

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

« 2 » марта 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебный предмет

МДК 01.01 Основы аналитической химии и физико-химических методов анализа

Специальность 18.02.12 Технология аналитического контроля химических соединений

Квалификация выпускника – Техник

Год набора – 2024

Курс     2,3     Семестр     4,5    

Экзамен 5 сем

Дифференцированный зачет 4 сем

Общая трудоемкость учебного предмета 374.0 (академ. час)

Составитель Т.П. Платонова, доцент, канд. хим. наук

Институт компьютерных и инженерных наук

Кафедра химии и химической технологии

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 18.02.12 Технология аналитического контроля химических соединений, утвержденного приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 09.12.2016 № 1554

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры химии и химической технологии

13.02.2024 г. , протокол № 6

Заведующий кафедрой Гужель Ю.А. Гужель

СОГЛАСОВАНО

Зам. декана по учебной работе

Кирилюк Н.В. Кирилюк

« 2 » марта 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 2 » марта 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Ефремова О.В. Ефремова

« 2 » марта 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и  
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

« 2 » марта 2024 г.

## **1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

Рабочая программа междисциплинарного курса МДК.01.01. Основы аналитической химии и физико-химических методов анализа является частью ООП по специальности 18.02.12 Технология аналитического контроля химических соединений.

Программа учебной дисциплины может быть использована в разработке программ дополнительного профессионального образования и профессиональной подготовке работников по профессии 19.01.02 (240700.01) Лаборант-аналитик.

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

Междисциплинарный курс МДК.01.01. Основы аналитической химии и физико-химических методов анализа входит в модуль профессионального цикла ПМ.01 Определение оптимальных средств и методов анализа природных и промышленных материалов, изучается в 4 и 5 семестрах в объёме 374 часа.

Для успешного освоения дисциплины обучающиеся должны овладеть компетенциями, полученными при изучении ОП.2 Органическая химия, ОП.3 Аналитическая химия, ОП.4 Физическая и коллоидная химия. На компетенциях, формируемых при освоении дисциплины МДК.01.01. Основы аналитической химии и физико-химических методов анализа, базируются: профессиональный модуль ПМ.01 Определение оптимальных средств и методов анализа природных и промышленных материалов; учебная и производственная практики; подготовка и защита выпускной квалификационной работы.

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

ПК 1.1. Оценивать соответствие методики задачам анализа по диапазону измеряемых значений и точности.

Практический опыт: оценивать соответствие методики задачам анализа по диапазону измеряемых значений и точности.

Умения: работать с нормативной документацией на методику анализа; выбирать оптимальные технические средства и методы исследований; оценивать метрологические характеристики методики; оценивать метрологические характеристики лабораторного оборудования.

Знания: нормативная документация на методику выполнения измерений; основные нормативные документы, регламентирующие погрешности результатов измерений; современные автоматизированные методы анализа промышленных и природных образцов; основные методы анализа химических объектов; метрологические характеристики химических методов анализа; метрологические характеристики основных видов физико-химических методов анализа; метрологические характеристики лабораторного оборудования.

ПК 1.2 Выбирать оптимальные методы анализа.

Практический опыт: выбор оптимальных методов исследования; выполнения химических и физико-химических анализов.

Умения: выбирать оптимальные технические средства и методы исследований; измерять аналитический сигнал и устанавливать зависимость сигнала от концентрации определяемого вещества; подготавливать объекты исследований; выполнять химические и физико-химические методы анализа;

Знания: современные автоматизированные методы анализа промышленных и природных образцов; классификация химических методов анализа; классификация физико-химических методов анализа; теоретических основ химических и физико-химических методов анализа; методы расчета концентрации вещества по данным анализа; лабораторное оборудования химической лаборатории;

ПК 1.3 Подготавливать реагенты, материалы и растворы, необходимые для анализа.

классификация химических веществ; основные требования к методам и средствам аналитического контроля: требования к предоставлению результатов анализа, средствам измерений, к вспомогательному оборудованию; выполнять химические и

физико-химические методы анализа;

Практический опыт: приготовление реагентов, материалов и растворов, необходимых для проведения анализа.

Умения: подготавливать объекты исследований; выполнять необходимые расчеты для приготовления реагентов, материалов и растворов; проводить приготовление растворов, аттестованных смесей и реагентов с соблюдением техники лабораторных работ; выполнять стандартизацию растворов; выбирать основное и вспомогательное оборудование, посуду, реактивы.

Знания: нормативная документация по приготовлению реагентов материалов и растворов, оборудования, посуды; способы выражения концентрации растворов; способы стандартизации растворов; технику выполнения лабораторных работ.

ПК 1.4 Работать с химическими веществами и оборудованием с соблюдением отраслевых норм и экологической безопасности.

Практический опыт: выполнение работ с химическими веществами и оборудованием с соблюдением отраслевых норм и экологической безопасности.

Умения: организовывать рабочее место в соответствии с требованиями нормативных документов и правилами охраны труда; использовать оборудование и средства измерения строго в соответствии с инструкциями заводов-изготовителей; соблюдать безопасность при работе с лабораторной посудой и приборами; соблюдать правила хранения, использования и утилизации химических реактивов; использовать средства индивидуальной и коллективной защиты; соблюдать правила пожарной и электробезопасности.

Знания: правила охраны труда при работе в химической лаборатории; правила использования средств индивидуальной и коллективной защиты; правила хранения, использования, утилизации химических реактивов; правила охраны труда при работе с лабораторной посудой и оборудованием; правила охраны труда при работе с агрессивными средами и легковоспламеняющимися жидкостями.

#### **4. СТРУКТУРА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА**

Общая трудоемкость учебного предмета составляет 10.39 зачетных единицы, 374.0 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

## 4.10 – У (Уроки)

## 4.11 – С (Семинарские занятия)

| 1 | 2  | 3 | 4    |     |      |     |       |     |      |      |     |     |     | 5   | 6    | 7  |
|---|--|---|------|-----|------|-----|-------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|------|--|
|   |  |   | 4.1  | 4.2 | 4.3  | 4.4 | 4.5   | 4.6 | 4.10 | 4.11 | 4.7 | 4.8 | 4.9 |     |      |  |
| 1 | Общие теоретические основы аналитической химии и физико-химических методов анализа | 4 | 8    |     | 16   |     | 18    |     |      |      |     |     |     |     | 12   | Индивидуальные задания, тест, защита лабораторных работ                      |
| 2 | Химические методы количественного анализа  | 4 | 40   |     | 32   |     | 78    |     |      |      |     |     |     |     | 16   | Индивидуальные задания, тест, семинар, коллоквиум, защита лабораторных работ |
| 3 | Зачёт с оценкой  | 4 |      |     |      |     |       |     |      |      |     |     |     |     |      |  |
| 4 | Физико-химические методы количественного анализа                                   | 5 | 38   |     |      |     | 88    |     |      |      |     |     |     |     | 24   | Индивидуальные задания, тест, защита лабораторных работ                      |
| 5 | Экзамен  | 5 |      |     |      |     |       |     |      |      |     |     |     | 4   |      |  |
|   | Итого  |   | 86.0 |     | 48.0 |     | 184.0 |     | 0.0  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 52.0 |  |

**5. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА****5.1. Лекции**

| № п/п | Наименование темы (раздела)  | Содержание темы (раздела)   |
|-------|--|---|
| 1     | Общие теоретические основы аналитической химии и физико-химических методов анализа | Аналитическая химия как наука. История развития аналитической химии. Принцип, метод и методика анализа. Виды анализа. Методы аналитической химии.<br>Метрология химического анализа. Единицы количества вещества и способы выражения концентраций. Выбор метода анализа. Содержание компонента. Избирательность метода. Точность анализа. Стоимость анализа. Автоматизация анализа и другие требования к методам анализа. Аналитический сигнал. Измерения. Погрешности химического анализа. Абсолютная погрешность. Систематические |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | <p>погрешности. Случайные погрешности. Обработка результатов измерений. Предел обнаружения. Диапазон определяемого содержания компонента. Значащие цифры и правила округления. Теоретические основы и приемы пробоподготовки. Отбор пробы газов. Отбор пробы жидкости (гомогенной, гетерогенной). Отбор пробы твердых веществ. Потери и загрязнения при пробоотборе. Хранение пробы. Подготовка пробы к анализу. Вода в пробах. Высушивание. Разложение образцов. Переведение пробы в раствор. Растворение. Термическое разложение. Сплавление. Методы маскировки, разделения и концентрирования. Маскирование. Разделение и концентрирование. Количественные характеристики разделения и концентрирования. Осаждение и соосаждение. Экстракция. Условия экстракции вещества. Основные законы и количественные характеристики. Скорость экстракции. Классификация экстракционных процессов. Экстрагенты и разбавители. Типы экстрагируемых соединений. Методы испарения. Дистилляция. Отгонка. Возгонка (сублимация). Управляемая кристаллизация. Другие методы разделения и концентрация. Диффузные методы разделения. Фильтрация. Седиментация и ультрацентрифугирование. Диализ. Пирометаллургические методы. Протолитическая теория. Сила кислот и оснований. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворимостей. Расчет рН. Раствор сильной кислоты или сильного основания. Раствор слабой кислоты или слабого основания. Смеси кислот и смеси оснований. Раствор амфолита. Буферные растворы. Расчет рН буферных растворов. Свойства буферных растворов. Буферная емкость. Буферные свойства растворов сильной кислоты и оснований. Расчет рН в неводных растворах. Взаимодействия кислоты и основания. Механизм кислотно-основных реакций.</p> |
| 2 | Химические методы количественного анализа | <p>Гравиметрические методы. Сущность гравиметрического анализа. Требование к осаждаемой и гравиметрической форме. Образование осадка. Коллоидное состояние. Осадки кристаллические и аморфные. Старение осадка. Загрязнение осадка. Соосаждение. Способы уменьшения соосаждений. Условия получения осадка. Растворимость осадков. Требования к осадкам в количественном анализе. Выбор осадителя, неорганические и органические осадители. Количество осадителя. Влияние одноименных ионов, посторонних электролитов, комплексообразователей, температуры, рН и природы растворителя на растворимость осадка.</p>   |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   |  | <p>Условия осаждения и получения гравиметрической формы. Адсорбция и окклюзия. Расчеты в гравиметрическом анализе. Применение гравиметрических методов. Методы отгонки. Титриметрические (объемные) методы анализа. Сущность титриметрического анализа. Выражение концентрации растворов в титриметрическом анализе. Исходные вещества и требования к ним. Стандартные и стандартизованные растворы. Измерительная посуда и ее проверка. Вычисления в титриметрическом анализе. Кривые титрования. Кислотно-основное титрование. Ацидиметрия и алкалиметрия. Точка нейтральности и конечная точка титрования. Титрование сильной кислоты сильным основанием (или наоборот); слабой кислоты сильным основанием (или наоборот); слабого основания сильной кислотой (или наоборот); слабой кислоты сильным основанием (или наоборот). Расчет кривых титрования. Титрование многоосновных кислот и оснований, а также смесей кислот и оснований. Факторы, влияющие на скачок титрования. Связь диаграмм состояния и кривых титрования. Способы обнаружения точки эквивалентности. Индикаторы в кислотно-основном титровании. Теория индикаторов, интервал перехода индикатора. Выбор индикатора. Индикаторные ошибки титрования. Практическое применение кислотно-основного титрования. Расчеты в методах кислотно-основного титрования. Примеры использования данного метода. Титрование в неводных средах. Комплексометрия. Комплексометрическое титрование. Этилендиамин-тетрауксусная кислота, комплексоны с ЭДТА. Кривые титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования. Применение комплексометрического титрования. Прямое, обратное, вытеснительное, косвенное титрование. Окислительно-восстановительное титрование. Кривые титрования. Способы обнаружения конца титрования. Практическое применение. Перманганатометрия. Дихроматометрия. Броматометрия, йодометрия, йодиметрия. Осадительное титрование. Способы обнаружения конечной точки титрования. Применение осадительного титрования.</p> |
| 3 | Физико-химические методы количественного анализа | <p>Электрохимические методы исследования. Электрохимическая ячейка и ее электрический эквивалент. Ячейки без жидкостного состояния и с жидким соединением. Диффузный потенциал. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Гальванический элемент и электролитическая</p>  |

|  |  |
|--|--|
|  | <p>ячейка. Равновесные электрохимические системы. Неравновесные электрохимические системы. Классификация электрохимических методов. Потенциометрия. Индикаторные электроды (мембранные, металлические). Ионоселективные электроды. Сенсibilизированные (активированные) электроды. Металлические электроды. Измерение потенциала. Ионметрия. Потенциометрическое титрование. Кулонометрия. Закон Фарадея. Варианты кулонометрии. Условия проведения прямых и косвенных кулонометрических определений. Прямая кулонометрия. Кулонометрическое титрование. Спектроскопические методы анализа. Электромагнитный спектр. Классификация спектроскопических методов. Использование спектров в аналитической химии. Спектральные приборы. Спектрометры с селективной фильтрацией. Дисперсия. Спектральная полоса пропускания. Разрешение и разрушающая сила. Светосила. Адсорбционные спектры. Эмиссионный спектрометр.</p> <p>Атомная спектроскопия. Атомно- эмиссионная спектроскопия. Атомизаторы. Пламя. Электрическая дуга. Электрическая искра. Индуктивно связанная плазма. Спектральные помехи. Самопоглощение (излучение и поглощение фона). Наложение атомных спектральных линий. Физико- химические помехи (Полнота испарения и атомизация пробы. Ионизация. Температура атомизатора. Спектроскопические буферы. Обжиг, обьскривание). Метрологические характеристики и аналитические возможности атомно-эмиссионного метода.</p> <p>Атомно- абсорбционная спектроскопия. Основы метода. Атомизаторы. Пламя. Электротермические атомизаторы. Источники излучения. Спектральные помехи (Излучение фона. Поглощение фона). Физико- химические помехи. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода.</p> <p>Атомно- флуоресцентная спектроскопия. Рентгеновская спектроскопия. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Рентгеновский спектр. Номенклатура рентгеновских линий. Источники возбуждения спектра.</p> <p>Электронная спектроскопия. Электронный спектр. Номенклатура электронных линий.</p> <p>Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Источники возбуждения спектра. Аппаратурное оформление метода. Возможности метода и его применение.</p> |
|--|--|



|  |  |
|--|--|
|  | <p>Молекулярная спектрофотометрия. Адсорбционная спектроскопия в УФ – и видимой областях. Законы поглощения. Закон Бугера-Ламберта- Бера. Закон аддитивности оптических плотностей. Причины отклонения от основного закона светопоглощения (Немонохроматичность источника и влияние рассеянного света. Химические процессы. Влияние показателя преломления). Метрологические характеристики спектрофотометрического метода. Способы улучшения метрологических характеристик спектрофотометрического метода.</p> <p>Нефелометрия и турбидиметрия. Колориметрические спектроскопические методы. Оптико-акустическая спектроскопия. Хроматографический анализ. Сущность метода. Преимущества метода. Метрологическая характеристика. Классификация хроматографических методов. Ионообменная хроматография. Высокоэффективная жидкостная, газовая хроматографии.</p> |
|--|--|

## 5.2. Практические занятия

| Наименование темы  | Содержание темы  |
|--|--|
| Техника безопасности при работе в химической лаборатории | Техника безопасности при работе, основные правила и приёмы работы в химической лаборатории. Химические реактивы, посуда и правила работы с ними. Оборудование современных химических лабораторий. Факторы, влияющие на условия труда в лабораториях. Права и обязанности лаборанта. Виды стеклянной посуды. Фарфоровая посуда.   |
| Техника взвешивания на технических и аналитических весах | Технические весы. Аналитические весы. Техника взвешивания.   |
| Химическая посуда  | Стеклянная посуда общего, специального назначения. Мерная посуда. Мытьё и сушка посуды.  |
| Кислотно-основное равновесие                             | Протолитическая теория. Сила кислот и оснований. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворимостей. Расчёт рН. Раствор сильной кислоты или сильного основания. Раствор слабой кислоты или слабого основания. Смеси кислот и смеси оснований. Раствор амфолита. Буферные растворы. Расчёт рН буферных растворов. Свойства буферных растворов. Буферная емкость. Буферные свойства растворов сильной кислоты и оснований. Расчёт рН в неводных растворах. Взаимодействия кислоты и основания. |
| Равновесие в системе осадок-растворитель.                | Произведение растворимости. Растворимость. Факторы, влияющие на растворимость. Влияние конкурирующих реакций. Влияние ионной силы. Влияние температуры и растворителя.   |

|  |  |
|--|--|
| Метрологическая характеристика химического и физико-химического анализа              | Погрешности химического анализа. Абсолютная погрешность. Систематические погрешности. Случайные погрешности. Обработка результатов измерений. Предел обнаружения. Диапазон определяемого содержания компонента. Значащие цифры и правила округления.   |
| Математическая обработка результатов анализа   | Оценка наличия грубых, систематических ошибок, расчёт среднего арифметического значения и его доверительный интервал. Вычисление стандартного отклонения единичного определения компонента. Расчёт значимости расхождения результата.  |
| Отбор проб   | Отбор проб газов, жидкостей, почв и других твёрдых веществ. Виды проб. Подготовка пробы к анализу.   |
| Способы выражения концентрации растворов   | Расчёт концентрации раствора (% , молярной, молярной концентрации эквивалента, моляльной).   |
| Расчёт массы навески для приготовления раствора                                      | Расчёт массы навески вещества для приготовления раствора молярной концентрации из кристаллогидрата соли. Расчет массы навески вещества для приготовления раствора соли молярной концентрации вещества. Расчёт объёма кислоты для приготовления раствора молярной концентрации. Расчёт молярной концентрации раствора, титра, титра по определяемому веществу. Вычисление массовой доли вещества в смеси  |
| Гравиметрический метод анализа   | Расчёты в гравиметрическом анализе.  |
| Коллоквиум по теме "Гравиметрический метод анализа"                                  | Сущность гравиметрического анализа. Требование к осаждаемой и гравиметрической форме. Образование осадка. Коллоидное состояние. Осадки кристаллические и аморфные. Старение осадка. Загрязнение осадка. Соосаждение. Способы уменьшения соосаждений. Условия получения осадка. Растворимость осадков. Требования к осадкам в количественном анализе. Выбор осадителя, неорганические и органические осадители. Количество осадителя. Влияние одноименных ионов, посторонних электролитов, комплексообразователей, температуры, рН и природы растворителя на растворимость осадка. Условия осаждения и получения гравиметрической формы. Адсорбция и окклюзия. Расчеты в гравиметрическом анализе. Применение гравиметрических методов. Методы отгонки. |
| Сущность титриметрического метода анализа. Расчёты в титриметрическом методе анализа | Виды титриметрии. Сущность титриметрического анализа. Вычисления в титриметрическом анализе.   |
| Кислотно-основное титрование   | Ацидиметрия и алкалиметрия. Точка нейтральности  |

|   |  |
|---|--|
|   | и конечная точка титрования. Титрование сильной кислоты сильным основанием (или наоборот); слабой кислоты сильным основанием (или наоборот); слабого основания сильной кислотой (или наоборот); слабой кислоты сильным основанием (или наоборот). Прямое, обратное, вытеснительное, косвенное кислотно-основное титрование.                          |
| Кислотно-основное титрование              | Расчет кривых титрования. Титрование многоосновных кислот и оснований, а также смесей кислот и оснований. Факторы, влияющие на скачок титрования. Связь диаграмм состояния и кривых титрования. Способы обнаружения точки эквивалентности.   |
| Кислотно-основное титрование              | Индикаторы в кислотно-основном титровании. Теория индикаторов, интервал перехода индикатора. Выбор индикатора. Индикаторные ошибки титрования. Практическое применение кислотно-основного титрования. Стандартизация растворов. Расчеты в методах кислотно-основного титрования. Примеры использования данного метода. Титрование в неводных средах. |
| Комплексометрическое титрование           | Комплексометрическое титрование. Этилендиаминтетрауксусная кислота, комплексоны с ЭДТА. Кривые титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования. Применение комплексометрического титрования. Прямое, обратное, вытеснительное, косвенное титрование.   |
| Комплексометрическое титрование           | Стандартизация растворов. Расчеты в комплексометрическом титровании.   |
| Окислительно-восстановительное титрование | Перманганатометрия. Стандартизация растворов. Способы обнаружения конечной точки титрования. Применение перманганатометрического титрования. Достоинства и недостатки. Расчеты в окислительно-восстановительном титровании.  |
| Окислительно-восстановительное титрование | Дихроматометрия. Стандартизация растворов. Способы обнаружения конечной точки титрования. Применение дихроматометрического титрования. Расчеты в окислительно-восстановительном титровании.  |
| Окислительно-восстановительное титрование | Броматометрия. Стандартизация растворов. Способы обнаружения конечной точки титрования. Применение броматометрии.  |
| Окислительно-восстановительное титрование | Иодометрия, иодиметрия, иодатометрия. Сущность метода. Стандартизация растворов. Способы   |

|  |  |
|--|--|
|  | обнаружения конечной точки титрования. Применение иодометрии, иодиметрии, иодатометрии.  |
| Осадительное титрование                              | Виды осадительного титрования, стандартизация рабочего раствора. Способы обнаружения конечной точки титрования. Применение осадительного титрования.   |
| Коллоквиум по теме "Титриметрические методы анализа" | Сущность титриметрического анализа. Выражение концентрации растворов в титриметрическом анализе. Исходные вещества и требования к ним. Стандартные и стандартизованные растворы. Измерительная посуда и ее проверка. Вычисления в титриметрическом анализе. Кривые титрования. Кислотно-основное, комплексометрическое, окислительно-восстановительное, осадительное титрование. Приготовление рабочих растворов. Индикаторы, обнаружение конечной точки титрования. Расчёты в титриметрическом методе анализа |

### 5.3. Лабораторные занятия

| Наименование темы   | Содержание темы  |
|---|--|
| Основные методы идентификации веществ                                   | Определение плотности вещества пикнометром и ареометром.   |
| Очистка веществ   | Очистка бензойной кислоты перекристаллизацией и перегонкой.  |
| Приготовление растворов заданных концентраций                           | Приготовление из кристаллогидратов растворов с заданной молярной, моляльной и нормальной концентрацией, а также массовой долей. Приготовление растворов из концентрированных кислот. |
| Калибровка мерной посуды  | Калибровка бюреток, пипеток и мерных колб.   |
| Определение бария в кристаллогидрате хлорида бария $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ | Осаждение ионов бария в виде кристаллического осадка и его гравиметрическое определение.   |
| Определение сульфатов в смеси   | Гравиметрическое определение сульфатов в смеси путём осаждения солями бария.   |
| Определение железа  | Осаждение ионов железа в растворе в виде аморфного осадка и его количественное определение.  |
| Приготовление титрованного раствора соляной кислоты                     | Приготовление титрованного раствора кислоты для кислотно-основного титрования.   |
| Определение массовой доли моногидрата в серной кислоте                  | Количественное определение моногидрата нейтрализацией серной кислоты раствором гидроксида натрия в присутствии индикатора метилового красного.                                       |
| Определение аскорбиновой кислоты  | Определение аскорбиновой кислоты в фармацевтическом препарате кислотно-основным титрованием.   |

|  |  |
|--|--|
| Определение гидроксида и карбоната натрия при совместном присутствии методом пипетирования | Определение гидроксида и карбоната натрия двухступенчатым титрованием раствором кислоты с применением двух индикаторов.  |
| Комплексонометрический метод определения общей жёсткости воды                              | Метод основан на образовании малодиссоциированных комплексных соединений катионов с ЭДТА. Ионы металла, независимо от валентности, реагируют с ЭДТА в молярном соотношении 1:1. Точку эквивалентности определяют с помощью индикатора.   |
| Комплексонометрический метод определения содержания магния                                 | Метод основан на образовании малодиссоциированных комплексных соединений катионов с ЭДТА. Ионы металла, независимо от валентности, реагируют с ЭДТА в молярном соотношении 1:1. Точку эквивалентности определяют с помощью индикатора.   |
| Комплексонометрический метод определения содержания алюминия                               | Метод основан на образовании малодиссоциированных комплексных соединений катионов алюминия с трилоном Б. Ионы алюминия реагируют с трилоном Б в молярном соотношении 1:1. Определение проводится методом обратного пипетирования. Точку эквивалентности определяют с помощью индикатора. |
| Комплексонометрический метод определения содержания никеля                                 | Метод основан на образовании малодиссоциированных комплексных соединений катионов никеля с трилоном Б. Ионы никеля реагируют с трилоном Б в молярном соотношении 1:1. Точку эквивалентности определяют с помощью индикатора.   |
| Приготовление стандартизованного раствора перманганата калия                               | Стандартизация раствора перманганата калия по оксалату натрия  |
| Определение загрязнённости воды по перманганатной окисляемости (метод Кубеля)              | Определение перманганатной окисляемости природной воды   |
| Приготовление стандартизованного раствора тиосульфата натрия                               | Стандартизация раствора тиосульфата натрия по дихромату калия  |
| Определение меди   | Иодометрическое определение меди в растворе  |
| Определение сахаров  | Определение основано на восстановлении сахарами меди (II) до меди (I) из тартратного комплекса. После реакции избыток ионов меди восстанавливают иодидом в кислой среде и выделившийся иод титруют раствором тиосульфата натрия.   |
| Аргентометрическое   | Осаждении хлоридов азотнокислым серебром в   |

|  |   |
|--|---|
| определение хлорид- ионов по методу Мора   | присутствии хромата калия $K_2CrO_4$ и их определение.  |
| Определение ионов хлора в растворимых хлоридах по методу Фольгарда                     | Метод определения основан на роданометрическом осаждении хлоридов (метод Фольгарда).                              |
| Прямая потенциометрия  | Определение рН исследуемых растворов кислот и щелочей.  |
| Определение массовой доли ортофосфорной кислоты  | Определение массовой доли ортофосфорной кислоты потенциометрическим титрованием.                                  |
| Анализ смеси ортофосфорной кислоты с дигидрофосфатом натрия                            | Анализ смеси ортофосфорной кислоты с дигидрофосфатом натрия методом потенциометрического титрования.              |
| Определение содержания карбонатов в воде   | Определение содержания карбонатов в воде потенциометрическим методом.   |
| Определение качества молочных продуктов  | Определение качества молочных продуктов потенциометрическим методом.  |
| Определение соляной и уксусной кислот в их смеси кондуктометрическим методом           | Определение соляной и уксусной кислот в их смеси кондуктометрическим титрованием.                                 |
| Определение соды и щёлочи в их смеси кондуктометрическим методом                       | Определение соды и щёлочи в их смеси методом кондуктометрического титрования.                                     |
| Определение содержания золы в сахаре кондуктометрическим методом                       | Определение содержания золы в сахаре методом кондуктометрического титрования.                                     |
| Определение фактора показателя преломления одного из препаратов                        | Освоение рефрактометрического метода определения содержания вещества и изучение принципа работы на рефрактометре. |
| Рефрактометрический метод определения содержания сахарозы в растворе методом добавок   | Рефрактометрический метод определения содержания сахарозы в растворе методом добавок                              |
| Рефрактометрический метод определения содержания бромиды калия в растворе              | Рефрактометрический метод определения содержания бромиды калия в растворе.  |
| Определение массовой концентрации железа с сульфосалициловой кислотой                  | Определение массовой концентрации железа с сульфосалициловой кислотой фотометрическим методом.                    |
| Фотометрический метод определения марганца   | Фотометрический метод определения марганца методом стандартов и методом добавок                                   |
| Определение содержания нитритов в воде с реактивом Грисса                              | Определение содержания нитритов в воде с реактивом Грисса фотометрическим методом                                 |
| Фотометрическое определение дихромат и перманганат-ионов при их совместном присутствии | Фотометрическое определение дихромат и перманганат-ионов при их совместном присутствии в растворе                 |

**6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

| № п/п | Наименование темы (раздела)  | Содержание темы (раздела)   | Трудоемкость в академических часах |
|-------|--|---|------------------------------------|
| 1     | Общие теоретические основы аналитической химии и физико-химических методов анализа | Выполнение индивидуального задания, подготовка к защите лабораторных работ                | 12                                 |
| 2     | Химические методы количественного анализа  | Выполнение индивидуального задания, подготовка к тестированию и защите лабораторных работ | 16                                 |
| 3     | Физико-химические методы количественного анализа                                   | Выполнение индивидуального задания, подготовка к тестированию и защите лабораторных работ | 24                                 |

Результаты освоения профессионального модуля достигаются за счет использования в процессе обучения современных инструментальных средств: лекции с применением мультимедийных технологий, современного программного и аппаратного обеспечения. При проведении занятий используются активные и интерактивные формы: лекции-презентации, работа в малых группах, методы проблемного обучения. Лабораторный практикум проводится в условиях специализированной химической лаборатории и позволяет закрепить теоретические знания. Работа на лекциях активизируется ежемесячной проверкой конспектов лекций, а также проведением терминологических диктантов и экспресс-опросов по изученным темам. При организации самостоятельной работы студентов, консультирования по оперативным вопросам и контроля знаний (тестирование), а также при проведении экзамена осуществляется электронное обучение на платформе Moodle.

**7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Вопросы для зачёта с оценкой:

1. Задачи количественного анализа.
2. Количественный анализ и контроль загрязненности экологических объектов.
3. Современная классификация методов количественного анализа.
4. Точность аналитических определений. Виды ошибок.
5. Сущность гравиметрического анализа, область его применения.
6. Подготовка вещества к количественному анализу (отбор средней пробы квартованием, перекристаллизация, выбор величины навески, растворение анализируемого вещества).
7. Осаждение – важнейшая операция гравиметрического анализа. Осаждаемая форма, гравиметрическая форма. Условия осаждения кристаллических и аморфных веществ.
8. Фильтрование. Виды беззольных фильтров. Техника фильтрования.
9. Соосаждение (окклюзия, изоморфное соосаждение и соосаждение с образованием химических соединений). Промывание осадка (промывание разбавленным раствором осадителя, раствором электролита-коагулянта, дистиллированной водой)
10. Высушивание осадка (оборудование, методика).
11. Прокаливание осадка (без отделения фильтра, с отделением фильтра).
12. Минерализация неорганических веществ («мокрая» и «сухая»). Метод Кьельдаля, метод Дениже, метод Кариуса.
13. Принцип титриметрического анализа, область его применения.

14. Способы выражения концентрации растворов (молярная концентрация эквивалента).
15. Методы титриметрического анализа.
16. Стандартные и стандартизированные растворы.
17. Сущность кислотно-основного титрования. Индикаторы.
18. Кривые титрования. Выбор индикатора.
19. Порядок титрования.
20. Методы титрования (кислотно-основное, осадительное, редокс-методы (или окислительно-восстановительные), кулонометрическое, кондуктометрическое титрования).

Вопросы для экзамена:

1. Правильность и воспроизводимость результатов количественного анализа. Классификация ошибок количественного анализа, способы их выявления.
2. Статистическая обработка и представление результатов количественного анализа (среднее арифметическое, отклонение от среднего, дисперсия, стандартное отклонение, доверительный интервал среднего, полуширина доверительного интервала).
3. Обнаружение промахов. Метрологическая характеристика методов анализа по правильности и воспроизводимости.
4. Сущность гравиметрического анализа. Осаждаемая и гравиметрическая формы осадка. Выбор осадителя, неорганические и органические осадители. Общая оценка метода.
5. Требования к осадкам и гравиметрической форме. Расчет массы анализируемой пробы и объема (массы) осадителя. Гравиметрический фактор.
6. Механизм образования твердой фазы – теория кристаллизации. Условия получения осадка. Осаждение из гомогенных растворов.
7. Загрязнение осадка: виды соосаждения, закономерности адсорбции на аморфных осадках, закономерности соосаждения на кристаллических осадках.
8. Сущность титриметрического анализа. Способы приготовления титрованных (стандартных) растворов.
9. Приемы и методы титрования.
10. Индикаторы. Индикаторы кислотно-основного титрования. Теория индикаторов.
11. Интервал pH изменения окраски индикаторов. Показатель титрования pT.
12. Рабочие растворы в методах кислотно-основного титрования. Кривые титрования.
13. Индикаторные погрешности титрования. Водородная и гидроксильная ошибки титрования.
14. Кривые титрования. Погрешности титрования.
15. Способы фиксирования конечной точки титрования в аргентометрии (методы Мора, Форльгарда, Фаянса, Гей-Люссака).
16. Кривая комплексометрического титрования ионов  $Cd^{2+}$  ЭДТА в присутствии аммиачного буферного раствора.
17. Металлохромные индикаторы. Способы проведения комплексометрического титрования.
18. Условия проведения окислительно-восстановительного титрования. Редокс-индикаторы.
19. Методы окислительно-восстановительного титрования. Кривые титрования на примере перманганатометрии.
20. Молекулярно-абсорбционные методы. Аппаратура применяемая в колориметрии и спектрофотометрии.
21. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
22. Молярный коэффициент поглощения. Спектры поглощения.
23. Визуальная колориметрия (методы: стандартных серий, колориметрического



- титрования, уравнивания, разбавления). Основные методы колориметрических определений: градуировочного графика, молярного коэффициента поглощения, добавок).
24. Электромагнитное излучение и его взаимодействие с веществом. Основы теории атомных и молекулярных спектров.
  25. Классификация оптических методов анализа. Основные узлы спектральных приборов.
  26. Интенсивность спектральных линий. Качественный спектральный анализ.
  27. Фотографические методы количественного спектрального анализа: трех эталонов, постоянного графика переводного множителя, метод добавок.
  28. Атомно-абсорбционный анализ. Фотометрия пламени.
  29. Спектры люминесценции. Закон Стокса- Ломмеля. Качественный и количественный люминесцентный анализ. Возбуждение и регистрация спектров при химическом люминесцентном анализе.
  30. Рефрактометрия и поляриметрия.
  31. Распределение вещества между двумя фазами. Константа и коэффициент распределения. Константа экстракции. Основные количественные характеристики экстракции (степень извлечения, фактор извлечения).
  32. Электрохимическая ячейка. Индикаторный электрод и электрод сравнения.
  33. Прямая и косвенная потенциометрия. Схема установки для потенциометрических измерений.
  34. Законы Фарадея. Условия проведения прямых и косвенных кулонометрических определений. Кулономеры.
  35. Прямая кулонометрия. Кулонометрическое титрование.
  36. Классическая полярография. Уравнение полярографической волны. Характеристика полярограммы.
  37. Схема полярографической установки. Прямая полярография. Дифференциальная полярография.
  38. Количественный полярографический анализ (методы градуировочного графика, стандартных растворов, добавок). Амперометрическое титрование
  39. Кондуктометрия. Схема установки для определения электрической проводимости.
  40. Прямая кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование.

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| Результаты (освоенные профессиональные компетенции) | Формы и методы контроля и оценки |
|---|----------------------------------|

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

### а) литература

1. Александрова, Э. А. Физико-химические методы анализа : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 344 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-17722-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536660> (дата обращения: 04.05.2024).
2. Александрова, Э. А. Химические методы анализа : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 533 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-17730-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536661> (дата обращения: 04.05.2024).
3. Аналитическая химия : учебное пособие для среднего профессионального

образования / А. И. Апарнев, Г. К. Лупенко, Т. П. Александрова, А. А. Казакова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 107 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-07838-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/539188> (дата обращения: 04.05.2024).

4. Борисов, А. Н. Аналитическая химия. Расчеты в количественном анализе : учебник и практикум для среднего профессионального образования / А. Н. Борисов, И. Ю. Тихомирова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 153 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13828-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/538049> (дата обращения: 04.05.2024).

5. Конюхов, В. Ю. Методы исследования материалов и процессов : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. Ю. Конюхов, И. А. Гоголадзе, З. В. Мурга. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 179 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-16039-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/544880> (дата обращения: 12.05.2024).

6. Максимова, Т. А. Экология гидросферы : учебное пособие для среднего профессионального образования / Т. А. Максимова, И. В. Мишаков. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 136 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13586-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/543492> (дата обращения: 12.05.2024).

7. Никитина, Н. Г. Аналитическая химия : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина ; под редакцией Н. Г. Никитиной. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 451 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-18102-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/534286> (дата обращения: 04.05.2024).

8. Подкорытов, А. Л. Аналитическая химия. Окислительно-восстановительное титрование : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. Л. Подкорытов, Л. К. Неудачина, С. А. Штин. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 62 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-00111-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/539055> (дата обращения: 04.05.2024).

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

| № | Наименование  | Описание  |
|---|---|---|
| 1 | Операционная система Linux  | GNU-лицензия (GNU General Public License)   |
| 2 | <a href="http://www.e.lanbook.com">http://www.e.lanbook.com</a>           | Электронная библиотечная система «Издательства Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки, химия   |
| 3 | <a href="https://urait.ru">https://urait.ru</a>                           | Электронная библиотечная система «Юрайт». ЭБС «Юрайт» в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования   |
| 4 | <a href="https://www.studentlibrary.ru">https://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 к комплектованию библиотек, в том числе |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы, для СПО, ВПО и аспирантуры |
|--|--|---|

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| № | Наименование  | Описание   |
|---|---|--|
| 1 | <a href="http://www.xumuk.ru">http://www.xumuk.ru</a>               | Поисковая система по химии, содержащая информацию по неорганической, органической, коллоидной и химии и по дисциплинам химического профиля |
| 2 | <a href="https://www.multitran.com/">https://www.multitran.com/</a> | Мультитран – информационная справочная система «Электронные словари»   |

## 9. МАТЕРИАЛЬНО- ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Реализация учебной дисциплины требует наличия учебного кабинета химических дисциплин; лаборатории аналитической химии и физико-химических методов анализа. Оборудование учебного кабинета химических дисциплин:

- доска классная;
- набор ученической мебели;
- рабочее место преподавателя;
- электронные образовательные ресурсы;
- химические реактивы;
- лабораторная посуда;
- микроскопы.

Учебные наглядные пособия (таблицы, плакаты, схемы):

- периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева;
- таблица растворимости кислот, солей и оснований в воде;
- ряд напряжения металлов.

Технические средства обучения:

- компьютер с лицензионным программным обеспечением;
- мультимедийный проектор.

Оборудование лаборатории и рабочих мест лаборатории:

- лабораторные столы и стулья;
- рабочее место преподавателя;
- доска классная, таблицы, схемы;
- вытяжные шкафы;
- химические реактивы и посуда;
- электрические плитки;
- сушильный шкаф;
- весы аналитические;
- сита 0,1; 0,2; 0,3;
- центрифуга;
- муфельная печь;
- водяная баня;
- вискозиметры;
- рН метры "Анион 4100"
- фотоэлектроколориметры КФК-3
- рефрактометры
- кондуктометры.

Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной образовательной сети университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Internet и обеспечением доступа к электронной образовательной сети университета.