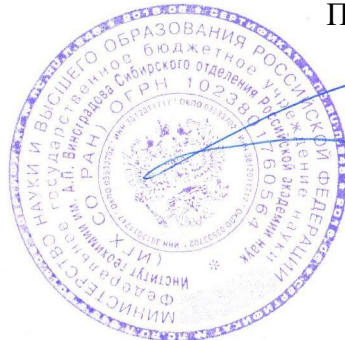


**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт геохимии им. А.П. Виноградова
Сибирского отделения Российской академии наук**

УТВЕРЖДЕНА
на заседании Ученого совета ИГХ СО РАН
Протокол № 2 от 28.04.2026г



Директор

А.Б. Перепелов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.04. Физико-химические методы исследования вещества

Направление подготовки: 05.04.01 Геология

Направленность подготовки: Геохимия, минералогия и геоэкология

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Иркутск 2026 г.

Содержание

| | |
|--|----|
| 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ | 3 |
| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО..... | 3 |
| 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ..... | 3 |
| 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 | 9 |
| 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов..... | 13 |
| 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ | 13 |
| 5.1 перечень основной и дополнительной литературы..... | 13 |
| 5.2. периодические издания | 14 |
| 5.3. базы данных, информационно-справочные и поисковые системы | 14 |
| 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ..... | 14 |
| 6.1. Учебно-лабораторное оборудование: | 14 |
| 6.2. Программное обеспечение:..... | 15 |
| 6.3. Технические и электронные средства обучения:..... | 15 |
| 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ | 15 |
| 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ | 15 |
| 8.1. Оценочные материалы для текущего контроля | 18 |
| 8.2 Оценочные материалы для промежуточной аттестации..... | 19 |

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель: ознакомление обучающихся с основами и возможностями физико-химических методов анализа вещества и формирование профессиональных компетенций, позволяющих использовать полученные знания в геолого-геохимических или экологических исследованиях.

Задачи дисциплины:

- получение представлений о способах отбора проб и порядке обращения с пробой;
- изучение основных понятий и физических принципов, лежащих в основе физико-химических методов анализа вещества;
- формирование понимания возможностей данных методов и овладение навыками самостоятельного выбора метода (методик) анализа применительно к объектам разнообразного состава и генезиса в различных агрегатных состояниях;
- формирование навыков самостоятельной обработки и представления результатов проведенных исследований по установленным формам при выполнении научно-практической работы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина относится к обязательной части программы.

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, сформированных в рамках изучения фундаментальных естественно-научных и физико-математических дисциплин («Общая физика», «Общая химия», «Высшая математика») бакалавриата высших учебных заведений.

Полученные в рамках изучения данной дисциплины знания, умения и опыт необходимы для освоения таких дисциплин как: «Представление результатов научно-исследовательской деятельности», «Аналитические методы в эколого-геохимических исследованиях», «Организация научно-исследовательских проектов», «Геоэкология», «Геохимия элементов».

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у студента следующих компетенций (элементов компетенций) в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 05.04.01 Геология:

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

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Результаты обучения |
|--|--|--|
| ОПК-2 Способен самостоятельно формулировать цели исследований, устанавливать последовательность решения профессиональных задач | ИД-1оПК-2 Понимает структуру научно-исследовательских работ, определяет научную проблему, формулируя цели и задачи, направленные на ее решение | Знать З-1: теоретические и практические вопросы в области профессиональных задач Уметь У-1: выделять основные проблемы темы исследования У-2: формулировать цель и задачи на основе информации о предмете своего исследования |

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Результаты обучения |
|--|---|---|
| | | <p>Владеть В-1: навыками анализа информации, постановки задач, методами планирования эксперимента</p> |
| | <p>ИД-2опк-2 Сравнивает и выбирает аналитические методы, необходимые для решения поставленных задач</p> | <p>Знать З-1: принципы физико-химических методов анализа вещества и их метрологические характеристики З-2: влияния различных факторов на аналитический сигнал З-3: аналитическое оборудование и области применения методов Уметь У-1: оценить возможность применения конкретных методов анализа к исследуемым объектам в зависимости от поставленных задач Владеть В-1: навыками оценивания и выбора информации</p> |
| <p>ОПК-3 Способен самостоятельно обобщать результаты, полученные в процессе решения профессиональных задач, разрабатывать рекомендации по их практическому использованию</p> | <p>ИД-1опк-3 Интерпретирует результаты выполненных исследований в соответствии с поставленными задачами</p> <p>ИД-2опк-3 Понимает области применения результатов исследований, полученных в ходе проведенных работ, в том числе способен формулировать рекомендации по их практическому</p> | <p>Знать З-1: способы обобщения, систематизации и представления результатов исследования Уметь У-1: интерпретировать результаты анализа Владеть В-1: приемами обработки и формами представления результатов исследования</p> <p>Знать З-1: области применения аналитических результатов Уметь У-1: формулировать рекомендации по практическому использованию аналитических данных Владеть</p> |

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Результаты обучения |
|--|--|--|
| | использованию | В-1: методами обработки данных и формой представления результатов исследования |
| ПК-2 Способен осуществлять сбор и анализ геологической информации и материала, а также проводить их документирование | ИД-1 пк-2 Проводит отбор материала, описание и документирование процедуры отбора | Знать З-1: методы отбора и порядок документирования процедуры З-2: способы подготовки геологического материала к анализу Уметь У-1: проводить отбор проб в разных агрегатных состояниях и документировать процедуру отбора, анализировать геологическую информацию Владеть В-1: навыками анализировать геологическую информацию |
| | ИД-2 пк-2 Выполняет необходимые процедуры по подготовке проб для проведения аналитических исследований | Знать З-1: особенности и способы пробоподготовки для различных физико-химических методов анализа Уметь У-1: подготавливать пробы для различных физико-химических методов анализа Владеть В-1: основными методиками пробоподготовки материала |

4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, что составляет 180 академических часов, в том числе 6 академических часов на зачет.

Форма промежуточной аттестации: зачет в первом и втором семестрах (выбрать нужное и указать в каком семестре)

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) | Формы текущего контроля успеваемости / форма промежуточной аттестации |
|--------------------------------|---|---------|-------------|--|--|---|--------------|------------------------|---------------------------------------|---|
| | | | | | Контактная работа преподавателя с обучающимися | | | Самостоятельная работа | | |
| | | | | | Лекции | Семинарские/ практические/ лабораторные занятия | Консультации | | | |
| | | | | | | | | | | |
| 1 | Общие вопросы и основные понятия химического анализа вещества. Стандартные образцы. | 1 | 18,25 | | 6 | 6 | 0,25 | 5 | 1 | Устный опрос |
| 2 | Отбор и подготовка проб различного состава к анализу. | 1 | 11,3 | | 4 | 4 | | 5 | 0,3 | Собеседование |
| 3 | Общие вопросы и основы физико-химических методов анализа. | 1 | 8,2 | | 4 | | | 4 | 0,2 | Устный опрос |
| 4 | Рентгеновские методы анализа | 1 | 26,75 | | 10 | 10 | 0,25 | 6 | 0,5 | Устный опрос |
| 5 | Методы атомной спектрометрии. Атомно-эмиссионный и атомно-абсорбционный анализ. | 1 | 21,5 | | 6 | 10 | 0,25 | 5 | 0,25 | Устный опрос |
| 6 | Методы масс-спектрометрии | 1 | 17,75 | | 6 | 6 | 0,25 | 5 | 0,25 | Устный опрос |
| Всего за первый семестр | | 1 | 108 | | 36 | 36 | 1 | 30 | 2 | 3 |
| 7 | Методы молекулярной оптической спектрометрии | 2 | 25 | | 12 | 8 | 0,5 | 4 | 0,5 | Устный опрос |
| 8 | Хроматография. Хромато-масс-спектрометрия. | 2 | 18 | | 10 | 4 | 0,25 | 3 | 0,75 | Устный опрос |
| 9 | Электрохимические методы анализа, капиллярный электрофорез | 2 | 20,75 | | 10 | 6 | 0,25 | 4 | 0,5 | Устный опрос |
| 10 | Сравнение аналитических методов и выбор оптимальных методов для решения исследовательских задач | 2 | 5,25 | | 4 | | | 1 | 0,25 | Собеседование |
| Всего за второй семестр | | 2 | 72 | | 36 | 18 | 1 | 12 | 2 | 3 |
| Всего за курс | | | 180 | | 72 | 54 | 2 | 42 | 4 | 6 |

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 | Общие вопросы и основные понятия химического анализа вещества. Стандартные образцы. | Работа с учебной литературой и периодическими изданиями, электронными информационными ресурсами с целью закрепления материала по изучаемой теме | Устный опрос | ИД-1 _{ОПК-2} ИД-2 _{ОПК-2} ИД-1 _{ОПК-3} ИД-2 _{ОПК-3} ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} | Основная и дополнительная литература, периодические издания, информационно-справочные и поисковые системы | 5 |
| 2 | Отбор и подготовка проб различного состава к анализу. | | Устный опрос | ИД-1 _{ОПК-2} ИД-2 _{ОПК-2} ИД-1 _{ОПК-3} ИД-2 _{ОПК-3} ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} | | 5 |
| 3 | Общие вопросы и основы физико-химических методов анализа. | | Устный опрос | ИД-1 _{ОПК-2} ИД-2 _{ОПК-2} ИД-1 _{ОПК-3} ИД-2 _{ОПК-3} ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} | | 4 |
| 4 | Рентгеновские методы анализа. | | Устный опрос | ИД-1 _{ОПК-2} ИД-2 _{ОПК-2} ИД-1 _{ОПК-3} ИД-2 _{ОПК-3} | | 6 |
| 5 | Методы атомной спектроскопии. Атомно-эмиссионный и атомно-абсорбционный анализ. | | Устный опрос | ИД-1 _{ОПК-2} ИД-2 _{ОПК-2} ИД-1 _{ОПК-3} ИД-2 _{ОПК-3} ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} | | 5 |
| 6 | Методы масс-спектрометрии. | | Устный опрос | ИД-1 _{ОПК-2} ИД-2 _{ОПК-2} | | 5 |

| | | | | | |
|----|--|--|--------------|--|-----------|
| | | | | ИД-1 _{опк-3} ИД-2 _{опк-3} ИД-1 _{пк-2} ИД-2 _{пк-2} | |
| 7 | Методы молекулярной оптической спектроскопии. | | Устный опрос | ИД-1 _{опк-2} ИД-2 _{опк-2} ИД-1 _{опк-3} ИД-2 _{опк-3} ИД-1 _{пк-2} ИД-2 _{пк-2} | 4 |
| 8 | Хроматография. Хромато-масс-спектрометрия. | | Устный опрос | ИД-1 _{опк-2} ИД-2 _{опк-2} ИД-1 _{опк-3} ИД-2 _{опк-3} ИД-1 _{пк-2} ИД-2 _{пк-2} | 3 |
| 9 | Электрохимические методы анализа, капиллярный электрофорез. | | Устный опрос | ИД-1 _{опк-2} ИД-2 _{опк-2} ИД-1 _{опк-3} ИД-2 _{опк-3} ИД-1 _{пк-2} ИД-2 _{пк-2} | 4 |
| 10 | Сравнение аналитических методов и выбор оптимальных методов для решения исследовательских задач. | | Устный опрос | ИД-1 _{опк-2} ИД-2 _{опк-2} ИД-1 _{опк-3} ИД-2 _{опк-3} ИД-1 _{пк-2} ИД-2 _{пк-2} | 1 |
| | Всего | | | | 42 |

4.3. Содержание учебного материала

Раздел 1. Общие вопросы и основные понятия химического анализа вещества.

Объекты химического анализа. Общие требования к анализу проб различного состава.

Качественный и количественный анализ.

Аналитический цикл и стадии анализа.

Принцип метода, методика, метрологические характеристики методик.

Стандартные образцы, их назначение и применение.

Раздел 2. Отбор и подготовка проб различного состава к анализу.

Особенности отбора проб разного агрегатного состояния. Правила и методики отбора проб. Понятие представительности пробы.

Порядок обращения с пробой: документирование процедуры отбора проб, транспортировка и хранение проб. Оборудование для отбора проб.

Пробоподготовка вещества к химическому анализу. Методы разделения и концентрирования. Химическая пробоподготовка. Требования к реактивам для анализа.

Раздел 3. Общие вопросы и основы физико-химических методов анализа.

Классификация физико-химических методов анализа вещества по принципу получения аналитического сигнала.

Получение, регистрация и обработка аналитических сигналов.

Общие вопросы выбора методов исследования вещества в соответствии с изучаемыми задачами геохимии и экологии.

Раздел 4. Рентгеновские методы анализа

Природа и общие свойства рентгеновского излучения. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Характеристический рентгеновский спектр. Интенсивность рентгеновского флуоресцентного излучения.

Рентгеновская флуоресценция порошковых материалов. Способы рентгенофлуоресцентного анализа. Аппаратура для рентгенофлуоресцентного анализа.

Подготовка проб. Рентгенофлуоресцентный силикатный анализ.

Рентгенофлуоресцентный анализ с полным внешним отражением.

Метод электронно-зондового рентгеноспектрального микроанализа. Подготовка образцов. Матричные эффекты при электронно-зондовом рентгеноспектральном микроанализе.

Раздел 5. Методы атомной спектрометрии.

Атомно-эмиссионный анализ. Атомные спектры эмиссии, поглощения и флуоресценции. Резонансное поглощение, самопоглощение, ионизация. Аналитический сигнал, его измерение и обработка.

Атомно-эмиссионная спектрометрия. Источники атомизации и возбуждения. Диспергирующие и регистрирующие устройства. Способы введения проб в термический разряд в зависимости от агрегатного состояния. Спектральные и несектральные помехи, способы их коррекции. Метрологические характеристики и области применения метода.

Атомно-абсорбционная спектрометрия. Источники излучения. Пламенная атомизация. Электротермическая атомизация и типы электротермических атомизаторов. Помехи и способы их снижения. Аналитическое оборудование. Метрологические характеристики метода и области применения.

Раздел 6. Методы масс-спектрометрии

Основы масс-спектрального анализа веществ. Источники ионов, детекторы, типы масс-спектрометров. Метрологические характеристики и области применения. Качественный и количественный анализ. Способы подготовки проб к анализу.

Методы определения изотопного состава веществ. Метод изотопного разбавления.

Раздел 7. Методы молекулярной оптической спектроскопии

Методы молекулярной оптической спектроскопии. Молекулярные спектры поглощения, испускания и рассеяния света. Способы измерения аналитического сигнала. Качественный и количественный анализ. Помехи и их коррекция. Метрологические характеристики и области применения.

Колориметрия. Спектрофотометрия. Нефелометрия, турбидиметрия. Аналитическое оборудование. Метрологические характеристики методов и области применения.

Люминесцентный анализ. Виды люминесценции. Спектры люминесценции. Качественный и количественный анализ. Оборудование для люминесцентного анализа и области применения методов.

Инфракрасная спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния, Рамановская спектроскопия, спектроскопия диффузного отражения. Приборы и методика регистрации спектров. Области применения методов.

Магнитная резонансная спектроскопия: спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР), электронный парамагнитный резонанс (ЭПР). Приборы и области применения методов.

Раздел 8. Хроматография

Хроматографические процессы в природе, их применение для разделения веществ в лабораторной практике. Основы процесса хроматографического разделения. Виды хроматографии (газовая, жидкостная, ионная, афинная, препаративная, тонкослойная). Используемые детекторы. Обработка хроматограмм. Метрологические характеристики и области применения методов.

Хромато-масс-спектрометрия как метод исследования природных сред. Библиотеки спектров индивидуальных соединений. Идентификация соединений. Применение изотопно меченных соединений для количественного анализа.

Раздел 9. Электрохимические методы анализа. Капиллярный электрофорез

Основы электрохимических процессов. Классификация электрохимических методов анализа. Аналитическое оборудование, метрологические характеристики и области применения методов (потенциометрия, кондуктометрия, вольтамперометрия, полярография, амперометрия, кулонометрия).

Основы электрофоретического разделения компонентов смеси. Капиллярный электрофорез. Оборудование, метрологические характеристики метода и области применения.

Раздел 10. Сравнение аналитических методов и выбор оптимального метода или комплекса физико-химических методов для решения исследовательских задач.

Требования к качеству аналитических работ в геоанализе и нормативные документы.

Методические и метрологические стандарты, рекомендации, руководства в области физико-химических методов анализа геологических проб и объектов окружающей среды.

Аналитические характеристики и статистические оценки. Критерии сравнения аналитических возможностей различных методов и выбора наиболее соответствующего цели исследования.

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) |
|-------|------------------|---|---------------------|--------------------|--|
| | | | Всего часов | | |
| 1 | 1 | Расчёт метрологических показателей результатов измерений конкретной методики (предел обнаружения, повторяемость, характеристика погрешности). Сравнение результатов двух параллельных измерений, полученных разными методами. | 6 | Отчет | ИД-1 _{опк-3} ИД-2 _{опк-3} |
| 2 | 2 | Знакомство с процедурой подготовки пробы (вода, почва, горные породы) к анализу с документированием процедуры. Знакомство с процедурами химической подготовки проб к анализу. | 4 | Отчет | ИД-1 _{пк-2} ИД-2 _{пк-2} |
| 3 | 4 | Знакомство с работой волнодисперсионного рентгенофлуоресцентного спектрометра. Приближенно-количественный рентгенофлуоресцентный анализ. | 1 | Отчет | ИД-1 _{опк-2} ИД-2 _{опк-2} ИД-1 _{опк-3} ИД-2 _{опк-3} ИД-1 _{пк-2} |
| 4 | 4 | Знакомство с алгоритмом проведения количественного рентгенофлуоресцентного анализа. Способы подготовки проб к РФА | 2 | Отчет | ИД-1 _{опк-2} ИД-2 _{опк-2} ИД-1 _{опк-3} ИД-2 _{опк-3} ИД-1 _{пк-2} ИД-2 _{пк-2} |
| 5 | 4 | Знакомство с работой электронно-зондового рентгеноспектрального микроанализатора. Пример проведения количественного рентгеноспектрального микроанализа. | 4 | Отчет | ИД-1 _{опк-2} ИД-2 _{опк-2} ИД-1 _{опк-3} ИД-2 _{опк-3} ИД-1 _{пк-2} ИД-2 _{пк-2} |
| 6 | 4 | Знакомство с работой на энергодисперсионном рентгеновском спектрометре. Примеры проведения измерения и обработки спектров. | 4 | Отчет | ИД-1 _{опк-2} ИД-2 _{опк-2} ИД-1 _{опк-3} ИД-2 _{опк-3} ИД-1 _{пк-2} ИД-2 _{пк-2} |
| 7 | 5 | Определение валовых содержаний химических элементов в природных объектах (вода, почва, горные породы) методом атомно-эмиссионной спектроскопии с разными источниками возбуждения (со специалистом). Обработка результатов измерения. | 4 | Отчет | ИД-1 _{опк-2} ИД-2 _{опк-2} ИД-1 _{опк-3} ИД-2 _{опк-3} ИД-1 _{пк-2} ИД-2 _{пк-2} |
| 8 | 5 | Определение щелочных металлов в растворах проб методом пламенной атомно-эмиссионной спектроскопии (со специалистом). Обработка результатов. | 2 | Отчет | ИД-1 _{опк-2} ИД-2 _{опк-2} ИД-1 _{опк-3} ИД-2 _{опк-3} ИД-1 _{пк-2} ИД-2 _{пк-2} |
| 9 | 5 | Определение металлов методом атомно-абсорбционной спектроскопии с пламенной или электротермической атомизацией (со специалистом). Обработка результатов. | 4 | Отчет | ИД-1 _{опк-2} ИД-2 _{опк-2} ИД-1 _{опк-3} ИД-2 _{опк-3} |

| № п/н | № Раздела и темы | Наименование семинаров, практических и лабораторных работ | Трудоемкость (час.) | Оценочные средства | Формируемые компетенции (индикаторы) |
|-------|------------------|---|---------------------|--------------------|--|
| | | | Всего часов | | |
| | | Определение ртути в природных объектах (вода, почвы, горные породы) методом непламенной атомно-абсорбционной спектроскопии. | | | ИД-1ПК-2 ИД-2ПК-2 |
| 10 | 6 | Знакомство с выполнением измерений на масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой (со специалистом). Обработка результатов анализа. | 6 | Отчет | ИД-1ОПК-2 ИД-2ОПК-2 ИД-1ОПК-3 ИД-2ОПК-3 ИД-1ПК-2 ИД-2ПК-2 |
| 11 | 7 | Выполнение измерений на спектрофотометре (со специалистом), обработка результатов. | 4 | Отчет | ИД-1ОПК-2 ИД-2ОПК-2 ИД-1ОПК-3 ИД-2ОПК-3 ИД-1ПК-2 ИД-2ПК-2 |
| 12 | 7 | Люминесцентный анализ монокристаллов. Обработка результатов по спектрам люминесценции (со специалистом). | 2 | Отчет | ИД-1ОПК-2 ИД-2ОПК-2 ИД-1ОПК-3 ИД-2ОПК-3 ИД-1ПК-2 ИД-2ПК-2 |
| 13 | 7 | Знакомство с выполнением измерений на ИК спектрометре (со специалистом). | 2 | Отчет | ИД-1ОПК-2 ИД-2ОПК-2 ИД-1ОПК-3 ИД-2ОПК-3 ИД-1ПК-2 ИД-2ПК-2 |
| 14 | 8 | Знакомство с методом газовой хроматографии (со специалистом). Работа с хроматограммой. Качественный и количественный анализ. | 4 | Отчет | ИД-1ОПК-2 ИД-2ОПК-2 ИД-1ОПК-3 ИД-2ОПК-3 ИД-1ПК-2 ИД-2ПК-2 |
| 15 | 9 | Анализ проб воды методом капиллярного электрофореза (со специалистом). Обработка электрофореграмм. | 2 | Отчет | ИД-1ОПК-2 ИД-2ОПК-2 ИД-1ОПК-3 ИД-2ОПК-3 ИД-1ПК-2 ИД-2ПК-2 |
| 16 | 9 | Измерение потенциометрическим методом (со специалистом) водородного показателя (рН) проб воды или Измерение массовой концентрации фтора методом потенциометрии. | 2 | Отчет | ИД-1ОПК-2 ИД-2ОПК-2 ИД-1ОПК-3 ИД-2ОПК-3 ИД-1ПК-2 ИД-2ПК-2 |
| 17 | 9 | Определение удельной электрической проводимости (со специалистом) в пробах воды с помощью кондуктометра. | 2 | Отчет | ИД-1ОПК-2 ИД-2ОПК-2 ИД-1ОПК-3 ИД-2ОПК-3 ИД-1ПК-2 ИД-2ПК-2 |

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Виды самостоятельной работы: проработка разделов теоретического курса, работа с литературой и подготовка к устному опросу или собеседованию.

Цель: закрепление и более углубленная проработка изучаемого материала, систематизация знаний и получение практических навыков для решения задач профессиональной деятельности.

Задачи: изучить лекционный материал, учебную литературу и периодические издания; выполнить поиск дополнительной информации с помощью электронных ресурсов; обобщить и провести анализ полученной информации; применить способы обработки полученных данных для конкретных исследовательских задач.

Критерии оценивания: степень понимания вопроса, правильность применения терминологии и полнота ответа, способность произвести необходимые расчеты, изложение дополнительной информации по теме изученного материала.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 перечень основной и дополнительной литературы

основная литература

1. Отто М. Современные методы аналитической химии. В 2-х т. М.: Техносфера, 2003. – 416 с.
2. Вершинин В. И., Власова И. В., Никифорова И. А. Аналитическая химия. СПб.: Изд-во "Лань", 2022. – 428 с
3. Карпов Ю.А., Савостин А.П. Методы пробоотбора и пробоподготовки. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2003. – 243 с.
4. Спектральные методы анализа. Практическое руководство: учебное пособие/ В.И. Васильева, О.Ф. Стоянова, И.В. Шкутина, С.И. Карпов. – СПб.: Лань, 2022. – 416 с. – ISBN 978-5-8114-1638-7. – Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/211631> (дата обращения: 22.04.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Ганеев А.А., Шолупов С.Е., Пупышев А.А., Большаков А.А., Погарев С.Е. Атомно-абсорбционный анализ. СПб: Изд-во "Лань", 2011. – 314 с.
6. Бёккер Ю. Спектроскопия. Техносфера, 2009. – 528 с.
7. Конюхов В. Ю. Хроматография: учебник. СПб: Изд-во «Лань», 2022. – 224 с.
8. Лосев Н.Ф., Смагунова А.Н. Основы рентгеноспектрального флуоресцентного анализа. – М.: Химия, 1982. – 208 с.
9. Количественный электронно-зондовый микроанализ: Перевод с англ./ Под. Ред. В. Лава, Г. Скотта. – М.: Мир, 1986. – 352 с.
10. Терещенко А.Г., Пикула Н.П., Толстихина Т.В. Внутрилабораторный контроль качества результатов анализа с использованием лабораторной информационной системы. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. – 312 с.

дополнительная литература

1. Кристиан Г. Аналитическая химия: в 2 т. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. (серия «Лучший зарубежный учебник»).
2. Методы и достижения современной аналитической химии /Г.К. Будников, В.И. Вершинин, Г.А. Евтюгин и др.– СПб.: Лань, 2021. – 588 с. Режим доступа: <https://reader.lanbook.ru/book/169809#1>
3. Шачнева Е.Ю. Хемометрика. Базовые понятия. Изд-во: "Лань", 2016. – 160 с. https://e.lanbook.com/book/90051?category_pk=3866#book_name

4. Долгоносов А. М., Рудаков О. Б., Прудковский А. Г. Колоночная аналитическая хроматография: практика, теория, моделирование. Изд-во "Лань", 2022, – 468 с.
5. Блюмих Б. Основы ЯМР. М.: Техносфера, 2011. – 256 с.
6. Пупышев А.А. Атомно-абсорбционный анализ. М.: Техносфера, 2009. https://e.lanbook.com/book/5108?category_pk=3866#book_name
7. Сычев С. Н., Гаврилина В. А. Высокоэффективная жидкостная хроматография: аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем. Изд-во: "Лань", 2013. – 256 с. https://e.lanbook.com/book/5108?category_pk=3866#book_name
8. Бахтиаров А.В. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ в геологии и геохимии. М.: Недра, 1985. – 144 с.
9. Ревенко А.Г. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ природных материалов. ВО "Наука", Новосибирск, 1994. – 264 с.
10. Рид С. Дж. Б. Электронно-зондовый микроанализ и растровая электронная микроскопия в геологии: пер. с англ. / под ред. Д. Б. Петрова, И.М. Романенко, В.А. Ревенко. М.: Техносфера, 2008. – 232 с.

5.2. периодические издания

- Журнал Аналитической химии (<http://www.zhakh.ru>)
 Журнал «Заводская лаборатория. Диагностика материалов» (<https://www.zldm.ru/jour>)
 Журнал «Аналитика и контроль» (<https://journals.urfu.ru/index.php/analitika>)
 Журнал «X-ray spectrometry»
 (<https://analyticalsciencejournals.onlinelibrary.wiley.com/journal/10974539>)
 Журнал «Разведка и охрана недр» (<http://rion-journal.com/>)

5.3. базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная электронная библиотека: <http://elibrary.ru>
2. Электронная библиотека – раздел информационного ресурса Научной библиотеки Иркутского государственного университета: <http://library.isu.ru/>
3. Доступ к сайту "Аналитическая химия в России": <http://rusanalytchem.org>
4. Экологический портал России и стран СНГ: <http://www.ecologysite.ru>
5. Physical Reference Data, X-Ray and Gamma-Ray Data
<http://physics.nist.gov/PhysRefData/XrayTrans/Html/search.html>
6. X-ray Data Booklet <http://xdb.lbl.gov/>
7. Поисковая интернет-платформа Web of Science
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search>
8. Библиографическая и реферативная база данных «Scopus» <https://www.scopus.com/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

В ИГХ СО РАН оборудована аудитория, которая оснащена ноутбуком, мультимедийным проектором и проекционным экраном. Для проведения занятий используется иллюстрационный материал в виде презентаций. В аудитории имеется доступ к сети интернет.

При выполнении лабораторных работ студенты используют следующее аналитическое оборудование.

1. Масс-спектрометр высокого разрешения с двойной фокусировкой ICP/HRMS ELEMENT 2 (Thermo Scientific, Германия)
2. Оптический эмиссионный спектрометр с индуктивно связанной плазмой iCAP 6300 Duo (Thermo Scientific, США)
3. Атомно-эмиссионный спектрограф ДФС-458 с МАЭС, генератором «Шаровая молния» и установкой «Поток», (ВМК-Оптоэлектроника, Новосибирск, Россия)

4. Атомно-эмиссионный спектрограф ДФС-458 с МАЭС и генератором «Везувий» (ВМК-Оптоэлектроника, Новосибирск, Россия)
5. Оптический спектрофотометр Lambda 950 (Perkin Elmer, США)
6. Спектрометр атомно-абсорбционный AAnalyst 800 с электротермическим и пламенным атомизаторами (Perkin Elmer, США)
7. Спектрометр атомно-абсорбционный модель 403 с пламенным атомизатором (Perkin Elmer, США)
8. Хромато-масс-спектрометрический комплекс «Кристалл 5000» (Хроматэк, Россия)
9. Рентгеновский флуоресцентный спектрометр VRA-20 («Карл Цейс», Германия)
10. Рентгеновский флуоресцентный спектрометр VRA-30 («Карл Цейс», Германия)
11. Волнодисперсионный флуоресцентный спектрометр S4 Pioneer (Bruker AXS, Германия).
12. Настольный энергодисперсионный рентгеновский спектрометр X-Supreme 800 (Hitachi, Япония)
13. Электронно-зондовый микроанализатор JXA 8200 (JEOL, Япония).
14. Ртутный анализатор РА-915М с приставками РП-92 и ПИРО-915+
15. Система капиллярного электрофореза КАПЕЛЬ-105М
16. Пламенный спектрофотометр ДФС-12
17. Дробильно-истирательное оборудование Pulverisette (Fritsch, Германия)

6.2. Программное обеспечение:

Компьютерное оборудование имеет программное обеспечение MS Office. Используемое аналитическое оборудование оснащено компьютерами с индивидуальным программным обеспечением отечественного и зарубежного производства.

6.3. Технические и электронные средства обучения:

Мультимедийный компьютер (графическая операционная система, аудио- и видео, возможность выхода в Интернет; пакет прикладных программ). Мультимедийные проектор и проекционный экран.

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе реализации данной дисциплины используются следующие формы обучения: лекционно-семинарские занятия, лабораторные работы, собеседования, технология профессионально-ориентированного обучения.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Этапы формирования компетенций (индикаторов достижения компетенций) и их показателей (дескрипторов)

| Наименование раздела / темы (в соответствии с таблицей п.4.1) | Компетенция ОПК-2 | | | | | | | | | |
|---|-------------------|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|--|
| | ИД-1опк-2 | | | | ИД-2опк-2 | | | | | |
| | З-1 | У-1 | У-2 | В-1 | З-1 | З-2 | З-3 | У-1 | В-1 | |
| Общие вопросы и основные понятия химического анализа вещества. Стандартные образцы. | + | + | + | + | + | | | + | | |
| Отбор и подготовка проб различного состава к анализу. | + | + | + | + | | + | | + | + | |
| Общие вопросы и основы физико-химических методов анализа. | + | + | + | + | + | + | | + | + | |
| Рентгеновские методы анализа | + | + | + | + | + | + | + | | + | |
| Методы атомной спектроскопии. Атомно-эмиссионный и атомно- | + | + | + | + | + | + | + | | + | |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| абсорбционный анализ. | | | | | | | | | |
| Методы масс-спектрометрии | + | + | + | + | + | + | + | | + |
| Методы молекулярной оптической спектрометрии | + | + | + | + | + | + | + | | + |
| Хроматография. Хромато-масс-спектрометрия. | + | + | + | + | + | + | + | | + |
| Электрохимические методы анализа, капиллярный электрофорез | + | + | + | + | + | + | + | | + |
| Сравнение аналитических методов и выбор оптимальных методов для решения исследовательских задач | + | + | + | + | + | + | | + | + |

Компетенция ОПК-3

| Наименование раздела / темы (в соответствии с таблицей п.4.1) | ИД-1опк-3 | | | ИД-2опк-3 | | |
|---|-----------|-----|-----|-----------|-----|-----|
| | З-1 | У-1 | В-1 | З-1 | У-1 | В-1 |
| Общие вопросы и основные понятия химического анализа вещества. Стандартные образцы. | + | | | + | + | + |
| Отбор и подготовка проб различного состава к анализу. | | | | | | |
| Общие вопросы и основы физико-химических методов анализа. | + | | + | + | + | + |
| Рентгеновские методы анализа | + | + | + | + | + | + |
| Методы атомной спектрометрии. Атомно-эмиссионный и атомно-абсорбционный анализ. | + | + | + | + | + | + |
| Методы масс-спектрометрии | + | + | + | + | + | + |
| Методы молекулярной оптической спектрометрии | + | + | + | + | + | + |
| Хроматография. Хромато-масс-спектрометрия. | + | + | + | + | + | + |
| Электрохимические методы анализа, капиллярный электрофорез | + | + | + | + | + | + |
| Сравнение аналитических методов и выбор оптимальных методов для решения исследовательских задач | + | + | + | + | + | + |

Компетенция ПК-2

| Наименование раздела / темы (в соответствии с таблицей п.4.1) | ИД-1пк-2 | | | | ИД-2пк-2 | | |
|---|----------|-----|-----|-----|----------|-----|-----|
| | З-1 | З-2 | У-1 | В-1 | З-1 | У-1 | В-1 |
| Общие вопросы и основные понятия химического анализа вещества. Стандартные образцы. | | | | | | | |
| Отбор и подготовка проб различного состава к анализу. | + | + | + | | + | + | + |
| Общие вопросы и основы физико-химических методов анализа. | | | | | | | |
| Рентгеновские методы анализа | | + | | | + | + | + |
| Методы атомной спектрометрии. Атомно-эмиссионный и атомно-абсорбционный анализ. | | + | | | + | + | + |
| Методы масс-спектрометрии | | + | | | + | + | + |
| Методы молекулярной оптической спектрометрии | | + | | | + | + | + |
| Хроматография. Хромато-масс-спектрометрия. | | | | | + | + | |

| | | | | | | | |
|---|--|---|---|--|---|---|---|
| Электрохимические методы анализа, капиллярный электрофорез | | + | | | + | + | + |
| Сравнение аналитических методов и выбор оптимальных методов для решения исследовательских задач | | + | + | | + | + | + |

Соотнесение оценочных материалов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации с результатами обучения

| Индекс компетенции | Индекс индикатора достижения компетенции | Индекс дескриптора индикатора достижения компетенции (в соответствии с разделом 3 настоящей РПД) | Номера заданий / вопросов, из оценочных материалов контроля текущей успеваемости, позволяющих оценить степень сформированности дескриптора компетенции | Номера вопросов из оценочных материалов промежуточной аттестации, позволяющих оценить степень сформированности дескриптора компетенции | |
|--------------------|--|---|--|--|---------------|
| | | | | семестр 1 | семестр 2 |
| ОПК-2 | ИД-1 оПК-2 | З-1 | 1- 5, 12, 35 | 2, 4, 5, 8-10 | 1-8, 10 |
| | | У-1 | 1, 35 | 9, 10 | 2, 3, 6, 7 |
| | | У-2 | 1, 3, 12 | 2, 4, 6, 8-10 | 5-8, 10 |
| | | В-1 | 1, 3, 4, 5 | 6, 9, 10 | 3, 7, 8 |
| | ИД-2 оПК-2 | З-1 | 2, 3, 12, 18, 19, 22, 23-29, 33, 34, 36, 37 | 1, 4-10 | 2, 4-8, 10 |
| | | З-2 | 12-14, 18, 19, 22-30, 33, 34, 36, 37 | 3, 6-10 | 2-5, 7, 8, 10 |
| | | З-3 | 12, 18, 19, 20-24, 26-28, 30, 32-37, 39 | 1, 3, 5, 7-10 | 2-8, 10 |
| | | У-1 | 1, 3, 12, 16, 20, 21, 38, 39 | 1, 4, 7-10 | 1-9 |
| | | В-1 | 1, 3, 12, 16, 20, 21, 38, 39 | 1, 6-10 | 2-10 |
| | | | | | |
| ОПК-3 | ИД-1 оПК-3 | З-1 | 1, 3, 16, 38, 39 | 4, 6, 9 | 2, 7, 9 |
| | | У-1 | 1, 3, 16, 38, 39 | 6, 9 | 2, 5, 7, 9 |
| | | В-1 | 1, 3, 16, 38, 39 | 6, 7 | 5, 7, 9 |
| | ИД-2 оПК-3 | З-1 | 1, 3, 16, 38, 39 | 9, 10 | 1-9 |
| | | У-1 | 1, 3, 16, 38, 39 | 9, 10 | 2, 5, 7-9 |
| | | В-1 | 1, 3, 16, 38, 39 | 6, 7 | 5, 7-9 |
| ПК-2 | ИД-1 ПК-2 | З-1 | 4-9 | 7, 9 | 8 |
| | | З-2 | 5, 7, 8 | 5, 7, 10 | 3, 7, 8, 10 |
| | | У-1 | 4-9 | 7 | 7, 8 |
| | | В-1 | 1, 4-8 | 10 | 2, 3, 7, 8 |
| | ИД-2 ПК-2 | З-1 | 1, 10, 11, 18, 19, 21, 22-24, 26-37 | 3, 5, 7, 9, 10 | 3, 7, 8, 10 |
| | | У-1 | 1, 10, 11, 18, 19, 21, 22-24, 26-37 | 7, 9, 10 | 3, 7, 8, 10 |
| | | В-1 | 8, 10, 11 | 3, 10 | 3, 7, 8, 10 |
| | | | | | |

8.1. Оценочные материалы для текущего контроля

Материалы для проведения текущего контроля знаний студентов:

| № п/п | Вид контроля | Контролируемые темы (разделы) | Индикаторы достижения компетенций (компоненты), которые контролируются |
|-------|--------------------------------|-------------------------------|--|
| 1 | Устный опрос/ собеседование | 1-10 | ИД-1опк-2 ИД-2опк-2 ИД-1опк-3 ИД-2опк-3 ИД-1пк-2 ИД-2пк-2 |
| 2 | Отчет | 1-2, 4-9 | |

Примерный перечень вопросов для устных опросов по пройденному материалу:

1. Общие требования к анализу проб различного состава.
2. Принцип метода, методика анализа.
3. Метрологические характеристики методик.
4. Схема аналитического процесса, стадии анализа.
5. Правила отбора проб.
6. Методики и оборудование для отбора проб.
7. Документирование процедуры отбора проб.
8. Схема пробоподготовка горных пород к химическому анализу.
9. Отбор воды. Используемое оборудование, посуда, реагенты, способы концентрирования.
10. Способы химической пробоподготовки. Требования к реактивам для анализа.
11. Методы разделения и концентрирования.
12. Классификация методов анализа вещества по способу получения аналитического сигнала.
13. Аналитический сигнал в химическом анализе, его статистические оценки и способы обработки.
14. Разрешение аналитических сигналов. Способы снижения отношения сигнал/шум.
15. Построение градуировочных зависимостей в химическом анализе. Нахождение содержания вещества по градуировочной зависимости.
16. Оценивание метрологических характеристик методик анализа (предела обнаружения, характеристика погрешности результата, неопределённость измерения).
17. Стандартные образцы, применение для градуировки методик и контроля точности результатов анализа.
18. Рентгенофлуоресцентный анализ. Области применения, метрологические характеристики метода.
19. Электронно-зондовый микроанализ. Области применения и метрологические характеристики метода.
20. Какие профессиональные задачи могут быть решены с помощью метода рентгенофлуоресцентного анализа?
21. При решении каких задач требуется определение химического состава в тонком слое образца, а когда анализ в малой локальной области образца?
22. Методы рентгеноструктурного и рентгенофазового анализа. Аналитическое оборудование. Области применения и метрологические характеристики методов.
23. Атомно-эмиссионная спектрометрия. Аналитическое оборудование. Области применения и метрологические характеристики метода.
24. Атомно-абсорбционная спектрометрия. Аналитическое оборудование. Области применения и метрологические характеристики метода.
25. Теоретические основы молекулярно-абсорбционной спектрометрии. Основной закон

светопоглощения.

26. Спектрофотометрия. Область применения и метрологические характеристики метода.
27. Инфракрасная спектрометрия. Качественный и количественный анализ.
28. Люминесцентный анализ. Принцип метода и области его применения.
29. Теоретические основы масс-спектральных методов анализа веществ.
30. Источники ионов, детекторы, типы масс-спектрометров и области их применения.
31. Способы подготовки проб к масс-спектрометрическому анализу.
32. Метод изотопного разбавления.
33. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. Элементный анализ.
34. Основы процесса хроматографического разделения.
35. Виды хроматографии. Используемые материалы и оборудование. Области применения.
36. Капиллярный электрофорез. Оборудование и области применения метода.
37. Электрохимические методы анализа. Оборудование и области применения.
38. Нормативные документы, рекомендации и руководства в области анализа объектов окружающей среды.
39. Критерии выбора физико-химических методов для решения поставленной задачи исследования.

Критерием оценки устного опроса являются: полнота ответа, четкость формулировок, способность выделять основные положения или обобщать информацию по пройденному материалу, делать выводы и приводить примеры. По представленному студентом ответу преподаватель делает заключение об удовлетворительности (неудовлетворительности) полученных знаний.

Отчет по практической (лабораторной) работе составляется в письменной форме, содержит основные пункты выполненной практической работы, необходимые расчеты, результаты в установленном виде и выводы.

Критерии оценки отчета:

- отчет **принимается**, если он выполнен в полном объеме в соответствии с заданием, в нем приводятся краткое описание, все необходимые расчёты, результаты и выводы;

- отчёт **не принимается**, если он выполнен не в полном объеме, не в соответствии с заданием или имеются существенные недочеты.

8.2 Оценочные материалы для промежуточной аттестации

Спецификация тестовых заданий для промежуточной аттестации в 1 семестре

Для проведения зачета по дисциплине «Физико-химические методы исследования вещества» используется комплект тестовых заданий, которые содержат 4 задания базового уровня сложности, 3 задания повышенного уровня сложности, 3 задания высокого уровня сложности и направлены на оценку сформированности следующих компетенций (индикаторов достижения компетенций) ОПК-2 (ИД-1опк-2, ИД-2опк-2), ОПК-3 (ИД-1опк-3, ИД-2опк-3), ПК-2 (ИД-1пк-2, ИД-2пк-2).

Время на выполнение тестовых заданий для зачета 40 минут.

Максимальная сумма баллов за правильное выполнение всех тестовых заданий 26 (вариант 1) / 24 (вариант 2).

| № тестового задания | Тип тестового задания | Сценарий выполнения тестового задания* | Уровень сложности | Контролируемый ИДК | Балл* |
|---------------------|-----------------------|--|-------------------|--------------------|-------|
|---------------------|-----------------------|--|-------------------|--------------------|-------|

| | | | | | |
|------------------|---|--|------------|--|------|
| 1 | Закрытого типа на выбор одного правильного ответа | Выбрать один правильный ответ из приведенных вариантов. Ответ записать в виде буквы в поле ответа. | Базовый | ИД-2ОПК-2, ИД-2ОПК-3 | 1 |
| 2 | Закрытого типа на выбор одного правильного ответа | Выбрать один правильный ответ из приведенных вариантов. Ответ записать в виде буквы в поле ответа. | Базовый | ИД-1ОПК-2, ИД-2ОПК-2, ИД-2ОПК-3 | 1 |
| 3 | Закрытого типа на выбор двух правильных ответов | Выбрать два правильных ответа из приведенных вариантов. Ответ записать в виде букв в поле ответа. | Базовый | ИД-1ОПК-2, ИД-1ПК-2, ИД-2ПК-2 (для варианта 2) | 1 |
| 4 | Закрытого типа на установление соответствия | Установить соответствие. Ответ записать в виде комбинации цифр и букв | Повышенный | ИД-2ОПК-2, ИД-2ОПК-3 | 2/1* |
| 5 | Закрытого типа на установление последовательности | Установить правильную последовательность. Ответ записать в виде последовательности букв, соответствующих предложенным вариантам | Повышенный | ИД-1ОПК-2, ИД-2ОПК-2, ИД-2ОПК-3 | 4/1* |
| 6 | Комбинированного типа с выбором одного или нескольких правильных вариантов ответа с его аргументацией | Выберите правильные варианты ответа и дайте краткую аргументацию. Ответ записать в виде букв, отвечающих правильным вариантам, в первое поле ответа, краткую аргументацию – во второе поле ответа | Повышенный | ИД-2ОПК-2, ИД-1ОПК-3, ИД-2ОПК-3 | 4/2* |
| 7 (вариант 1) | Открытого типа с кратким ответом (перечислением) | Перечислите варианты... Ответ запишите в поле ответа | Базовый | ИД-2ОПК-2 | 3/1* |
| 7 (вариант 2) | Закрытого типа на выбор одного правильного ответа | Выбрать один правильный ответ из приведенных вариантов. Ответ записать в виде буквы в поле ответа. | Базовый | ИД-1ПК-2 | 1 |
| 8 | Открытого типа с кратким ответом | Назовите основные источники...(вар. 1)/ Что лежит в основе метода...(вар. 2) Ответ запишите в поле ответа | Высокий | ИД-2ОПК-2 | 2/1* |
| 9 | Открытого типа с развернутым ответом | Опишите принципы методов...(вар. 1)/ Опишите роль и основные типы...(вар. 2) Ответ запишите в поле ответа | Высокий | ИД-2ОПК-2 | 4/2* |
| 10 | Открытого типа с развернутым ответом | Опишите требования и способы подготовки образцов...(вар. 1) / Перечислите основные типы...(вар. 2) Ответ записать в поле ответа | Высокий | ИД-2ОПК-2, ИД-2ПК-2 | 4/2* |

Примечание:

* балл за неполный или частично правильный вариант ответа на тестовое задание.

Критерии оценивания зачета:

| Оценка | Суммарный балл за выполнение тестовых заданий |
|-----------|---|
| зачтено | вариант 1: 13-26; вариант 2: 13- 24 |
| незачтено | менее 13 |

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАЧЕТА В 1 СЕМЕСТРЕ

Вариант 1

1. Для атомов каких элементов принципиально невозможно образование рентгеновского спектра? Выберите верный вариант ответа.

- А) Литий и бериллий
- Б) Гелий и водород
- В) Все инертные газы

Ответ: _____

2. К какому виду анализа относится определение массовой доли золота в пробе? Выберите верный вариант ответа.

- А. Изотопный анализ
- Б. Элементный анализ
- В. Вещественный анализ
- Г. Фазовый анализ

Ответ: _____

3. Какие типы ламп используются в качестве источников излучения в атомно-абсорбционной спектрометрии? Выберите два верных варианта ответа.

- А. Лампа накаливания
- Б. Безэлектродная разрядная лампа
- В. Дейтериевая лампа
- Г. Лампа с полым катодом

Ответ: _____

4. Установите соответствие между понятиями химического анализа, приведенными в столбцах. Ответ запишите в поле ответа в виде цифр, соотносимых с утверждением.

| | |
|--|---------------------|
| А. Атомно-абсорбционная спектрометрия | 1. Принцип метода |
| Б. Определение массовой доли марганца в рудном и нерудном минеральном сырье. | 2. Методика анализа |
| В. Поглощение электромагнитного излучения возбужденными свободными атомами | 3. Метод анализа |

Ответ:

| | | |
|---|---|---|
| А | Б | В |
| | | |

5. Расположите в правильной последовательности этапы масс-спектрометрического анализа пробы:

А – детектирование ионов,

Б – ввод пробы в прибор,

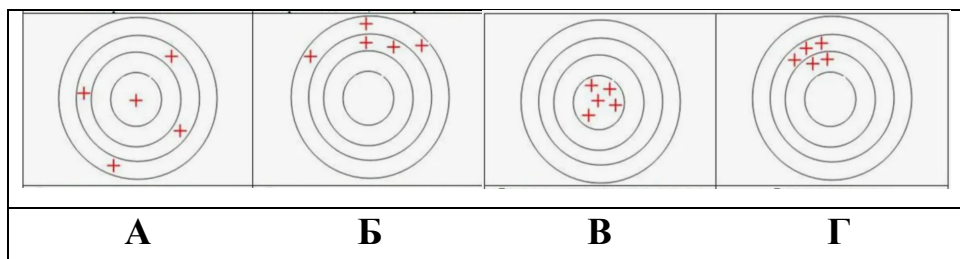
В – обработка результатов,

Г – ионизация,

Д – разделение и сортировка ионов по соотношению m/z .

Ответ: _____

6. На рисунке схематично показаны варианты результатов измерений определяемой величины. В каком случае результаты анализа имеют высокую воспроизводимость? Выберите два верных варианта ответа и аргументируйте свой ответ.



Ответ: ____

7. Перечислите три основных способа определения концентрации элемента в пробе?

Ответ:

8. Назовите основные источники возбуждения в атомно-эмиссионном анализе и чем они различаются.

Ответ:

9. Какие аналитические методы, основанные на взаимодействии рентгеновского излучения с веществом, используются в геохимии? Кратко опишите принципы этих методов и задачи, которые решаются с их помощью.

Ответ:

10. Каким образом готовят образцы для исследования методом рентгеноспектрального электронно-зондового микроанализа, и каковы требования, предъявляемые к поверхности исследуемых объектов?

Ответ:

Вариант 2

1. Укажите длину волны рентгеновского излучения? Выберите верный вариант ответа.

А) от $\sim 10^{-5}$ до $\sim 10^{-3}$ нм

Б) от $\sim 10^2$ до $\sim 10^{-3}$ нм

В) от $\sim 10^2$ до $\sim 10^5$ нм

Г) от $\sim 10^5$ до $\sim 10^{10}$ нм

Ответ: ____

2. К какому виду анализа относится определение в пробе соотношения $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$? Выберите верный вариант ответа.

А. Изотопный анализ

Б. Элементный анализ

В. Вещественный анализ

Г. Фазовый анализ

Ответ: ____

3. Укажите способы химической пробоподготовки? Выберите два верных варианта ответа.

А. Сплавление

Б. Истирание

В. Кислотное разложение

Г. Квартование

Ответ: ____

4. Соотнесите понятиями химического анализа, приведенные в столбцах. Ответ запишите в поле ответа в виде цифр, соотносимых с утверждением.

| | |
|---|---------------------|
| А. Испускание квантов света возбужденными атомами | 1. Принцип метода |
| Б. Атомно-эмиссионная спектрометрия | 2. Методика анализа |

Ответ:

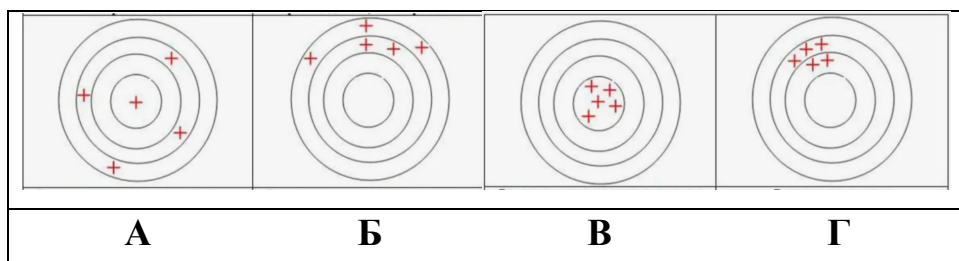
| | | |
|----------|----------|----------|
| А | Б | В |
| | | |

5. Последовательно расположите этапы аналитического исследования образца горной породы:

- А – измельчение,
- Б – химическая деструкция,
- В – пробоотбор,
- Г – измерение аналитического сигнала,
- Д – обработка результатов

Ответ: _____

6. На рисунке схематично показаны варианты результатов измерений определяемой величины. На каком из них показаны наиболее точные результаты анализа? Выберите верный вариант ответа и аргументируйте свой выбор.



Ответ: _____

7. Какую пробу называют представительной? Выберите верный вариант ответа.

- А. Идентична по составу, свойствам и/или структуре исследуемому материалу
- Б. Имеет значительную массу (объем) вещества
- В. Отражает общий тип анализируемого материала

Ответ: _____

8. Что лежит в основе метода рентгеноспектрального электронно-зондового микроанализа? Как происходит возбуждение рентгеновского излучения при рентгеноспектральном электронно-зондовом микроанализе?

Ответ:

9. В чем состоит роль атомизатора в атомно-абсорбционном анализе, какие основные типы атомизаторов используются? Кратко опишите их.

Ответ:

| |
|--|
| |
|--|

10. По какому принципу классифицируют рентгенофлуоресцентные спектрометры? Перечислите основные типы рентгенофлуоресцентных спектрометров.

Ответ:

| |
|--|
| |
|--|

КЛЮЧИ ПРАВИЛЬНЫХ ОТВЕТОВ К ТЕСТОВЫМ ЗАДАНИЯМ

| Номер тестового задания | Правильные ответы | |
|-------------------------|--|--|
| | Вариант 1 | Вариант 2 |
| 1 | Б | Б |
| 2 | Б | А |
| 3 | Б, Г | А, В |
| 4 | А3, Б2, В1 | А1, Б3, В2 |
| 5 | Б, Г, Д, А, В | В, А, Б, Г, Д |
| 6 | <p>В, Г</p> <p>Воспроизводимость – степень близости друг к другу независимых результатов измерений, полученных в конкретных регламентируемых условиях.</p> <p>Скопление точек показывает близость значений результатов между собой.</p> | <p>В</p> <p>Результат анализа считают точным, если он одновременно правильный и воспроизводимый (т.е. составляющие систематической и случайной погрешности близки к нулю).</p> <p>Скопление точек в центре круга (мишени) указывает на высокую точность результатов анализа.</p> |
| 7 | <ul style="list-style-type: none"> - Метод градуировочного графика - Метод ограничивающих стандартов - Метод добавок | А |
| 8 | <p>Пламя, электрическая дуга, высоковольтная искра, индуктивно связанная плазма, лазер.</p> <p>Источники различаются по температуре.</p> <p><i>Пламя является самым низко температурным источником (2000-3000 К), дуга (4000-6000 К), плазма (до</i></p> | <p>В основе метода РСМА лежит регистрация первичных рентгеновских спектров.</p> <p>Возбуждение рентгеновского излучения происходит с помощью электронного зонда, при взаимодействии сфокусированного электронного пучка с анализируемым веществом.</p> |

| | | |
|----|--|--|
| | <i>10 000 K), искра (10 000-20 000 K).</i> | |
| 9 | <p>Основные методы, основанные на взаимодействии рентгеновского излучения с веществом, которые используются в геохимии – рентгенофлуоресцентный анализ, электронно-зондовый микроанализ и рентгеновская дифракция.</p> <p><u>Рентгенофлуоресцентный анализ</u> основан на измерении вторичного рентгеновского излучения, возбуждаемого в образце первичным рентгеновским излучением, и позволяет проводить качественный и количественный элементный анализ.</p> <p><u>Метод электронно-зондового микроанализа</u> основан на возбуждении рентгеновского излучения в исследуемом образце с помощью тонкого электронного пучка и используется для изучения локальных областей геологических объектов.</p> <p><u>Метод рентгеновской дифракции</u> основан на способности рентгеновских лучей отражаться от плоскостей, образуемых атомами в кристаллической решетке, он используется как для определения качественного и полуколичественного определения фазового состава, так и для определения параметров элементарной ячейки и расположения в ней атомов.</p> | <p>Роль атомизатора – перевод пробы в атомарное состояние.</p> <p>В атомно-абсорбционном анализе используются два основных типа атомизаторов: пламенные и электротермические.</p> <p>Пламенные атомизаторы представляют собой горелку, в которой горит пламя (смесь горючих газов). Эти атомизаторы используются в анализе жидких проб. Раствор пробы подается по капилляру и впрыскивается в пламя. Достоинство пламенного атомизатора – простота, стабильность и высокая воспроизводимость результатов.</p> <p>Электротермические атомизаторы представляют собой графитовые трубки (трубчатая печь), нагреваемые электрическим током. Капля пробы помещается в атомизатор, испаряется и переходит в атомный пар. Сквозь атомизатор пропускают свет определенной длины волны от внешнего источника селективного излучения и измеряют аналитический сигнал. Преимущества: более высокая чувствительность, селективность, малый объем пробы (микролитры).</p> |
| 10 | <p>Образцы готовят в виде полированных шлифов, полированных аншлифов или запрессовки исследуемых объектов в эпоксидную смолу.</p> <p>Образцы порошкового материала наклеивают на металлическую подложку с помощью углеродного скотча.</p> <p>Поверхность образцов при РСМА должна быть плоско полированной, электропроводящей, устойчивой в вакууме и не разрушающейся под действием электронного пучка в течение времени анализа.</p> | <p>Рентгенофлуоресцентные спектрометры классифицируют исходя из:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>источника рентгеновского излучения</u> (радиоактивный источник, рентгеновская трубка, синхротрон), - <u>способа детектирования излучения</u> (энергодисперсионные и волнодисперсионные), - <u>особенностей конструкции</u> (с классической геометрией, с полным внешним отражением). |

Спецификация тестовых заданий для промежуточной аттестации во 2 семестре

Для проведения зачета по дисциплине «Физико-химические методы исследования вещества» используется комплект тестовых заданий, которые содержат 6 заданий

базового уровня сложности, 2 задания повышенного уровня сложности, 2 задания высокого уровня сложности и направлены на оценку сформированности следующих компетенций (индикаторов достижения компетенций) ОПК-2 (ИД-1опк-2, ИД-2опк-2), ОПК-3 (ИД-1опк-3, ИД-2опк-3), ПК-2 (ИД-1пк-2, ИД-2пк-2).

Время на выполнение тестовых заданий для зачета 30-40 минут.

Максимальная сумма баллов за правильное выполнение всех тестовых заданий 22.

| № тестового задания | Тип тестового задания | Сценарий выполнения тестового задания* | Уровень сложности | Контролируемый ИДК | Балл* |
|---------------------|--|--|-------------------|--|-------|
| 1 | Закрытого типа на выбор одного правильного ответа | Выбрать один правильный ответ из приведенных вариантов. Ответ записать в виде буквы в поле ответа. | Базовый | ИД-1опк-2, ИД-2опк-2, ИД-2опк-3 | 1 |
| 2 | Закрытого типа на выбор нескольких правильных ответов | Выбрать три правильных ответа из приведенных вариантов. Ответ записать в виде букв в поле ответа. | Базовый | ИД-1опк-2, ИД-2опк-2, ИД-2опк-3 | 1 |
| 3 | Закрытого типа на выбор одного или нескольких правильного ответа | Выбрать один (вар. 1) или пять (вар. 2) правильных ответов из приведенных вариантов. Ответ записать в виде цифры в поле ответа. | Базовый | ИД-1опк-2, ИД-1пк-2, ИД-2пк-2 | 1 |
| 4 | Закрытого типа на выбор одного правильного ответа | Выбрать один правильный ответ из приведенных вариантов. | Базовый | ИД-2опк-2, ИД-2опк-3 | 1 |
| 5 | Закрытого типа на выбор одного правильного ответа | Ответ записать в виде буквы в поле ответа. | Базовый | ИД-1опк-2, ИД-2опк-2, ИД-2опк-3 | 1 |
| 6 | Закрытого типа на выбор нескольких правильных ответов | Выбрать один (вар. 1) или два (вар. 2) правильных ответа из приведенных вариантов. Ответ записать в виде букв в поле ответа. | Базовый | ИД-2опк-2, ИД-1опк-3, ИД-2опк-3 | 1 |
| 7 | Закрытого типа на установление соответствия | Установить соответствие. Ответ записать в виде комбинации цифр и букв | Повышенный | ИД-2опк-2, ИД-2опк-3 | 4/2* |
| 8 | Закрытого типа на установление последовательности | Установить правильную последовательность. Ответ записать в виде последовательности букв, соответствующих предложенным вариантам | Повышенный | ИД-1опк-2, ИД-2опк-2, ИД-2опк-3, ИД-2пк-2 | 4/2* |
| 9 | Открытого типа с развернутым ответом | Дайте определение понятиям. Ответ запишите в поле ответа | Высокий | ИД-1опк-2, ИД-2опк-2, ИД-2опк-3 | 4/2* |
| 10 | Открытого типа с развернутым ответом | Опишите... Ответ записать в поле ответа | Высокий | ИД-1опк-2, ИД-2опк-2, ИД-2опк-3 | 4/2* |

Примечание:

** балл за неполный или частично правильный вариант ответа на тестовое задание.*

Критерии оценивания зачета:

| Оценка | Суммарный балл за выполнение тестовых заданий |
|-----------|---|
| зачтено | 14-22 |
| незачтено | менее 14 |

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАЧЕТА ВО ВТОРОМ СЕМЕСТРЕ

Вариант 1

1. Что означает сокращение КРС спектр? Выберите верный вариант ответа

- А. Комбинационное рассеяние света
- Б. Колебательное рассеяние света
- В. Рамановское рассеяние света
- Г. Конечно-разностный спектр

Ответ: ____

2. Какие виды инфракрасной спектроскопии могут быть использованы в минералогии? Выберите три варианта ответа

- А. Спектроскопия пропускания
- Б. Резонансная ИК спектроскопия
- В. Спектроскопия с нарушенным полным внутренним отражением
- Г. Спектроскопия отражения
- Д. Атомно-числовая ИК спектроскопия

Ответ: ____

3. Какие факторы могут помешать измерить ИК спектр поглощения? Выберите верный вариант ответа

- А. Люминесценция
- Б. Непрозрачность образца
- В. Зеркальная поверхность
- Г. Графитовое напыление
- Д. Образец прозрачный в видимой области
- Е. Образец имеет решетку типа NaCl
- Ж. Образец разрушается при небольшом нагреве

Ответ: ____

4. Выберите верный вариант ответа. На чем основаны фотометрические методы анализа?

- А. на избирательном поглощении света раствором
- Б. на преломлении света исследуемым образцом
- В. на отражении света от анализируемого вещества

Ответ: ____

5. По какому параметру идентифицируют вещества в газовой хроматографии? Выберите верный вариант ответа.

- а) по температуре кипения

- б) по площади хроматографического пика
- в) по времени удерживания компонента
- г) по высоте хроматографического пика

Ответ: ____

6. Какой метод анализа применяют для определения отдельных изотопов и элементов? Выберите верный вариант ответа

- А. Хроматография
- Б. Спектрофотометрия
- В. Масс-спектрометрия

Ответ: ____

7. Установите соответствие между названием и принципом метода анализа. Ответ запишите в поле ответа в виде цифр, соотносимых с утверждением.

| | |
|---|-----------------------------|
| А. Метод разделения и анализа компонентов сложных смесей, основанный на распределении веществ между двумя фазами – неподвижной и подвижной | 1. Капиллярный электрофорез |
| Б. Метод разделения и анализа, основанный на различиях в электрофоретических подвижностях заряженных частиц (на разной скорости миграции заряженных частиц в постоянном электрическом поле) | 2. Спектрофотометрия |
| В. Метод, основанный на измерении поглощения окрашенными веществами в ВО и УФ областях | 3. Хроматография |

Ответ:

| | | |
|---|---|---|
| А | Б | В |
| | | |

8. Расположите в правильной последовательности этапы проведения определения щелочных элементов в горной породе методом атомно-эмиссионной пламенной спектрофотометрии:

- А – измерение оптической плотности исследуемых растворов,
- Б – установление градуировочной зависимости и расчет результата анализа,
- В – химическая пробоподготовка (переведение образца в раствор, разбавление),
- Г – пробоподготовка (измельчение, истирание)

Ответ: ____

9. Опишите понятие «погрешность измерения». Как в данном случае будет записан результат анализа, если получено содержание элемента $X_{ср}$.

Ответ:

10. Что собой представляют спектральные помехи и каковы основные приемы их устранения?

Ответ:

Вариант 2

1. К какому типу анализа относятся ИК и КРС спектроскопия? Выберите верный вариант ответа

- А. Структурному
- Б. Элементному
- В. Электронному
- Д. Оптическому

Ответ: _____

2. Колебания каких молекул и анион-радикалов будет активно в ИК поглощении? Выберите три варианта ответа

- А. H₂O
- Б. H₂
- В. (S₂)⁻
- Д. (S₃)⁻
- Е. CO₂

Ответ: _____

3. Какие факторы могут помешать измерить КРС спектр? Выберите несколько вариантов ответа

- А. Люминесценция
- Б. Непрозрачность образца
- В. Зеркальная поверхность
- Г. Графитовое напыление
- Д. Образец прозрачный в видимой области
- Е. Образец имеет решетку типа NaCl
- Ж. Образец разрушается при небольшом нагреве

Ответ: _____

4. Какая зависимость лежит в основе закона Бугера-Ламберта-Бера? Выберите верный вариант ответа.

- а) снижение интенсивности полихроматического света, прошедшего через раствор, от концентрации раствора и толщины поглощающего слоя
- б) снижение интенсивности отраженного света от концентрации раствора
- в) снижение интенсивности монохроматического света, прошедшего через раствор, от концентрации раствора и толщины поглощающего слоя

Ответ: _____

5. Выберите верный вариант ответа. Что характеризует площадь хроматографического пика?

- а) качественный состав пробы
- б) полноту разделения
- в) количественное содержание компонента в пробе
- г) последовательность выхода компонентов из колонки

Ответ: _____

6. Какие из перечисленных методов относятся к методам разделения? Выберите два варианта ответа.

- А. Спектрофотометрия
- Б. Хроматография
- В. Капиллярный электрофорез
- Г. Потенциометрия

Ответ: _____

7. Установите соответствие между названием и принципом метода анализа. Ответ запишите в поле ответа в виде цифр, соотносимых с утверждением.

| | |
|---|-----------------------------|
| А. Метод разделения и анализа компонентов сложных смесей, основанный на распределении веществ между двумя фазами – неподвижной и подвижной | 1. Капиллярный электрофорез |
| Б. Метод разделения и анализа, основанный на различиях в электрофоретических подвижностях заряженных частиц (на разной скорости миграции заряженных частиц в постоянном электрическом поле) | 2. Масс-спектрометрия |
| В. Метод исследования вещества, основанный на разделении ионов по массе и заряду (m/z) | 3. Хроматография |

Ответ:

| | | |
|---|---|---|
| А | Б | В |
| | | |

Ответ:

8. Расположите в правильной последовательности этапы спектрофотометрического определения элемента в горной породе:

- А – измерение оптической плотности исследуемых растворов,
- Б – установление градуировочной зависимости и расчет результата анализа,
- В – химическая пробоподготовка (получение окрашенного соединения),
- Г – химическая пробоподготовка (переведение образца в раствор),
- Д – пробоподготовка (измельчение, истирание)

Ответ:

9. Опишите понятие «неопределенность измерения». Как в данной концепции будет записан результат анализа, если получено содержание элемента X_{cp} и оценена расширенная неопределенность измерения U .

Ответ:

10. Назовите основные требования для выполнения анализа растворов проб горных пород методом МС-ИСП.

Ответ:

| |
|--|
| |
|--|

КЛЮЧИ ПРАВИЛЬНЫХ ОТВЕТОВ К ТЕСТОВЫМ ЗАДАНИЯМ

| Номер тестового задания | Правильные ответы | |
|-------------------------|--|--|
| | Вариант 1 | Вариант 2 |
| 1 | А | А |
| 2 | А, В, Г | А, Д, Е |
| 3 | Б | А, Б, Г, Е, Ж |
| 4 | А | В |
| 5 | В | В |
| 6 | В | Б, В |
| 7 | А3, Б1, В2 | А3, Б1, В2 |
| 8 | Г, В, А, Б | Д, Г, В, А, Б |
| 9 | <p>Погрешность измерения – отклонение результата измерения от истинного (опорного) значения измеряемой величины.</p> <p>Результат записывается как $X_{cp} \pm \Delta$ ($P=0,95$), где Δ – абсолютная приписанная характеристика погрешности.</p> | <p>Неопределенность измерений – параметр, связанный с результатом измерения и характеризующий рассеяние значений, которые можно обосновано приписать измеряемой величине.</p> <p>Результат записывается как $X_{cp} \pm U$ ($k=2$), где U – значение расширенной неопределённости при коэффициенте охвата $k=2$, соответствующее результату анализа.</p> |
| 10 | <p>Спектральные помехи – помехи, которые возникают при наложении спектральных линий различных элементов.</p> <p>Способы устранения спектральных помех:</p> <ul style="list-style-type: none"> •химические – отделение мешающих компонентов или их маскирование; •инструментальные – разделение сигналов определяемого и мешающих компонентов инструментальными средствами; •математические – разделение вкладов компонентов в общую величину аналитического сигнала математическими средствами. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Проведение анализа в условиях особой чистоты: атмосфера, мебель, посуда. 2. Использование реагентов особой чистоты (либо очищенные). 3. Содержание солей в растворе не более 0,1 %. 4. Кислотность растворов – 2-3 % по HNO_3. 5. Учет инструментального дрейфа прибора с помощью внутреннего стандарта. |

Авторы-составители рабочей программы:

д.х.н Васильева И.Е.

к.х.н Сокольникова Ю.В.

к.х.н Чубаров В.М.

к.х.н Белозерова О.Ю

к.ф.-м.н Шендрик Р.Ю.

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