

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР и КО

_____ Льянова С.А.

« 29 » _____ июня _____ 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

Факультет: химико-биологический

Направление подготовки /специальность: 04.04.01 Химия

Направленность (профиль) подготовки: «Физическая химия»

Программа подготовки: академическая магистратура

Квалификация (степень) выпускника: Магистр

Форма обучения: очная

**МАГАС
2023**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Современные методы химического анализа» являются:

- познакомить магистрантов с основными современными методами химического анализа;
- дать фундаментальные знания о принципах, закономерностях, областях применения современных методов химического анализа;
- научить грамотному квалифицированному применению выбранных методов на практике.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Современные методы химического анализа» относится к Блоку 1, к части обязательных дисциплин; изучается во 2 семестре. Курс опирается на знания магистрантов, приобретенные при изучении основ аналитической химии и обеспечивает теоретическую подготовку и практические навыки в области современных методов химического анализа.

Таблица 2.1.

Связь дисциплины «Современные методы химического анализа» с предыдущими дисциплинами и сроки их изучения

| Код дисциплины | Дисциплины, следующие за дисциплиной «Современные методы химического анализа» | Семестр |
|----------------|---|---------|
| 1.В.ДВ.03.01 | Основные методы химического анализа | 1 |
| Б1.В.02 | История и методология химии | 3 |

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

Знать:

- место аналитической химии в системе наук;
- существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии;
- сущность методов разделения и концентрирования;
- сущность и области применения хроматографических методов анализа.

Уметь:

- применять в практической деятельности современные методы химического анализа;
- проводить анализ многокомпонентных смесей;

Владеть:

- методологией выбора методов анализа, иметь навыки их применения;
- метрологическими методами анализа;
- основами теории аналитической химии;

- навыками химического эксперимента, основными аналитическими методами исследования химических веществ и материалов;
 - навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химического эксперимента;
 - умением правильного объяснения результатов эксперимента, если даже результат отрицательный;
- методами оказания первой помощи при несчастных случаях в химической лаборатории

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

- а) универсальных (УК) – УК-3**
- б) общепрофессиональных (ОПК) – ОПК-1, ОПК-2;**
- б) профессиональных (ПК) - ПК-1.**

Таблица 3.1.

Матрица связи компетенций, формируемых на основе изучения дисциплины «Современные методы химического анализа», с временными этапами освоения ее содержания

| Коды компетенций (ФГОС) | Компетенция | Семестр изучения |
|-------------------------|---|------------------|
| УК-3 | Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели | 4 |
| ОПК-1 | Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения | 4 |
| ОПК-2 | Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности | 4 |
| ПК-1 | Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках | 4 |

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Таблица 4.1.

| Вид учебной работы | Всего часов | 2 семестр |
|----------------------------------|-------------|-----------|
| Общая трудоемкость дисциплины | 144 | 144 |
| Аудиторные занятия | 68 | 68 |
| Лекции | 34 | 34 |
| Лабораторные занятия | 34 | 34 |
| Самостоятельная работа студентов | 76 | 76 |

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Таблица 5.1.

Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа

| № п/п | Раздел дисциплины | семестр | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточного контроля |
|-------|--------------------------------------|---------|--|------------------|-----|---|
| | | | Лекции | Лаборат. занятия | СРС | |
| 1. | Методы разделения и концентрирования | 4 | 6 | 6 | 14 | Контрольная работа № 1 |
| 2. | Экстракционные методы | 4 | 6 | 6 | 16 | |
| 3. | Сорбционные методы концентрирования | 4 | 8 | 8 | 16 | Контрольная работа № 2 |
| 4. | Флотация | 4 | 6 | 6 | 14 | |
| 5. | Хроматографический | 4 | 8 | 8 | 16 | Тест |

| | | |
|---|---|---|
| Знать: как работать на современной научной аппаратуре при проведении научных исследований, оценивать полученную информацию | Уметь: составлять общий план исследований и детальный планы отдельных стадий | Владеть: навыками применения веществ в экстремальных условиях; навыками выбора оптимальных методов исследования объекта для решения поставленных задач на основании анализа и сопоставления всей совокупности имеющихся данных |
|---|---|---|

Содержание дисциплины «Современные методы химического анализа»

Методы разделения и концентрирования. Значение методов разделения и концентрирования, области применения. Классификация методов. Количественные характеристики разделения и концентрирования: коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициент концентрирования, коэффициент разделения. Сочетание концентрирования с методами определения: комбинированные и гибридные.

Экстракционные методы. Этапы развития, современное состояние. Основные понятия и термины. Условия экстракции веществ. Количественные характеристики экстракции. Классификация экстракционных систем. Способы осуществления экстракции. Автоматизация экстракционных процессов. Экстракция микроэлементов. Экстракция органических соединений. Сверхкритическая флюидная экстракция: достоинства и ограничения метода.

Сорбционные методы концентрирования: методы испарения; отгонка после химических превращений; газовая экстракция и анализ паровой фазы. Особенности концентрирования осаждением и соосаждением. Достоинства и недостатки. Требования к коллектору и пути его выбора. Неорганические и органические соосаждители. Примеры использования соосаждения для концентрирования неорганических и органических соединений.

Флотация. Техника осуществления. Флотация после осаждения и ионная флотация. Факторы, влияющие на флотационное концентрирование.

Селективное растворение. Растворители, обеспечивающие избирательность растворения. Примеры использования селективного растворения в фазовом анализе неорганических материалов и для концентрирования микроэлементов при анализе почв и растений. Пробирная плавка. Существо метода и его значение при определении благородных металлов. Примеры использования методов для выделения и концентрирования микроэлементов и органических соединений из различных объектов: объекты окружающей среды (различные типы вод, почвы, воздух), пищевых продуктов, биологических и других объектов.

Хроматографический метод анализа

Сущность хроматографического метода. История его возникновения. Современное состояние метода и области применения, значение и место среди других аналитических методов. Режим хроматографических процессов: фронтальный, вытеснительный, элюентный. Классификация хромато-графических методов по агрегатному состоянию фаз, механизму взаимодействия сорбат-сорбент, применяемой технике, способу относительного перемещения фаз.

Теоретические основы хроматографии Основные характеристики хроматографического процесса. Коэффициент распределения. Удерживаемый объем и время удерживания. Коэффициент емкости. Коэффициент удерживания, его физический

смысл. Селективность и эффективность хроматографического разделения. Коэффициент разделения. Разрешение.

Теория равновесной хроматографии. Связь скорости перемещения вещества вдоль слоя неподвижной фазы с коэффициентом распределения и изотермой сорбции. Зависимость формы хроматографического пика от вида изотермы сорбции.

Размывание хроматографической зоны и его физические причины. Неравновесная хроматография. Основы концепции теоретических тарелок, связь с противоточным распределением. Число теоретических тарелок и эффективность колонки. Понятие ВЭТТ. Недостатки концепции теоретических тарелок.

Кинетические теории хроматографии. Факторы, влияющие на размывание зон (вихревая диффузия, молекулярная диффузия, сопротивление массопередачи в подвижной и неподвижной фазах). Зависимость ВЭТТ от скорости потока. Уравнение Ван-Деемтера. Принципиальная схема хроматографа. Выбор параметров хроматографического определения. Идентификация веществ. Количественный анализ. Измерение площадей и высот пиков. Методы внутреннего и внешнего стандартов. Источники ошибок, воспроизводимость измерений.

Газовая хроматография

Принцип метода. Теоретические основы метода. Определяемые вещества. Основные аналитические характеристики. Газо-адсорбционная и газо-жидкостная хроматография.

Аппаратура для газовой хроматографии. Хроматографические колонки, термостаты, детекторы. Классификация детекторов и их важнейшие характеристики (линейность, чувствительность, отношение сигнал/шум, предел обнаружения). Программирование температуры.

Газы-носители, адсорбенты и неподвижные фазы, требования к ним. Модифицирование носителей. Реакционная газовая хроматография. Высокоэффективная капиллярная хроматография. Примеры применения.

Качественный газо-хроматографический анализ. Идентификация веществ на основе величины удерживания. Метод тестеров. Индексы удерживания Ковача. Источники погрешностей при их определении. Методика количественной газовой хроматографии.

Хромато-масс-спектрометрия. Области применения.

Жидкостная хроматография

Принцип метода. Определяемые вещества. Аналитические характеристики современной высоко-эффективной хроматографии (ВЭЖХ). Аппаратура для жидкостной хроматографии. Жидкостные хроматографы (колоночные, капиллярные). Насосы. Вводы проб. Колонки. Детекторы и их выбор. Подготовка пробы.

Адсорбционная хроматография.

Основные представления о механизме жидкостной адсорбционной хроматографии (ЖАХ): роль химии поверхности адсорбента и природы жидкой подвижной фазы. Силикагель, его структура и химия поверхности. Модифицированные силикагели, принципы их получения и свойства. Оксид алюминия и другие сорбенты в ЖАХ. Требования к ним. Подвижная фаза (элюент) и требования к ней. Элюирующая сила подвижной фазы, элюотропные ряды. Влияние природы и состава элюента на селективность разделения в ЖАХ. Изократическое и градиентное элюирование. Влияние температуры на элюирование.

Нормально-фазовая ЖАХ на силикагеле. Модели удерживания и типы взаимодействия сорбата с поверхностью сорбента. Роль воды. Области применения нормально-фазовой ЖАХ.

Обращенно-фазовая хроматография на модифицированных сорбентах. Механизмы удерживания. Сольвофобная теория удерживания. Влияние структуры сорбатов на удерживание (дипольный момент, поляризуемость, объемы молекул, площадь гидрофобной поверхности). Влияние соотношения полярных и неполярных групп,

внутримолекулярных связей и распределения электронной плотности в молекулах сорбата на их удерживание. Применение обращенно-фазовой ВЭЖХ.

Ионообменная хроматография. Сущность метода. Основные представления о механизме ионного обмена. Ионообменное равновесие. Константа равновесия, селективность, фактор разделения. Ряды селективности. Кинетика ионного обмена. Ионный обмен в неводных и смешанных средах.

Неорганические и органические ионообменники, их классификация. Комплексообразующие сорбенты. Физико-химические свойства ионообменников (обменная емкость, набухание, термическая и реакционная устойчивость). Синтез ионообменников.

Ионный обмен в колонках. Применение в анализе. Определение общей солевой концентрации, концентрирование микропримесей из разбавленных растворов. Разделение элементов с близкими химическими свойствами и аминокислот.

Ионная хроматография. Основы ионной хроматографии (ИХ). Сорбенты, требования к ним. Синтез сорбентов. Выбор сорбентов, размер частиц, матрица, функциональные группы. Время удерживания иона, его связь с коэффициентом селективности, обменной емкостью, объемом сорбента. Элюенты. Состав и элюирующая способность. Влияние pH и концентрации элюента на удерживание ионов. Аппаратура для ИХ, способы детектирования. Двухколоночная и одноколоночная ионная хроматография. Условия определения анионов и катионов. Примеры применения ИХ в анализе смесей неорганических и органических анионов и катионов.

Ион-парная хроматография. Сущность метода. Нормально-фазовая и обращенно-фазовая ион-парная хроматография. Применение в анализе органических и неорганических соединений.

Эксклюзионная хроматография. Сущность метода. Особенности механизма удерживания молекул. Области применения.

Лигандобменная хроматография. Сущность метода. Сорбенты и подвижные фазы для разделения аминов и аминокислот.

Жидкость-жидкостная (распределительная) хроматография. Основы метода. Коэффициент распределения, факторы, влияющие на его величину. Носители, подвижные фазы, требования к ним. Подвижные фазы. Противоточная хроматография. Примеры применения.

Тонкослойная и бумажная хроматография. Теоретические основы методов. Величина K_f , ее связь с коэффициентом распределения. Методы определения этой величины. Факторы на нее влияющие. Бумага для хроматографии, подложки, сорбенты для тонкослойной хроматографии (ТСХ). Растворители для бумажной и тонкослойной хроматографии.

Техника получения хроматограмм: восходящая, нисходящая, одномерная, двумерная и круговая. Электрофоретическая бумажная хроматография. Методы качественного и количественного анализа. Высокоэффективная ТСХ. Области применения.

Сверхкритическая флюидная хроматография Сущность метода. Сверхкритические флюиды, основные их свойства (плотность, вязкость, коэффициент диффузии). Колонки, области применения. Сравнение методов ВЭЖХ, газовой и сверхкритической флюидной хроматографии.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении теоретического курса на лекциях предусматривается заложение материала в виде презентации. Отдельные лекции излагаются по проблемной технологии.

На лекциях используются в качестве демонстрационного материала Периодическая система элементов Д. И. Менделеева и ряд других справочных таблиц.

Некоторые разделы теоретического курса изучаются с использованием опережающей самостоятельной работы: магистранты получают задания на ознакомление с новым материалом до его изложения на лекциях.

Для более основательной оценки усвояемости теоретического материала магистрантам предлагаются тесты, а также традиционные письменные и устные контрольные мероприятия (коллоквиумы, контрольные работы).

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Перечень-учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1. Основы аналитической химии. В 2-х кн. /Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш. шк., 2005.
2. Васильев В.П. Аналитическая химия, в 2-х кн., М.: Дрофа, 2002.
3. Основы аналитической химии. Практическое руководство. Учебное пособие для вузов. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш. шк., 2001. 463 с.
4. Практикум по физико-химическим методам анализа./Под ред. Петрухина О.М. М.: Химия, 1989
5. Физико-химические методы анализа. / Под ред. Алесковского А.И., Л.:Химия, 1988

Лекционные занятия проводятся 1 раза неделю в объеме 2 часов и 2 часов лабораторных занятий во 2-м семестре. После окончания изучения каждой темы магистранты проходят тестирование, собеседование, выполняют контрольные работы.

7.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

Таблица 7.1.

Содержание самостоятельной работы обучающихся

| <i>№№ п/п</i> | <i>Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение</i> | <i>Кол-во часов</i> | <i>Формы работы</i> |
|-------------------|--|-------------------------|-------------------------|
| 1. | Методы разделения и концентрирования | 14 | собеседование |
| 2. | Экстракционные методы | 16 | собеседование |
| 3. | Сорбционные методы концентрирования | 16 | собеседование |
| 4. | Флотация | 14 | собеседование |
| 5. | Хроматографический метод анализа | 16 | собеседование |

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Примерные задания контрольной работы

ВАРИАНТ 1

Вопросы:

1. Определите понятия: «аналитическая химия», «химический анализ», «метод анализа», «методика анализа», «качественный анализ», «количественный анализ».
2. Классифицируйте погрешности химического анализа в зависимости от способа вычисления и от причин их вызывающих.
3. Дайте определение следующих способов выражения концентрации растворов: молярная концентрация; массовая, объемная и мольная доли.
4. Запишите формулы для вычисления водородного и гидроксильного показателей. Как изменяются их величины в водных растворах кислот и оснований. Приведите формулу, отражающую взаимосвязь показателей.
5. Приведите определение титриметрического анализа. Какой процесс называется титрованием. Классифицируйте методы титриметрического анализа в зависимости от вида химических реакций, протекающих в процессе титрования.
6. Приведите примеры мерной посуды. Для каких целей она предназначена.
7. Перечислите основные стадии гравиметрического анализа.

Задачи:

8. Округлите результат измерения оптической плотности 0,345846, если погрешность измерения на данном участке шкалы составляет 0,005 единиц? Какая из оставленных цифр является недостоверной или таковая в записи результата не приводится?
9. Проведите расчет и правильно округлите результат:
$$42,50 + 2,0045 - 12 \cdot 2,00 + 35,00 : 5,0 - 0,0095$$
10. Какая из приведенных реакций является протолитической и почему $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_4\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COONH}_4 + \text{H}_2\text{O}$ или $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightleftharpoons \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$. Укажите для выбранной реакции сопряженные кислотно-основные пары. Запишите уравнение константы равновесия.
11. Какие из приведенных смесей проявляют кислотно-основное буферное действие:
а) уксусная кислота-ацетат натрия;
б) хлороводородная кислота – натрия гидроокись;
в) раствор аммиака - хлорид аммония;
г) серная кислота-сульфат аммония.
12. В 150,0 мл раствора содержится 15,0 г хлорида натрия. Рассчитайте титр раствора.
13. Рассчитайте pH 0,100 М раствора гидроокиси калия.

ВАРИАНТ 2

1. Определите понятия: «аналитическая химия», «химический анализ», «метод анализа», «методика анализа», «качественный анализ», «количественный анализ».
2. Классифицируйте погрешности химического анализа в зависимости от способа вычисления и от причин их вызывающих.
3. Дайте определение следующих способов выражения концентрации растворов: молярная концентрация; массовая, объемная и мольная доли.
4. Запишите формулы для вычисления водородного и гидроксильного показателей. Как изменяются их величины в водных растворах кислот и оснований. Приведите формулу, отражающую взаимосвязь показателей.
4. Приведите определение титриметрического анализа. Какой процесс называется

титрованием. Классифицируйте методы титриметрического анализа в зависимости от вида химических реакций, протекающих в процессе титрования.

5. Приведите примеры мерной посуды. Для каких целей она предназначена.

6. Приведите определение гравиметрического анализа. Перечислите основные стадии гравиметрического анализа.

7. Запишите математические выражения законов Бугара-Ламберта-Бера и аддитивности оптических плотностей. В каких методах анализа применяются эти законы.

8. Приведите примеры электрохимических методов анализа.

Задачи:

9. Округлите результат измерения оптической плотности 0,345846, если погрешность измерения на данном участке шкалы составляет 0,005 единиц? Какая из оставленных цифр является недостоверной или таковая в записи результата не приводится?

10. Проведите расчет и правильно округлите результат:

$$42,50 + 2,0045 - 12 \cdot 2,00 + 35,00 : 5,0 - 0,0095$$

11. Какая из приведенных реакций является протолитической и почему $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_4\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COONH}_4 + \text{H}_2\text{O}$ или $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightleftharpoons \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$. Укажите для выбранной реакции сопряженные кислотно-основные пары. Запишите уравнение константы равновесия.

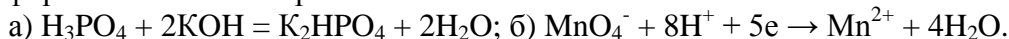
12. Какие из приведенных смесей проявляют кислотно-основное буферное действие:

- а) уксусная кислота-ацетат натрия;
- б) хлороводородная кислота – натрия гидроокись;
- в) раствор аммиака - хлорид аммония;
- г) серная кислота-сульфат аммония.

13. В 150,0 мл раствора содержится 15,0 г хлорида натрия. Рассчитайте титр раствора.

14. Сколько граммов растворенного вещества содержится в 1,00 л 0,100 М раствора BaCl_2 .

15. Определите фактор эквивалентности и вычислите молярную массу эквивалента фосфорной кислоты и перманганата калия:



16. Рассчитайте pH 0,100 М раствора гидроокиси калия.

17. Определите, в прямом или в обратном направлении будет протекать химическая реакция $\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$. ($E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = +0,771 \text{ В}$, $E^\circ(\text{I}_2/2\text{I}^-) = +0,535 \text{ В}$).

18. Вычислите растворимость хлорида серебра в воде при 25 °С. $\text{PP}(\text{AgCl}) = 1,78 \cdot 10^{-10}$.

Вопросы к зачету

Общие вопросы аналитической химии

1. Предмет, задачи и функции аналитической химии.
2. Роль и задачи аналитической химии в системе экологической безопасности, охраны труда и при разрешении чрезвычайных ситуаций.
3. Понятие метода и методики анализа. Методы аналитической химии.
4. Химический анализ. Методы химического анализа.
5. Виды химического анализа: качественный и количественный анализ.
6. Аналитический сигнал.
7. Результат анализа.
8. Погрешности химического анализа. Классификация погрешностей в зависимости от способа их вычисления и от причин их вызывающих.
9. Общее представление о статистической обработке результатов анализа и формы его представления.

10. Правила округления результатов промежуточных вычислений и результата анализа. Значащие и незначащие цифры.
11. Правила округления при выполнении различных арифметических действий.

Химические методы анализа

1. Понятие о количестве вещества. Единицы измерения количества вещества.
2. Эквивалент, фактор эквивалентности, молярная масса эквивалента. Закон эквивалентов.
3. Общее понятие о растворах. Растворитель и растворенное вещество.
4. Способы выражения концентрации растворов.
6. Понятие о кислотах и основаниях. Протолитическая теория кислот и оснований (теория Бренстеда-Лоури).
7. Сила кислот и оснований. Константы диссоциации кислот и оснований.
8. Водородный и гидроксильный показатели. Расчет pH и pOH водных растворов сильных и слабых кислот и оснований.
9. Кислотно-основные буферные растворы: состав, механизм действия, примеры. Расчет pH буферных растворов. Буферная емкость.
10. Кислотно-основное (протолитическое) титрование. Применение закона эквивалентов в титриметрическом анализе.
11. Стандартные растворы.
12. Кислотно-основные индикаторы: примеры индикаторов; выбор индикаторов.
13. Комплексные соединения. Критерии отнесения соединений к классу комплексных. Примеры комплексных соединений.
14. Хелатные комплексные соединения.
15. Примеры применения комплексных соединений в аналитической химии.
16. Комплексометрическое титрование. Комплексонометрия.
17. Наиболее распространенные комплексоны. Трилон Б.
18. Индикаторы в комплексометрическом титровании.
19. Окислительно-восстановительные реакции: определение, примеры окислителей, восстановителей, окислительно-восстановительных реакций.
20. Применение окислительно-восстановительных реакций в аналитической химии.
21. Окислительно-восстановительное титрование: методы, классификация, индикаторы.
22. Перманганатометрия и бихроматометрия.
23. Малорастворимые соединения. Ионная и молекулярная растворимости веществ.
24. Произведение растворимости. Математическая связь растворимости и произведения растворимости.
25. Применение малорастворимых соединений в аналитической химии для обнаружения и определения веществ.
26. Гравиметрический анализ: определение метода, методы гравиметрического анализа, примеры применения, достоинства и недостатки.
27. Общая схема проведения гравиметрического определения методом осаждения.
28. Форма осаждения. Гравиметрическая форма. Гравиметрический фактор.
29. Различия при работе с кристаллическими и аморфными осадками.
30. Техника проведения гравиметрического определения методом осаждения: растворение, осаждение, промывание осадков, фильтрование, высушивание и прокаливание.
31. Весы. Взвешивание. Правила работы на теххимических и аналитических весах.
32. Расчеты в гравиметрическом анализе.

Инструментальные методы химического анализа

1. Химические, физико-химические и физические методы анализа: определения, основные понятия, классификация.
2. Электромагнитное излучение. Основные характеристики электромагнитного излучения. Спектры веществ. Классификация спектров. Спектральная линия. Характеристики спектральной линии: положение максимума, пиковая и интегральная интенсивности, полуширина, контур.
3. Оптические (спектральные) методы анализа: классификация, области применения, достоинства и недостатки.
4. Законы Бугера-Ламберта-Бера и аддитивности оптических плотностей. Молярный коэффициент светопоглощения.
5. Способы определения концентрации веществ в растворах.
5. Спектрофотометры и фотоколориметры. Назначение основных блоков приборов.
6. Электрохимические методы анализа. Классификация методов, области применения, достоинства и недостатки.
7. Общее представление о потенциометрическом методе анализа: определение, прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование.
8. Общее представление об амперометрическом методе анализа: основные понятия, классификация, области применения, достоинства и недостатки.
9. Общее представление о кондуктометрическом методе анализа: основные понятия, классификация, области применения, достоинства и недостатки.

Критерии оценки ответа на зачете

| Оценка | Критерии ответа |
|------------------|---|
| Зачтено | Глубокое и хорошее знание и понимание предмета, в том числе терминологии и основных понятий; теоретических закономерностей; фактических данных; обстоятельный, логический и грамотный ответ во время сдачи зачета; удельный вес ошибок при контрольном тестировании – не более 50%. |
| Незачтено | Слабое знание основной терминологии, теоретических закономерностей, фактических данных, ошибочный ответ на зачете; удельный вес ошибок при контрольном тестировании – более 50%. |

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Учебная литература

а) основная

1. Основы аналитической химии. В 2-х кн. /Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш. шк., 2005.

2. Васильев В.П. Аналитическая химия, в 2-х кн., М.: Дрофа, 2002.
3. Основы аналитической химии. Практическое руководство. Учебное пособие для вузов. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш. шк., 2001. 463 с.
4. Практикум по физико-химическим методам анализа./Под ред. Петрухина О.М. М.: Химия, 1989
5. Физико-химические методы анализа. / Под ред. Алесковского А.И., Л.: Химия, 1988
6. Чарыков А.К. Математическая обработка результатов химического анализа, Л.: Химия, 1984
7. Амелин В.Г. Химические методы идентификации и полуколичественного экспресс-определения веществ. Владимир. Изд-во ВлГУ. 2001.
8. Амелин В.Г. Аналитическая химия. Методические указания к лабораторным работам. Владимир. Изд-во ВлГУ. 1998.

б) дополнительная

1. Крешков А.П. Основы аналитической химии, в 2-х томах, М.: Химия, 1972
2. Шварценбах Г., Флашка Г., Комплексонометрическое титрование, М.: Химия, 1984
3. Бок Р. Методы разложения в аналитической химии, М.: Химия, 1984
4. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.: Химия, 1984
5. Булатов М.И., Калинин И.П. Практическое руководство по фотометрическим методам анализа. Л.: Химия, 1986.

9.2. Интернет-ресурсы:

<http://fizrast.ru/sitemap.html>
<http://www.don-agro.ru>
<http://xn-80abucjiibhv9a.xn-plai/>
<http://www.agroxxi.ru/> (РГБ)
<http://elibrary.rsl.ru> Научная электронная библиотека
<http://elibrary.ru/default.asp> Российская национальная библиотека
<http://primo.nl.ru> <http://nbmgu.ru> Электронная библиотека Российской государственной библиотеки

9.3. Программное обеспечение

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» как на территории университета, так и вне ее.

Университет обеспечен следующим комплектом лицензионного программного обеспечения.

1. Лицензионное программное обеспечение, используемое в ИнГГУ
 - 1.1. Microsoft Windows 7
 - 1.2. Microsoft Office 2007
 - 1.3. Программный комплекс ММИС “Визуальная Студия Тестирования”
 - 1.4. Антивирусное ПО Eset Nod32
 - 1.5. Справочно-правовая система “Гарант”

Наряду с традиционными изданиями студенты и сотрудники имеют возможность

пользоваться электронными полнотекстовыми базами данных:

Таблица 9.1.

| Название ресурса | Ссылка/доступ |
|--|---|
| Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам» | http://window.edu.ru |
| «Образовательный ресурс России» | http://school-collection.edu.ru |
| Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА | http://www.edu.ru – |
| Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР) | http://fcior.edu.ru - |
| ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА". Электронная библиотека технического вуза | http://polpred.com/news |
| Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система | http://www.studentlibrary.ru - |
| Русская виртуальная библиотека | http://rvb.ru – |
| Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система | http://e.lanbook.com - |
| Еженедельник науки и образования Юга России «Академия» | http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm |
| Научная электронная библиотека «e-Library» | http://elibrary.ru/defaultx.asp - |
| Электронно-библиотечная система IPRbooks | http://www.iprbookshop.ru - |
| Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо» | http://www.informio.ru |
| Информационно-правовая система «Гарант» | Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ |
| Электронно-библиотечная система «Юрайт» | https://www.biblio-online.ru |

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень необходимых технических средств обучения, используемых в учебном процессе для освоения дисциплины «Современные методы химического анализа»:

1. Весы аналитические, технические.
2. Спектрофотометр СФ-46.
3. Фотоколориметры КФК-2, КФК-2МП.
4. Иономеры И130, Эксперт, Аквилон.
5. Атомно-абсорбционный спектрометр «Квант Z-ЭТА» с программным обеспечением и набором ламп.
6. Газовый хроматограф «Кристалл» с детекторами по теплопроводности, электронному захвату и капиллярными колонками.
7. Оборудование для тонкослойной хроматографии.
8. ИК-спектрометр.
9. Мерная посуда, ступки для пробоподготовки из агата и яшмы, чашки, тигли из платины, кварца, стеклоуглерода.
10. Центрифуга.
11. Компьютерное и мультимедийное оборудование.

12. Видео- и аудиовизуальные средства обучения и др.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретический материал дисциплины «Современные методы химического анализа» изучается в течение 3-го семестра в соответствии с учебным планом. Самостоятельная внеаудиторная работа магистров обеспечена электронными учебно-методическими ресурсами (система Moodle), возможностью общения магистранта с преподавателем посредством электронной почты, доступом в Internet.

Основу теоретической подготовки по дисциплине составляют лекции, которые представляются систематически в сочетании с семинарскими и лабораторными занятиями. Основные учения и владения отрабатываются и закрепляются на семинарских и лабораторных занятиях. Аудиторные занятия (лекции, семинары и лабораторные занятия) объединены с самостоятельной внеаудиторной работой магистров над рекомендуемой литературой, а также заданиями, которые выдаёт преподаватель и при подготовке к лабораторным занятиям.

При изучении дисциплины магистрантами могут использоваться следующие информационные технологии и инновационные методы:

- электронный вариант учебно-методического комплекса (с использованием системы Moodle);
- ресурсы электронной библиотечной системы;
- ресурсы Интернет;
- мультимедийная техника.

Преподаватель, читающий дисциплину, ведет учет посещаемости и осуществляет контроль за выполнением самостоятельной работы. Текущий контроль заключается в мониторинге выполнения учебной программы дисциплины на аудиторных занятиях и оценке работы на семинарских и практических занятиях.

Рабочая программа дисциплины «Современные методы химического анализа» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.04.01 Химия (уровень магистратуры), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. № 655

Программу составила: доцент кафедры химии Акталиева . .

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры химии

Протокол заседания № 10 от «20» июня 2023 г.

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом химико-биологического факультета

Протокол заседания № 10 от «26» июня 2023 г.

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета университета

Протокол заседания № 10 от «28» июня 2023 г.

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и
регистрации изменений**

| Учебный год | Решение кафедры (№ протокола, дата) | Внесенные изменения | Подпись зав. кафедрой |
|----------------|--|---------------------|--------------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |