пробоподготовки препаратов для исследований с помощью других аналитических методов.
10. Общие приёмы наблюдения.
11. Особенности настройки микроскопа.
12. Техника безопасности при работе за микроскопом.
13. Поверки микроскопа.
14. Изучение оптических свойств минералов при одном поляризаторе.
15. Цвет и явление плеохроизма.
16. Форма и размер зёрен.
17. Наличие и характер трещин.
18. Свойства, обусловленные показателями преломления: рельеф, шагреневая поверхность, псевдоабсорбция.
19. Правило Бекке.
20. Изучение свойств минералов при двух поляризаторах.
21. Изотропные и анизотропные минералы.
22. Двойное лучепреломление.
23. Номограмма (шкала) Мишель-Леви.
24. Метод определения порядка интерференционной окраски.
25. Приближенное определение величины двойного лучепреломления.
26. Погасание и его типы.
27. Явление компенсации.
28. Определение наименования осей оптической индикатрисы.
29. Определение схемы плеохроизма.
30. Измерение угла погасания.
31. Определение состава плагиоклаза по углам погасания.

Раздел 2. Оптические свойства породообразующих, акцессорных и вторичных минералов.

32. Породообразующие минералы.
33. Оливины.
34. Пироксены.
35. Амфиболы.
36. Слюды.
37. Группа кварца.
38. Группа калиевых полевых шпатов.
39. Плагиоклазы.
40. Фельдшпатоиды.
41. Вторичные минералы.
42. Акцессорные минералы.
43. Рудные минералы.

Раздел 3. Магматические горные породы

44. Состав магмы и магматических пород.
45. Основные принципы кристаллизации магмы.
46. Магматическая дифференциация.
47. Ликвация.
48. Эманационная дифференциация.
49. Ассимиляция.

50. Геодинамические обстановки зарождения магм.
51. Структуры и текстуры магматических горных пород.
52. Формы залегания магматических пород.
53. Интрузивные и эффузивные породы, особенности их описания.
54. Вулканические стёкла.
55. Основы классификации, систематики и номенклатура магматических пород.
56. Ультраосновные породы.
57. Основные породы.
58. Средние породы.
59. Кислые и ультракислые породы.
60. Щелочные породы.

Раздел 4. Метаморфические и метасоматические горные породы

61. Метаморфизм.
62. Факторы метаморфизма.
63. Фации метаморфизма.
64. Типы метаморфизма.
65. Региональный метаморфизм.
66. Фации регионального метаморфизма.
67. Региональный метаморфизм и тектоника плит.
68. Главные типы пород регионального метаморфизма.
69. Контактный метаморфизм.
70. Динамометаморфизм.
71. Автометаморфизм.
72. Импактный метаморфизм.
73. Общие сведения о метасоматозе и метасоматических горных породах.
74. Главные типы метасоматических пород.
75. Структуры и текстуры метаморфических и метасоматических горных пород.
76. Особенности описания метаморфических и метасоматических пород.

Раздел 5. Осадочные горные породы

77. Петрография осадочных горных пород, особенности их описания.

Раздел 6. Предмет минераграфия. Рудная микроскопия. Изготовление полированных шлифов.

78. Раскройте сущность предмета минераграфии.
79. Назовите цель, перечислите основные задачи и методы предмета минераграфии.
80. Охарактеризуйте место минераграфии среди геолого-минералогических дисциплин, назовите основные этапы развития истории минераграфических идей и методов.
81. Перечислите основные фундаментальные труды и учебные пособия по методам исследования руд.
82. Опишите оптическую систему минераграфического микроскопа и порядок определения увеличения микроскопа.
83. Раскройте понятия сферическая и хроматическая абберация, апертура.
84. Охарактеризуйте источники света, сопряжённые с микроскопом и независимые, монохроматы, светофильтры, разрешающую способность объективов (воздушных и иммерсионных), микроскопов.
85. Опишите отражающие устройства с пластинкой и призмой, поляризационные приспособления.
86. Опишите устройство микроскопов разных типов, используемых для исследований полированных шлифов в отражённом свете: МИН-9, ПОЛАМ Р-312, Olympus BX51.
87. Назовите общие приёмы наблюдения рудной микроскопии.
88. Опишите порядок процедур протирания полированного шлифа и его монтирования, регулировки освещения, центрировка микроскопа, передвижения и закрепления объекта на столике микроскопа, наблюдения с иммерсией, градуировки микроскопа, измерения минеральных зёрен, ухода за микроскопом.
89. Перечислите основные правила техники безопасности при работе с микроскопом и включении осветительной системы в электрическую сеть.
90. Опишите процесс изготовления полированных шлифов, шлифов из раздробленного рудного материала, прозрачно-полированных шлифов.
91. Дайте общие сведения об обдирке, распиловке, шлифовке и полировке образцов.
92. Перечислите абразивные материалы и оборудование, необходимые для изготовления полированных шлифов, методы шлифовки, полировки, безрельефной полировки шлифов, требования, предъявляемые к полированным шлифам.
93. Назовите дефекты полированного шлифа и методы их исправления.

Раздел 7. Диагностические свойства рудных минералов и методы их изучения.

94. Дайте определения следующим понятиям: отражательная способность, вращение плоскости поляризации падающего света, индикатриса показателей отражения, двуотражение, дисперсия отражательной способности, цвет минерала в отражённом свете.

95. Приведите примеры проявления основных оптических свойств наиболее распространённых рудных минералов.
96. Охарактеризуйте влияние иммерсии на оптические свойства минералов в полированных шлифах.
97. Опишите оптические явления при скрещенных николях.
98. Назовите лабораторные методы измерения отражательной способности.
99. Опишите порядок процедур оценивания отражательной способности методом сравнения, наблюдения и оценки двуотражения, эффекта анизотропии при скрещенных николях, определения цвета минерала в отражённом свете, изучения внутренних рефлексов.
100. Назовите способы определения твёрдости, магнитности, электропроводности минеральных зёрен в шлифе.
101. Охарактеризуйте формы сечений, двойниковое строение, спайность минеральных зёрен в шлифе.
102. Опишите методику светотравления минеральных зёрен в шлифе.
103. Опишите методы диагностического травления, микрохимического и капельного качественного анализа, отпечатков, наблюдения прозрачных минералов в полированных шлифах.
104. Охарактеризуйте методы количественного определения химического состава минералов: лазерный спектральный, рентгеноспектральный, электронно-зондовый микроанализ.
105. Раскройте принципы и приёмы использования сканирующей (растровой) и просвечивающей (трансмиссионной) электронной микроскопии для диагностики, определения реальной структуры и состава минералов.
106. Перечислите порядок определения рудных минералов в полированных шлифах, с использованием диагностических таблиц И. С. Волынского, С. А. Юшко, Айтенобогардта и Бурке, М. П. Исаенко, Н. И. Шумской, Т. Н. Чвилёвой и М. С. Безмертной.
107. Приведите порядок описания полированных шлифов при документации минераграфических исследований.
108. Опишите процедуры микрофотографирования и способы зарисовок полированных шлифов.
109. Пересчитайте химические анализы и электронно-зондовые микроанализы рудных минералов на формульные единицы.

Раздел 8. Текстурно-структурный и парагенетический анализы руд.

110. Перечислите основные классификационные единицы структуры руд, морфогенетические особенности минеральных выделений.
111. Опишите генетические группы и морфологические типы структур руд.
112. Перечислите основные классификационные единицы текстур руд, морфогенетические особенности минеральных парагенезисов.
113. Опишите генетические группы и морфологические типы текстур руд.
114. Охарактеризуйте текстурно-структурный анализ руд.
115. Раскройте значение текстурно-структурного анализа для выявления закономерностей распределения минеральных ассоциаций в месторождениях, установления последовательности выделения минералов и образования минеральных агрегатов.
116. Охарактеризуйте парагенетический анализ руд.
117. Опишите процесс зарождения минеральных индивидов и генерации минералов.
118. Перечислите основные минеральные парагенетические ассоциации и комплексы.
119. Опишите методы выявления генетических групп минералов и принципы выделения хронологических категорий процесса рудообразования и сопоставление их с вещественными единицами и генетическими группами.
120. Дайте определение понятию парагенезис.
121. Охарактеризуйте условия образования и геотермометрию руд по данным изучения газовой-жидких включений.

Раздел 9. Ассоциации рудных минералов, встречающихся в изверженных породах, жильных месторождениях, осадочных, метаморфических и вземных обстановках.

122. Перечислите и охарактеризуйте основные ассоциации рудных минералов, встречающиеся в изверженных породах и жильных месторождениях.
123. Перечислите и охарактеризуйте основные ассоциации рудных минералов, встречающиеся в осадочных, вулканических, метаморфических и вземных обстановках.

Раздел 10. Качественная характеристика промышленных типов руд по данным минералогического анализа.

124. Перечислите минеральный состав основных промышленных типов руд.
125. Опишите методы определения относительного содержания минералов в шлифе.
126. Дайте определение понятию типоморфизм минералов.
127. Приведите примеры типоморфных признаков наиболее распространённых рудных минералов.
128. Охарактеризуйте форму, размер и характер границ минеральных выделений в рудах.
129. Приведите примеры применения рудной микроскопии при обогащении.
130. Перечислите структуры и текстуры руд, влияющие на обогащение.

131. Назовите продукты агломерации и плавки.
 132. Опишите порядок процедуры составления обобщённого петрографического и минераграфического заключения по изученному месторождению или рудопроявлению.

8.1.2. Материалы для проведения текущего контроля знаний студентов:

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Индикаторы достижения компетенций (компоненты), которые контролируются
1	Устный и письменный опрос, проверка выполненных заданий, ведения записей лекций, практик.	Предмет петрография. Основы кристаллооптики. Изготовление и прокрашивание препаратов для микроскопических исследований.	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
2		Оптические свойства породообразующих, акцессорных и вторичных минералов	ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
3		Магматические горные породы	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
4		Метаморфические и метасоматические горные породы	
5		Осадочные горные породы	
6		Предмет минераграфия. Рудная микроскопия. Изготовление полированных шлифов.	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
7		Диагностические свойства рудных минералов и методы их изучения	ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
8		Тектурно-структурный и парагенетический анализы руд	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}
9		Ассоциации рудных минералов	
10		Качественная характеристика промышленных типов руд	

8.2 Оценочные материалы для промежуточной аттестации

8.2.1. Вопросы к зачёту

Билет №1

- Амфиболы. Тип структуры, химический состав, кристаллооптические свойства, характерные признаки.
- Структуры магматических горных пород.
- Описание образца осадочной породы и шлифа к нему.

Билет №2

- Кварц. Тип структуры, химический состав, кристаллооптические свойства, характерные признаки. Р-Т условия стабильности.
- Текстуры магматических горных пород.
- Описание образца метаморфической породы и шлифа к нему.

Билет №3

- Калиевые полевые шпаты. Тип структуры, химический состав, кристаллооптические свойства, характерные признаки.
- Андезиты. Условия зарождения андезитовых магм.
- Описание образца метаморфической породы и шлифа к нему.

Билет №4

- Оптические свойства минералов при двух поляризаторах. Оптическая индикатриса минералов.
- Метаморфизм. Типы, факторы.
- Описание образца магматической породы и шлифа к нему.

Билет №5

- Оливины. Тип структуры, химический состав, кристаллооптические свойства, характерные признаки.
- Региональный метаморфизм. Амфиболитовая фация.
- Описание образца осадочной породы и шлифа к нему.

Билет №6

- Оптические свойства минералов при одном поляризаторе.
- Региональный метаморфизм. Гранулитовая фация.
- Описание образца осадочной породы и шлифа к нему.

Билет №7

- Минералы группы андалузита. Тип структуры, кристаллооптические свойства, характерные признаки и их петрологическое значение.
- Базальты. Условия зарождения базальтовых магм.
- Описание образца осадочной породы и шлифа к нему.

Билет №8

1. Пироксены. Тип структуры, химический состав, кристаллооптические свойства, характерные признаки.
2. Динамометаморфизм.
3. Описание образца магматической породы и шлифа к нему.

Билет №9

1. Поверки поляризационного микроскопа.
2. Дифференциация силикатных магм. Виды, порядок кристаллизации.
3. Описание образца метаморфической породы и шлифа к нему.

Билет №10

1. Показатель преломления минералов. Оптические свойства минералов, обусловленные показателями преломления.
2. Классификация и номенклатура магматических горных пород.
3. Описание образца метаморфической породы и шлифа к нему.

Билет №11

1. Плаггиоклазы. Тип структуры, химический состав, кристаллооптические свойства, характерные признаки. Методы определения состава плаггиоклаза.
2. Кислые породы. Классификация, минеральный состав, генезис, полезные ископаемые.
3. Описание образца метаморфической породы и шлифа к нему.

Билет №12

1. Двойное лучепреломление, сила двойного лучепреломления, интерференционная окраска.
2. Контактный метаморфизм.
3. Описание образца магматической породы и шлифа к нему.

Билет №13

1. Серпентин. Тип структуры, химический состав, кристаллооптические свойства, характерные признаки.
2. Магма, состав, строение, условия зарождения.
3. Описание образца осадочной породы и шлифа к нему.

Билет №14

1. Слюды. Тип структуры, химический состав, кристаллооптические свойства, характерные признаки.
2. Метасоматоз.
3. Описание образца осадочной породы и шлифа к нему.

Билет №15

1. Фельдшпатоиды. Тип структуры, химический состав, кристаллооптические свойства, характерные признаки.
2. Основные породы. Классификация, минеральный состав, генезис, полезные ископаемые.
3. Описание образца осадочной породы и шлифа к нему.

Билет №16

1. Карбонаты. Тип структуры, химический состав, кристаллооптические свойства, характерные признаки.
2. Структуры метаморфических горных пород.
3. Описание образца магматической породы и шлифа к нему.

Билет №17

1. Группа акцессорных минералов. Примеры, формулы минералов, кристаллооптические свойства, характерные признаки.
2. Текстуры метаморфических пород.
3. Описание образца магматической породы и шлифа к нему.

Билет №18

1. Хлорит. Тип структуры, химический состав, кристаллооптические свойства, характерные признаки.
2. Пикриты и коматииты. Условия зарождения ультраосновных магм.
3. Описание образца осадочной породы и шлифа к нему.

Билет №19

1. Группа вторичных минералов. Примеры, формулы минералов, кристаллооптические свойства, характерные признаки.
2. Принципы классификации магматических горных пород.
3. Описание образца осадочной породы и шлифа к нему.

Билет №20

1. Группа минералов осадочных горных пород.
2. Региональный метаморфизм. Зеленосланцевая фация.
3. Описание образца магматической породы и шлифа к нему.

Билет №21

1. Методы изготовления шлифов и аншлифов. Особенности отбора и пробоподготовки препаратов для исследований с помощью других аналитических методов.
2. Региональный метаморфизм. Эклогитовая фация.
3. Описание образца магматической породы и шлифа к нему.

Билет №22

1. Устройство микроскопа. История метода.
2. Региональный метаморфизм. Эпидот-амфиболитовая фация.
3. Описание образца магматической породы и шлифа к нему.

Билет №23

1. Естественный и поляризованный свет. Законы отражения и преломления света.
2. Структуры и текстуры метаморфических горных пород.
3. Описание образца магматической породы и шлифа к нему.

Билет №24

1. Фазовые диаграммы в петрологии.
2. Осадочные горные породы.
3. Описание образца метаморфической породы и шлифа к нему.

Билет №25

1. Ультраметаморфизм, анатексис.
2. Структуры и текстуры магматических горных пород.
3. Описание образца осадочной породы и шлифа к нему.

Билет №26

1. Риолиты. Условия зарождения кислых магм.
2. Фации метаморфизма. Определение. Наиболее характерные граничные реакции.
3. Описание образца осадочной породы и шлифа к нему.

Билет №27

1. Связь химического и минерального составов магматических горных пород.
2. Рудные минералы.
3. Описание образца осадочной породы и шлифа к нему.

Билет №28

1. Средние породы. Классификация, минеральный состав, генезис, полезные ископаемые.
2. Оптически изотропные минералы в шлифах.
3. Описание образца осадочной породы и шлифа к нему.

Билет №29

1. Ультраосновные породы высокощелочного ряда. Классификация, минеральный состав.
2. Оптически анизотропные минералы в шлифах.
3. Описание образца осадочной породы и шлифа к нему.

Билет №30

1. Ультраосновные породы. Классификация, минеральный состав, генезис, полезные ископаемые.
2. Поверки микроскопа. Техника безопасности.
3. Описание образца осадочной породы и шлифа к нему.

Билет №31

1. Формы залегания магматических горных пород.
2. Особенности настройки микроскопа. Поверки микроскопа. Техника безопасности при работе за микроскопом.
3. Описание образца осадочной породы и шлифа к нему.

Билет №32

1. Химический состав магматических горных пород.
2. Изучение оптических свойств минералов при одном поляризаторе. Цвет и явление плеохроизма. Форма и размер зёрен. Наличие и характер трещин.
3. Описание образца осадочной породы и шлифа к нему.

Билет №33

1. Предмет минераграфия, цель, основные задачи и методы.
2. Парагенетический анализ руд.
3. Описание и диагностика минералов в образце и полированном шлифе к нему. Определение генетического типа породы и/или руды.

Билет №34

1. Описание оптической системы минераграфического микроскопа.
2. Руды хрома, ассоциирующиеся с основными и ультраосновными породами.
3. Описание и диагностика минералов в образце и полированном шлифе к нему. Определение генетического типа породы и/или руды.

Билет №35

1. Изготовление полированных шлифов.
2. Медно-никелевые руды, связанные с основными и ультраосновными породами.
3. Описание и диагностика минералов в образце и полированном шлифе к нему. Определение генетического типа породы и/или руды.

Билет №36

1. Кристаллооптика отражённого света.
2. Железо-титановые оксидные руды, ассоциирующиеся с изверженными горными породами.
3. Описание и диагностика минералов в образце и полированном шлифе к нему. Определение генетического типа породы и/или руды.

Билет №37

1. Наблюдение и качественная оценка физических диагностических свойств рудных минералов.
2. Медно-молибденовые сульфиды, ассоциирующиеся с порфировыми интрузивными изверженными породами.
3. Описание и диагностика минералов в образце и полированном шлифе к нему. Определение генетического типа породы и/или руды.

Билет №38

1. Диагностическое травление.
2. Медно-свинцово-цинково серебрянные ассоциации в жильных породах.
3. Описание и диагностика минералов в образце и полированном шлифе к нему. Определение генетического типа породы и/или руды.

Билет №39

1. Методы микрохимического и капельного качественного анализа.
2. Серебро-висмут-кобальт-мышьяковые (-урановые) жильные руды.
3. Описание и диагностика минералов в образце и полированном шлифе к нему. Определение генетического типа породы и/или руды.

Билет №40

1. Методы количественного определения химического состава минералов.
2. Оловянно-вольфрамово-висмутовые ассоциации жильных месторождений.
3. Описание и диагностика минералов в образце и полированном шлифе к нему. Определение генетического типа породы и/или руды.

Билет №41

1. Порядок определения рудных минералов в полированных шлифах.
2. Золоторудные жилы и связанная с ними минерализация.
3. Описание и диагностика минералов в образце и полированном шлифе к нему. Определение генетического типа породы и/или руды.

Билет №42

1. Документация минераграфических исследований.
2. Жильные месторождения руд цветных металлов, содержащих мышьяк, сурьму или ртуть.
3. Описание и диагностика минералов в образце и полированном шлифе к нему. Определение генетического типа породы и/или руды.

Билет №43

1. Методы пересчёта химических анализов и электронно-зондовых микроанализов рудных минералов на формульные единицы.
2. Железные и марганцевые руды в осадочных обстановках.
3. Описание и диагностика минералов в образце и полированном шлифе к нему. Определение генетического типа породы и/или руды.

Билет №44

1. Текстурно-структурный анализ руд.
2. Рудные минералы в углях.
3. Описание и диагностика минералов в образце и полированном шлифе к нему. Определение генетического типа породы и/или руды.

Билет №45

1. Примеры применения рудной микроскопии при обогащении.
2. Колчеданные и колчеданно-полиметаллические минеральные ассоциации в метаморфизованных породах.
3. Описание и диагностика минералов в образце и полированном шлифе к нему. Определение генетического типа породы и/или руды.

Билет №46

1. Методы определения относительного содержания минералов в шлифе.
2. Медно-цинково-колчеданные ассоциации в вулканических обстановках.
3. Описание и диагностика минералов в образце и полированном шлифе к нему. Определение генетического типа породы и/или руды.

Билет №47

1. Минеральный состав промышленных типов руд.
2. Свинцово-цинковые месторождения в карбонатных и других осадочных породах.
3. Описание и диагностика минералов в образце и полированном шлифе к нему. Определение генетического типа породы и/или руды.

Билет №48

1. Изучение продуктов агломерации и плавки.
2. Золото-урановые руды в конгломератах.
3. Описание и диагностика минералов в образце и полированном шлифе к нему. Определение генетического типа породы и/или руды.

Билет №49

1. Скарновые месторождения.
2. Внеземное вещество: метеориты и лунные породы.
3. Описание и диагностика минералов в образце и полированном шлифе к нему. Определение генетического типа породы и/или руды.

Билет №50

1. Стратиформные полиметаллические сульфидные руды в осадочных породах.
2. Уран-ванадий-медные руды, ассоциирующиеся с песчаниками.
3. Описание и диагностика минералов в образце и полированном шлифе к нему. Определение генетического типа породы и/или руды.

Авторы-составители рабочей программы дисциплины:

Радомская Т.А.

/  /

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения Отдела магистратуры и аспирантуры ИГХ СО РАН.