

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной  
работе

                    Лейфа                     А.В. Лейфа

6 июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
«ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА»

Научная специальность 1.6.10. Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых,  
минералогия

Год набора – 2024

Год обучения – 2

Общая трудоемкость дисциплины 72.0 (академ. час), 2.00 (з.е)

Составитель В.Е. Стриха, с.н.с., д-р. геол.-минерал. наук

Институт компьютерных и инженерных наук

Кафедра геологии и природопользования

2024

Рабочая программа составлена на основании Федеральных государственных требований по научной специальности от 20.10.21 № 951

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры геологии и природопользования

01.02.2024 г. , протокол № 6

Заведующий кафедрой Юсупов Д.В. Юсупов

СОГЛАСОВАНО

Зав. отделом докторантуры и аспирантуры

Сизова Е.С. Сизова

6 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

6 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

6 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и  
технического обеспечения

Годосейчук А.А. Годосейчук

6 июня 2024 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель дисциплины:

Формирование у аспирантов профессиональных знаний в области теоретических и практических основ современных физико-химических методов анализа, используемых в профессиональной сфере; способности выполнять исследования, подбирать необходимые методы для решения конкретных задач.

### Задачи дисциплины:

- приобретение знаний, умений и практических навыков организации и выполнения научно-исследовательских работ в области геологических наук;
- владение навыками физико-химических методов анализа геологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач;
- осуществление научно-исследовательской деятельности в профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Физико-химические методы анализа» входит Образовательный компонент, раздел «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Для освоения дисциплины обучающиеся используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе обучения в вузе.

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой подготовкой и владеть компетенциями, современными знаниями специалиста.

## 3. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.00 зачетных единицы, 72.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины

3 – Год обучения

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – ПЗ (Практические занятия)

4.3 – Самостоятельная работа (в академических часах)

5 – Формы текущего контроля успеваемости (по семестрам), Форма промежуточной аттестации (по семестрам)

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Высокоэффективная жидкостная хроматография	1. Метод ВЭЖХ. Место ВЭЖХ в химическом анализе. Формальная хроматография. 2. Механизмы жидкостной хроматографии. 3. Подвижные и неподвижные фазы для ВЭЖХ. 4. Устройство и принцип работы жидкостных хроматографов. Детектирование в ВЭЖХ.

		<p>5. Подготовка образца для ВЭЖХ.</p> <p>6. Качественный анализ. Определение состава модельных смесей методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.</p> <p>7. Количественный хроматографический анализ.</p> <p>8. Определение концентрации вещества с помощью спектральных соотношений. Выбор тест- веществ для оценки эффективности сорбента.</p>
2	Рентгенофлуоресцентный анализ материалов	<p>1. Характеристики кристаллической решетки.</p> <p>2. Рентгеновское излучение.</p> <p>3. Рентгенофазовый анализ/</p>
3	Микроскопические методы анализа материалов	<p>1. Взаимодействие электронного пучка с веществом.</p> <p>2. Детекторы вторичных сигналов.</p> <p>3. Сканирующая микроскопия.</p> <p>4. Просвечивающая электронная дифракционная микроскопия.</p>
4	Термический анализ веществ и материалов	<p>1. Термогравиметрический (ТГ) и дифференциальный термогравиметрический анализ (ДТГ).</p> <p>2. Дифференциальная термический анализ (ДТА) и дифференциальная сканирующая колориметрия (ДСК).</p> <p>3. Факторы, влияющие на результаты термического анализа.</p> <p>4. Принцип действия, устройство, безопасность при эксплуатации современных приборов для синхронного термического анализа.</p> <p>5. Качественный и количественный термический анализ/</p>

#### 4.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Газовая хроматография.	<p>1. Назначение и возможности хроматографического анализа. Основы метода. Классификация методов хроматографии. Термины и определения.</p> <p>2. Факторы, определяющие хроматографическое разделение веществ. Критерии хроматографического разделения.</p> <p>3. Устройство и принцип работы современных приборов для хроматографического анализа.</p> <p>4. Подготовка образца в хроматографическом анализе</p> <p>5. Качественный хроматографический анализ.</p> <p>6. Количественный хроматографический анализ.</p>
Рентгеноструктурный анализ твердых тел.	<p>1. Характеристики кристаллической решетки.</p> <p>2. Рентгеновское излучение.</p> <p>3. Рентгенофазовый анализ.</p>
Структура материалов: размеры	1. Объемные наноструктурные материалы.

частиц и пористость.	<p>2. Нанопористые материалы.</p> <p>3. Механические свойства пористых и дисперсных систем.</p> <p>4. Методы и средства измерения свойств дисперсных материалов (порошков и компактов).</p>
Термический анализ веществ и материалов.	<p>1. Термогравиметрический (ТГ) и дифференциальный термогравиметрический анализ (ДТГ).</p> <p>2. Дифференциальная термический анализ (ДТА) и дифференциальная сканирующая колориметрия (ДСК).</p> <p>3. Факторы, влияющие на результаты термического анализа.</p> <p>4. Принцип действия, устройство, безопасность при эксплуатации современных приборов для синхронного термического анализа.</p> <p>5. Качественный и количественный термический анализ/</p>

### 5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Высокоэффективная жидкостная хроматография	Метод ВЭЖХ. Место ВЭЖХ в химическом анализе. Формальная хроматография. Механизмы жидкостной хроматографии. Устройство и принцип работы жидкостных хроматографов. Детектирование в ВЭЖХ.	7
2	Газовая хроматография	Назначение и возможности хроматографического анализа. Основы метода. Классификация методов хроматографии. Термины и определения.	7
3	Атомно-эмиссионный анализ с индуктивно-связанной плазмой	Назначение и возможности атомно-эмиссионного спектрального анализа. Устройство и принцип работы современных приборов для атомно-эмиссионного анализа. Качественный элементный анализ модельного раствора металлов. Разработка методов количественного анализа. Составление программы количественного анализа модельного раствора металлов.	8
4	Рентгенофлуоресцентный анализ материалов	Основы рентгенофлуоресцентного метода анализа. Качественный рентгенофлуоресцентный	7

		анализ. Количественный рентгенофлуоресцентный анализ.	
5	Рентгеноструктурный анализ твердых тел	Характеристики кристаллической решетки. Рентгеновское излучение. Рентгенофазовый анализ.	7
6	Микроскопические методы анализа материалов	Взаимодействие электронного пучка с веществом. Детекторы вторичных сигналов. Просвечивающая электронная дифракционная микроскопия.	7
7	Структура материалов: размеры частиц и пористость	Объемные наноструктурные материалы. Нанопористые материалы. Механические свойства пористых и дисперсных систем. Методы и средства измерения свойств дисперсных материалов (порошков и компактов).	7
8	Пленки и покрытия: исследование состава и свойств	Основы метода измерения толщины покрытий с помощью установки CALOTEST. Основы метода измерения нанотвердости поверхности материалов с помощью наноиндентирования. Определение адгезионной прочности покрытий на установке MICRO-SCRATCH TESTER. Исследование морфологии поверхности пленок и материалов. Исследование износостойкости покрытий (трибологические испытания). Подготовка образцов для исследования физико-механических свойств материалов. Основы метода электронной Ожэ – спектрометрии.	8
9	Термический анализ веществ и материалов	Факторы, влияющие на результаты термического анализа. Принцип действия, устройство, безопасность при эксплуатации современных приборов для синхронного термического анализа. Качественный и количественный термический анализ.	6

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Реализация дисциплины предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. При преподавании дисциплины «Физико-химические методы анализа» используются инновационные технологии (применение мультимедийного проектора, лекции-дискуссия, «мозговой штурм», метод проектов, использование ресурсов сети Internet, дистанционные формы, онлайн-тестирование).

## 7. 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 так же методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Физико-химические методы анализа»

Текущий контроль за аудиторной и самостоятельной работой обучаемых осуществляется во время проведения занятий. Промежуточный контроль осуществляется после успешного прохождения обучающимися текущего контроля в виде зачета.

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Метод ВЭЖХ. Место ВЭЖХ в химическом анализе. Формальная хроматография
2. Механизмы жидкостной хроматографии
3. Подвижные и неподвижные фазы для ВЭЖХ
4. Устройство и принцип работы жидкостных хроматографов. Детектирование в ВЭЖХ.
5. Качественный анализ.
6. Количественный хроматографический анализ
7. Устройство и принцип работы современных приборов для хроматографического анализа
8. Назначение и возможности атомно-эмиссионного спектрального анализа
9. Устройство и принцип работы современных приборов для атомно-эмиссионного анализа
10. Качественный элементный анализ модельного раствора металлов
11. Основы рентгенофлуоресцентного метода анализа
12. Назначение и возможности метода рентгенофлуоресцентного анализа. Устройство и принцип работы рентгенофлуоресцентных спектрометров
13. Характеристики кристаллической решетки.
14. Рентгеновское излучение.
15. Рентгенофазовый анализ
16. Детекторы вторичных сигналов
17. Сканирующая микроскопия
18. Просвечивающая электронная дифракционная микроскопия
19. Основы метода измерения толщины покрытий с помощью установки CALOTEST
20. Основы метода электронной Ожэ – спектрометрии
21. Термогравиметрический (ТГ) и дифференциальный термогравиметрический анализ (ДТГ).
22. Дифференциальная термический анализ (ДТА) и дифференциальная сканирующая колориметрия (ДСК)

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

а) литература

1. Сычев, С. Н. Высокоэффективная жидкостная хроматография: аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем : учебное пособие / С. Н. Сычев, В. А. Гаврилина. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-1377-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/ book/211127](https://e.lanbook.com/book/211127) (дата обращения: 19.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Конюхов, В. Ю. Хроматография : учебник / В. Ю. Конюхов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-1333-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/ book/210989](https://e.lanbook.com/book/210989) (дата обращения: 19.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Авченко, О. В. Физико-химическое моделирование минеральных систем : монография / О. В. Авченко, К. В. Чудненко, И. А. Александров. — 2-е изд., испр. и

доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 232 с. — (Актуальные монографии). — ISBN 978-5-534-08840-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/541471> (дата обращения: 19.04.2024).

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	Google Chrome	Бесплатное распространение по лицензии google chromium <a href="http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html">http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html</a> на условиях <a href="https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html">https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html</a> .
2	Программный комплекс «КонсультантПлюс»	Лицензия коммерческая по договору №21 от 29 января 2015 года.
3	Операционная система Linux	GNU-лицензия (GNU General Public License)
4	Micromine RUS	Сетевая лицензия по договору №S270213-1 от 27.02.2013.
5	Программная система «Антиплагиат.ВУЗ»	Коммерческая лицензия по подписке по лицензионному договору №200 от 04 мая 2016 года.
6	Электронная библиотечная система «Юрайт» <a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.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.
7	<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

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	<a href="https://window.edu.ru">https://window.edu.ru</a>	Единое окно доступа к образовательным ресурсам
2	<a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>	Google Scholar – поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.
3	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>	Научная электронная библиотека e LIBRARY.RU – российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического обеспечения включает лекционные аудитории (оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном и имеющие выход в сеть в Интернет), помещение для проведения практических занятий (оборудованные учебной мебелью), библиотеку (имеющую рабочие места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет), компьютерные классы. Учебный процесс обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения. Указанные

учебно-методические средства используются при проведении лекций и семинарских занятий. Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, которые предусмотрены учебным планом и соответствуют действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам. Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.