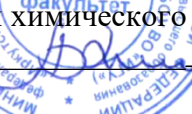




**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
**Кафедра аналитической химии**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан химического факультета,  
доц.  А.И. Вильмс

“15” апреля 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Наименование дисциплины **Б1.О.19 ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА**

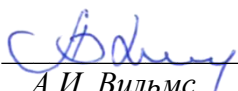
Направление подготовки **04.03.01 - Химия**

Направленность подготовки: **Химия нефти и газа**

Квалификация выпускника – **БАКАЛАВР**

Форма обучения **очная**

Согласовано с УМК  
химического факультета  
Протокол № 4 от «15» апреля 2025 г.

Председатель  \_\_\_\_\_  
А.И. Вильмс

Рекомендовано кафедрой аналитической химии,  
Протокол № 4 от «10» марта 2025 г.

канд. хим. наук, доц.  А. И. Вильмс

Иркутск 2025 г.

1. Цели и задачи дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП.
3. Требования к результатам освоения дисциплины
4. Объем дисциплины и виды учебной работы
5. Содержание дисциплины
  - 5.1 Содержание разделов и тем дисциплины
  - 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами
  - 5.3 Разделы и темы дисциплин и виды занятий
6. Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ, план самостоятельной работы студентов, методические указания по организации самостоятельной работы студентов
  - 6.1. План самостоятельной работы студентов
  - 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:
  - а) основная литература;
  - б) дополнительная литература;
  - в) программное обеспечение;
  - г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины
10. Образовательные технологии
11. Оценочные средства (ОС)

## I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

**Цели:** - освоение современных методов анализа веществ и их применения для конкретных практических задач.

**Задачи:** приобретение студентом следующих профессионально ориентированных умений и навыков, понимать роль химического анализа, познакомиться с теоретическими основами и овладеть физико-химическими методами анализа различных объектов.

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина «Физико-химические методы анализа» (Б.1.О.19) относится к обязательной части учебного плана программы подготовки по направлению 04.03.01 Химия.

2.2. Для освоения дисциплины обучающиеся используют знания, умения, практические навыки, способы деятельности и установки, сформированные в ходе изучения предметов: «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физика», «Математика» на предыдущем уровне образования.

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной.

Освоение дисциплины «Физико-химические методы анализа» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин: «Химическая технология», «Гидрохимия», «Анализ сложных объектов», «Методы разделения и концентрирования», для выполнения квалификационных работ.

## III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки 04.03.01 Химия.

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

| Компетенция                                                                                                 | Индикаторы компетенций                                                                                                                                                                | Результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений | ИДК ОПК-1.2<br>Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии | <b>Знать:</b> теоретические основы аналитической химии, существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии; принципы и области использования основных методов химического анализа. Иметь представление об особенностях объектов анализа.<br><b>Уметь:</b> подготавливать объекты исследования для анализа, проводить экспериментальные исследования по заданной методике, работать на аппаратуре, применяемой в аналитических исследованиях.<br><b>Владеть:</b> навыками применения теоретических основ при проведении аналитических реакций для определения элементов в различных объектах. |

|                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием | ИДК ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности                           | <b>Знать:</b> правила и нормы техники безопасности при работе с химическими реактивами и физическими приборами.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                          | ИДК ОПК-2.4 Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования | <b>Знать:</b> основные достоинства и недостатки различных методов исследования свойств веществ и материалов.<br><b>Уметь:</b> проводить простые операции (классификация веществ, составление формул, схем процессов, первичный анализ результатов и т.п.) с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках аналитической химии.<br><b>Владеть:</b> теоретическими представлениями аналитической химии, основами химических методов анализа неорганических и органических соединений, методологией выбора методов анализа, иметь навыки их применения при проведении аналитических реакций для определения элементов в различных объектах. |
| ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе                                            | ИДК ОПК-6.1 Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке                  | <b>Знать:</b> правила составления протоколов отчетов химических опытов, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе.<br><b>Уметь:</b> представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области химии<br><b>Владеть:</b> навыками представления результатов собственных научных изысканий                                                                                                                                                                                                                                                         |

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа, в том числе, 44 часа на экзамен.

Форма промежуточной аттестации: зачет, экзамен.

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

| № п/п | Раздел дисциплины/темы               | Семестр | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) |                      |                                |        | Самостоятельная работа | Формы текущего контроля успеваемости;<br>Форма промежуточной аттестации<br><i>(по семестрам)</i>                                                |
|-------|--------------------------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------|--------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                      |         | Лекции                                                                                   | лабораторные занятия |                                | КСР+КО |                        |                                                                                                                                                 |
|       |                                      |         |                                                                                          | Всего часов          | Из них практическая подготовка |        |                        |                                                                                                                                                 |
|       | 1. Электрохимические методы анализа  | 2/3     | 16                                                                                       | 45                   | 45                             | 10     | 52                     | собеседование по теме предстоящей лабораторной работы, выполнение лабораторной работы, оформление отчета.<br>Зачет (4 сем.)<br>Экзамен (4 сем.) |
|       | 2.Спектроскопические методы анализа  | 2/3     | 16                                                                                       | 40                   | 40                             | 10     | 52                     |                                                                                                                                                 |
|       | 3. Хроматографические методы анализа | 2/3     | 4                                                                                        | 5                    | 5                              | 5      | 25                     |                                                                                                                                                 |
|       | Экзамен                              |         |                                                                                          |                      |                                |        |                        | 44                                                                                                                                              |
|       | Всего                                |         | 36                                                                                       | 90                   | 90                             | 25     | 129                    | 44                                                                                                                                              |

В рабочей программе по дисциплине при выполнении лабораторных работ предусмотрена **практическая подготовка** в виде выполнения отдельных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью

#### 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

| Семестр                                                                                           | Название раздела, темы               | Самостоятельная работа обучающихся                                                        |                        | Оценочное средство               | Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                   |                                      | Вид самостоятельной работы                                                                | Затраты времени (час.) |                                  |                                                                                 |
| 4                                                                                                 | 1. Электрохимические методы анализа  | Подготовка к коллоквиуму по теме.<br>Выполнение лабораторной работы.<br>Написание отчета. | 52                     | Собеседование, проверка отчетов. | Методические указания к лабораторным работам.<br>Рекомендации по оформлению ЛР. |
| 4                                                                                                 | 2.Спектроскопические методы анализа  |                                                                                           | 52                     |                                  |                                                                                 |
| 4                                                                                                 | 3. Хроматографические методы анализа |                                                                                           | 25                     |                                  |                                                                                 |
| Бюджет времени самостоятельной работы, предусмотренный учебным планом для данной дисциплины (час) |                                      |                                                                                           | 129                    |                                  |                                                                                 |

Контактная работа при проведении учебных занятий по дисциплине включает в себя:

занятия лекционного типа, лабораторные работы, коллоквиумы, групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателем.

### 4.3 Содержание учебного материала

#### Инструментальные методы анализа

Общая характеристика физико-химических методов анализа, их преимущества и развитие. Требования, предъявляемые к аналитической химии на современном этапе. Классификация физико-химических методов анализа.

#### 1. Электрохимические методы анализа

Общая характеристика электрохимических методов анализа, их место в ряду физико-химических методов. Сравнительная характеристика чувствительности и избирательности, областей применения электрохимических методов анализа.

**1.1. Электрогравиметрия** Общая характеристика электрогравиметрических методов. Химические процессы при электролизе. Основные законы электролиза. Особенности процессов на аноде и катоде. Потенциал разложения. Электрохимическая, концентрационная и химическая поляризация, перенапряжение. Поляризационные кривые. Факторы, влияющие на качество осадков на электродах. Ускоренный электролиз. Электролиз с ртутным катодом. Внутренний электролиз.

**1.2. Вольтамперометрия.** Общая характеристика и суть метода, схема установки. Классическая полярография. Получение и характеристика вольтамперной кривой. Конденсаторный, фарадеевский, миграционный и диффузионный токи. Предельный диффузионный ток. Потенциал полуволны. Факторы, влияющие на величину потенциала полуволны. Уравнение Ильковича. Полярографический спектр. Осциллографическая полярография, преимущества и ограничения по сравнению с классической полярографией.

**1.3. Потенциометрия.** Общая характеристика метода. Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Индикаторные электроды (стеклянный, электроды 1 рода, инертные электроды) и электроды сравнения (хлорсеребряный и каломельный). Примеры практического применения прямой потенциометрии.

Потенциометрическое титрование. Кривые титрования. Изменение электродного потенциала в различные моменты титрования. Факторы, влияющие на величину скачка потенциала индикаторного электрода. Использование реакций: кислотно-основных, осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления; индикаторные электроды, используемые при этом.

**1.4. Кондуктометрия.** Общая характеристика метода. Электропроводность растворов и факторы, влияющие на неё. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Типы реакций, используемых в кондуктометрии. Кривые титрования. Схема мостика Кольрауша (Уитсона).

#### 2. Спектроскопические методы анализа

Спектр электромагнитного излучения. Энергия фотонов, частота, волновое число, Длина волны; связь между ними; термины, символы, единицы измерения. Составляющие внутренней энергии частиц и соответствующие им диапазоны электромагнитного излучения. Основные типы взаимодействия вещества с излучением: эмиссия (тепловая, люминесценция), поглощение, рассеяние. Классификация спектроскопических методов по природе частиц, взаимодействующих с излучением (абсорбционные, эмиссионные); характеру процесса (атомные, молекулярные); диапазону электромагнитного излучения.

Спектры атомов. Основные и возбужденные состояния атомов, характеристики состояний. Энергетические переходы, правила отбора. Вероятности электронных переходов и времена жизни возбужденных состояний.

Спектры молекул; их особенности. Схемы электронных уровней молекул. Электронные, колебательные и вращательные спектры молекул. Зависимость вида спектра молекул от агрегатного состояния вещества.

Основные законы испускания и поглощения электромагнитного излучения. Связь аналитического сигнала с концентрацией определяемого компонента. Основные способы определения концентрации в спектроскопических методах.

Аппаратура. Способы монохроматизации лучистой энергии. Классификация спектральных приборов. Приемники излучения: фотоэлементы, фотоумножители.

## **2.1. Методы атомной оптической спектроскопии.**

### **Атомно-эмиссионный метод.**

Сущность и основные особенности метода. Принципиальная схема атомно-эмиссионного спектрометра. Пламя - источник атомизации и возбуждения. Факторы, влияющие на количество свободных атомов в пламени. Физико-химические процессы, происходящие в пламени. Инструментальные и спектральные помехи, способы их устранения. Особенности подготовки пробы и её введения в пламя. Качественный и количественный анализ атомно-эмиссионным методом. Спектрально-аналитические характеристики калия, натрия и кальция. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода.

### **Атомно-абсорбционный метод.**

Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрометра. Возможности, достоинства и недостатки метода, его сравнение с атомно-эмиссионным методом.

## **2.2. Методы молекулярной оптической спектроскопии.**

### **2.2.1. Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия).**

Принципиальная схема прибора. Классификация аппаратуры с точки зрения способа монохроматизации (фотометры и спектрофотометры). Законы поглощения электромагнитной



энергии растворами. Основные причины отклонения от основного закона светопоглощения. Оптическая плотность, пропускание, молярный коэффициент поглощения. Аддитивность оптической плотности. Связь химической структуры соединения с абсорбционным спектром. Основные типы фотометрируемых систем. Условия проведения фотометрических определений. Абсолютный и дифференциальный варианты анализа. Анализ многокомпонентных систем. Фотометрическое титрование. Способы определения концентрации веществ. Метрологические характеристики и аналитические возможности спектрофотометрии.

### **2.2.2. Молекулярная люминесцентная спектроскопия.**

Классификация видов люминесценции по источникам возбуждения (хемилюминесценция, биолюминесценция, электролюминесценция, фотолюминесценция и др.); механизму и длительности свечения. Флуоресценция и фосфоресценция с точки зрения электронных переходов. Свечение дискретных центров и рекомбинационное свечение. Основные спектральные характеристики люминесценции. Правило Стокса, закон Стокса-Ломмеля, правило зеркальной симметрии Лёвшина. Энергетический и квантовый выход люминесценции. Закон Вавилова. Факторы, влияющие на интенсивность люминесценции. Тушение люминесценции и его виды. Реакции, используемые в люминесцентном анализе. Аппаратура люминесцентного анализа. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода, сравнение с методом спектрофотометрии. Преимущества люминесцентной спектроскопии при идентификации и определении органических и неорганических соединений. Место и роль спектроскопических методов в аналитической химии и химическом анализе.

### **3. Хроматографические методы анализа**

Определение хроматографии. Виды жидкостной хроматографии. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Преимущества ВЭЖХ. Схема жидкостного хроматографа. Насосы, колонки. Геометрический, исключенный - внешний, внутренний и мертвый объем колонки. Нормально-фазовый и обращенно-фазовый варианты. Полярные и неполярные неподвижные фазы и принципы их выбора. Модифицированные силикагели как сорбенты. Подвижные фазы. Основные параметры хроматографии: селективность и эффективность хроматографического разделения, коэффициент адсорбции. Качественный и количественный хроматографический анализ.

#### 4.3.1. Перечень лабораторных работ

| №<br>п/<br>п | № раздела и темы<br>дисциплины (модуля) | Наименование лабораторных работ                                                                          | Трудоемкость<br>(час.) |                                          | Оценочные<br>средства                                                                                                                  | Формируемые<br>компетенции                                    |
|--------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|              |                                         |                                                                                                          | Всего<br>часов         | из них<br>Практическ<br>ая<br>подготовка |                                                                                                                                        |                                                               |
| 1            | 2                                       | 3                                                                                                        | 4                      |                                          | 5                                                                                                                                      | 6                                                             |
|              | 2.1.1.Электрогравиметрия                | Электрогравиметрическое определение меди и свинца в бронзе                                               | 5                      | 5                                        | собеседовани<br>е по теме<br>предстоящей<br>лабораторной<br>работы,<br>выполнение.<br>лабораторной<br>работы,<br>оформление<br>отчета. | ИДК ОПК-2.1<br>ИДК <sub>ОПК2.4</sub><br>ИДК <sub>ОПК6.1</sub> |
|              |                                         | Определение меди в дюралюминии методом внутреннего электролиза                                           | 5                      | 5                                        |                                                                                                                                        |                                                               |
|              | 2.1.2.Вольтамперометрия                 | Полярографическое определение таллия и цинка                                                             | 5                      | 5                                        |                                                                                                                                        |                                                               |
|              |                                         | Осциллографическое определение кадмия                                                                    | 5                      | 5                                        |                                                                                                                                        |                                                               |
|              | 2.1.3.Потенциометрия                    | Потенциометрическое титрование соляной и уксусной кислот                                                 | 5                      | 5                                        |                                                                                                                                        |                                                               |
|              |                                         | Потенциометрическое титрование хлорид- и иодид-ионов                                                     | 5                      | 5                                        |                                                                                                                                        |                                                               |
|              | 2.1.4.Кондуктометрия.                   | Кондуктометрическое определение серной кислоты и сульфата меди при совместном присутствии                | 5                      | 5                                        |                                                                                                                                        |                                                               |
|              |                                         | Высокочастотное титрование                                                                               | 5                      | 5                                        |                                                                                                                                        |                                                               |
|              |                                         | Решение задач                                                                                            | 5                      |                                          |                                                                                                                                        |                                                               |
|              | 2.2.Атомно-эмиссионный метод.           | Определение натрия и калия в водопроводной воде способом добавок методом эмиссионной фотометрии пламени. | 5                      | 5                                        |                                                                                                                                        |                                                               |

|  |                                                                        |                                                                                                 |   |   |                                                                                                            |                                         |
|--|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|  | 2.2.2.1. Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия). | Нахождение средних значений молярных коэффициентов поглощения окрашенных растворов.             | 5 | 5 | собеседование по теме предстоящей лабораторной работы, выполнение. лабораторной работы, оформление отчета. | ИДК ОПК-2.1<br>ИДК ОПК2.4<br>ИДК ОПК6.1 |
|  |                                                                        | Анализ двухкомпонентных систем. Определение хрома и марганца при совместном присутствии         | 5 | 5 |                                                                                                            |                                         |
|  |                                                                        | Фотоколориметрическое определение марганца методом добавок                                      | 5 | 5 |                                                                                                            |                                         |
|  |                                                                        | Определение меди в бронзе методом дифференциальной фотоколориметрии                             | 5 | 5 |                                                                                                            |                                         |
|  |                                                                        |                                                                                                 |   |   |                                                                                                            |                                         |
|  | 2.2.2.2. Молекулярная люминесцентная спектроскопия.                    | Определение урана по собственному свечению уранил-иона в растворах фосфорной кислоты.           | 3 | 3 |                                                                                                            |                                         |
|  |                                                                        | Проверка правила зеркальной симметрии спектров поглощения и люминесценции растворов Родамина 6Ж | 2 | 2 |                                                                                                            |                                         |
|  |                                                                        | Определение алюминия с морином                                                                  | 5 | 5 |                                                                                                            |                                         |
|  | 2.3. Хроматографические методы анализа                                 | Освоение техники хроматографического анализа.                                                   | 5 | 5 |                                                                                                            |                                         |
|  | Решение задач                                                          |                                                                                                 | 5 |   |                                                                                                            |                                         |

#### 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение самостоятельной работы студентов

| №<br>п/п | Тема                                                                                                                                                                                                                                                                         | Задание                                   | Формируемая компетенция                                                                                                                                       | ИДК                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | 2.1.1. Электрогравиметрия.<br>2.1.2. Вольтамперометрия.<br>2.1.3. Потенциометрия<br>2.1.4. Кондуктометрия.<br>2.2. Атомно-эмиссионный метод.<br>2.2.2.1. Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия).<br>2.2.2.2. Молекулярная люминесцентная спектроскопия | Подготовка к устному опросу               | ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений                                                   | ИДК ОПК-1.2<br><b>Знать:</b> теоретические основы аналитической химии, существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии; принципы и области использования основных методов химического анализа. Иметь представление об особенностях объектов анализа                                              |
|          |                                                                                                                                                                                                                                                                              | Написание отчетов по Лабораторным работам | ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе | ИДК ОПК6.1<br><b>Знать:</b> правила составления протоколов отчетов химических опытов, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе.<br><b>Уметь:</b> представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области химии |

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов, связанная с подготовкой отчетов по выполненным лабораторным работам, закреплением теоретического материала в виде решения задач и подготовке к коллоквиумам и устному собеседованию. Структура отчета по лабораторной работе:

1. Цель работы.
2. Теоретическая часть.
3. Выполнение расчетных, графических и контрольных заданий в соответствии с методическими указаниями к каждой работе.
4. Вывод (на основе полученных результатов).

Методические рекомендации по выполнению и обработке экспериментальных данных по каждой лабораторной работе описаны в методических рекомендациях, подготовленных преподавателями кафедры (см. приложения). Примеры решения типовых задач представлены в рекомендуемых учебных пособиях и задачниках.

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) - не предусмотрено

### V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает доступ к электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины.

При использовании в образовательном процессе печатных изданий библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

Обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

#### а) основная литература

1. **Аналитическая химия:** учебник: в 3 т. / ред. Л. Н. Москвин. - М. : Академия, 2008 - . - 23 см. - (Высшее профессиональное образование: Естественные науки). - ISBN 978-5-7695-3955-8.  
**Т. 2 :** Методы разделения веществ и гибридные методы анализа / И. Г. Зенкевич [и др.]. - 2008. - 300 с. : ил. - Библиогр.: с. 294-296. - ISBN 978-5-7695-3956-5 : всего 15
2. **Хенце, Г.** Полярография и вольтамперометрия. Теоретические основы и аналитическая практика [Электронный ресурс] / Г. Хенце. - Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2014. - **Режим доступа:** [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=50534](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50534). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-2376-0 :
3. **Атомно-абсорбционный анализ** [Текст] : учеб. пособие / А. А. Ганеев [и др.]. - СПб. : Лань, 2011. - 303 с. : ил. ; 20 см. - (Учебники для вузов. Специальная



#### **б) дополнительная литература**

1. **Лебухов, В. И.** Физико-химические методы исследования [Текст] : учеб. для подгот. бакалавров и магистров по напр. 100800 - "Товароведение" / В. И. Лебухов, А. И. Окара, Л. П. Павлюченкова ; ред. А. И. Окара. - СПб. : Лань, 2012. - 480 с. : ил. ; 21 см. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 479. - ISBN 978-5-8114-1320-1 :

#### **в) список авторских методических разработок:**

1. **Химический люминесцентный анализ** [Текст] : метод. указания / сост.: А. И. Кириллов, Л. П. Шаулина ; рец. Л. М. Димова. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2010. - 40 с. – геохим (31)
2. **Метод эмиссионной фотометрии** пламени [Текст] : метод. указ. к практ. занятиям / сост.: Г. Н. Королева, Л. П. Шаулина, Л. А. Туркина. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2010. - 24 с. геохим (31)
3. **Физико-химические методы анализа** [Текст] : метод. указ. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2021  
**Ч. 2** : Электрохимические методы анализа / сост. Н. Ф. Апрелькова [и др.] ; рец. П. Е.А.Даткова. - 2021. - 56 с. геохим (100 экз.)

#### **д) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. [www.elar.usu.ru/.../1569/1/1333921\\_exam.pdf](http://www.elar.usu.ru/.../1569/1/1333921_exam.pdf)
2. [http://www.ksu.ru/chmku/docs/kn4\\_06.rtf](http://www.ksu.ru/chmku/docs/kn4_06.rtf)
3. [www.xenoid.ru/.../chem\\_books\\_download.php](http://www.xenoid.ru/.../chem_books_download.php)
4. [http://www.ftchemistry.dsmu.edu.ua/ana\\_him/lek\\_14.html](http://www.ftchemistry.dsmu.edu.ua/ana_him/lek_14.html)
5. [http://www.Ftchemistry.dsmu.edu.ua/ana\\_him/lek\\_1-16html](http://www.Ftchemistry.dsmu.edu.ua/ana_him/lek_1-16html)
6. <http://www.edu.ru/db/portal/spe/archive.htm>
7. [http://www.krugosvet.ru/.../Himiya\\_analiticheskaya.html](http://www.krugosvet.ru/.../Himiya_analiticheskaya.html)
8. <http://www.edu.ru/window/library?p...>
9. <http://www.novedu.ru>
10. [http://www.newlibrary.ru/.../analiticheskaya\\_himiya](http://www.newlibrary.ru/.../analiticheskaya_himiya)
11. <http://www.anchem.ru>
12. <http://www.ximicat.com/index.php?...chemanalytica.com/->

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

### **6.1. Учебно-лабораторное оборудование:**

Кабинеты №240, 242, 339 оснащены оборудованием, комплектами плакатов, методическими указаниями

предназначенными для проведения лабораторных занятий

| № п/п | Наименование         | Количество                                  |
|-------|----------------------|---------------------------------------------|
| 1.    | Водяные бани         | 2                                           |
| 2.    | Технические весы     | 2                                           |
| 3.    | Аналитические весы   | 2                                           |
| 4.    | Пипетки              | достаточное количество для каждого студента |
| 5.    | Бюретки              |                                             |
| 6.    | Колбы для титрования |                                             |
| 7.    | цилиндры             |                                             |
| 8.    | Мерные колбы         |                                             |
| 9.    | Муфельные печи       | 2                                           |

|     |                                                  |   |
|-----|--------------------------------------------------|---|
| 10. | Сушильные шкафы                                  | 2 |
| 11. | Поляррограф LP-60                                | 1 |
| 12. | Осциллографический поляррограф                   | 1 |
| 13. | Потенциометры ЛПМ-60м                            | 2 |
| 14. | Иономеры                                         | 3 |
| 15. | Кондуктометры                                    | 2 |
| 16. | Высоочастотный титратор                          | 1 |
| 17. | Установка для проведения электролиза             | 2 |
| 18. | Установка для проведения внутреннего электролиза | 1 |
| 19. | Хроматографы «Милихром -1»                       |   |
| 20. | Фотоэлектроколориметры КФК                       | 2 |
| 21. | Спектрофотометр “Specol”                         | 1 |
| 22. | Фотометр пламенный лабораторный ФПЛ-1            | 2 |
| 23. | Монохроматор универсальный УМ-2                  | 1 |
| 28. | Осветители ОИ-18                                 | 2 |
| 29. | Лампы СВД-120А                                   | 4 |
| 30. | Фотоэлектронные умножители                       | 4 |
| 31. | Выпрямители стабилизированные ВС-22              | 2 |
| 32. | Микроамперметры                                  | 2 |
| 33. | Шунты                                            | 2 |

## **VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В процессе изучения дисциплины используются как традиционные так и инновационные технологии, активные и интерактивные методы и формы обучения: технология объяснительно-иллюстративного объяснений с элементами проблемного изложения, технология профессионально-ориентированного обучения, лекции, объяснительно-иллюстративный метод с элементами проблемного изложения, контрольные и лабораторные работы, коллоквиумы, разбор конкретных ситуаций.

## **VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Фонды оценочных средств по дисциплине представляет собой комплект вопросов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся представлен в данном разделе программы.

### **Оценочные средства (ОС):**

11.1. Оценочные средства для входного контроля – не предусмотрены.

11.2. Оценочные средства текущего контроля - коллоквиумы, контрольные работы. Назначение оценочных средств ТК - выявить сформированность элементов следующих компетенций ОПК-1, ОПК-2, ОПК-6. (ИДК ОПК-1.2, ИДК ОПК-2.1; ИДК ОПК-2.4; ИДК ОПК-6.1). Формируются в соответствии с ЛНА университета в виде устных опросов, коллоквиумов, выполнения лабораторных работ и оформления отчетов.

### **Вопросы для подготовки к коллоквиумам**

#### **Электрогравиметрия**

1. Электролиз. Законы электролиза.
2. Схемы катодного и анодного процессов при электролизе.
3. Физические и химические условия проведения электролиза и их влияние на качество выделяемого осадка.
4. Электрогравиметрическое определение металлов из растворов, содержащих ионы нескольких металлов, электролиз с контролем электродного потенциала.
5. Напряжение разложения, перенапряжение. Поляризация и её виды (химическая, электрохимическая, концентрационная), способы устранения. Поляризационные кривые.
6. Внутренний электролиз. Электролиз с ртутным катодом.

#### **Кондуктометрия**

1. Теоретическое обоснование метода. Прямая и косвенная кондуктометрия. Области применения.
2. Сопротивление. Электропроводность. Удельная электропроводность, эквивалентная электропроводность, молярная электропроводность.
3. Измерение электропроводности (сопротивления) растворов электролитов. Схема мостика Кольрауша. Постоянная ячейки, её практическое определение.
4. Кондуктометрическое титрование, определение К.Т.Т при кондуктометрическом титровании. Виды кривых при кондуктометрическом титровании.
5. Характер зависимости удельной электропроводности от концентрации раствора, температуры, вязкости среды.
6. Принцип высокочастотного титрования (ВЧ-титрование). Ячейки, используемые в ВЧ-титровании. Q-, F-, Z- титраторы. Кривые ВЧ-титрования.

#### **Потенциометрия**

1. Теоретическое обоснование метода. Прямая и косвенная потенциометрия. Уравнение зависимости электродного потенциала от концентрации (активности) потенциалопределяющих ионов.
2. Индикаторные электроды, электроды сравнения, их функции, требования, предъявляемые к ним.
3. Потенциометрическое титрование по различным типам химической реакции. Факторы, определяющие величину скачка потенциала индикаторного электрода в К.Т.Т. на кривых потенциометрического титрования.
4. Факторы, определяющие возможность дифференциального определения ионов, близких по свойствам растворов, их смесей (титрование смеси кислот, смеси галогенид-ионов) методом потенциометрического титрования.

#### **Полярография**

1. Теоретические основы метода. Принципиальная схема установки для полярографических определений.
2. Условия проведения электролиза в полярографии.
3. Вольтамперная кривая, её расшифровка. Количественный и качественный полярографический анализ.
4. Критерии определения концентрации и природы деполяризатора. Полярографический спектр.



5. Уравнение зависимости предельного диффузионного тока от концентрации деполяризатора.

6. Подготовка раствора к полярографированию. Устранение факторов, искажающих вольтамперные кривые (растворенный кислород, максимумы 1-го и 2-го рода).

7. Осциллографическая полярография, её отличия, особенности и преимущества по сравнению с классической вольтамперометрией.

#### **Атомно-эмиссионный метод.**

1. Сущность и основные особенности метода. Принципиальная схема атомно-эмиссионного спектрометра.

2. Пламя - источник атомизации и возбуждения. Факторы, влияющие на количество свободных атомов в пламени.

3. Физико-химические процессы, происходящие в пламени.

4. Инструментальные и спектральные помехи, способы их устранения. Особенности подготовки пробы и её введения в пламя.

5. Качественный и количественный анализ атомно-эмиссионным методом.

6. Спектрально-аналитические характеристики калия, натрия и кальция. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода.

#### **Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия).**

1. Принципиальная схема прибора. Классификация аппаратуры с точки зрения способа монохроматизации (фотометры и спектрофотометры).

2. Законы поглощения электромагнитной энергии растворами. Основные причины отклонения от основного закона светопоглощения.

3. Оптическая плотность, пропускание, молярный коэффициент поглощения. Аддитивность оптической плотности.

4. Связь химической структуры соединения с абсорбционным спектром. Основные типы фотометрируемых систем.

5. Условия проведения фотометрических определений.

6. Абсолютный и дифференциальный варианты анализа. Анализ многокомпонентных систем.

7. Фотометрическое титрование.

8. Способы определения концентрации веществ.

9. Метрологические характеристики и аналитические возможности спектрофотометрии.

#### **Молекулярная люминесцентная спектроскопия.**

1. Классификация видов люминесценции по источникам возбуждения (хемилюминесценция, биолюминесценция, электролюминесценция, фотолюминесценция и др.); механизму и длительности свечения.

2. Флуоресценция и фосфоресценция с точки зрения электронных переходов. Свечение дискретных центров и рекомбинационное свечение.

3. Основные спектральные характеристики люминесценции. Правило Стокса, закон Стокса-Ломмеля, правило зеркальной симметрии Лёвшина.

4. Энергетический и квантовый выход люминесценции. Закон Вавилова.

5. Факторы, влияющие на интенсивность люминесценции. Тушение люминесценции и его виды.

6. Реакции, используемые в люминесцентном анализе.

7. Аппаратура люминесцентного анализа. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода.

#### **Хроматографические методы анализа**

1. Определение хроматографии. Виды жидкостной хроматографии. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Преимущества ВЭЖХ.

2. Схема жидкостного хроматографа. Насосы, колонки.

- 3.Геометрический, исключенный - внешний, внутренний и мертвый объем колонки.
- 4.Нормально-фазовый и обращенно-фазовый варианты. Полярные и неполярные неподвижные фазы и принципы их выбора.
- 5.Модифицированные силикагели как сорбенты.
- 6.Подвижные фазы.
- 7.Основные параметры хроматографии: селективность и эффективность хроматографического разделения, коэффициент адсорбции.
- 8.Качественный и количественный хроматографический анализ

#### 11.3. Оценочные средства для текущей успеваемости форме зачета

#### Планируемые результаты обучения для формирования компетенций

| Индикаторы достижения компетенции                                                                                                                                                  | Результаты обучения (знать, уметь, владеть)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Процедура оценивания                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ИДК ОПК-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии | <p><b>Знать:</b> теоретические основы аналитической химии, существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии; принципы и области использования основных методов химического анализа. Иметь представление об особенностях объектов анализа.</p> <p><b>Уметь:</b> подготавливать объекты исследования для анализа, проводить экспериментальные исследования по заданной методике, работать на аппаратуре, применяемой в аналитических исследованиях,</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения теоретических основ при проведении аналитических реакций для определения элементов в различных объектах.</p> | <p>Собеседование по теме лабораторных работ. (Смотри. вопросы для текущего контроля)</p> <p>Выполнение лабораторных работ.</p> |
| ИДК ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности                                                                                              | <p><b>Знать:</b> правила и нормы техники безопасности при работе с химическими реактивами и физическими приборами</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>Собеседование по теме лабораторных работ. (Смотри. вопросы для текущего контроля)</p> <p>Выполнение лабораторных работ.</p> |

|                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>ИДКОПК2.4 Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования</p> | <p><b>Знать:</b> основные достоинства и недостатки различных методов исследования свойств веществ и материалов</p> <p><b>Уметь:</b> проводить простые операции (классификация веществ, составление формул, схем процессов, первичный анализ результатов и т.п.) с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках аналитической химии</p> <p><b>Владеть:</b> теоретическими представлениями аналитической химии, основами химических методов анализа неорганических и органических соединений, методологией выбора методов анализа, иметь навыки их применения при проведении аналитических реакций для определения элементов в различных объектах.</p> | <p>Собеседование по теме лабораторных работ. (Смотри. вопросы для текущего контроля)</p> <p>Выполнение лабораторных работ.</p> |
| <p>ИДКОПК6.1 Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке</p>                  | <p><b>Знать:</b> правила составления протоколов отчетов химических опытов, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе.</p> <p><b>Уметь:</b> представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области химии</p> <p><b>Владеть:</b> навыками представления результатов собственных научных изысканий в компьютерных сетях и информационной научно-образовательной среде</p>                                                                                                                                                                                    | <p>Оформление отчетов по лабораторным работам.</p>                                                                             |

**Материалы для проведения текущего контроля знаний студентов представлены в разделах 4.3.1 и 4.3.2., главе VIII.**

**Критерии оценивания результатов обучения (для получения зачета):**

1. Необходимо выполнить 16 лабораторных работ. Каждая работа оценивается максимум на 4 балла. Оценивается техника выполнения, оформление отчетов.
2. Предусмотрено 8 собеседований. Каждая тема оценивается максимум на 5 баллов.

Лабораторная работа считается выполненной если:

1) предоставлен письменный отчет по лабораторной работе, выполненный по установленным требованиям;

2) присутствует запись о выполнении работы в журнале преподавателя или присутствует подпись преподавателя в протоколе выполнения лабораторной работы студента. Во всех других случаях работа считается невыполненной. Ответственность за невыполнение установленного количества лабораторных работ полностью лежит на студенте.

Для получения зачета необходимо набрать минимум 60 баллов.

Незачет ставится, если в усвоении материала имеются пробелы: отдельные умения недостаточно устойчивы, основное содержание материала не усвоено; не полностью выполнены лабораторные работы и не представлены отчёты по лабораторным работам.

Оценочные средства для промежуточной аттестации в форме экзамена

**ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ**

1. Физико-химические методы анализа, их место в ряду аналитических методов. Классификация физико-химических методов анализа.
2. Схема проведения анализа методом эмиссионной фотометрии пламени, условия проведения анализа. Основные узлы пламенно-фотометрической установки.
3. Характеристика пламени как источника возбуждения. Механизм возбуждения спектров в пламени. Общая схема процессов происходящих в пламени.
4. Виды помех в методе фотометрии пламени, их устранение. Влияние физико-химических свойств раствора на результаты анализа.
5. Основные параметры, характеризующие электромагнитное излучение. Происхождение спектров излучения и поглощения. Понятие о цвете растворов.
6. Основной закон светопоглощения растворами. Оптическая плотность и пропускание, их связь с концентрацией и пределы измерений.
7. Понятие о спектрах поглощения. Молярный коэффициент поглощения как мера чувствительности фотометрической реакции.
8. Дифференциальный вариант фотометрического метода, его достоинства и возможности.
9. Типы фотометрируемых систем и условия фотометрических определений.
10. Закон фотоэффекта. Фотоэлементы, их типы. Светофильтры и их назначение. Оптическая схема фотоэлектроколориметра.
11. Основные узлы и принципиальные схемы приборов и установок, используемых в оптических методах анализа.
12. Явление люминесценции. Отличие люминесценции от других видов излучения. Классификация явлений люминесценции.
13. Флуоресценция и фосфоресценция с точки зрения электронных переходов.

14.Связь спектров поглощения и люминесценции. Законы Стокса и Стокса - Ломмеля, Вавилова. Правило зеркальной симметрии Левшина.

15.Выход люминесценции: энергетический и квантовый, связь между ними. Тушение люминесценции. Виды тушения.

16.Основные этапы развития жидкостной хроматографии. Место ВЭЖХ в современной аналитической химии, её возможности и достоинства.

17.Классификация хроматографических методов анализа.

18.Сорбенты, используемые в методе ВЭЖХ. Требования, предъявляемые к ним.

19.Исключенный, свободный, мертвый и геометрический объём колонки. Удерживание в хроматографической колонке.

20.Теория тарелок в хроматографии. Факторы, влияющие на эффективность колонки. Симметрия пика.

21.Хроматография на « обращённых фазах », основные закономерности. Виды соединений, определяемых с помощью обращено-фазных сорбентов.

22. Фотометрическое титрование. Виды кривых в фотометрическом титровании.

23.Способы определения концентрации растворов, их достоинства и недостатки. Области применения.

24.Электрогравиметрический анализ. Теоретические основы, области применения, аппаратура.

25.Законы Фарадея.

26.Поляризация электрода. Виды поляризации: электрохимическая, концентрационная способы подавления.

27.Напряжение разложения, перенапряжение. Перенапряжение при выделении водорода на электродах из различных металлов.

28.Поляризационные кривые.

29. Физические и химические условия проведения электролиза, определяющие свойства осадка, выделяющегося на электродах. Ускоренный электролиз.

30.Внутренний электролиз. Теоретическое обоснование, аппаратное оформление, области применения, преимущества по сравнению с классической электрогравиметрией.

31.Электролиз с ртутным катодом. Теоретическое обоснование, аппаратное оформление, области применения, преимущества и недостатки по сравнению с классическим электролизом.

32.Полярографический метод анализа. Теоретическое обоснование, принципиальная схема установки для выполнения анализа. Условия проведения электролиза в полярографии.

33.Вольтамперная кривая. Остаточный и предельный токи. Аналитические сигналы количественного и качественного полярографического анализа.

34.Подготовка раствора к полярографированию. Устранение источников, искажающих вольт - амперные кривые (растворенный кислород, максимумы первого и второго рода).

35.Осциллографическая полярография. Принципиальная схема установки для выполнения анализа. Достоинства осциллографической полярографии по сравнению с классической.

36.Потенциометрический метод анализа. Теоретическое обоснование метода. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Функции электродов, основные требования, предъявляемые к электродам.

37.Примеры практического использования прямого варианта потенциометрии в аналитических целях. Факторы, определяющие выбор индикаторного электрода, наиболее употребляемые индикаторные электроды.

38.Потенциометрическое титрование - косвенный вариант потенциометрии. Техника выполнения анализа. Виды кривых потенциометрического титрования, способы определения конечной точки титрования.

39.Факторы, определяющие величину скачка потенциала индикаторного электрода вблизи момента эквивалентности при использовании различных типов химических реакций.

40.Кондуктометрический метод анализа. Электропроводность, зависимость её от концентрации и температуры. Удельная и эквивалентная электропроводности. Области применения кондуктометрии, преимущества и недостатки метода.

41.Прямая и косвенная кондуктометрия. Примеры практического применения прямого варианта кондуктометрии.

42. Экспериментальное измерение электропроводности, аппаратура. Постоянная ячейки, способы её определения.

43.Кондуктометрическое титрование. Виды кривых титрования. Определение конечной точки титрования.

44. Высокочастотное титрование. Принцип метода, используемые электрохимические ячейки. Кривые титрования.

**Критерии оценивания ответов на экзамене:**

Экзамен по дисциплине состоит из двух частей: На экзамене студенту предлагается ответить на 2 теоретических вопроса и решить расчетную задачу. Ответ на каждый вопрос билета оценивается отдельно. При выставлении оценки за ответ учитываются ответы студента на дополнительные вопросы преподавателя. Отдельная оценка за ответы на дополнительные вопросы не ставится.

| Показатели                       | Критерии                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ответы по вопросам билета        | содержание ответа соответствует поставленному вопросу раскрываются наиболее значимые факты, научные положения, соблюдается логическая последовательность в изложении материала |
| Ответы на дополнительные вопросы | содержание ответа соответствует поставленному вопросу раскрываются наиболее значимые факты, научные положения, соблюдается логическую последовательность в изложении материал  |

**Критерии оценивания ответов на экзамене:**

| Планируемые результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                   | Оценочная шкала                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3                                                                                                                                                                                                 | 4                                                                                                                                                                                                                                                                         | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Знать:</b> теоретические основы физико-химических методов анализа, существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии; принципы и области использования физико-химических методов анализа. Иметь представление об особенностях объектов анализа. | Владеет физико-химическими методами анализа неорганических веществ, понимает их преимущества и недостатки; владеет навыками использования стандартных методик изучения веществ различной природы. | Владеет физико-химическими методами анализа неорганических веществ. понимает их преимущества и недостатки; владеет навыками комплексного использования стандартных методов изучения веществ различной природы; способен грамотно интерпретировать результат эксперимента; | Владеет физико-химическими методами анализа неорганических веществ. понимает их преимущества и недостатки; владеет навыками комплексного использования стандартных аналитических методик изучения веществ различной природы; способен грамотно интерпретировать результат эксперимента; |
|                                                                                                                                                                                                                                                                   | Умеет решать типовые задачи по физико-химическим методам анализа                                                                                                                                  | Умеет решать комбинированные задачи физико-химическим методам анализа                                                                                                                                                                                                     | Умеет решать задачи повышенной сложности по                                                                                                                                                                                                                                             |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                   | физико-химическим методам анализа                                                                                                                                                                                      |
| <b>Уметь:</b> подготавливать объекты исследования для анализа, проводить экспериментальные исследования по заданной методике, работать на аппаратуре, применяемой в аналитических исследованиях, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе | Владеет базовыми навыками идентификации и изучения свойств несложных веществ                                                                                     | Владеет навыками идентификации и изучения свойств отдельных классов веществ (материалов), правильного протоколирования опытов                                                                     | Владеет навыками идентификации и изучения свойств веществ и материалов, правильного протоколирования опытов                                                                                                            |
| <b>Уметь:</b> проводить простые операции (классификация веществ, составление формул, схем процессов, первичный анализ результатов и т.п.) с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках аналитической химии                                                                                           | Умеет проводить анализ полученного вещества одним из стандартных методов. Допускает отдельные ошибки при оформлении протокола эксперимента                       | Умеет проводить анализ по предлагаемой методике, идентификацию и исследование свойств веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента с небольшим количеством замечаний             | Умеет выполнять демонстративные опыты по химии; проводить комплексный анализ и исследование свойств полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента в соответствии с заявленными требованиями |
| <b>Владеть:</b> теоретическими представлениями о физико-химических методах анализа, основами анализа неорганических и органических соединений, методологией выбора методов анализа, иметь навыки их применения при                                                                                             | Имеет представление о содержании дисциплины физико-химические методы анализа, знает терминологию, основные законы химии, но допускает неточности в формулировках | Имеет представление о содержании курса, знает терминологию, основные законы и понимает сущность общих закономерностей, изучаемых в рамках аналитической химии - физико-химических методах анализа | Имеет четкое, целостное представление о содержании курса и общих закономерностях химических процессов, изучаемых в рамках аналитической химии - физико-химических методах анализа                                      |



|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| проведении аналитических реакций для определения элементов в различных объектах. | Владеет классическими методами анализа неорганических веществ, понимает их преимущества и недостатки; владеет навыками использования стандартных физико-химических методов изучения веществ различной природы. | Владеет классическими методами анализа неорганических веществ. понимает их преимущества и недостатки; владеет навыками комплексного использования стандартных физико-химических методов изучения веществ различной природы; способен грамотно интерпретировать результат эксперимента; владеет навыками решения учебных задач. | Владеет классическими методами анализа неорганических веществ. понимает их преимущества и недостатки; владеет навыками комплексного использования стандартных физико-химических методов изучения веществ различной природы; способен грамотно интерпретировать результат эксперимента; владеет навыками решения учебных задач по физико-химическим методам анализа |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### **Критерии оценивания ответов на экзамене:**

#### **Оценка «неудовлетворительно»**

фрагментарное знание предмета, отсутствие умений и навыков применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных задач.

#### **Оценка «удовлетворительно»**

несистематизированные знания предмета, частично сформированные умения и навыки применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных задач.

#### **Оценка «хорошо»**

в целом, сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания предмета, умение применять методы и подходы изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач с минимальным количеством ошибок непринципиального характера, наличие навыков применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач.

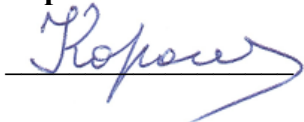
#### **Оценка «отлично»**

сформированные и систематизированные знания предмета, сформированные умения и навыки применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия.

#### **Разработчик:**



доцент      Г. Н. Королева

Программа рассмотрена на заседании кафедры аналитической химии

протокол № 4 от «10» марта 2025 г.,

И. о. зав. кафедрой, доц.



А. И. Вильмс

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*