

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»
(ФИЦ КНЦ РАН)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ

По дисциплине Б1.В.ДВ.03.02 Специальные методы минералогических исследований
указывается цикл (раздел) ОП, к которому относится дисциплина, название дисциплины

Для направления подготовки (специальности) 05.04.01 Геология
код и наименование направления подготовки (специальности)

Направленность программы (профиль) Прикладная геохимия, минералогия и петрология
наименование профиля /специализаций/образовательной программы

Квалификация выпускника, уровень подготовки магистр
(указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО)

Апатиты

2020

Лист согласования

1 Разработчик:

доцент
должность

УАиМ


подпись

Л.М. Лялина
И.О. Фамилия

2. Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании учебно-методической комиссии управления аспирантуры и магистратуры 29 июня 2020 года, протокол № 02.

Председатель УМК УАиМ

29.06.2020

дата

подпись



Л.Д. Кириллова

И.О.Фамилия

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1. Методические указания составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта по образовательной программе высшего образования – программе магистратуры по направлению подготовки 05.04.01 Геология, утвержденного приказом Минобрнауки России от 28.08.2015 г. № 912.

Настоящие методические указания включают рекомендации к выполнению лабораторных работ и список рекомендуемой литературы.

Цель дисциплины: закрепление навыков определения минералогического состава руд и пород основными лабораторными методами.

Задачи дисциплины: знакомство с современными локальными методами исследования и диагностики минералов и освоение студентами методики количественного минералогического анализа руд и пород.

В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:

Знать:

- современные локальные методы исследования химического состава, морфологии и внутреннего строения, диагностики минералов;
- физические основы и аналитические возможности этих методов;
- методику количественного и качественного минералогического анализа руд и пород.

Уметь:

- провести подготовку образцов минералов, руд и пород для конкретных видов анализа;
- пользоваться приемами и специальными методами минералогических исследований для диагностики и изучения минералов, и для количественного анализа руд и пород.

Владеть: необходимыми знаниями и навыками методов исследования и диагностики минералов.

Планируемые результаты обучения в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины (модуля) «Специальные методы минералогических исследований» направлен на формирование элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО 05.04.01 Геология (уровень магистратуры). Результаты формирования компетенций и обучения представлены в таблице.

Таблица 2 – Результаты обучения

№ п/п	Код компетенции	Компоненты компетенции, степень их реализации	Результаты обучения
1.	ОК – 3. Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием	Знать: - основные понятия, цели, задачи минералогии. Уметь:

	творческого потенциала.	дисциплины, и компетенция реализуется полностью	<ul style="list-style-type: none"> - формулировать цели и определять пути их достижения; - находить информацию в различных источниках. Владеть: <ul style="list-style-type: none"> - методами сбора информации, ее обработки и анализа.
2.	ОПК – 1. Способность самостоятельно приобретать, осмысливать, структурировать и использовать в профессиональной деятельности новые знания и умения, развивать свои инновационные способности.	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	Знать: <ul style="list-style-type: none"> - основные проблемы и задачи минералогии. Уметь: <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельно анализировать и систематизировать новые знания; - структурировать и использовать новые знания; - развивать инновационные способности. Владеть: <ul style="list-style-type: none"> - методами адаптации новых знаний в профессиональной деятельности.
3.	ОПК-4. Способность профессионально выбирать и творчески использовать современное научное и техническое оборудование для решения научных и практических задач.	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	Знать: <ul style="list-style-type: none"> - современное научное и техническое оборудование, используемое для решения научных и практических задач минералогии. Уметь: <ul style="list-style-type: none"> - профессионально выбирать и творчески использовать современное научное и техническое оборудование для решения научных и практических задач. Владеть: <ul style="list-style-type: none"> - методами обработки информации, полученной с использованием современного научного и технического оборудования.
4.	ПК – 1. Способность формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	Знать: <ul style="list-style-type: none"> - базовые понятия фундаментальных разделов геологических наук и минералогии. Уметь: <ul style="list-style-type: none"> - формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов

	и специализированных знаний, полученных при освоении программы магистратуры.		геологических наук и минералогии. Владеть: - методами интеграции фундаментальных разделов геологических наук и минералогии.
5.	ПК-4. Способность самостоятельно проводить производственные и научно-производственные полевые, лабораторные и интерпретационные работы при решении практических задач.	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	Знать: - цели и задачи производственных и научно-производственных полевых, лабораторных и интерпретационных работ. Уметь: - самостоятельно проводить производственные и научно-производственные полевые, лабораторные и интерпретационные работы при решении практических задач. Владеть: - методикой проведения производственных и научно-производственных полевых, лабораторных и интерпретационных работ при решении практических задач.
6.	ПК-5. Способность к профессиональной эксплуатации современного полевого и лабораторного оборудования и приборов в области освоенной программы магистратуры.	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	Знать: - современное полевое и лабораторное оборудование и приборы. Уметь: - эксплуатировать современное полевое и лабораторное оборудование и приборы. Владеть: - методами работы на современном полевом и лабораторном оборудовании и приборах.

Перечень дисциплин и их разделов, усвоение которых необходимо студентам для изучения данной дисциплины.

- ✓ Химия.
- ✓ Физика.
- ✓ Общая геология.
- ✓ Минералогия.
- ✓ Кристаллография.
- ✓ Систематическая минералогия.
- ✓ Петрография.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная:

1. Булах А.Г. Общая минералогия. С-Пб.: СПбГУ, 1999. - 356с.
2. Панова, Т.В. Современные методы исследования вещества: электронная и оптическая микроскопия : [16+] / Т.В. Панова ; Министерство образования и науки РФ, Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского. – Омск : ОмГУ им. Ф.М. Достоевского, 2016. – 80 с. : табл., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=563044>
3. Сазонов, А.М. Оптическое определение порообразующих минералов / А.М. Сазонов, Т.В. Полева, Н.А. Некрасова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. – Красноярск : СФУ, 2017. – 100 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497514> – Библиогр.: с. 96. – ISBN 978-5-7638-3768-1. – Текст : электронный.
4. Современные методы структурного анализа веществ / М.Ф. Куприянов, А.Г. Рудская, Н.Б. Кофанова и др. ; Федеральное агентство по образованию Российской Федерации, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Южный федеральный университет". – Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2009. – 288 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241003> (дата обращения: 11.11.2019). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-0653-8. – Текст : электронный.
5. Спектральные методы анализа / Е.В. Пашкова, Е. Волосова, А.Н. Шипуля и др. ; Министерство сельского хозяйства РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, 2017. – 56 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485007>– Библиогр.: с. 44-45. – Текст : электронный.
6. Созинов, С.А. Структурные методы исследования кристаллов / С.А. Созинов, Л.В. Колесников. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2012. – 108 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232740>– ISBN 978-5-8353-1284-9. – Текст : электронный.
7. Кириллова, Е.А. Методы спектрального анализа / Е.А. Кириллова, В.С. Маряхина ; Министерство образования и науки Российской Федерации. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2013. – 105 с. : табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258856> – Текст : электронный.

Дополнительная:

8. Филимонова Н.И., Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия : учеб. пособие / Филимонова Н.И. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2013. - 134 с. - ISBN 978-5-7782-2158-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778221581.html>
9. Комплексное использование минеральных ресурсов [Электронный ресурс] / Зильбершмидт М.Г. - М. : МИСиС, 2016. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876239471.html>

10. Сальникова, Е.В. Инструментальные методы анализа. Теоретические основы и практическое применение / Е.В. Сальникова, Т.Г. Мишукова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет. – Оренбург : ОГУ, 2017. – 122 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481799> (дата обращения: 11.11.2019). – Библиогр.: с. 116. – ISBN 978-5-7410-1725-8. – Текст : электронный.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Задачи и методы минералогических исследований.

Вопросы для самоконтроля знаний:

1. Цели минералогических исследований.
2. Методы, используемые для диагностики минералов.
3. Основные методы, используемые для изучения структуры минералов.
4. Методы, используемые для химического состава минералов.
5. Методы, применяемые для определения условий образования минералов.
6. Краткая характеристика кристаллографического метода.
7. Электронная микроскопия. Краткая характеристика метода.
8. Объекты минералогических исследований. Виды образцов и препаратов, используемых в минералогических исследованиях.

Рекомендуемая литература: [1-4]

2. Приёмы и методы выделения минералов из руд и пород для диагностики и исследования.

Вопросы для самоконтроля знаний:

1. Главные задачи при отборе и подготовке пробы к анализу. Примеры способов пробоотбора.
2. Факторы, воздействующие на материал пробы при механических способах дезинтеграции.
3. Немеханические способы дезинтеграции горных пород. Общий принцип, лежащий в основе этих методов.
4. Гравитационные методы разделения минералов.
5. Магнитные и электромагнитные методы сепарации.
6. Электрические методы сепарации.
7. Составление схемы выделения конкретного минерального вида из образцов пород и руд.

Рекомендуемая литература: [1]; [2]; [3].

3. Оптические методы диагностики и исследования минералов

Вопросы для самоконтроля знаний:

1. Современные конструкции поляризационных микроскопов.
2. Микроскопия в проходящем поляризационном свете (в видимой области спектра).
3. Микроскопия в отраженном свете (в видимой области спектра).
4. Характеристика иммерсионного метода.
5. Иммерсионный метод. Способ Бекке.
6. Иммерсионный метод. Способ кольцевого экранирования.
7. Иммерсионный метод. Способ темного поля.
8. Иммерсионный метод. Способ косоугольного освещения.
9. Иммерсионный метод. Способ фазового контраста.

Рекомендуемая литература: [1]; [2]; [3]

4. Рентгеноструктурные методы исследования минералов

Общие свойства рентгеновских лучей. Определение минерального состава рентгеноструктурным анализом. Аппаратурная база. Принципиальная основа метода. Физическая сущность рентгеноструктурного анализа. Теоретические основы рентгеноструктурного анализа. Теоретические основы рентгеноструктурного анализа

(закон Вульфа-Брегга). Установки рентгеноструктурного анализа УРС, ДРОН. Задачи рентгеноструктурного анализа. Фазовый анализ качественный и количественный. Сущность анализа. Возможности метода. Подготовка проб для анализа. расшифровка дифрактограмм.

Вопросы для самоконтроля знаний:

1. Задачи, решаемые с помощью рентгеноструктурного анализа.
2. Обработка дифракционных картин. Индексирование. Оценка интенсивности отражений.
3. Порошковая рентгенография минералов. Основные объекты и методы.
4. Порошковая рентгенография минералов. Физическая основа метода.
5. Диагностика минералов при рентгенографических исследованиях.

Рекомендуемая литература: [1]; [4]; [6]; [8].

5. Локальный рентгеноспектральный (микронзондовый) анализ химического состава минералов.

Рентгеноспектральный анализ. Характеристика метода. Аппаратура и принципы её работы.

Вопросы для самоконтроля знаний:

1. Виды растровых изображений, получаемых с помощью электронно-зондового микроанализа. Их информативность.
2. Количественный локальный рентгеноспектральный анализ – возможности и область применения.
3. Задачи, решаемые с помощью локального рентгеноспектрального анализа.
4. Исследование распределения концентрации данного элемента (концентрационный профиль).
5. Изучение топографии распределения элемента.
6. Расчёт кристаллохимической формулы минерала по результатам микронзондового анализа.
7. Определение элементов для выполнения их растровых картин распределения для минеральной ассоциации.

Рекомендуемая литература: [1]; [4]; [6]; [8].

6. Эмиссионный спектральный анализ

Характеристика спектральных методов. Задачи, решаемые методом. Эмиссионно-спектральный анализ. Определение. Принцип эмиссионно-спектрального анализа. Источники возбуждения. Основные этапы эмиссионно-спектрального анализа. Качественный и количественный спектральный анализ. Приборная база. Основные элементы спектрального прибора. Контроль за качеством анализа.

Вопросы для самоконтроля знаний:

1. Полуколичественный спектральный анализ: количество определяемых элементов, используемые навески, способы испарения образца.
2. Характер испарения образца (при использовании угольного стержня). Его влияние на ход анализа.
3. Эмиссионный спектральный анализ. Метод воздушного дутья – принцип действия, область применения, достоинства и недостатки.
4. Количественный эмиссионный спектральный анализ: принцип, лежащий в основе анализа, методика проведения.

5. Использование буфера в количественном эмиссионном спектральном анализе.

Рекомендуемая литература: [1]; [5], [7]

7. Инфракрасная спектроскопия минералов

Инфракрасная спектроскопия (ИКС) твердого тела и её разновидности. Колебательные спектры поглощения. Получение и измерение спектров излучения, поглощения (пропускания), нарушенного полного внутреннего и зеркального отражения. Серийная аппаратура, способы и техника получения спектров. Характеристики ИК-спектров. Монохроматорные ИК-спектрофотометры и Фурье-спектрофотометры, аппаратура скоростного сканирования. Препараты. Применение методов ИКС для определения класса соединений, диагностики минералов, 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.

Вопросы для самоконтроля знаний:

1. ИКС. Подходы к исследованию (интерпретации) колебательных спектров (кратко).
2. Методы ИК-спектроскопии.
3. Задачи, решаемые с помощью ИКС.
4. Основные узлы ИК-спектрометров, спектрофотометров.
5. Типы приборов, используемых в ИКС.
6. Подготовка (типы) образцов.

Рекомендуемая литература: [5]; [7]

8. Термический анализ

Основные виды термического анализа: дифференциальный термический анализ, термогравиметрия, термодилатометрия, термомагнитометрия, термоволлюметрия, дифференциальная сканирующая калометрия. Физическая сущность ДТА. Задачи, решаемые термическим анализом. Возможности метода.

Вопросы для самоконтроля знаний:

1. Методы термического анализа.
2. Применения термического анализа в минералого-петрографической практике.
3. Расшифровка и интерпретация кривых нагревания на основе их геометрического анализа.
4. Выяснение природы термических эффектов, регистрируемых на кривых дифференциального термического анализа.
5. Идентификация минералов и фазовая характеристика.

Рекомендуемая литература: [1]; [4], [9]

9. Люминесценция минералов и её использование при диагностике и промышленном обогащении руд.

Свойства люминесценции. Определение люминесценции. Классификация люминесценции. 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. Интерпретация спектров. Техника исследования.

Практическое использование полученных данных: диагностика минералов, люминесцентный минералогический и сортовой (обогащение) анализы, типоморфный анализ.

Вопросы для самоконтроля знаний:

1. Люминесценция – физическая природа явления.
2. Люминесценция минералов – типы процессов.
3. Термолюминесценция.
4. Области применения люминесценции в минералогии.
5. Приборы для исследования люминесценции.

Рекомендуемая литература: [1]; [4]; [10]

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Программой дисциплины предполагается проведение контрольной работы. Для выполнения контрольной работы студенты должны

ЗНАТЬ:

- физические основы методов исследования,
- области применения,
- способы интерпретации получаемых результатов,
- приёмы и методы подготовки образцов и препаратов.

УМЕТЬ:

- составлять схемы отбора проб;
- составлять схемы выделения минералов из руд и пород;
- интерпретировать результаты локального рентгеноспектрального анализа (рассчитывать кристаллохимические формулы, определять набор элементов для выполнения растровых картин их распределения в минеральной ассоциации).

Выполняя контрольную работу, студенты должны продемонстрировать умение определить цели минералогических исследований, методы, используемые для диагностики материалов, приемы и методы выделения минералов из руд и пород для диагностики и исследования.

Контрольная работа «Специальные методы минералогических исследований».

Студенты должны ответить на 2 вопроса:

1. Методы, используемые для диагностики минералов.
2. Гравитационные методы разделения минералов.
3. Локальный рентгеноспектральный анализ (электронно-зондовый микроанализ) – аналитические характеристики и преимущества метода. Количественный локальный рентгеноспектральный анализ – возможности и область применения.
4. Основные методы, используемые для изучения структуры минералов.

5. Схема первичной подготовки проб к исследованию с последующим выделением минералов.
6. Рентгеноструктурный анализ (физическое явление, лежащее в основе рентгеноструктурного анализа кристаллических веществ, схема взаимодействия рентгеновских лучей с кристаллом, уравнение Брегга-Вульфа, объекты и задачи рентгеноструктурного анализа).
7. Методы, используемые для исследования химического состава минералов.
8. Механические способы дезинтеграции руд и пород (типы оборудования, характеристики дробления, достоинства – недостатки). Факторы, воздействующие на материал пробы при механических способах дезинтеграции.
9. Эмиссионный спектральный анализ. Характеристика метода. Типы спектров. Механизм излучения света атомом (эмиссионный спектральный анализ).
10. Главные задачи при отборе и подготовке пробы к анализу. Примеры способов пробоотбора.
11. Порошковая рентгенография минералов (физическая основа метода). Основные объекты и методы. Способы фиксирования дифракционных картин.
12. Расчёт кристаллохимической формулы минерала по данным микрозондового анализа.
13. Магнитные и электромагнитные методы сепарации.
14. Задачи, решаемые с помощью локального рентгеноспектрального анализа.
15. Люминесценция – физическая природа явления и типы процессов.
16. Электрические методы сепарации.
17. Иммерсионный метод. Способ Беке.
18. Лауэграмма (определение, способ получения, решаемые задачи).
19. Цели и объекты минералогических исследований. Основные виды образцов (препаратов), используемых в минералогических исследованиях.
20. Полуколичественный спектральный анализ
21. Применение люминесценции при изучении и переработке минерального сырья.
22. Инфракрасная спектроскопия – (физическая основа метода, методы и задачи, решаемые с помощью ИКС).
23. Подготовка (типы) образцов для ИКС.
24. Расчёт кристаллохимической формулы минерала по данным микрозондового анализа.

Рекомендуемая литература: [1- 45].

КОНТРОЛЬ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Промежуточной формой контроля знаний студентов, приобретенных при изучении дисциплины «Специальные методы минералогических исследований», является зачет.

Зачет выставляется по результатам работы студента в семестре. Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине с зачетом (от 60 до 100 баллов), то он считается аттестованным. Если обучающийся не набрал минимальное зачетное количество баллов (60 баллов), ему предоставляется возможность повысить рейтинг до минимального зачетного путем ликвидации задолженностей по отдельным точкам текущего контроля.

Основные вопросы при сдаче зачёта соответствуют вопросам контрольной работы, по которым студент получил неудовлетворительную оценку. Студент также должен представить итоговый отчет о результатах выполненных исследований по исходному материалу.