

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной  
работе

Лейфа А.В. Лейфа

27 мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль) образовательной программы – Химическая технология  
природных энергоносителей и углеродных материалов

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 2 Семестр 3

Экзамен 3 сем

Общая трудоемкость дисциплины 288.0 (академ. час), 8.00 (з.е)

Составитель В.И. Митрофанова, доцент, канд. хим. наук

Институт компьютерных и инженерных наук

Кафедра химии и химической технологии

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.20 № 922

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры химии и химической технологии

01.02.2024 г. г. , протокол № 6

Заведующий кафедрой Гужель Ю.А. Гужель

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

27 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Гужель Ю.А. Гужель

27 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

27 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и  
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

27 мая 2024 г.

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Цель дисциплины:**

– формирование у студентов компетенций, связанных с пониманием теоретических и практических основ методов и средств идентификации, обнаружения, разделения и концентрирования, а также определения элементов и их соединений в сложных природных и промышленных объектах; изучение теоретических основ физико-химических методов анализа и получение практических навыков в проведении аналитических работ, формирование навыков в планировании и проведении аналитического эксперимента, проведении обработки их результатов и оценки погрешностей.

### **Задачи дисциплины:**

- - формирование способности понимать природу и сущность явлений, процессов в различных химических и физико-химических системах, лежащих в основе химических и физико-химических методов идентификации и определения веществ;
- - формирование способности обосновывать оптимальный выбор метода, схемы анализа, условий регистрации аналитического сигнала на основе теоретических положений химических и физико-химических методов анализа;
- - формирование творческого мышления, объединение фундаментальных знаний основных законов химических и физико-химических методов анализа с последующим выполнением качественного и количественного анализов и математической обработкой результатов анализа с учетом метрологических характеристик;
- - формирование навыков самостоятельного выполнения химических и физико-химических анализов промышленных и природных объектов и оценки погрешностей на всех стадиях проведения, развитие умения выделять конкретное содержание в прикладных задачах учебной и профессиональной деятельности;
- - раскрытие роли и места химического и физико-химического анализа в развитии научно-технического прогресса; определение роли отечественных и зарубежных ученых в развитии химических наук.

## **2. МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

«Аналитическая химия» относится к обязательной части образовательной программы. Для подготовки специалистов в области химической технологии необходимы базовые знания по математике, информатике, физике, общей и неорганической химии.

Из дисциплины «Общая и неорганическая химия» студенты должны иметь представление об основных законах химии, строении атома и химической связи, о растворах, классификации растворов и растворителей, способах приготовления растворов заданных концентраций. О скорости химических реакций, гомогенных и гетерогенных системах. Об обратимых и необратимых реакциях, о химическом равновесии реакций различных типов. О теории электролитической диссоциации, о кислотах, основаниях и солях, об амфотерности, гидролизе солей, комплексообразовании. Из дисциплины «Физика» студенты должны знать энергетику ядра, атома, молекулы. Природу электромагнитного излучения, электрического и магнитного полей. Электролиз, ЭДС, законы Фарадея. Измерение тока, электрический заряд, напряжение, сопротивление, закон Ома. Основы оптики. Иметь представление о спектрах.

Дисциплины «Математика» и «Информатика» должны обеспечить знаниями по статистическим методам обработки результатов измерений (наблюдений). По регрессионному, корреляционному и дисперсионному анализу данных. По методу наименьших квадратов. По знанию функций и их графиков. По планированию эксперимента и его оптимизации.

В свою очередь, знание курса «Аналитической химии» поможет при изучении таких дисциплин как «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Теоретические основы

химико- технологических процессов», «Первичная переработка нефти и газа», «Технология смазочных материалов» и др.

Кроме того, полученные знания помогут в формировании диалектического мышления, логической сообразительности, выработке научного взгляда на объекты исследования и происходящие природные процессы, профессионально использовать полученные знания.

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

#### 3.1 Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

| Категория (группа) общепрофессиональных компетенций | Код и наименование общепрофессиональной компетенции   | Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции  |
|---|---|--|
| Инженерная технологическая подготовка               | ОПК-4 Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья | ИД-2ОПК-4 Знает методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процес-сов.<br>ИД-6ОПК-4 Умеет рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.<br>ИД-11ОПК-4 Владеет методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.   |
| Научные исследования разработки                     | ОПК-5 Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные  | ИД-1ОПК-5 Знает основные этапы качественного и количественного химического анализа<br>ИД-2ОПК-5 Знает теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа – электрохимических, спектральных, хроматографических<br>ИД-3ОПК-5 Знает методы разделения и концентрирования веществ<br>ИД-4ОПК-5 Знает методы метрологической обработки результатов анализа<br>ИД-5ОПК-5 Знает методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных<br>ИД-6ОПК-5 Умеет выбрать метод |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <p>анализа для зада- нной аналитической задачи и провести статис- тическую обработку ре- зультатов аналитических определений</p> <p>ИД-7ОПК-5 Умеет приме- нять методы вычисли- тельной математики и математической статис- тики для обработки результатов эксперимента</p> <p>ИД-8ОПК-5 Владеет мето- дами проведения хими- ческого анализа и метро- логической оценки его результатов.</p> <p>ИД-9ОПК-5 Владеет метод- ами математической ста- тистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов</p> |
|--|--|---|

#### 4. СТРУКТУРА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Общая трудоемкость учебного предмета составляет 8.00 зачетных единицы, 288.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) учебного предмета, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

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

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

| 1 | 2  | 3 | 4   |     |     |     |     |     |     |     |     | 5 | 6 | 7                            |
|---|--|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|------------------------------|
|   |  |   | 4.1 | 4.2 | 4.3 | 4.4 | 4.5 | 4.6 | 4.7 | 4.8 | 4.9 |   |   |                              |
| 1 | Введение в аналитическую химию. Понятие об аналитической химии, химическом и | 3 | 1   |     |     |     |     |     |     |     |     |   | 1 | Конспект и собеседовани<br>е |

|   |   |   |   |  |  |   |  |  |  |  |  |  |   |  |
|---|---|---|---|--|--|---|--|--|--|--|--|--|---|--|
|   | физико-химическом анализе. Аналитический сигнал.  |   |   |  |  |   |  |  |  |  |  |  |   |  |
| 2 | Общая схема аналитического определения. Основные этапы анализа.   | 3 | 1 |  |  |   |  |  |  |  |  |  | 4 | Конспект и собеседование                                       |
| 3 | Пробоотбор и пробоподготовка  | 3 |   |  |  |   |  |  |  |  |  |  | 4 | Конспект и собеседование ; отчет по практическому занятию (ПЗ) |
| 4 | Статистическая обработка результатов анализа. Погрешности химического анализа.  | 3 |   |  |  |   |  |  |  |  |  |  | 4 | Конспект и собеседование                                       |
| 5 | Техника приготовления растворов заданных концентраций   | 3 |   |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  | 5 | Защита лаб. работы, отчет по ПЗ, проверочная работа            |
| 6 | Методы разделения и концентрирования, осаждения, соосаждения  | 3 |   |  |  |   |  |  |  |  |  |  | 4 | Конспект и собеседование , отчет по ПЗ                         |
| 7 | Теоретические основы химического качественного анализа<br>Физико-химические константы для определения чистоты вещества: плотность, вязкость, температура кипения и плавления. | 3 | 2 |  |  | 6 |  |  |  |  |  |  | 4 | Защита лаб. работ, терминологический диктант, тест             |
| 8 | Введение в качественный анализ. Аналитическая классификация катионов. Качественные реакции на катионы.  | 3 | 2 |  |  | 6 |  |  |  |  |  |  | 4 | Защита лаб. работы, контрольная аналитическая задача           |

|    |   |   |   |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |   |
|----|---|---|---|--|--|--|---|--|--|--|--|--|---|---|
| 9  | Аналитическая классификация анионов. Качественные реакции на анионы.                            | 3 | 1 |  |  |  | 4 |  |  |  |  |  | 6 | Защита лаб. работы, контрольная аналитическая задача  |
| 10 | Сущность химического количественного анализа Гравиметрический анализ.                           | 3 | 2 |  |  |  | 6 |  |  |  |  |  | 4 | Защита лаб. работы, контрольная аналитическая задача, терминолог. диктант, проверочная работа |
| 11 | Сущность титриметрического анализа.   | 3 | 3 |  |  |  | 4 |  |  |  |  |  | 2 | Терминолог. диктант, проверочная работа, собеседование  |
| 12 | Кислотно-основное титрование.   | 3 | 1 |  |  |  | 4 |  |  |  |  |  | 3 | Защита лаб. работ, тест   |
| 13 | Окислительно-восстановительное титрование.  | 3 | 1 |  |  |  | 2 |  |  |  |  |  | 3 | Защита лаб. работ, тест или проверочная работа  |
| 14 | Комплексометрическое титрование.  | 3 | 1 |  |  |  | 4 |  |  |  |  |  | 3 | Защита лаб. работ, тест или проверочная работа  |
| 15 | Осадительное титрование.  | 3 | 1 |  |  |  | 2 |  |  |  |  |  | 4 | Защита лаб. работ, тест или проверочная работа  |
| 16 | Общая характеристика физико-химических методов анализа.   | 3 | 1 |  |  |  |   |  |  |  |  |  | 4 | Тест или собеседование по вопросам к зачету   |
| 17 | Спектральные методы анализа. Общие положения и теоретические основы оптических методов анализа. | 3 | 2 |  |  |  |   |  |  |  |  |  | 4 | Конспект и собеседование  |
| 18 | Атомная спектроскопия.  | 3 | 1 |  |  |  | 2 |  |  |  |  |  | 4 | Конспект и собеседование  |

|    |  |   |   |  |  |  |    |  |  |  |     |      |   |  |
|----|--|---|---|--|--|--|----|--|--|--|-----|------|---|--|
|    | Эмиссионный спектральный анализ и др. методы.  |   |   |  |  |  |    |  |  |  |     |      |   |  |
| 19 | Молекулярные спектральные методы.  | 3 | 2 |  |  |  | 10 |  |  |  |     |      | 6 | Конспект и собеседование   |
| 20 | Другие спектральные и оптич. методы анализа.   | 3 | 2 |  |  |  | 10 |  |  |  |     |      | 6 | Защита лаб. работы и отчет, тест или проверочная работа                        |
| 21 | Электрохимические методы анализа<br>Общая характеристика и особенности электрохимических методов анализа.    | 3 | 2 |  |  |  | 8  |  |  |  |     |      | 4 | Защита лаб. работы и отчет, тест или проверочная работа                        |
| 22 | Потенциометрия (ионометрия), рН-метрия, потенциометрическое титрование.                                      | 3 | 2 |  |  |  | 8  |  |  |  |     |      | 4 | Конспект и собеседование   |
| 23 | Кондуктометрия, кондуктометрическое титрование и др. электрохимические методы анализа.                       | 3 | 2 |  |  |  | 8  |  |  |  |     |      | 4 | Терминолог. диктант, защита лаб. работ-отчет, контрольная аналитическая задача |
| 24 | Хроматографические методы анализа<br>Общая характеристика, особенности и теоретические основы хроматографии. | 3 | 2 |  |  |  | 8  |  |  |  |     |      | 4 | Терминолог. диктант, защита лаб. работ-отчет, контрольная аналитическая задача |
| 25 | Жидкостная хроматография   | 3 | 1 |  |  |  | 4  |  |  |  |     |      | 6 | Терминологический диктант, тест  |
| 26 | Газовая хроматография  | 3 | 1 |  |  |  | 4  |  |  |  |     |      | 6 | Конспект и собеседование, отчет по лаб. работе                                 |
| 27 | Экзамен  | 3 |   |  |  |  |    |  |  |  | 0.3 | 44.7 |   | Подготовка по вопросам   |

|  |       |  |      |     |       |     |     |     |      |       |  |            |
|--|-------|--|------|-----|-------|-----|-----|-----|------|-------|--|------------|
|  |       |  |      |     |       |     |     |     |      |       |  | к экзамену |
|  | Итого |  | 34.0 | 0.0 | 102.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 44.7 | 107.0 |  |            |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

### 5.1. Лекции

| № п/п | Наименование темы (раздела)  | Содержание темы (раздела)   |
|-------|--|---|
| 1     | Введение в аналитическую химию.<br>Понятие об аналитической химии, химическом и физико-химическом анализе.<br>Аналитический сигнал.  | Предмет аналитической химии (АХ). Место АХ среди других наук. Основные объекты анализа. Значение анал. химии в науке, технике, промышленности.<br>Определение аналитического сигнала. Образец и проба. Холостая проба. Интенсивные и экстенсивные свойства. Качественный (суть, особенности, условия проведения) и количественный анализ. Классификация методов количественного анализа. Элементный, молекулярный, фазовый анализ.  |
| 2     | Общая схема аналитического определения.<br>Основные этапы анализа.   | Разновидности анализа в зависимости от количества используемых веществ. Общая классификация методов анализа.<br>Химические (классические) методы анализа: понятие о гравиметрическом и титриметрическом анализе. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. Физические методы анализа. Чувствительность. Избирательность. Точность. Правильность. Воспроизводимость. Экспрессность. Предел обнаружения. Основные приемы, используемые в физико-химических методах анализа: прямые методы – метод градуировочного графика, метод молярного свойства, метод добавок. Косвенные методы – метод титрования и др.<br>Пробоотбор и пробоподготовка. Статистическая обработка результатов анализа. Погрешности химического анализа. Техника приготовления растворов заданных концентраций. Методы разделения, маскирования и концентрирования. |
| 3     | Теоретические основы химического качественного анализа.<br>Физико-химические константы для определения чистоты вещества: плотность, вязкость, температура кипения и плавления. | Чистота вещества и его физико-химические свойства. Физико-химические константы.<br>Плотность. Плотность для однородного и неоднородного вещества. Относительная плотность. Влияние температуры и давления на плотность вещества. Денсиметрия. Методы измерения относительной плотности.<br>Понятие вязкости. Динамическая и кинематическая вязкость. Текучесть. Вязкость газов, низкомолекулярных жидкостей. Вязкость разбавленных суспензий и эмульсий. Вязкость растворов полимеров. Методы измерения вязкости.<br>Плавление. Температура плавления. Температура  |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   |  | <p>плавления чистых кристаллических веществ, зависимость плавления от типа кристаллической решетки. Особенности плавления кристаллических полимеров, неорганических и органических веществ.</p> <p>Кипение. Испарение. Температура кипения. Зависимость <math>T_{кип.}</math> от давления. Объемное и поверхностное кипение. Зависимость давления насыщенного пара от температуры.</p>  |
| 4 | <p>Введение в качественный анализ.</p> <p>Аналитическая классификация катионов. Качественные реакции на катионы.</p> | <p>Введение в качественный анализ. Классификация химических методов качественного анализа. Дробный и систематический ход анализа. Особенности и характеристики аналитических реакций, способы и условия их проведения, чувствительность, активность и специфичность реакций.</p> <p>Классификация катионов. Качественные реакции аналитических групп катионов (I – VI аналитические группы).</p>  |
| 5 | <p>Аналитическая классификация анионов. Качественные реакции на анионы.</p>  | <p>Классификация анионов. Качественные реакции аналитических групп анионов (I – III аналитические группы). Общий ход анализа вещества. Подготовка вещества к анализу. Определение групп анионов. Нахождение аниона.</p>   |
| 6 | <p>Сущность химического количественного анализа</p> <p>Гравиметрический анализ.</p>                                  | <p>Классификация химических методов количественного анализа: титриметрический и гравиметрический. Основные метрологические характеристики в аналитической химии. Расчеты pH. Характеристика буферных систем. Свойства и приготовление буферных растворов. Расчеты констант равновесия для различных реакций.</p> <p>Сущность гравиметрического анализа. Классификация методов гравиметрии: методы отгонки, методы осаждения. Условия и правила аналитического осаждения. Получение аморфных и кристаллических осадков. Требования, предъявляемые к осаждаемой, весовой формам, осадителю. Вычисления в гравиметрии.</p> |
| 7 | <p>Сущность титриметрического анализа.</p>   | <p>Сущность титриметрии. Классификация титриметрических методов анализа. Способы титрования: прямое, обратное, косвенное. Требования к реакциям, используемым в титриметрии. Способы приготовления и установки концентраций рабочих растворов (титрантов).</p>  |
| 8 | <p>Кислотно-основное титрование.</p>   | <p>Сущность кислотно-основного титрования. Рабочие растворы, стандартные и определяемые вещества. Кислотно-основное равновесие в водных растворах. Кривые титрования в методе нейтрализации. Расчет скачка на кривых титрования. Индикаторы в методе нейтрализации. Выбор индикаторов в методе нейтрализации.</p>   |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 9  | Окислительно-восстановительное титрование.  | Сущность метода окислительно-восстановительного титрования (ОВТ). Особенность реакций окисления-восстановления, используемых в анализе. ОВ потенциал. Уравнение Нернста. Классификация методов ОВТ. Кривые титрования. Способы определения точки эквивалентности в методах ОВТ. Перманганатометрия. Йодометрия. Хроматометрия. Броматометрия.   |
| 10 | Комплексометрическое титрование.  | Сущность метода комплексонометрии. Общая характеристика реакций комплексообразования в аналитической химии. Равновесие аналитических реакций комплексообразования и их регулирование. Константы устойчивости. Комплексоны, их применение в химическом анализе. Металлоиндикаторы метода комплексонометрии, сущность их действия.  |
| 11 | Осадительное титрование.  | Использование гетерогенных систем в аналитической химии и их характеристика. Правило произведения растворимости. Условия осаждения и растворения малорастворимых соединений. Дробное осаждение. Основные методы (аргентометрия, меркурометрия, гексацианоферратометрия), их достоинства и недостатки. Требования, предъявляемые к реакциям осаждения в титриметрическом анализе. Кривая титрования. Индикаторы. Метод Мора, метод Фольгарда, метод Фаянса, метод Гей-Люссака. |
| 12 | Общая характеристика физико-химических методов анализа.   | Задачи, стоящие при освоении модуля «Физико-химические методы анализа»; отличительные особенности изучения методов физико-химического анализа. Электромагнитное излучение и его природа. Спектр электромагнитного излучения. Строение вещества и происхождение спектров. Строение атома и происхождение атомных спектров. Наблюдение и регистрация спектроскопических сигналов. Приемники излучения.  |
| 13 | Спектральные методы анализа. Общие положения и теоретические основы оптических методов анализа. | Задачи, стоящие при освоении модуля «Физико-химические методы анализа»; отличительные особенности изучения методов физико-химического анализа. Возможности выбора методов в зависимости от природы АП и ее агрегатного состояния.   |
| 14 | Атомная спектрометрия. Эмиссионный спектральный анализ и др. методы.                            | Строение атома и происхождение атомных спектров. Атомная абсорбция. Фотометрия пламени, спектры и температура пламени (определение, суть метода, приборы, методика анализа). Наблюдение и регистрация спектроскопических сигналов. Приемники излучения. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Количественный эмиссионный спектральный   |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | анализ.   |
| 15 | Молекулярные спектральные методы.            | <p>Происхождение молекулярных спектров. Молекулярно-спектроскопические методы анализа. Наблюдение и регистрация спектроскопических сигналов. Приемники излучения.</p> <p>Закон светопоглощения – закон Бугера-Ламберта-Бера. Отклонения от закона. Представление спектров поглощения. Правило аддитивности. Спектрофотометрия. Фотоэлектроколориметрия. Теоретическая и практическая сущность методов. Особенности абсорбционного прибора для измерения оптической плотности. Приготовление стандартных и исследуемых растворов. Построение градуировочного графика.</p> <p>Инфракрасная спектроскопия (ИК). Характеристика ИК-спектров и их особенности, характеристические частоты колебаний молекул. Приборное обеспечение ИК-спектроскопии</p> <p>Люминесцентные методы анализа. Теоретические основы метода. Общая характеристика и особенности радиoluminesценции, хемилумinesценции, фотoluminesценции, флуоресценции. Способы наблюдения люминесценции. Особенности спектров люминесценции.</p> |
| 16 | Другие спектральные и оптич. методы анализа. | <p>Рефрактометрия (метод, основанный на свойстве преломления света). Теоретические положения метода.</p> <p>Абсолютный и относительный показатели преломления. Закон преломления. Удельная и молярная рефракция. Дифракционная дисперсия света. Основы рефрактометрических измерений.</p> <p>Радиоспектроскопические методы анализа: Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР). Ядерный магнитный резонанс (ЯМР). Теоретические основы методов:</p> <p>Общая характеристика и области применения. Сущность метода: способы ионизации (электронный удар, химическая ионизация, искровой разряд, лазерное излучение, бомбардировка пучком ионов), принципиальная схема масс-спектрометра. Анализ органических веществ. Элементный анализ.</p> <p>Вращение плоскости поляризации света. Приборное обеспечение метода.</p> <p>Явление рассеяния света. Приборное обеспечение нефелометрии и турбидиметрии.</p>   |
| 17 | Электрохимические методы анализа             | Классификация и общая характеристика методов. Строение и характеристика электрохимической   |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    | Общая характеристика и особенности электрохимических методов анализа.  | ячейки (ЭХЯ) и ее химического эквивалента. Индикаторные электроды, электроды сравнения, ионоселективные электроды.  |
| 18 | Потенциометрия (ионометрия), рН-метрия, потенциометрическое титрование.                                      | Измерение потенциала. Индикаторные электроды – металлические и ионоселективные. Принципиальная схема потенциометра. Ионометрия и ее практическое применение. Потенциометрическое титрование, кривые потенциометрического титрования. Способы нахождения конечной точки титрования и точки эквивалентности.<br>рН-метрия – частный случай потенциометрии. Приборное обеспечение рН-метрии. Условия и методика проведения анализа потенциометрического анализа.   |
| 19 | Кондуктометрия, кондуктометрическое титрование и др. электрохимические методы анализа.                       | Электрическая проводимость растворов. Принципиальная схема кондуктометра. Прямая и косвенная (кондуктометрическое титрование) кондуктометрия и кондуктометрическое титрование, кривые титрования. Суть метода. Удельная электропроводность. Строение электродов для кондуктометрии. Использование стандартных растворов. Законы Фарадея. Варианты кулонометрии. Условия проведения прямых и косвенных кулонометрических определений. Общая характеристика вольтамперометрических методов. Классическая полярография. Вольтамперометрия: прямая, косвенная (амперометрическое титрование). |
| 20 | Хроматографические методы анализа<br>Общая характеристика, особенности и теоретические основы хроматографии. | Сущность хроматографии. Классификация методов хроматографии: по агрегатному состоянию, по механизму разделения, по форме проведения. Хроматографический пик и элюационные характеристики. Теоретические представления в хроматографии. Качественный и количественный анализ в хроматографии. Основные узлы хроматографа.  |
| 21 | Жидкостная хроматография   | Адсорбционная хроматография (колоночная). Виды адсорбентов. Направления применения. Распределительная хроматография (бумажная, тонкослойная), особенности метода и условия проведения анализа. Требования к растворителям. Ионообменная хроматография: иониты (катиониты и аниониты); обменная емкость, константа обмена, коэффициент селективности, коэффициент распределения, сдвиг ионообменного равновесия.<br>Осадочная (колоночная, бумажная).<br>Окислительно-восстановительная хроматография.<br>Гель-хроматография.  |

|    |                        |  |
|----|------------------------|--|
| 22 | Газовая хроматография. | <p>Метод газовой хроматографии как метод разделения летучих соединений. Подвижная фаза – газ-носитель (H<sub>2</sub>, He, N<sub>2</sub>, Ar, CO<sub>2</sub>), протекающий через неподвижную фазу, обладающую большой поверхностью. Газ – носитель не взаимодействует с разделяемыми веществами и неподвижной фазой. Процесс разделения основан на различии в летучести и растворимости разделяемых компонентов. Количественный анализ: проведение при условии термостойкости вещества, т.е. элюирование без разложения. Газовая хроматография – серийный метод анализа органических соединений. Газовую хроматографию делят на газоадсорбционную и газожидкостную. Газоадсорбционная и газожидкостная распределительная хроматография. Общая характеристика методов. Основные узлы газовых хроматографов. Хроматограммы и их характеристика.</p> |
|----|------------------------|--|

## 5.2. Лабораторные занятия

| Наименование темы  | Содержание темы   |
|--|---|
| ТБ и ПБ, правила поведения в аналитической лаборатории. Приготовление растворов заданных концентраций. | Инструктаж по технике безопасности и пожарной безопасности в аналитической лаборатории. Заполнение журнала по ТБ и ПБ. Знакомство с мерной и иной посудой для приготовления растворов заданных концентраций. Приготовление растворов по вариантам с подготовленным расчетом. Подготовка отчета. |
| Определение относительной плотности вещества с помощью ареометра и пикно-метра.                        | Допуск к выполнению работы. Знакомство с оборудованием и приборами для определения плотности (ареометр, пикнометр). Отработка техники измерения относительной плотности исследуемых жидкостей и вывод о их чистоте. Подготовка отчета.  |
| Определение вязкости капиллярным вискозиметром.  | Допуск к выполнению работы. Знакомство с принципом определения относительной вязкости с помощью капиллярного вискозиметра, Определение вязкости стандартной и исследуемой жидкости. Расчет вязкости и определение чистоты вещества. Подготовка отчета.  |
| Определение температуры кипения и температуры плавления вещества.                                      | Допуск к выполнению работы. Знакомство с алгоритмом определения температуры кипения и плавления исследуемых веществ, установление концентрации исследуемых спиртов и чистоты вещества по T плавления. Подготовка отчета.  |
| Аналитические реакции катионов I и II аналитических групп и аммония.                                   | Допуск к выполнению работы. Проведение пробирочных, капельных, пирохимических и микрокристаллоскопических качественных реакций катионов I и II аналитических групп и аммония по методикам лабораторного практикума. Подготовка  |

|  |  |
|--|--|
|  | отчета.  |
| Анализ смеси катионов первой и второй аналитических групп (контрольная аналитическая задача - КАЗ).                    | КАЗ: выполнение контрольного анализа смеси катионов I и II аналитических групп и аммония по вариантам, оформление отчета на специализированном бланке.   |
| Качественный анализ анионов I и II аналитических групп.  | Допуск к выполнению работы. Проведение пробирочных, капельных, пирохимических и микрокристаллоскопических качественных реакций анионов I и II аналитических групп по методикам лабораторного практикума. Подготовка отчета.  |
| Качественный дробно-систематический анализ смеси анионов I, II аналитических групп (контрольная аналитическая задача). | КАЗ: выполнение контрольного анализа смеси анионов I и II аналитических групп по вариантам, оформление отчета на специализированном бланке.  |
| Гравиметрический анализ. Определение бария в хлориде бария.  | Допуск к выполнению работы. Изучение техники и методики лабораторного весового (гравиметрического анализа), подготовка расчета навески и осадителя, посуды, реактивов для определения содержания бария в растворе его соли. Расчет. Подготовка отчета.   |
| Методические аспекты проведения титриметрического анализа и его особенности.   | Обработка результатов титриметрического анализа. Методика построения кривых титрования и выбор индикатора.<br>Построение кривых титрования сильным основанием сильной кислоты и сильным основанием слабой кислоты.<br>Построение кривых титрования сильной кислотой сильного основания и сильной кислотой слабого основания.<br>Построение кривых комплексометрического титрования.<br>Построение кривых окислительно-восстановительного титрования. |
| Титриметрический анализ. Установление нормальности щелочи по щавелевой кислоте.  | Допуск к выполнению работы. Знакомство с техникой проведения титриметрического анализа. Подготовка посуды, реактивов и расчета для проведения анализа. Проведение процедуры титрования для установления нормальности щелочи по щавелевой кислоте. Расчеты. Подготовка отчета.  |
| Титриметрический анализ. Определение содержания карбоната натрия в растворе методом кислотно-основного титрования.     | Допуск к выполнению работы. Подготовка расчета, посуды и реактивов для проведения анализа, приготовление раствора соляной кислоты приблизительной концентрации и стандартизация ее по тетраборату натрия, проведение титрования исследуемого раствора для определения содержания в нем карбоната натрия. Расчеты. Подготовка отчета.   |
| Титриметрический анализ. Окислительно-восстанови-  | Допуск к выполнению работы. Особенности окислительно-восстановительного титрования.  |

|   |  |
|---|--|
| <p>тельное титрование. Определение содержания железа (II) в растворе соли Мора (метод перманганатометрии).</p>                            | <p>Подготовка расчета, посуды и реактивов для проведения анализа, приготовление требуемых растворов. Проведения титрования для определения содержания двухвалентного железа в исследуемом растворе соли Мора. Расчеты. Подготовка отчета.</p>  |
| <p>Титриметрический анализ. Окислительно-восстановительное титрование. Определение процентного содержания нитрита (метод йодометрии).</p> | <p>Допуск к выполнению работы. Подготовка расчета, посуды и реактивов для проведения анализа, приготовление требуемых растворов. Проведения титрования для определения содержания нитрита в исследуемом растворе. Расчеты. Подготовка отчета.</p>  |
| <p>Титриметрический анализ. Определение содержания кальция, магния и общей жесткости воды методом комплексометрического титрования.</p>   | <p>Допуск к выполнению работы. Подготовка расчета, посуды и реактивов для проведения анализа, изучение схем реакций с разными индикаторами. Приготовление требуемых растворов и проведение титрования водопроводной воды на содержание кальция и магния, расчет. Подготовка отчета.</p>  |
| <p>Титриметрический анализ. Осадительное титрование. Определение процентного содержания хлоридов (метод аргентометрии).</p>               | <p>Допуск к выполнению работы. Особенности осадительного титрования. Подготовка расчета, посуды и реактивов для проведения анализа, приготовление требуемых растворов. Проведения титрования для определения содержания хлоридов в исследуемом растворе. Расчеты. Подготовка отчета.</p>   |
| <p>Изучение аппаратного обеспечения атомно-эмиссионной спектрометрии и условий проведения анализа.</p>                                    | <p>О сущности эмиссионной спектрометрии. Эмиссионная фотометрия пламени, процессы, проходящие в пламени с веществом, пламенные фотометры (изучение схемы и составление алгоритма проведения анализа, в том числе пробоподготовки). Способы определения концентрации.</p>   |
| <p>Атомно-эмиссионный анализ.</p>   | <p>Сущность метода. Приборное обеспечение и источники излучения: пламя, электрическая дуга и искра, индуктивно связанная плазма. Атомно-эмиссионный СА с электротермическим возбуждением (формы электродов) Способы возбуждения атомов: дуговой разряд, искровой электротермический источник. Плазмотрон. Составление алгоритма проведения анализа вещества в плазмотроне, в том числе, пробоподготовка. Интерпретация полученных результатов.</p> |
| <p>Фотоэлектроколориметрический анализ. Определение содержания железа с сульфосалициловой кислотой.</p>                                   | <p>Допуск к выполнению работы. Подготовка прибора и расходных материалов к проведению анализа. Подготовка реактивов, стандартных растворов для градуировочной шкалы (графика <math>\square</math> ГГ), подготовка анализируемой пробы. Проведение фотометрирования, расчеты. Подготовка отчета.</p>  |
| <p>Определение содержания свинца в различных видах топлива методом ФЭК по методикам государственных стандартов.</p>                       | <p>Изучение методики ГОСТа по заданию преподавателя. Подготовка прибора и расходных материалов к проведению анализа. Подготовка реактивов, стандартных растворов для</p>   |

|   |   |
|---|---|
|   | градуировочной шкалы (графика), подготовка анализируемой пробы. Проведение фотометрирования, расчеты. Подготовка отчета.  |
| Фотометрическое определение содержания никеля в сточных водах.  | Допуск к выполнению работы. Подготовка прибора и расходных материалов к проведению анализа. Подготовка реактивов, стандартных растворов для градуировочной шкалы (графика), подготовка анализируемой пробы. Проведение фотометрирования. Построение ГГ. Расчеты. Подготовка отчета.   |
| Рефрактометрический анализ.<br>а) Определение показателя преломления и концентрации растворенного вещества в растворах сахарозы (глюкозы или другого сахара).<br>б) Определение коэффициента преломления органических растворителей и его зависимости от плотности. | Допуск к выполнению работы. Знакомство с оборудованием (рефрактометрами-сахариметрами) и техникой проведения анализа. Подготовка прибора и расходных материалов к работе. Подготовка анализируемых растворов и растворителей к анализу. Проведение рефрактометрирования исследуемых образцов, снятие показателей. Построение графиков. Подготовка отчета. |
| Контрольная лабораторная работа:<br>Определение фактора показателя преломления раствора хлорида кальция или бромида калия рефрактометрическим методом.  | Изучение методики ГОСТа по заданию преподавателя. Подготовка прибора и расходных материалов к проведению анализа. Проведение анализа исследуемых растворов солей по методике нормативного документа. Расчеты и подготовка отчета.   |
| Подготовка к прямой потенциометрии и потенциометрическому титрованию.   | Изучении инструкции для работы на потенциометре (рН-метре), калибровка прибора по буферным растворам, сущность и отличие прямой потенциометрии и косвенной (потенциометрическое титрование). Подготовка установки для потенциометрического титрования.  |
| Определение водородного показателя и степени гидролиза солей прямым потенциометрическим методом.  | Допуск к выполнению работы. Подготовка рН-метра к работе. Подготовка посуды, реактивов, растворов для проведения анализа. Подготовка установки для потенциометрического титрования подготовленной смеси кислот. Проведение титрования и снятие показателей. Расчет и подготовка отчета.   |
| Контрольная лабораторная работа:<br>Определение титруемой кислотности сока (ягодного, фруктового, овощного) потенциометрическим методом по методикам ГОСТа. (косвенный метод)   | Изучение методики ГОСТа по заданию преподавателя. Подготовка рН-метра и расходных материалов к проведению анализа. Подготовка пробы сока к анализу, проведение измерений исследуемой пробы сока по методике нормативного документа. Расчеты и подготовка отчета.  |
| Кондуктометрическое титрование сильной кислоты, слабой кислоты, смеси сильной и слабой кислот сильной   | Допуск к выполнению работы. Изучение инструкции к кондуктометру и подготовка его к работе. Подготовка посуды, реактивов, исследуемых растворов и установки для кондуктометрического   |

|  |   |
|--|---|
| щелочью.   | титрования. Проведение титрования, снятие показаний, расчет. Подготовка отчета.   |
| Контрольная лабораторная работа:<br>Определение содержания хлористого натрия в молочных или сырных продуктах по методикам ГОСТа кондуктометрическим методом. | Изучение методики ГОСТа по заданию преподавателя. Подготовка кондуктометра и расходных материалов к проведению анализа. Подготовка пробы выбранного продукта к анализу, проведение измерений исследуемой пробы сыра, сырной или молочной продукции по методике нормативного документа. Расчеты и подготовка отчета. |
| Определение меди в растворе сульфата меди методом колоночной ионообменной хроматографии  | Допуск к выполнению работы. Знакомство с методикой проведения анализа в лабораторной ионообменной колонке (ИОК) с катионитом Н-формы. Подготовка ИОК к работе, реактивов, посуды для проведения анализа. Проведение разделения, регенерация ИОК. Расчет содержания меди в исследуемом растворе. Подготовка отчета.  |
| Определение меди и цинка в растворе методом колоночной ионообменной хроматографии.   | Допуск к выполнению работы. Подготовка ионообменной хроматографической колонки (ИОК) к работе, реактивов, посуды для проведения анализа. Проведение разделения ионов, регенерация ИОК. Расчет содержания меди и цинка в исследуемом растворе. Подготовка отчета.  |

## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

| № п/п | Наименование темы (раздела)   | Содержание темы (раздела)  | Трудоемкость в академических часах |
|-------|---|--|------------------------------------|
| 1     | Введение в аналитическую химию. Понятие об аналитической химии, химическом и физико-химическом анализе. Аналитический сигнал. | Подготовка к терминологическому диктанту (ТД). Подготовка конспекта по данной теме, собеседование.   | 1                                  |
| 2     | Общая схема аналитического определения. Основные этапы анализа.   | Подготовка к проверочной работе (ПР). Подготовка конспекта по данной теме, собеседование.  | 4                                  |
| 3     | Пробоотбор и пробоподготовка  | Подготовка конспектов и собеседование. Подготовка к выполнению и защите л. р.  | 4                                  |
| 4     | Статистическая обработка результатов анализа. Погрешности химического анализа.  | Подготовка конспектов по значащим цифрам, округлении, видам допускаемых погрешностей, методам учета погрешностей и собеседование. Подготовка к выполнению и защите л. р. | 4                                  |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
| 5  | Техника приготовления растворов заданных концентраций   | Подготовка к проверочной работе (ПР). Подготовка план-конспекта, собеседование по технике приготовления растворов заданных концентраций. Подготовка к выполнению и защите л. р.   | 5 |
| 6  | Методы разделения и концентрирования, осаждения, соосаждения  | Подготовка конспектов и собеседование. Подготовка к проверочной работе (ПР). Подготовка к выполнению и защите л.р.  | 4 |
| 7  | Теоретические основы химического качественного анализа<br>Физико-химические константы для определения чистоты вещества: плотность, вязкость, температура кипения и плавления. | Подготовка план-конспектов по технике определения в лаборатории фх констант, собеседование. Подготовка к терминологическим диктантам и тесту. Подготовка к выполнению и защите л.р.   | 4 |
| 8  | Введение в качественный анализ. Аналитическая классификация катионов. Качественные реакции на катионы.  | Подготовка к выполнению и защите л.р. Конспект, собеседование. Изучении методики проведения контрольной лабораторной работы (задачи - КЛР или КЛЗ) определения катионов в анализируемой смеси, сущность оформления отчета по КЛР.   | 4 |
| 9  | Аналитическая классификация анионов. Качественные реакции на анионы.  | Подготовка к выполнению и защите л.р. Конспект, собеседование. Подготовка к выполнению и защите л.р. Конспект, собеседование. Изучении методики проведения контрольной лабораторной работы (задачи - КЛР или КЛЗ) определения анионов в анализируемой смеси, сущность оформления отчета по КЛР. | 6 |
| 10 | Сущность химического количественного анализа. Гравиметрический анализ.  | Подготовка к ТД. Подготовка к выполнению и защите л.р. Подготовка к тестированию или проверочной работе (ПР). Конспект, собеседование по технике проведения гравиметрического анализа.  | 4 |
| 11 | Сущность титриметрического анализа.   | Подготовка к ТД. Подготовка к выполнению и защите л.р. Подготовка к тестированию или проверочной работе (ПР). Конспект, собеседование по технике проведения титриметрического анализа.  | 2 |
| 12 | Кислотно-основное титрование.   | Изучение методики и подготовка к проведению КОТ, особенности установления точки эквивалентности, индикаторы, применяемые в КОТ.   | 3 |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
|    |   | Стандартизация рабочих растворов.   |   |
| 13 | Окислитель-но-восстановительное титрование.   | Изучение методики и подготовка к проведению ОВТ, особенности установления точки эквивалентности, индикаторы, применяемые в ОВТ, самоиндикация и ее сущность..Перманганометрия, йодометрия - сущность методов.   | 3 |
| 14 | Комплексонометрическое титрование.  | Изучение методики проведения комплексонометрического титрования. Комплексоны, их применение в химическом анализе. Металлоиндикаторы метода комплексонометрии. Сущность метода определения кальция, магния и общей жесткости воды методом комплексонометрии.   | 3 |
| 15 | Осадительное титрование.  | Изучение методики и подготовка к проведению ОсТ, особенности установления точки эквивалентности, индикаторы, применяемые в ОсТ. Подготовка к проведению Л.р. определения хлоридов в сточных водах методом Фольгарда.  | 4 |
| 16 | Общая характеристика физико-химических методов анализа.   | Подготовка конспектов по данной теме, собеседование по вопросам темы.. Составление интеллектуальной карты по классификации фхма.  | 4 |
| 17 | Спектральные методы анализа. Общие положения и теоретические основы оптических методов анализа. | Основные положения спектрального анализа. Изучение новой терминологии и ее интерпретация, основные законы, лежащие в основе спектральных методов. Подготовка конспектов и собеседование по вопросам темы. Освоение принципов оформления отчетов по лабораторным работам по физико-химическим методам анализа. | 4 |
| 18 | Атомная спектрометрия. Эмиссионный спектральный анализ и др. методы.                            | Составление конспекта по теме, изучение принципиальной схемы атомно-эмиссионного спектрометра, выделение сущности атомизации аналитических проб и условия проведения анализа.   | 4 |
| 19 | Молекулярные спектральные методы.   | Молекулярно-спектроскопические методы анализа. Наблюдение и регистрация спектроскопических сигналов. Приемники излучения. Спектрофотометрия. Фотоэлектроколориметрия. Теоретическая и практическая сущность методов. Особенности абсорбционного   | 6 |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
|    |  | прибора для измерения оптической плотности. Составление конспекта и подготовка к защите Л.р. Собеседование.  |   |
| 20 | Другие спектральные и оптич. методы анализа.   | Подготовка конспектов по люминесценции, ИКС и спектрофотометрии, представить принципиальные схемы приборов, отметить основные принципы работы на соответствующих приборах, особенностях пробоподготовки. Собеседование по теме.<br>Подготовка конспектов по темам: нефелометрия, поляриметрия, турбидиметрия. Определение особенностей методов, приборного обеспечения, направления применения данных видов анализа. | 6 |
| 21 | Электрохимические методы анализа<br>Общая характеристика и особенности электрохимических методов анализа.    | Подготовить конспекты по темам ЭХМА: кулонометрия, вольтамперометрия (полярография), электрогравиметрия. Определить особенности методов, приборное обеспечение, направления применения данных видов анализа. Собеседование. Решение типовых задач.   | 4 |
| 22 | Потенциометрия (ионометрия), рН-метрия, потенциометрическое титрование.                                      | Собеседование по вопросам к теме "Потенциометрия". Подготовка установки для потенциометрического титрования.   | 4 |
| 23 | Кондуктометрия, кондуктометрическое титрование и др. электрохимические методы анализа.                       | Собеседование по вопросам к теме "Кондуктометрия". Подготовка установки для кондуктометрического титрования. Изучение методики контрольной лабораторной работы, составление алгоритма проведения анализа.<br>Подготовка к ТД и тесту.  | 4 |
| 24 | Хроматографические методы анализа<br>Общая характеристика, особенности и теоретические основы хроматографии. | Собеседование по вопросам к теме "Общая характеристика, особенности и теоретические основы хроматографии." Изучение методики проведения бумажной хроматографии и ионообменной. Составление алгоритма проведения анализов.  | 4 |
| 25 | Жидкостная хроматография   | Составление плана-конспекта по данной теме, собеседование. Решение задач по определению эффективности хроматографических колонок.  | 6 |

|    |                        |  |   |
|----|------------------------|--|---|
|    |                        | Обсуждение принципиальной схемы жидкостного хроматографа и условия проведения на нем анализа.<br>Подготовка к ТД.  |   |
| 26 | Газовая хроматография. | Составление плана- конспекта по данной теме, собеседование. Обсуждение принципиальной схемы газового хроматографа и условия проведения на нем анализа. Хроматограммы и их интерпретация. подготовка к тесту по теме "Хроматография". | 6 |

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для реализации учебного процесса используются методы и формы обучения, формирующие компетенции и индикаторы их достижений, соответствующие требованиям ФГОС ВО направления подготовки:

- теоретический материал реализуется в основном за счет лекций- презентаций, проблемных лекций, а также приемов из лекций-визуализаций, лекций-бесед, лекций-дискуссий; развитие и закрепление полученных теоретических знаний, приобретение навыков исследовательского эксперимента реализуется с помощью практических и семинарских занятий в виде классических бесед, эвристических бесед и дискуссий, методов группового решения творческих задач, лабораторных работ, в том числе с использованием методик нормативных документов; используется анализ, сравнение методов проведения химических и физико-химических исследований, выбор метода в зависимости от объекта исследования в конкретной производственной ситуации и его практическая реализация; кроме того, используются дистанционные образовательные технологии;

- контроль знаний осуществляется с помощью различного рода контролируемых материалов: тестов, расчетно-графических работ, домашних индивидуальных заданий, контрольных и проверочных работ, защиты лабораторных работ, а также информационные технологии, в частности компьютерное тестирование; используются и другие различные формы внеаудиторной самостоятельной работы;

- для решения различных проблемных вопросов, для подготовки к контрольным занятиям, зачетам и

экзаменам используются собеседования, консультации;

- для реализации компетентного подхода используются технические средства обучения и контроля знаний, в том числе компьютерные технологии: электронная библиотека, электронные базы учебно- методических ресурсов, созданных ведущим преподавателем и источники других авторов; видеофильмы, компьютерное тестирование, балльно-рейтинговая система оценки результатов.

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций и индикаторов их достижения на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в комплекте оценочных средств по дисциплине «Аналитическая химия», который является приложением к рабочей программе.

Для промежуточной аттестации после изучения дисциплины в третьем семестре проводится экзамен в виде экзаменационного тестирования или устного собеседования по вопросам к экзамену.

Примерные вопросы к экзамену

1. Предмет и основные задачи аналитической химии. Задачи, решаемые в

химической технологии.

2. Понятие об аналитической реакции, аналитическом сигнале. Методы анализа и их классификация.
3. Качественный анализ. Идентификация основных катионов и анионов в воде.
4. Равновесие в гомогенной системе. Закон действующих масс для гомогенных систем.
5. Сильные и слабые электролиты. Степень диссоциации, активность, коэффициент активности, ионная сила раствора, связь между ними.
6. Понятие о гетерогенной системе. Закон действующих масс для гомогенных систем.
7. Растворимость осадка, её связь с произведением растворимости. Условия образования осадка. Факторы, влияющие на растворимость осадка.
8. Основы протолитической теории кислот и оснований. Понятие рН.
9. Вычисление рН и рОН слабых кислот и оснований, сильных кислот и оснований.
10. Буферные растворы. Механизм действия буферных растворов. Вывод формул и вычисление рН буферных растворов.
11. Количественный анализ, его назначение, основные стадии.
12. Общая характеристика методов определения макро- и микрокомпонентов.
13. Погрешности анализа, их виды. Правильность результатов анализа, способы её оценки
14. Воспроизводимость результатов анализа. Основные понятия математической статистики.
15. Статистическая обработка результатов анализа. Стандартное отклонение, доверитель- ный интервал. Оценка промахов.
16. Образец и проба. Виды проб. Отбор пробы газов. Отбор пробы гомогенной и гетерогенной жидкости. Отбор пробы твёрдых веществ.
17. Схема формирования представительной пробы. Условия хранения проб.
18. Способы переведения проб в раствор: под действием температуры, с помощью кислот их смесей, с использованием солей аммония, с помощью органических растворителей.
19. Понятие о разделении и концентрировании. Классификация методов разделения и концентрирования. Основные методы разделения и концентрирования: экстракция, осаждение, хроматография.
20. Титриметрический анализ. Требования к реакциям в титриметрии. Стандартные растворы.
21. Точка эквивалентности и способы её определения. Индикаторы, принцип выбора.
22. Способы титрования: прямое, обратное, заместительное.
23. Кривые титрования, их виды, характеристики.
24. Метод кислотно-основного титрования, индикаторы метода.
25. Метод комплексонометрического титрования, индикаторы метода.
26. Краткая характеристика методов окислительно- восстановительного титрования: перманганатометрия, йодатометрия, хроматометрия.
27. Осадительное титрование. Сущность метода, требования, предъявляемые к реакциям в методе осадительного титрования. Классификация методов по природе реагента. Кривые осадительного титрования, их расчет, построение. Индикаторы (осадительные, металлохромные, адсорбционные).
28. Титрование в неводных средах. Сущность метода кислотно – основного титрования. Классификация растворителей (протонные, апротонные). Влияние природы растворителя на силу растворенного протолита. Полнота протекания реакций в неводных растворителях. Применение кислотно – основного титрования в неводных средах.
29. Гравиметрический метод анализа, сущность, преимущества и недостатки.
30. Метод осаждения, осаждаемая и весовая формы, требования к ним. Условия получения кристаллических и аморфных осадков.
31. Метод определения микрокомпонентов, физические и физико-химические методы,

их классификация.

32. Основные способы определения концентрации вещества: градуировочный график, метод добавок, метод сравнения.
33. Спектроскопические методы анализа. Метод атомной и молекулярной спектроскопии, области применения.
34. Фотометрический анализ, сущность, используемые реакции, области применения.
35. Методы атомной спектроскопии. Метод пламенной фотометрии.
36. Масс-спектрометрия, сущность, направления применения.
37. Рефракция и рефрактометрия. Абсолютный и относительный показатели преломления. Дифракционная дисперсия. Закон преломления Снеллиуса.
38. Схема рефрактометра. Принципы рефрактометрических измерений. Факторы, влияющие на коэффициент преломления. Направления применения метода.
39. ИК- спектроскопия. Причины происхождения ИК- спектров, типы колебаний атомов в многоатомной молекуле, с какими параметрами они связаны. Области применения.
40. ЯМР-спектроскопия. Условие ядерного магнитного резонанса. Химсдвиг, единицы измерения, стандарты при определении химсдвига в «растворной» и «твердотельной» спектроскопии-ЯМР. Принципиальная схема ЯМР-спектрометра.
41. ЭПР- спектроскопия. Условие магнитного резонанса, g- фактор, изотропные и анизотропные спектры, формула для расчета числа линий в спектре с учетом ядерного спина элемента. Спектры ЭПР и их характеристика, Прием магнитного разбавления. ЭПР-спектрометр (блок-схема). Константы СТС. Правило аддитивности.
42. Электрохимические методы анализа, классификация, сущность методов, области применения.
43. Потенциометрический анализ. Понятие об окислительно-восстановительной паре и её потенциале.
44. Ионометрия, ионоселективные электроды в анализе вод.
45. Потенциометрическое титрование. Преимущества и недостатки.
46. Кондуктометрия. Закон Ома и проводимость раствора, удельная проводимость, подвижность ионов. Факторы, влияющие на изменение проводимости растворов. Области применения.
47. Вольтамперометрия. Качественный и количественный анализ металлов в водах.
48. Хроматографические методы количественного анализа, классификация (ионообменная хроматография, ГЖХ, ВЭЖХ.) Сущность метода, понятие о теории метода, параметры удерживания и разделения. Особенности проведения хроматографии.
49. Теоретические основы хроматографических методов анализа. Газожидкостная хроматография. Устройство хроматографа, параметры удерживания (время удерживания, время выхода несорбируемого вещества, относительное время удерживания, удерживаемый объем), параметры разделения (степень разделения, коэффициент разделения, число теоретических тарелок, высота эквивалентная теоретической тарелке).
50. Способы получения хроматограмм. Хроматографические параметры. Плоскостная хроматография (тонкослойная, бумажная). Особенности анализа, качественный и количественный анализ.

## **9. УЧЕБНО- МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА**

а) литература

1. Аналитическая химия : учебное пособие / О. Б. Кукина, О. В. Слепцова, Е. А. Хорохордина, О. Б. Рудаков. — 2-е изд. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2022. — 163 с. — ISBN 978-5-7731-1065-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/127257.html> (дата обращения: 25.03.2024). — Режим

доступа: для авторизир. пользователей

2. Аналитическая химия. Химический анализ : учебник для вузов / И. Г. Зенкевич, С. С. Ермаков, Л. А. Карцова [и др.]. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 444 с. — ISBN 978-5-8114-9169-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187755> (дата обращения: 25.03.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

3. Аналитическая химия : учебное пособие / А. И. Апарнев, Т. П. Александрова, А. А. Казакова, О. В. Карунина. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2015. — 92 с. — ISBN 978-5-7782-2710-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91705.html> (дата обращения: 25.03.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Митрофанова, В.И. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: Лаб. практикум. Ч. 1. Очистка вещества. Определение степени чистоты вещества / В. И. Митрофанова; АмГУ, ИФФ. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2016. - 56 с. [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/7397.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7397.pdf)

5. Митрофанова, В.И. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: Лаб. практикум. Ч. 2. Качественный анализ / В. И. Митрофанова; АмГУ, ИФФ. Благовещенск: Изд-во Амур.гос. ун-та, 2017. 87 с. [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/7454.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7454.pdf)

6. Митрофанова, В.И. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: Лаб. практикум. Ч. 3. Количественный анализ (гравиметрические и титриметрические методы) / В. И. Митрофанова; АмГУ, ИФФ. Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2018. 218 с. Б. ц. [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/9480.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/9480.pdf).

7. Митрофанова, В. И. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: Лаб. практикум для бакалавров направления подготовки 18.03.01 "Химическая технология". Ч. IV-1. Физико-химические методы анализа / В. И. Митрофанова; Амурский государственный университет, Инженерно-физический факультет, Кафедра химии и химической технологии. Благовещенск: АмГУ, 2020. 44 с. – Режим доступа: [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/11580.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/11580.pdf)

8. Митрофанова, В. И. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: Лаб. практикум для бакалавров направления подготовки 18.03.01 "Химическая технология". Ч. IV-2. Физико-химические методы анализа / В. И. Митрофанова; Амурский государственный университет, Инженерно-физический факультет, Кафедра химии и химической технологии. - Благовещенск: АмГУ, 2020. 90 с. – Режим доступа: [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/11584.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/11584.pdf)

9. Аналитическая химия. Методы идентификации и определения веществ : учебник для вузов / М. И. Булатов, А. А. Ганеев, А. И. Дробышев [и др.]; Под ред. проф Л. Н. Москвина. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 584 с. — ISBN 978-5-8114-9165-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187743> (дата обращения: 25.03.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

10. Юстратова, В. Ф. Аналитическая химия. Количественный химический анализ : учебное пособие / В. Ф. Юстратова, Г. Н. Микилева, И. А. Мочалова ; под редакцией В. Ф. Юстратова. — Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2005. — 161 с. — ISBN 5-89289-312-Х. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/14352.html> (дата обращения: 25.03.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

11. Кудряшова, А. А. Химические реакции в аналитической химии с примерами и задачами для самостоятельного решения : учебное пособие / А. А. Кудряшова. — Самара : РЕАВИЗ, 2011. — 75 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/10157.html> (дата обращения: 25.03.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

12. Сизова, Л. С. Аналитическая химия. Титриметрический и гравиметрический

методы анализа : учебное пособие / Л. С. Сизова, В. П. Гуськова. — Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2006. — 132 с. — ISBN 5-89289-113-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: [https:// www.iprbookshop.ru/14355.html](https://www.iprbookshop.ru/14355.html) (дата обращения: 25.03.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

13. Кучеренко, С. В. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебное пособие / С. В. Кучеренко, В. В. Демьян, И. Ю. Жукова. — Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2020. — 98 с. — ISBN 978-5-7890-1809-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: [https:// www.iprbookshop.ru/118023.html](https://www.iprbookshop.ru/118023.html) (дата обращения: 25.03.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/118023>

14. Справочные данные для расчетов в аналитической химии : учебно-методическое пособие / составители И. В. Миронов [и др.]. — 5-е изд. — Новосибирск : Новосибирский государственный университет, 2018. — 151 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: [https:// www.iprbookshop.ru/93481.html](https://www.iprbookshop.ru/93481.html) (дата обращения: 25.03.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

15. Громов, Н. В. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Сборник задач с основами теории и примерами решений : учебное пособие / Н. В. Громов, О. П. Таран. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 112 с. — ISBN 978-5-7782-3580-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: [https:// www.iprbookshop.ru/91181.html](https://www.iprbookshop.ru/91181.html) (дата обращения: 25.03.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

| № | Наименование   | Описание  |
|---|--|---|
| 1 | LibreOffice  | Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL <a href="https://ru.libreoffice.org/about-us/license/">https://ru.libreoffice.org/about-us/license/</a>   |
| 2 | <a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>                                    | Электронно-библиотечная система IPRbooks – научно-образовательный ресурс, содержащий материалы для вузов по научно-гуманитарной тематике, по точным и естественным наукам.  |
| 3 | <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>  | Электронная библиотечная система Издательства «Лань», тематические пакеты: химия, математика, физика, инженерно-технические науки.  |
| 4 | ЭБС «Консультант студента» <a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a> | Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов третьего поколения (ФГОС ВПО 3+ +) к комплектованию библиотек. |
| 5 | <a href="http://xumuk.ru">http://xumuk.ru</a>  | Электронная система, содержащая классические учебники по неорганической, органической, физической, коллоидной и биологической химии. Химическая энциклопедия и форум химиков.   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| 6 | Электронно-библиотечная система «Юрайт» <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a> | Образовательный ресурс, электронная библиотека и интернет-магазин, где читают и покупают электронные и печатные учебники авторов — преподавателей ведущих университетов для всех уровней профессионального образования, а также пользуются видео- и аудиоматериалами, тестированием и сервисами для преподавателей, доступными 24 часа 7 дней в неделю. |
|---|---|---|

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| № | Наименование   | Описание   |
|---|--|--|
| 1 | «Консультант Плюс»: кодексы, законы, указы, постановления Правительства РФ | Компьютерная справочная правовая система в России. Реализованы все современные возможности для поиска и работы с право-вой информацией         |
| 2 | Мультитран   | Информационная справочная система «Электронные словари»  |
| 3 | «Информика»  | Обеспечивает информационную поддержку всестороннего развития и продвижения новых информационных технологий в сферах образования и науки России |
| 4 | Google Scholar   | Поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин   |

## 10. МАТЕРИАЛЬНО- ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Для успешной реализации компетентностного подхода в образовательной деятельности АмГУ располагает необходимой материально-технической базой (МТБ). Занятия по дисциплине «Аналитическая химия» проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации. В качестве аудиторного обеспечения данной дисциплины используются специализированные лаборатории аналитической химии и физико- химических методов анализа с набором соответствующего приборного обеспечения. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

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

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

В качестве мультимедийных средств используются тематическая разработка лекций-презентаций и элементов виртуальных лабораторных работ. При проведении лекций, части практических и лабораторных занятий используется различное оборудование – видеопроектор, система мультимедиа с ПК.