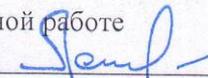


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Амурский государственный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и  
научной работе

  
А.В. Лейфа  
«01» сентября 2021г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

### «ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ»

Специальность 21.05.02 – прикладная геология

Специализация образовательной программы – геологическая съемка, поиски и разведка  
месторождений твердых полезных ископаемых

Квалификация выпускника – горный инженер-геолог

Год набора – 2021

Форма обучения – очная

Курс 4 Семестр 8

Экзамен 8 сем

Общая трудоемкость дисциплины 144 (акад. час.), 4 (з.е.)

Составитель Д.В. Юсупов, доцент, к.г.-м.н.

Факультет инженерно-физический

Кафедра геологии и природопользования

2021г.

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для специальности 21.05.02 – прикладная геология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 12.08.2020 № 953.

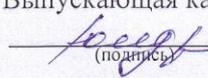
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры геологии и природопользования

«01» сентября 2021г., протокол № 1

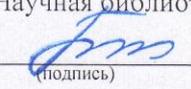
И.о. зав. кафедрой  Д.В. Юсупов

СОГЛАСОВАНО  
Учебно-методическое управление  
  
(подпись) Н.А. Чалкина

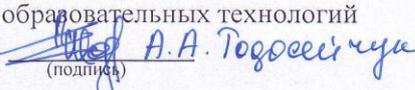
«01» сентября 2021г.

СОГЛАСОВАНО  
Выпускающая кафедра  
  
(подпись) Д.В. Юсупов

«01» сентября 2021г.

СОГЛАСОВАНО  
Научная библиотека  
  
(подпись) О.В. Петрович

«01» сентября 2021г.

СОГЛАСОВАНО  
Центр информационных и  
образовательных технологий  
  
(подпись) А.А. Тодоровская

«01» сентября 2021г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель дисциплины:** «Лабораторные методы изучения минерального сырья», должна дать студенту теоретические и практические знания в области методов исследования минерального сырья, подготовки минерального сырья к исследованию, диагностики минерального вещества, исследовании его физических свойств и химического состава, особенностей строения, структуры, текстуры и пр.

**Задачи дисциплины:**изучить физические, химические, ядерно-физические методы изучения металлических, неметаллических, горючих полезных ископаемых; способы подготовки материала для лабораторных исследований минерального сырья различных видов; свойства минералов, применяемые при их диагностике; генетические и основные морфологические виды структур и текстур руд; критерии возрастных взаимоотношений минералов; вопросы обогащения руд.

## 2.МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Лабораторные методы изучения минерального сырья»относится к циклу специальных дисциплин - вариативная часть, региональная компонента подготовки специалиста по специальности 21.05.02 «Прикладная геология», специализация №1 «Геологическая съемка, поиски и разведка твердых полезных ископаемых» и базируется на знаниях, умениях и навыках приобретенных студентами в ходе изучения дисциплин «Кристаллография и минералогия», «Петрография», «Химия», «Физика» и др.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:

### 3.1. Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование Общепрофессиональных компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Применение фундаментальных знаний	ОПК-8. Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения и обработки информации, используя компьютер как средством управления информацией	ИД1 <sub>ОПК-8</sub> . Знает способы применения основных методов и средства получения, хранения и обработки информации ИД2 <sub>ОПК-8</sub> . Умеет, применять свои знания на практике, в том числе при работе на работы с компьютере, как средство управления информацией ИД3 <sub>ОПК-8</sub> . Владеет способами применения основных методов и средств получения, хранения и обработки информации,используя навыки работы с работы с компьютером – как средством управления информацией

## 4.СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

№ п/п	Тема (раздел) дисциплины, промежуточная аттестация	Семестр	Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)					Контроль (в акад часах)	Самостоятельная работа (в акад. часах)	Формы текущего контроля успеваемости
			Л	ПЗ	ЛР	И К Р	К Т О			
1	Введение. Метрологические основы аналитических работ.	8	2		2				4	Экспресс-опрос
2	Подготовка проб для аналитических и минералогических исследований	8	2	4	2				6	Отчет по практ. и лаб. работам
3	Обзор методов изучения фазового состава руд и минералов	8	4						4	Семинар
4	Оптические методы изучения вещества. Основы минералогии	8	4	8	2				6	Отчет по лаб. работе
5	Методы электронной микроскопии	8	4		2				6	Отчет по практ. работе
6	Рентгеноструктурный анализ	8	2						4	Отчет по практ. работе
7	Радиографические методы	8	2	2	2				4	Отчет по лаб. работе
8	Обзор методов изучения элементного состава вещества	8	4		2				3	Семинар
9	Атомно-эмиссионный и масс-спектрометрический анализы с индуктивно связанной плазмой	8	2		2				3	Отчет по лаб. работе

№ п/п	Тема (раздел) дисциплины, промежуточная аттестация	Семестр	Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)					Контроль (в акад часах)	Самостоятельная работа (в акад. часах)	Формы текущего контроля успеваемости
			Л	ПЗ	ЛР	И К Р	К Т О			
10	Нейтронно-активационный метод анализа	8	2						3	Отчет по практ. работе
11	Экзамен	8						0,3	44,7	
Итого:			28	14	14			0,3	44,7	43

Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, ЛР – лабораторная работа, ИКР – иная контактная работа, КТО – контроль теоретического обучения, КЭ – контроль на экзамене.

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	2	3
1	Введение. Метрологические основы аналитических работ.	Цели и задачи дисциплины «Лабораторные методы изучения минерального сырья» и ее значение для практики геологоразведочных и горно-эксплуатационных работ. Метрологические характеристики. Природа и типы погрешностей. Требования к качеству аналитических работ. Аттестация аналитических методик. Методика метрологического контроля. Стандартные образцы состава.
2	Подготовка проб для аналитических и минералогических исследований	Представительность пробы. Схема подготовки пробы. Перемешивание и сокращение пробы. Дробление, измельчение пробы. Методы и оборудование для изучения гранулометрического состава. Ситовой анализ. Гидравлические, гравитационные методы. Разделение фракций в тяжелых жидкостях. Изготовление шлифов, аншлифов и других препаратов.
3	Обзор методов изучения фазового состава руд и минералов	Оптические методы изучения вещества. Люминесцентный анализ. Термогравиметрия. Методы исследования газовой-жидких включений в минералах. Метод гомогенизации. Метод декрепитации. Метод криометрии. Обзор методов электронной микроскопии. Радиографические методы. Рентгенофазовый анализ.
4	Оптические методы изучения вещества. Основы минераграфии	Основные задачи минераграфии. Оптические свойства минералов. Методы и аппаратура для определения рудных минералов в отраженном свете в полированных шлифах. Устройство рудного микроскопа. Подготовка рудного микроскопа к работе. Оптические явления, наблюдаемые в поляризованном отраженном и проходящем свете. Показатель отражения. Эффекты двуотражения и анизотропии. Рельеф

		минералов в аншлифе. Внутренние рефлексы. Плеохраизм. Наблюдение минералов с иммерсионными жидкостями.
5	Методы электронной микроскопии	Теоретические основы сканирующей электронной микроскопии. Устройство электронного микроскопа. Обзор детекторов для сканирующего электронного микроскопа. Получение информации о кристаллической структуре минеральных образований. Микротекстурный анализ. Автоматизированный анализ многокомпонентных образцов. Рентгеноспектральный микроанализ.
6	Рентгеноструктурный анализ	Методы рентгеновских анализов. Типы рентгеновских спектров. Методы порошка, качания, вращения. Исследования кристаллической структуры вещества по распределению в пространстве и интенсивностям рассеянного на анализируемом объекте рентгеновского излучения. Устройство современных рентгеновских дифрактометров. Анализ дифрактограмм.
7	Радиографические методы	Классификация радиографических методов. Рентгенорадиография и $\gamma$ -радиография. Макрорадиография. Микрорадиография аншлифов и шлифов. Осколочная радиография (f-радиография).
8	Обзор методов изучения элементного состава вещества	Краткая характеристика и современное позиционирование методов определения элементного состава. Методы инструментального элементного анализа: рентгено-флуоресцентный анализ, атомно-абсорбционная, атомно-эмиссионная спектрофотометрия, масс-спектрометрия. Активационные методы. Радиометрические методы.
9	Атомно-эмиссионный и масс-спектрометрический анализы с индуктивно связанной плазмой	Принцип, преимущества и ограничения метода НАА. Приборная база: Ядерный реактор ИРТ ТПУ, гамма спектрометр с полупроводниковым детектором.
10	Нейтронно-активационный метод анализа	

## 5.2. Практические занятия.

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	2	3
1	Подготовка проб к анализам.	Схема подготовки пробы. Перемешивание и сокращение пробы. Дробление, измельчение пробы

2	Знакомство с методами изучения фазового состава руд и минералов. Семинарское занятие.	Метод гомогенизации. Метод декрепитации. Метод криометрии.
3	Обработка и описание данных, полученных с помощью сканирующей электронной микроскопии	Микротекстурный анализ. Автоматизированный анализ многокомпонентных образцов. Рентгеноспектральный микроанализ.
4	Обработка дифрактограмм. Определение фазового состава пробы.	Устройство современных рентгеновских дифрактометров. Анализ дифрактограмм.
5	Знакомство с методами изучения элементного состава вещества. Семинарское занятие.	Активационные методы. Радиометрические методы.
6	Обработка данных атомно-эмиссионного и масс-спектрометрического с индуктивно связанной плазмой анализов	Приборная база: Ядерный реактор ИРТ ТПУ, гамма спектрометр с полупроводниковым детектором.
7	Обработка данных инструментального нейтронно-активационного анализа	Приборная база: Ядерный реактор ИРТ ТПУ, гамма спектрометр с полупроводниковым детектором.

### 5.3. Лабораторные работы

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	2	3
	Лабораторная работа №1	Изучение рыхлых отложений и шлихов
2	№2	Определение минерального состава, размеров зерен, количества полезного ископаемого в рыхлых отложениях и шлихах.
3	№3	Устройство и оптическая система рудного микроскопа и техника работы с рудным микроскопом
4	№4	Определение показателя отражения, цвета, плеохроизма и рельефа рудных минералов. Определение поляризационных свойств и внутренних рефлексов минералов
5	№5	Определение твердости, магнитных свойств минералов
6	№6	Диагностика рудных минералов меди, кобальта, никеля, свинца, цинка, сурьмы, висмута, мышьяка в полированных шлифах с использованием справочных пособий, таблиц

7	№7	Определение структурно-морфологических особенностей минералов, структурно-текстурный анализ руд
8	№8	Выявление минеральных ассоциаций, описание морфологии минеральных зерен, определение их линейных размеров и количества в полиморфных шлифах
9	№9	Контрольное описание аншлифа

## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№	Наименование раздела дисциплины	Вид (форма) самостоятельной работы	Трудоемкость в акад. часах
1.	Введение. Метрорологические основы аналитических работ.	Изучение терминологии. Знакомство с литературой по дисциплине.	4
2.	Подготовка проб для аналитических и минералогических исследований	Подготовка отчета по практ. и лаб. работам	6
3.	Обзор методов изучения фазового состава руд и минералов	Подготовка доклада-презентации	4
4.	Оптические методы изучения вещества. Основы минераграфии	Подготовка отчета по лаб. работам	6
5.	Методы электронной микроскопии	Подготовка отчета по практ. работе	6
6	Рентгеноструктурный анализ	Подготовка отчета по практ. работе	4
7	Радиографические методы	Подготовка отчета по лаб. работе	4
8	Обзор методов изучения элементного состава вещества	Подготовка доклада-презентации	3
9	Атомно-эмиссионный и масс-спектрометрический анализы с индуктивно связанной плазмой	Подготовка отчета по практ. работе	3
10	Нейтронно-активационный метод анализа	Подготовка отчета по практ. работе	3
	<b>Итого</b>		<b>43</b>

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины «Лабораторные методы минерального сырья» применяются следующие интерактивные технологии: метод заданий, метод презентации информации метод дистанционного зондирования. Лекции проводятся с использованием мультимедийного оборудования. Каждая лекции сопровождается показом лекционных демонстраций (слайд и видеосюжетов).

Для усвоения дисциплины используются интерактивные базы данных, космоснимки разного разрешения, топографические карты разного масштаба. Во время практических работ проводится выезд на природные территории и работа с современными городскими планами и картами. В сочетании с внеаудиторной работой это способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся.

№	Вид инновации	Перечень инноваций
1	Методы, применяемые в обучении (активные инновационные)	- Неигровые имитационные методы; - Игровые имитационные методы.
2	Технологии обучения	- Индивидуальные образовательные траектории; - Компетентностно-ориентированное обучение.
3	Информационные технологии	- Интерактивное обучение (моделирующие компьютерные программы, виртуальные учебные комплексы); - Мультимедийное обучение (презентации, электронные УМР, моделирование и симуляция процессов и объектов, мультимедийные курсы); - Сетевые компьютерные технологии (Интернет, локальная сеть).
4	Информационные системы	- Электронная библиотека; - Электронные базы учебно-методических ресурсов; - Электронный научно-образовательный комплекс полигонов учебных практик.
5	Инновационные методы контроля	- Электронный учет и контроль учебных достижений студентов (электронный журнал успеваемости и посещаемости); - Компьютерное тестирование (диагностическое, промежуточное, итоговое, срезное); - Анкетирование студентов и преподавателей; Рейтинг ППС; - Балльно-рейтинговая система оценки знаний студентов.

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а также материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Лабораторные методы изучения минерального сырья».

### Примерные вопросы к экзамену:

1. Основные методы определения элементного состава твердой фазы.

2. Стандартные образцы, их назначение, требования предъявляемые к ним.
3. Единицы измерения элементного состава твердой фазы природных объектов. Перевод одних единиц измерения в другие.
4. Классификации методов исследования элементного и вещественного состава.
5. Основные метрологические характеристики аналитических работ.
6. Понятие «представительная проба», «образец», «выборка». Ошибки, связанные с опробованием, пробоподготовкой и анализом.
7. Методы изучения магнитных свойств и электропроводимости минералов.
8. Минераграфия. Оптические методы изучения вещества.
9. Изотропные и анизотропные минералы
10. Цвет, отражательная способность, рельеф, явление двуотражения и анизотропии, механические свойства минералов.
11. Методы изучения газовой-жидких включений минералообразующих сред.
12. Минералогическое изучение шлихов.
13. Определение показателя отражения и его качественная и количественная оценка.
14. Оценка магнитных свойств рудных минералов.
15. Оптические свойства минералов.
16. Иммерсионные жидкости, как они влияют на показатель отражения.
17. Особенности применения щековых и валковых дробилок, дисковых истирателей.
18. Внутренние рефлексии.
19. Разделение минералов в тяжелых жидкостях.
20. Термобарогеохимические исследования.
21. Методы разделения минералов на фракции в поликомпонентных рудах.
22. Практическое использование знаний о типоморфных особенностях минералов и типоморфных минеральных ассоциациях.
23. Значение лабораторных методов изучения для практики геологоразведочных и горно-эксплуатационных работ.
24. Методы обогащения и разделения минералов.
25. Изучение спайности минералов, виды спайностей.
26. Термины «типоморфизм» и «типоморфная ассоциация минералов».
27. Оптические микроскопы, принцип их устройства.
28. Методики подготовки проб к исследованиям.
29. Анизотропия и двуотражение минералов.
30. Атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (назначение, принцип действия, определяемые компоненты, предел и диапазон обнаружения, особенности пробоподготовки, приборная база, преимущества и недостатки).
31. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (назначение, принцип действия, определяемые компоненты, предел и диапазон обнаружения, особенности пробоподготовки, приборная база, преимущества и недостатки).
32. Атомно-абсорбционный анализ (назначение, принцип действия, определяемые компоненты, предел и диапазон обнаружения, особенности пробоподготовки, приборная база, преимущества и недостатки).
33. Рентген флуоресцентный спектральный анализ (назначение, принцип действия, определяемые компоненты, предел и диапазон обнаружения, особенности пробоподготовки, приборная база, преимущества и недостатки).
34. Ядерно-физические методы исследования элементного и вещественного состава.
35. Нейтронно-активационный анализ и пробоподготовка к нему образцов.
36. Рентгеноструктурный анализ (назначение, принцип действия, особенности пробоподготовки, приборная база, преимущества и недостатки).
37. Радиографические методы. Макро- и микро-радиография. Характеристика метода f-радиографии, привести примеры применения.
38. Радиометрические методы. Характеристика методов  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -спектрометрии.

39. Минералогический анализ (разделение на классы и фракции, микрохимические реакции, определение количества минералов в пробе).
40. Люминесцентные методы (назначение, принцип действия, особенности пробоподготовки, определяемые компоненты, приборная база, преимущества и недостатки).
41. Методы термического анализа (назначение, принцип действия, особенности пробоподготовки, приборная база, преимущества и недостатки).
42. Методы электронной микроскопии (растровая и просвечивающая электронная микроскопия, электронно-зондовый микроанализ, подготовка образцов для анализа).

## 9.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Пономарева, Г. А. Углеводороды нефти и газа. Физико-химические свойства [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. А. Пономарева. — Электрон.текстовые данные. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 99 с. — 978-5-7410-1411-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61419.html>

2. Кирсанов, Ю. Г. Расчетные и графические методы определения свойств нефти и нефтепродуктов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. Г. Кирсанов. — Электрон.текстовые данные. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 136 с. — 978-5-7996-1295-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68467.html>

3. Аль-Сабри, Ф.М. Теоретические и экспериментальные исследования процесса гидрофобизации сырья в СВЧ обработке [Электронный ресурс] / Ф.М. Аль-Сабри, О.М. Гридин. — Электрон.дан. — Москва : Горная книга, 2010. — 25 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1487>. — Загл. с экрана.

4. Кармазин, В.В. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых. Том 1 Магнитные и электрические методы обогащения полезных ископаемых [Электронный ресурс] : учебник / В.В. Кармазин, В.И. Кармазин. — Электрон.дан. — Москва : Горная книга, 2017. — 672 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111394>. — Загл. с экрана.

б) интернет-ресурсы:

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	Электронно-библиотечная система IPRbooks <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>	Электронно-библиотечная система IPRbooks — научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
2	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	Электронная библиотечная система «Издательства «Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки.
3	Электронная библиотечная система «Юрайт» <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>	Фонд электронной библиотеки составляет более 4000 наименований и постоянно пополняется новинками, в большинстве своем это учебники и

		учебные пособия для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.
--	--	---

в) программное обеспечение:

№	Перечень программного обеспечения (обеспеченного лицензией)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Операционная система MSWindows 7 Pro	DreamSparkPremiumElectronicSoftwareDelivery (3 years) договору – Сублицензионный договор №Тг000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года

## **10.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Занятия по дисциплине «Лабораторные методы изучения минерального сырья» проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.