

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра _____ ХИМИИ _____

УТВЕРЖДАЮ Проректор
по научной работе

_____ М.А. Дзауров
« ____ » _____ 20__ г.

Рабочая программа дисциплины

«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Специальность: 1.4.2. Аналитическая химия

г. Магас
20__ год

Рабочая программа дисциплины **«Аналитическая химия органических соединений»** составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов, утвержденными приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951.

Программа составлена: Арчакова Р.Д., к.т.н., доцент, профессор каф. химии
(Ф.И.О., ученая степень, звание, должность разработчиков).

Программа рецензирована: Бокова Л.м., к.т.н., доцент, доцент каф. химии
(Ф.И.О., ученая степень, звание, должность)

Рецензия прикладывается к РПД

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры **Химии**
«__»_____ 202_ (протокол №__)

Программа обсуждена и одобрена методической
комиссией специальностей аспирантуры _____
_____ дата (протокол №__)

Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является обучение теоретическим и практическим основам химических, физико-химических и физических методов количественного анализа и идентификации веществ.

1. Задачи дисциплины

Задача дисциплины состоит в том, что на основании полученных теоретических знаний и практического овладения методами анализа, а также методами расчета результатов эксперимента, аспиранты могли правильно выбирать методы исследования веществ в соответствии с поставленной перед ними проблемой, разработать схему анализа, практически провести его и интерпретировать полученные результаты.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура)

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к специальным дисциплинам отрасли науки и научной специальности, включенным в обязательные дисциплины образовательного цикла основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования по специальности 1.4.2 – «Аналитическая химия» и всего на ее изучение отводится 108 часа (36 часов аудиторной работы и 108 часа самостоятельной работы). В соответствии с учебным планом, занятия проводятся на первом году обучения.

Дисциплина готовит к решению следующих задач профессиональной научно-педагогической деятельности.

В области педагогической деятельности:

-умение использовать знания и навыки в педагогической деятельности при преподавании данной дисциплины.

В области научно-исследовательской деятельности:

-умение поставить задачу, провести эксперимент, сделать выводы и оформить их.

В области методической деятельности:

-уметь разбить сложную структуру дисциплины на составные части, выявить главные и второстепенные темы, составлять УМК, РПД и другие документы.

4. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- владеть основами теории аналитической химии;
- способность применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с применением информационных баз данных;
- владеть навыками химического эксперимента, основными аналитическими методами исследования химических веществ и материалов;
- владеть навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов;
- иметь опыт работы на серийной аппаратуре, применяемой в аналитических и физико-химических исследованиях;
- владеть методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- роль химического анализа;
- место аналитической химии в системе наук;
- существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии, принципы и области использования основных методов химического анализа (химических, физико-химических, физических);

- особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах;
- современные методики и подходы теоретического и экспериментального решения комплексных химических задач с привлечением современного парка инновационного оборудования в рамках НИР;
- особенности объектов анализа.

Уметь:

- анализировать вещества органического и неорганического происхождения;
- проводить качественный и количественный анализ;
- иметь представление об особенностях рассматриваемых систем и формулировать выводы;
- формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей.

Владеть:

- методологией выбора методов анализа, иметь навыки их применения;
- метрологическими основами анализа;
- навыками получения, первичной обработки и анализа научных данных, современными методами математической и статистической обработки химических данных

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение часов по годам обучения | | | |
|---|-------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|
| | | 1 год | 2 год | 3 год | 4 год |
| Аудиторные занятия (всего) | 144 | 18 | | | |
| В том числе: | | | | | |
| Лекции (Л) | | 18 | | | |
| Практические занятия (ПЗ) | | | | | |
| Консультации (К) | | | | | |
| Самостоятельная работа (СР, всего) | | 72 | | | |
| <i>Контрольная работа¹</i> | | | | | |
| <i>Тест</i> | | | | | |
| <i>Задание поисково-исследовательского характера</i> | | | | | |
| <i>Научный реферат</i> | | | | | |
| <i>Подготовка к семинарским и практическим занятиям</i> | | | | | |
| <i>Другие виды самостоятельной работы</i> | | | | | |
| Вид промежуточной аттестации: (зачет, экзамен) | | зачет | | | |
| Общая трудоемкость: часы | | 144 | | | |
| зачетные единицы | | 4 | | | |

6. Содержание дисциплины

6.1. Содержание раздела и дидактической единицы

| № | Тема лекции | Кол-во часов |
|-------|---|--------------|
| ДЕ.1. | Введение | 2 |
| ДЕ.2. | Метрологические основы химического анализа | 2 |
| ДЕ.3. | Типы химических реакций в аналитической химии | 4 |

¹ Курсивом указаны примеры видов самостоятельной работы.

| | | |
|--------|---|----|
| ДЕ.4. | Методы обнаружения и идентификации. | 4 |
| ДЕ.5. | Методы выделения, разделения и концентрирования | 4 |
| ДЕ.6. | Гравиметрический метод анализа | 4 |
| ДЕ.7. | Электрохимические методы анализа | 4 |
| ДЕ.8. | Спектроскопические методы анализа | 4 |
| ДЕ.9. | Теория и практика пробоотбора и пробоподготовки | 4 |
| ДЕ.10. | Основные объекты анализа. | 4 |
| | Итого: | 36 |

Д Е.1. Введение. Предмет аналитической химии, ее структура. Методологические аспекты аналитической химии; ее место в системе наук, связь с практикой. Значение аналитической химии в развитии естествознания, техники, экономики. Основные аналитические проблемы: снижение предела обнаружения; повышение точности и избирательности, экспрессности анализа; анализ без разрушения; локальный анализ; дистанционный анализ. Виды анализа: изотопный, элементный, структурно-групповой (функциональный), молекулярный, вещественный, фазовый. Химические, физические и биологические методы анализа. Макро-, микро- и ультрамикроанализ.

Основные этапы развития аналитической химии. Современное состояние и тенденции развития аналитической химии: инструментализация, автоматизация, математизация, миниатюризация, увеличение доли физических методов, переход к многокомпонентному анализу, создание сенсоров и тест-методов.

Д Е.2. Метрологические основы химического анализа

Основные метрологические понятия и представления: измерение, методы и средства измерений, метрологические требования к результатам измерений, основные принципы и способы обеспечения достоверности результатов измерений, погрешности. Основные стадии химического анализа. Выбор метода анализа и составление схем анализа. Абсолютные (безэталоны) и относительные методы анализа. Аналитический сигнал и помехи. Объем информации в аналитическом сигнале. Способы определения содержания по данным аналитических измерений.

Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Погрешности отдельных стадий химического анализа. Способы оценки правильности: использование стандартных образцов, метод добавок, метод варьирования навесок, сопоставление с другими методами. Стандартные образцы, их изготовление, аттестация и использование. Статистическая обработка результатов измерений. Закон нормального распределения случайных ошибок, t - и F -распределения. Среднее, дисперсия, стандартное отклонение. Проверка гипотезы нормальности, гипотезы однородности результатов измерений. Способы оценки правильности. Стандартные образцы. Сравнение дисперсии и средних двух методов анализа. Регрессионный анализ. Использование метода наименьших квадратов для построения градуировочных графиков.

Требования к метрологической оценке в зависимости от объекта и цели анализа. Способы повышения воспроизводимости и правильности анализа. Организация и методология метрологического обеспечения деятельности аналитической службы. Аккредитация аналитических лабораторий. Поверка аппаратуры, аттестация нестандартных средств измерений и методик анализа.

Д Е .3. Типы химических реакций и процессов в аналитической химии

Основные типы химических реакций в аналитической химии: кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления. Используемые процессы: осаждение-растворение, экстракция, сорбция. Константы равновесия реакций и процессов. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Структура растворителей и раствора. Сольватация, ионизация, диссоциация. Поведение электролитов и неэлектролитов в растворах. Теория Дебая-Хюккеля. Коэффициенты активности. Концентрационные константы. Описание сложных равновесий. Общая и равновесная концентрации. Условные константы.

Кислотно-основные реакции. Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Бренстеда-Лоури. Равновесие в системе кислота - сопряженное основание и растворитель. Константы кислотности и основности. Кислотные и основные свойства растворителей. Константа автопротолиза. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Нивелирующий и дифференцирующий эффект растворителя.

Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисления рН растворов незаряженных и заряженных кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований.

Реакции комплексообразования. Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Классификация комплексных соединений по характеру взаимодействия металл-лиганд, по однородности лиганда и центрального иона (комплексообразователя). Свойства комплексных соединений, имеющие аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть.

Ступенчатое комплексообразование. Количественные характеристики комплексных соединений: константы устойчивости (ступенчатые и общие), функция образования (среднее лигандное число), функция закомплексованности, степень образования комплекса. Факторы, влияющие на комплексообразование: строение центрального атома и лиганда,

концентрация компонентов, рН, ионная сила раствора, температура. Термодинамическая и кинетическая устойчивость комплексных соединений. Влияние комплексообразования на растворимость соединений, кислотно-основное равновесие, окислительно-восстановительный потенциал систем, стабилизацию различных степеней окисления элементов. Способы повышения чувствительности и избирательности анализа с использованием комплексных соединений.

Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с неорганическими ионами. Влияние их природы, расположения функционально-аналитические групп, стереохимии молекул реагента на его взаимодействие с неорганическими ионами. Теория аналогий взаимодействия ионов металлов с неорганическими реагентами типа H_2O , NH_3 и H_2S и кислород-, азот-, серосодержащими органическими реагентами. Основные типы соединений, образуемых с участием органических реагентов. Хелаты, внутрикомплексные соединения. Факторы, определяющие устойчивость хелатов. Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе для разделения, обнаружения, определения ионов металлов, для маскирования и демаскирования. Органические реагенты для органического анализа. Возможности использования комплексных соединений и органических реагентов в различных методах анализа.

Окислительно-восстановительные реакции. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Направление реакции окисления и восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Понятие о смешанных потенциалах. Механизмы окислительно-восстановительных реакций.

Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе. Методы предварительного окисления и восстановления определяемого элемента.

Процессы осаждения и соосаждения. Равновесие в системе раствор - осадок. Осадки и их свойства. Схема образования осадка. Кристаллические и аморфные осадки. Зависимость структуры осадка от его индивидуальных свойств и условий осаждения. Зависимость формы осадка от скорости образования и роста первичных частиц. Факторы, влияющие на растворимость осадков: температура, ионная сила, действие одноименного иона, реакции протонизации, комплексообразования, окисления-восстановления, структура и размер частиц. Условия получения кристаллических осадков. Гомогенное осаждение. Старение осадка. Причины загрязнения осадка. Классификация различных видов соосаждения. Положительное и отрицательное значение явления соосаждения в анализе. Особенности образования коллоидно-дисперсных систем. Использование коллоидных систем в химическом анализе.

Д Е .4. Методы обнаружения и идентификации

Задачи и выбор метода обнаружения и идентификации атомов, ионов и химических соединений. Дробный и систематический анализ. Физические методы обнаружения и идентификации неорганических и органических веществ. Микрокристаллоскопический анализ, пирохимический анализ (окрашивание пламени, возгонка, образование перлов). Капельный анализ. Анализ растиранием порошков. Хроматографические методы качественного анализа. Экспрессный качественный анализ в заводских и полевых условиях. Примеры практического применения методов обнаружения.

Д Е .5. Методы выделения, разделения и концентрирования

Основные методы разделения и концентрирования, их роль в химическом анализе, выбор и оценка. Сочетание методов разделения и концентрирования с методами определения; гибридные методы. Одноступенчатые и многоступенчатые процессы разделения. Константы распределения. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Фактор разделения. Коэффициент концентрирования.

Методы экстракции. Теоретические основы методов. Закон распределения. Классификация экстракционных процессов. Скорость экстракции. Типы экстракционных систем. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Реэкстракция. Природа и характеристика экстрагентов. Разделение и концентрирование элементов методом экстракции. Основные органические реагенты, используемые для разделения элементов методом экстракции. Селективное разделение элементов методом подбора органических растворителей, изменение рН водной фазы, маскирования и демаскирования.

Методы осаждения и соосаждения. Применение неорганических и органических реагентов для осаждения. Способы разделения осаждением либо растворением при различных значениях рН, за счет образования комплексных соединений и применения окислительно-восстановительных реакций. Групповые реагенты и предъявляемые к ним требования. Характеристики малорастворимых соединений, наиболее часто используемых в анализе. Концентрирование микроэлементов соосаждением на неорганических и органических носителях (коллекторах).

Хроматографические методы анализа

Определение хроматографии. Понятие о подвижной и неподвижной фазах. Классификация методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения. Способы получения хроматограмм (фронтальный, вытеснительный, элюентный). Основные параметры хроматограммы. Основное уравнение хроматографии. Селективность и эффективность хроматографического разделения. Теория теоретических тарелок. Кинетическая теория. Разрешение как фактор оптимизации хроматографического процесса. Качественный и количественный хроматографический анализ.

Газовая хроматография. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) и газо-жидкостная хроматография. Сорбенты и носители, требования к ним. Механизм разделения. Схема газового хроматографа. Колонки. Детекторы,

их чувствительность и селективность. Области применения газовой хроматографии.

Жидкостная хроматография. Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Схема жидкостного хроматографа. Насосы, колонки. Основные типы детекторов, их чувствительность и селективность.

Адсорбционная жидкостная хроматография. Нормально-фазовый и обращенно-фазовый варианты. Полярные и неполярные неподвижные фазы и принципы их выбора. Модифицированные силикагели как сорбенты. Подвижные фазы и принципы их выбора. Области применения адсорбционной жидкостной хроматографии.

Ионообменная хроматография. Строение и физико-химические свойства ионообменников. Ионообменное равновесие. Селективность ионного обмена и факторы его определяющие. Области применения ионообменной хроматографии. Ионная хроматография как вариант высокоэффективной ионообменной хроматографии. Особенности строения и свойства сорбентов для ионной хроматографии. Одноколоночная и двухколоночная ионная хроматография, их преимущества и недостатки. Ионохроматографическое определение катионов и анионов. Ион-парная и лигандообменная хроматография. Общие принципы. Подвижные и неподвижные фазы. Области применения.

Эксклюзионная хроматография. Общие принципы метода. Подвижные и неподвижные фазы. Особенности механизма разделения. Определяемые вещества и области применения метода.

Плоскостная хроматография. Общие принципы разделения. Способы получения плоскостных хроматограмм. Реагенты для их проявления. *Бумажная хроматография*. Механизмы разделения. Подвижные фазы. Преимущества и недостатки. *Тонкослойная хроматография*. Механизмы разделения. Сорбенты и подвижные фазы. Области применения.

Д Е .6. Гравиметрический метод анализа

Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Прямые и косвенные методы определения. Важнейшие органические и неорганические осадители. Погрешности в гравиметрическом анализе. Общая схема определений. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Изменения состава осадка при высушивании и прокаливании. Термогравиметрический анализ.

Примеры практического применения гравиметрического метода анализа. Определение железа, алюминия, титана в виде оксидов. Определение кальция и магния; источники погрешностей при их определении. Методы определения кремния. Применение органических реагентов для определения никеля, кобальта, цинка и магния.

Титриметрические методы анализа

Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент, молярная масса эквивалента, молярная концентрация. Первичные и вторичные стандарты. Фиксаны. Виды кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования и величину скачка титрования в различных методах. Точка эквивалентности. Способы определения конечной точки титрования в различных методах.

Кисотно-основное титрование. Построение кривых титрования. Влияние величины констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований, температуры на характер кривых титрования. Кисотно-основное титрование в неводных средах. Кисотно-основные индикаторы. Погрешности титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований.

Примеры практического применения. Первичные стандарты для установления концентрации растворов кислот и оснований. Приготовление и стандартизация растворов соляной кислоты и гидроксида натрия. Титрование

кислот, оснований, смесей кислот и смесей оснований. Анализ смесей карбоната и гидрокарбоната натрия, карбоната и гидроксида натрия. Определение азота по методу Кьельдаля и солей аммония прямым и косвенным методами. Определение нитратов и нитритов.

Окислительно-восстановительное титрование. Построение кривых титрования. Влияние концентрации ионов водорода, комплексообразования, ионной силы раствора на характер кривых титрования. Способы определения конечной точки титрования. Погрешности титрования.

Методы окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрия. Определение железа(II), марганца(II), оксалатов, пероксида водорода, нитритов.

Иодометрия и иодиметрия. Система иод-иодид как окислитель или восстановитель. Определение арсенитов, арсенатов, железа (III), меди(II), галогенид-ионов, пероксидов, кислот.

Броматометрия, цериметрия, ванадатометрия, титанометрия, хромометрия. Первичные и вторичные стандарты. Используемые индикаторы. Определение неорганических и органических соединений.

Осадительное титрование. Построение кривых титрования. Способы определения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования. Примеры практического применения. Методы Фольгарда, Фаянса и Мора.

Комплексометрическое титрование. Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексометрии. Построение кривых титрования. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Способы комплексометрического титрования: прямое, обратное, косвенное. Селективность титрования и способы ее повышения. Погрешности титрования.

Примеры практического применения. Определение кальция, магния, железа, алюминия, меди, цинка в растворах чистых солей и при совместном присутствии.

Д Е .7. Электрохимические методы анализа

Общая характеристика методов. Классификация. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Явления, возникающие при протекании тока (омическое падение напряжения, концентрационная и кинетическая поляризация). Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах.

Потенциометрия

Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Ионометрия. Классификация ионоселективных электродов. Характеристики ионоселективных электродов: электродная функция, коэффициент селективности, время отклика. Примеры практического применения ионометрии. Определение рН, ионов щелочных металлов, галогенид-ионов.

Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования в реакциях: кислотно-основных, комплексообразования, окисления-восстановления; процессах осаждения.

Примеры практического применения. Титрование фосфорной, смесей соляной и борной, соляной и уксусной кислот в водно-органических средах. Определение иодидов и хлоридов при совместном присутствии.

Кулонометрия

Теоретические основы метода. Закон Фарадея. Способы определения количества электричества. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Кулонометрия при постоянном токе и постоянном потенциале. Внешняя и внутренняя генерация кулонометрического титранта. Титрование

электроактивных и электронеактивных компонентов. Определение конечной точки титрования. Преимущества и ограничения метода кулонометрического титрования по сравнению с другими титриметрическими методами.

Примеры практического применения. Определение малых количеств кислоты и щелочи, тиосульфата натрия, окислителей-ионов металлов.

Вольтамперометрия

Индикаторные электроды. Классификация вольтамперометрических методов. Получение и характеристика вольтамперной кривой. Предельный диффузионный ток. Полярография. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны Ильковича - Гейровского. Потенциал полуволны. Идентификация и определение неорганических и органических соединений. Современные виды вольтамперометрии: прямая и инверсионная, переменноточковая; хроноамперометрия с линейной разверткой (осциллография). Преимущества и ограничения по сравнению с классической полярографией.

Амперометрическое титрование. Сущность метода. Индикаторные электроды. Выбор потенциала индикаторного электрода. Виды кривых титрования.

Примеры практического применения вольтамперометрических методов и амперометрического титрования. Снятие и расшифровка полярограммы индивидуального деполяризатора - иона металла. Снятие полярографического спектра. Определение концентрации веществ методами градуировочного графика и методом добавок с использованием классической, осциллографической, переменноточковой вольтамперометрии. Амперометрическое титрование цинка и бихромата калия.

Сравнительная характеристика чувствительности и избирательности, областей применения электрохимических методов.

Д Е .8. Спектроскопические методы анализа

Спектр электромагнитного излучения. Основные типы взаимодействия вещества с излучением: эмиссия (тепловая, люминесценция), поглощение, рассеяние. Классификация спектроскопических методов по энергии. Классификация спектроскопических методов на основе спектра электромагнитного излучения: атомная, молекулярная, абсорбционная, эмиссионная спектроскопия.

Спектры атомов. Основные и возбужденные состояния атомов, характеристики состояний. Энергетические переходы. Правила отбора. Законы испускания и поглощения. Вероятности электронных переходов и времена жизни возбужденных состояний. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина.

Спектры молекул; их особенности. Схемы электронных уровней молекулы. Представление о полной энергии молекул как суммы электронной, колебательной и вращательной. Основные законы поглощения электромагнитного излучения (Бугера) и закон излучения (Ломакина-Шейбе). Связь аналитического сигнала с концентрацией определяемого соединения.

Аппаратура. Способы монохроматизации лучистой энергии. Классификация спектральных приборов их характеристики. Приемники излучения. Инструментальные помехи. Шумы и отношение сигнал-шум; оценка минимального аналитического сигнала.

Методы атомной оптической спектроскопии

Атомно-эмиссионный метод. Источники атомизации и возбуждения: электрические разряды (дуговые, искровые, пониженного давления), пламена, плазмотроны, индуктивно-связанная плазма, лазеры; их основные характеристики. Физические и химические процессы в источниках атомизации и возбуждения.

Спектрографический и спектрометрический методы анализа, их особенности, области применения. Качественный и количественный анализ методом эмиссионной спектрометрии пламени. Основная аппаратура:

спектрографы, квантометры. Пламенные фотометры и спектрофотометры.

Метрологические характеристики и аналитические возможности.

Атомно-флуоресцентный метод. Принцип метода; особенности и применение.

Атомно-абсорбционный метод. Атомизаторы (пламенные и непламенные). Источники излучения (лампы с полым катодом, источники сплошного спектра, лазеры), их характеристики. Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Метрологические характеристики, возможности, преимущества и недостатки метода, его сравнение с атомно-эмиссионным методом.

Примеры практического применения атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного методов.

Методы атомной рентгеновской спектроскопии

Рентгеновские спектры, их особенности. Способы генерации, монохроматизации и регистрации рентгеновского излучения. Виды рентгеновской спектроскопии: рентгеноэмиссионная, рентгеноабсорбционная, рентгенофлуоресцентная. Принцип рентгеноэмиссионной спектроскопии; рентгеноспектральный микроанализ (электронный зонд). Основы рентгенофлуоресцентной спектроскопии; особенности и значение метода (быстрый неразрушающий многоэлементный анализ); примеры использования.

Методы молекулярной оптической спектроскопии

Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия). Связь химической структуры соединения с абсорбционным спектром. Функциональный анализ по колебательным и электронным спектрам. Связь оптической плотности с концентрацией. Основной закон светопоглощения. Основные причины отклонения от закона (инструментальные и физико-химические). Понятие об истинном и кажущемся молярном коэффициенте поглощения.

Способы получения окрашенных соединений. Фотометрические аналитические реагенты; требования к ним. Способы определения концентрации веществ. Измерение высоких, низких оптических плотностей (дифференциальный метод). Анализ многокомпонентных систем. Применение метода для исследования реакций в растворах (комплексобразования, протолитических, процессов агрегации), сопровождающихся изменением спектров поглощения. Метрологические характеристики и аналитические возможности. Примеры практического применения метода.

Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Классификация видов люминесценции по источникам возбуждения (хемилюминесценция, биолюминесценция, электролюминесценция, фотолюминесценция и др.), механизму и длительности свечения. Флуоресценция и фосфоресценция. Схема Яблонского. Закон Стокса-Ломмеля. Правило зеркальной симметрии Левшина. Факторы, влияющие на интенсивность люминесценции. Тушение люминесценции. Спектральные и физико-химические помехи. Количественный анализ люминесцентным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода. Сравнение возможностей молекулярной абсорбционной и люминесцентной спектроскопии при определении неорганических соединений. Преимущества люминесцентной спектроскопии при идентификации и определении органических соединений.

Место и роль спектроскопических методов в аналитической химии и химическом анализе.

Автоматизация анализа и использование ЭВМ в аналитической химии. Использование ЭВМ в аналитической химии: сбор и первичная обработка результатов анализа; обработка многокомпонентных спектров и хроматограмм. Управление аналитическими приборами, создание гибридных устройств анализатор-ЭВМ. Планирование и оптимизация эксперимента. Симплекс-оптимизация. Расчеты равновесий.

Математические методы в практике работы химико-аналитических лабораторий.

Автоматизация и механизация химического анализа. Автоматизация периодического, дискретного анализа и непрерывного анализа в потоке. Проточно-инжекционный анализ. Автоматизированные приборы, системы и комплексы, автоматы-анализаторы для лабораторного и производственного анализа. Примеры современных высокоэффективных аналитических приборов-автоматов (газоанализаторы, хромато-масс-спектрометры, автоматические приборы и системы для проточно-инжекционного анализа, для отбора и анализа проб космического вещества, лабораторные работы).

Д Е.9. Теория и практика пробоотбора и пробоподготовки

Представительность пробы; взаимосвязь с объектом и методом анализа. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ; устройства и приемы, используемые при этом; первичная обработка и хранение проб; дозирующие устройства.

Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа: растворение в различных средах; спекание, сплавление, разложение под действием высоких температур, давления, высокочастотного разряда; комбинирование различных приемов; особенности разложения органических соединений. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

Д Е.10. Основные объекты анализа

Объекты окружающей среды: воздух, природные и сточные воды, атмосферные осадки, почвы, донные отложения. Характерные особенности и задачи их анализа.

Нефть и нефтепродукты. Получение, исследование.

Биологические и медицинские объекты. Аналитические задачи в этой области. Санитарно-гигиенический контроль.

Геологические объекты. Анализ силикатов, карбонатов, железных, никель-кобальтовых руд, полиметаллических руд.

Металлы, сплавы и другие продукты металлургической промышленности. Определение черных, цветных, редких, благородных металлов и анализ их сплавов. Анализ неметаллических включений и определение газообразующих примесей в металлах. Контроль металлургических производств.

Атомные материалы. Определение тория, урана, плутония, трансплутониевых элементов и некоторых продуктов деления.

Неорганические соединения. Вещества особой чистоты (в том числе полупроводниковые материалы, материалы высокотемпературной сверхпроводимости); определение в них примесных и легирующих микроэлементов. Послойный и локальный анализ кристаллов и пленочных материалов.

Природные и синтетические органические вещества и элементоорганические соединения, полимеры. Виды анализа таких объектов и соответствующие методы. Примеры решения задач контроля органических производств.

Специальные объекты анализа: токсичные и радиоактивные вещества, токсины в пищевых продуктах, наркотики, взрывчатые и легковоспламеняющиеся вещества, газы, космические объекты.

6.2. Разделы дисциплины (ДЕ) и виды занятий

| № | № дидактической единицы | Часы по видам занятий | | | Всего: |
|------|---|-----------------------|------------------|-------------|--------|
| | | Лекции | Практич. занятия | Сам. работа | |
| ДЕ 1 | Введение | 2 | 1 | 12 | 15 |
| ДЕ 2 | Метрологические основы химического анализа | 2 | 2 | 12 | 16 |
| ДЕ | Типы химических реакций в аналитической химии | 2 | 1 | 12 | 15 |
| ДЕ | Методы обнаружения и идентификации. | 2 | 1 | 10 | 13 |

| | | | | | |
|-------|---|----|----|-----|-----|
| ДЕ 5 | Методы выделения, разделения и концентрирования | 2 | 1 | 12 | 15 |
| ДЕ 6 | Гравиметрический метод анализа | 2 | 4 | 10 | 16 |
| ДЕ 7 | Электрохимические методы анализа | 2 | 4 | 10 | 16 |
| ДЕ 8 | Спектроскопические методы анализа | 2 | 2 | 12 | 16 |
| ДЕ 9 | Теория и практика пробоотбора и пробоподготовки | 2 | 2 | 14 | 18 |
| ДЕ.10 | Основные объекты анализа. | | | 4 | 4 |
| ИТОГО | | 18 | 18 | 108 | 144 |

7. Самостоятельная работа аспирантов (наименование тем, их содержание, объем в часах)

Самостоятельная работа аспирантов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе и самостоятельного решения задач с дальнейшим их разбором или обсуждением на аудиторных занятиях. Во время самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечены доступом к базам данных и библиотечным фондам и доступом к сети Интернет.

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН самостоятельной работы

| № | Тема | Кол-во часов |
|----|--|--------------|
| 1. | Схема анализа природного объекта, ее этапы. Предварительное обследование | 4 |
| 2. | Пробоотбор образцов вод, почв, воздуха. Представительная проба, разовая проба, смешанная проба. Пробоподготовка. | 4 |
| 3. | Методика анализа. Результат анализа. Оценка качества согласно СанПиН и другим стандартам и нормативам. Управляющее решение | 4 |

| | | |
|-----|---|---|
| 4. | Виды объектов анализа: природные воды, хозяйственно-питьевые воды, технологические растворы, сточные воды и | 4 |
| 5. | Систематический анализ воды. Правильность многокомпонентного состава. Примеры анализа объектов. | 4 |
| 6. | Определение органолептических, физико-химических и бактериологических свойств питьевой воды. Уровни концентраций микро- макрокомпонентов. | 4 |
| 7. | Определение органолептических, физико-химических и бактериологических свойств родниковой воды. Уровни концентраций микро- макрокомпонентов. | 4 |
| 8. | Определение органолептических, физико-химических и бактериологических свойств промышленной воды. Уровни концентраций микро- макрокомпонентов. | 4 |
| 9. | Классификация вод химическому составу и минерализации, по свойствам раствора. | 4 |
| 10. | Основные параметры состава вод: рН, минерализация, сухой остаток, окисляемость, мутность, окислительно-восстановительный потенциал, растворенные органические и неорганические вещества, растворенные газы и др. Расчетные параметры, аналитически определяемые параметры. Нормируемые параметры. | 4 |
| 11. | Расчетные параметры, аналитически определяемые параметры. Нормируемые параметры. | 4 |
| 12. | Основные равновесия в подсистемах водных растворов. Карбонатная подсистема (CO_2 , HCO_3^- , CO_3^{2-}). | 4 |
| 13. | Фазовая неоднородность. Изменяемость состава во времени (сорбция, загрязнение, биотрансформация). | 4 |
| 14. | Методы определения макро- и микрокомпонентов вод и почв. Ионметрия и ионная хроматография в анализе ООС. | 4 |
| 15. | Анализ почв. Определение физико-химических характеристик (плотность, влажность, пластичность, | 4 |
| 16. | Анализ воздуха. Содержание органических и других примесей. | 4 |
| 17. | Исследование влияние на продуктивность почв нефтезагрязнений. | 4 |
| 18. | Исследование осадков, выпадающих на территории РИ. | 4 |
| 19. | Основные принципы, учитывающиеся при разработке рекомендаций по потреблению пищевых веществ | 4 |
| 20. | Необходимое содержание в суточном человека рационе, белков, жиров, углеводов, витаминов и микроэлементов. | 4 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 21. | Белки, жиры, углеводы, микрокомпоненты, определяющие органолептические качества продуктов | 4 |
| 22. | Сенсорный органолептический анализ. | 4 |
| 23. | Химический анализ пищевого сырья и качества сельскохозяйственного сырья. | 4 |
| 24. | Современные требования к анализу. Переход на современные физико-химические методы анализа | 4 |
| 25. | Воспроизводимость, экспрессность методов анализа. | 4 |
| 26. | Физико-химические методы для анализа пищевых, сельскохозяйственных продуктов и сырья | 4 |
| 27. | Хроматографические методы в физико-химическом анализе природных объектов. | 4 |
| | Итого: | 108 |

8. Ресурсное обеспечение.

Кафедра Химии располагает кадровыми ресурсами, гарантирующими качество подготовки аспиранта по специальности 1.4.2. Аналитическая химия в соответствии с ФГТ.

8.1. Образовательные технологии

Материалы учебной дисциплины предоставляют возможность аспирантам получить представление о теоретических основах науки, акцентировать внимание на важнейших категориях, её методологии, закономерностях с целью формирования знаний, умений и навыков, необходимых для успешной профессиональной деятельности.

При разработке данного курса учитываются существующие в современной аналитической науке, многообразие методов анализа органических веществ, достижения в области современного аналитического оборудования, существующие нормативные документы. Освоение данной дисциплины предусматривает, что дополнительно все темы курса изучаются аспирантами самостоятельно. При этом учитывается, что на предшествующих

уровнях обучения аспиранты уже имели знакомство с основными положениями науки и имеют соответствующую подготовку.

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем, и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости:

- ☐ лекции;
- ☐ практические занятия;
- ☐ индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;
- ☐ самостоятельная работа обучающихся;
- ☐ занятия иных видов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме не менее 30%. Применяемые виды интерактивных методов обучения - проблемная лекция, лекция с запланированными ошибками, лекция-визуализация (с презентацией), лекция-дискуссия, дискуссия (дебаты) по темам самостоятельной работы, творческие задания, работа в малых группах, интерактивная экскурсия, групповое обсуждение (круглый стол), метод проектов и др.

При освоении дисциплины *«Аналитическая химия»* используются следующие сочетания видов учебной работы с интерактивными методами и формами организации познавательной деятельности студентов для формирования соответствующих компетенций и достижения запланированных результатов обучения:

- на лекциях: конспектирование, беседа, наглядные аудио- и видеоматериалы; анализ современной литературы и др.;

- в организации самостоятельной работы: изучение теоретического материала дисциплины с использованием Internet-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы, выполнение творческих, научно-исследовательских заданий, письменных работ, контрольных заданий, тестов и др.;
- в научно-исследовательской работе: подготовка по заданной тематике обзоров литературы, рефератов с использованием Internet-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы и др.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

8.2. Материально-техническое оснащение.

Материально-техническое обеспечение учебного процесса по дисциплине определено нормативными требованиями, регламентируемыми приказом Министерства образования и науки РФ № 986 от 4 октября 2010 г. «Об утверждении федеральных требований к образовательным учреждениям в части минимальной оснащенности учебного процесса и оборудования учебных помещений», Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки.

Для проведения всех видов учебных занятий по дисциплине и обеспечения интерактивных методов обучения, необходимы столы, стулья (на группу по количеству посадочных мест с возможностью расстановки для круглых столов, дискуссий, прочее); доска интерактивная с рабочим местом (мультимедийный проектор с экраном и рабочим местом); желателен доступ в информационно-коммуникационную сеть «Интернет».

В соответствие с требованиями ФГТ ВО при реализации настоящей дисциплины ОПОП ВО необходимо также учитывать образовательные потребности обучающихся с ограниченными возможностями здоровья,

обеспечивать условия для их эффективной реализации, а также возможности беспрепятственного доступа обучающихся с ограниченными возможностями здоровья к объектам инфраструктуры образовательного учреждения.

Практикум

1. Весы аналитические, технические.
2. Спектрофотометр СФ-46.
3. Спектрофотометр двухлучевой Spekord-210 Plus
4. ИК Фурье-спектрометр «Инфралюм ФТ-08»
5. Фотоколориметры КФК-2, КФК-2МП.
6. Иономеры И130, Эксперт, Аквилон.
7. Атомно-абсорбционный спектрометр «МГА-915» с программным обеспечением и набором ламп.
8. Ртутный порозиметр Паскаль 140
9. Газовый хроматограф «Кристалл» с детекторами по теплопроводности, электронному захвату и капиллярными колонками.
10. Установка дифференциально-термического и термогравиметрического анализа «Термоскан-2»
11. Система капиллярного электрофореза Капель-105
12. Анализатор жидкости «Флюорат-02-3М»
13. Оборудование для тонкослойной хроматографии.
14. Микроскоп Микмед-6
15. Электроды сопротивления лабораторная Snol 7.2/1100
16. Мерная посуда, ступки для пробоподготовки из агата и яшмы, чашки, тигли из платины, кварца, стеклоуглерода.
17. Центрифуга, мельницы лабораторные
18. СВЧ минерализатор «Минотавр-2»

8.3. Перечень лицензионного программного обеспечения

8.3.1. Системное программное обеспечение

1. Лицензионное программное обеспечение, используемое в ИнгГУ:

1.1. Microsoft Windows 10;

1.2. Microsoft Office Standard 2010;

1.3. Программный комплекс ММИС «Визуальная Студия Тестирования»;

1.4. Справочно-правовая система «Консультант»;

1.5. Справочно-правовая система «Гарант»;

8.3.1.1. Серверное программное обеспечение:

- Windows server;

8.3.1.2. Операционные системы персональных компьютеров:

- Windows 10;

8.3.2. Прикладное программное обеспечение

- Антивирус Kaspersky;

- АС «Учебные планы»;

8.3.2.1. Офисные программы

- Microsoft Office Standard 2010

8.3.2.2. Программы обработки данных, информационные системы

8.3.2.3. Внешние электронные информационно-образовательные ресурсы

1. Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»

<http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm>

2. ЭБС Лань. Основная коллекция. <https://e.lanbook.com>

3. Prezi (обмен презентациями) <http://prezi.com/>

4. WikiWall (онлайновая маркерная доска) <http://www.wikiwall.ru/>

5. Электронная библиотека East View <http://www.dlib.eastview.com>

6. Справочно-правовая система «Консультант-плюс»
<http://www.window.edu.ru>

7. В помощь аспирантам <http://www.dis.finansy.ru>

8. Elsevier <http://www.sciencedirect.com>;

9. Российский химико-аналитический портал.

<http://www.anchem.ru/>

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Основная литература

9.1.1. Электронные учебные издания (учебники, учебные пособия).

1. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. В 2 кн. Учеб. Для вузов. 6-е изд., испр. и доп. М.: Высшая школа, 2014. <http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp>

2.Х Харитонов Ю.Я., Григорьева В.Ю. Аналитическая химия. Качественный химический анализ: практикум. М.: ГЭОТАР- Медиа, 2009 <http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp>

3. Харитонов Ю.Я., Григорьева В.Ю. Примеры и задачи по аналитической химии: (гравиметрия, экстракция, неводное титрование, физико-химические методы анализа). М.:ГЭОТАР- Медиа, 2007 <http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp>

4. Электронный задачник по аналитической химии сост. Г.Н. Шрайбман, О.Н. Булгакова, Н.В. Иванова.- Кемерово, 2012 – 112 с. <http://kit.chem.kemsu.ru>

9.1.2. Электронные базы данных, к которым обеспечен доступ.

1. Единое окно доступа к информационным ресурсам <http://window.edu.ru/catalog/>

2. ИНФОУРОК <https://infourok.ru/programma-osnoviproektnoy-deyatelnosti-993360.html>

3. Росмолодежь <https://fadm.gov.ru>

4. ЭБС «Юрайт» <https://www.biblio-online.ru>

5. ЭБС «ZNANIUM.COM». Основная коллекция. <http://www.znanium.com>

6. ЭБС IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru> -

9.1.3. Учебники

1. Александрова Э.А., Гайдукова Н.Г. Аналитическая химия. Химические методы анализа: Учебник и практикум. -М.: Юрайт, 2015.
2. Харитонов Ю.А. Аналитическая химия. В 2-х т. Т.1. Общие теоретические основы. Качественный анализ: Учебник для вузов/ Ю.А.Харитонов. -М.: ГЕОТАР-МЕДИА, 2014. -688с.
3. Харитонов Ю.А. Аналитическая химия. В 2-х т. Т.2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа: Учебник для вузов/ Ю.А.Харитонов. -М.: ГЕОТАР-МЕДИА, 2014. -656с.
4. Золотов Ю.А. Введение в аналитическую химию. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2016. - 264с.
5. В.И.Васильева, И.В.Шкутина, С.И.Карпов, В.Ф.Селеменов, В.Н.Семенов. Спектральные методы анализа. Практическое руководство. М.: Лань, 2014. -416с.
6. Жебентяев А.И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа. М.: НИЦ ИНФРА-М, Нов.знание, 2013, 206с.
7. Золотов Ю.А. История и методология аналитической химии. Золотов Ю.А. М.: Дрофа, 2008г.
8. Основы аналитической химии. Учебник для вузов. В 2-х кн. Кн.1. Общие вопросы. Методы разделения. Кн.2. Методы химического анализа. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа. 2004.361 с., 503 с.
9. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2-книгах. М.: Дрофа, 2003г.
10. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2-х кн. -М: Дрофа. 2004. 368с., 384с.
11. Аналитическая химия. В 3-х кн / Под ред. Л.Н. Москвина. -М: Академия. 2008., 2010г. 576с., 302с.
12. Электроаналитические методы: теория и практика : пер. с англ. / Ред. Ф. Шольц. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2006. - 326с.: ил. - (Методы в химии).

13. Эггинс Б. Химические и биологические сенсоры: Пер. с англ. / Б. Эггинс. - М.: Техносфера, 2005. - 336с.: ил. - (Мир электроники).
14. Шмидт, Вернер. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов: пер. с англ. / В. Шмидт. - М.: Техносфера, 2007. - 368 с.: ил., табл. - (Мир физики и техники).
15. И.К.Цитович. Курс аналитической химии: учебник для вузов / И.К. Цитович. - 9-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2007. - 496 с. ил. - (Учебники для вузов).
16. Ю.Я.Харитонов. Примеры и задачи по аналитической химии: (гравиметрия, экстракция, неводное титрование, физико-химические методы анализа): учеб. пособие для вузов / Ю.Я. Харитонов, В.Ю. Григорьева. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. - 304 с. : табл.

9.1.4. Учебные пособия

- 1.Александрова Э.А., Гайдукова Н.Г. Аналитическая химия. Химические методы анализа: Учебник и практикум. -М.: Юрайт, 2015.
2. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – 7-е изд. М.:Альянс, 2007
3. Петрухин, О.М. Аналитическая химия. Химические методы анализа: Учебное пособие / О.М. Петрухин. - М.: Альянс, 2016. - 400 с.
4. Иванова, М.А. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: Учебное пособие / М.А. Иванова. - М.: ИЦ РИОР, 2013. - 289 с.
4. Л.А.Алакаева, З.Х.Султыгова. Качественный анализ. Учебное пособие. Магас, 2008г

9.2. Дополнительная литература

9.2.1. Учебно-методические пособия (учебные задания)

1. Харитонов Ю.А., Джабаров Д.Н., Григорьева В.Ю. Аналитическая химия. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа/ Практикум. -М.: ГЕОТАР-МЕДИА, 2012

2. Харитонов Ю.А., Григорьева В.Ю. Примеры и задачи по аналитической химии -М.: ГЕОТАР-МЕДИА, 2009.
3. Валова (Копылова) В. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: практикум. - М.: Дашков и К., 2013. -200с.
4. Отто М. Современные методы аналитической химии. М.: Дрофа, 2003-2004г.
- 5.Физические методы исследования неорганических веществ: учеб. пособие для вузов / Под ред. А.Б. Никольского. - М.: Академия, 2006. - 448с: ил. - (Высшее профессиональное образование). (Допущ. УМО)
6. Токсикологическая химия: учебник для вузов / Под ред. Т.В. Плетеневой. - 2-е изд., испр. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. - 509 с.: ил. (Реком. УМО)
7. Марченко, Зигмунт. Методы спектрофотометрии в УФ и видимой областях в неорганическом анализе: пер. с польск. / З. Марченко, М. Бальцежак. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007. - 712 с: ил. - (Методы в химии).
- 8.Лурье, Юлий Юльевич. Справочник по аналитической химии / Ю.Ю. Лурье. - 6-е изд., [перепеч. с изд. 1989 г.]. - М.: Альянс, 2007. - 447 с.: табл., схемы.
9. Другов, Юрий Степанович. Пробоподготовка в экологическом анализе: практическое руководство / Ю.С. Другов, А.А. Родин. - 3-е изд., доп. и перераб. - М: Бином. Лаборатория знаний, 2009. - 855 с.: ил. - (Методы в химии).
10. Другов, Юрий Степанович. Анализ загрязненных биосфер и пищевых продуктов: практическое руководство / Ю.С. Другов, А.А. Родин. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007. - 295 с.: ил. - (Методы в химии).
- 11.Другов, Юрий Степанович. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов: практическое руководство / Ю.С. Другов, А.А. Родин. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007. - 424 с.: ил. - (Методы в химии).

10.Аттестация по дисциплине.

На учебных занятиях аспиранты выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ. Учебное задание

(работа) считается выполненным, если оно оценено преподавателем положительно.

В рамках самостоятельной работы обучающиеся осуществляют теоретическое изучение дисциплины с учётом лекционного материала, готовятся к практическим занятиям, выполняют домашнее задания, осуществляют подготовку к промежуточной аттестации.

Текущая аттестация по дисциплине. Оценивание обучающегося на занятиях осуществляется в соответствии с положением о текущей аттестации обучающихся в университете.

По итогам текущей аттестации, ведущий преподаватель осуществляет допуск обучающегося к промежуточной аттестации.

Допуск к промежуточной аттестации по дисциплине. Обучающийся допускается к промежуточной аттестации по дисциплине в случае выполнения им всех заданий и мероприятий, предусмотренных настоящей программой дисциплины в полном объеме. Преподаватель имеет право изменять количество и содержание заданий, выдаваемых обучающимся (обучающемуся), исходя из контингента.

Допуск обучающегося к промежуточной аттестации по дисциплине осуществляет преподаватель, ведущий семинарские (практические) занятия.

Обучающийся, имеющий учебные (академические) задолженности (пропуски учебных занятий, не выполнивший успешно задания(е)) обязан отработать их в полном объеме.

Отработка учебных (академических) задолженностей по дисциплине (модулю). В случае наличия учебной (академической) задолженности по дисциплине, обучающийся отрабатывает пропущенные занятия и выполняет запланированные и выданные преподавателем задания. Отработка проводится в период семестрового обучения или в период сессии согласно графику (расписанию) консультаций преподавателя.

Обучающийся, пропустивший *лекционное занятие*, обязан предоставить преподавателю реферативный конспект соответствующего раздела учебной и монографической литературы (основной и дополнительной) по рассматриваемым вопросам в соответствии с настоящей программой.

Обучающийся, пропустивший *практическое занятие*, отрабатывает его в форме реферативного конспекта соответствующего раздела учебной и монографической литературы (основной и дополнительной) по рассматриваемым на *практическом* занятии вопросам в соответствии с настоящей программой или в форме, предложенной преподавателем. Кроме того, выполняет все учебные задания. Учебное задание считается выполненным, если оно оценено преподавателем положительно.

Преподаватель имеет право снизить балльную (в том числе рейтинговую) оценку обучающемуся за невыполненное в срок задание (по неуважительной причине).

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю). Формой промежуточной аттестации по дисциплине определен зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в соответствии с положением о промежуточной аттестации обучающихся в университете

11. Фонд оценочных средств по дисциплине приведен в Приложении 1

Лист актуализации изменений

| № изменения | № пункта (подпункта) | | | Основание для внесения изменения | Дата внесения | Подпись ответственного за внесение |
|-------------|----------------------|--------|-----------|----------------------------------|---------------|------------------------------------|
| | Измененного | Нового | Изъяттого | | | |
| | | | | | | |

[illegible]

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ
АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ»

Описание показателей и критериев оценивания: беседа, дискуссия, реферат, ЗАЧЕТ.

Отметка «незачет» ставится, если: содержание вопроса не раскрыто, допускаются существенные фактические ошибки.

Контрольные вопросы для проведения текущего контроля по освоению дисциплины «Аналитическая химия»:

1. Виды анализа. Стадии химического анализа. Основные характеристики методов анализа.
2. Абсолютные и относительные методы. Выбор метода анализа. Способы повышения чувствительности и избирательности методов.
3. Аналитический сигнал. Способы выражения зависимости аналитический сигнал-содержание. Соотношение аналитический сигнал/шум. Контрольный опыт.
4. Способы определения концентрации веществ. Правильность и воспроизводимость. Классификация погрешностей. Статистическая обработка результатов измерений.
5. Закон нормального распределения. t-Распределение. Сравнение дисперсий и средних двух методов анализа.
6. Основные типы химических реакций, используемых в аналитической химии. Химическое равновесие в гомогенных и гетерогенных системах.
7. Термодинамическая, концентрационная и условная константы равновесия.
8. Скорость химических реакций, используемых в аналитической химии. Факторы, влияющие на скорость реакции.
9. Индуцированные цепные и сопряженные реакции окисления-восстановления, их роль в химическом анализе.
10. Протолитическая теория кислот и оснований. Равновесие в системе: кислота - сопряженное основание - растворитель. Константы кислотности, основности, автопротолиза. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителя.
11. Типы и свойства комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Количественная характеристика реакций

комплексобразования: константа устойчивости. Ступенчатое комплексобразование. Использование комплексных соединений для разделения, концентрирования, маскирования, обнаружения, определения элементов.

12. Органические реагенты в химическом анализе. Функционально-аналитические и аналитико-активные группы. Влияние строения молекулы на свойства реагента. Применение органических реагентов в анализе.

13. Окислительно-восстановительные реакции в аналитической химии. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы, и их потенциалы. Уравнение Нернста. Стандартный и реальный окислительно-восстановительные потенциалы. Направление окислительно-восстановительных реакций.

14. Реакции осаждения в аналитической химии. Константы равновесия реакций осаждения. Растворимость осадков. Факторы, влияющие на растворимость. Образование осадков.

15. Кристаллические и аморфные осадки, условия осаждения. Причины загрязнения осадков: совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение. Виды соосаждения. Приемы, способствующие получению чистых осадков. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Примеры практического применения.

16. Основы экстракции как метода разделения и концентрирования. Константа распределения, коэффициент распределения. Константа экстракции. Фактор разделения. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Практическое применение экстракции.

17. Титриметрические методы. Способы установления конечной точки титрования.

18. Кислотно-основное титрование. Кривые титрования. Кислотно-основные индикаторы. Погрешности метода кислотно-основного титрования. Титрование смесей кислот и оснований.

19. Комплексонометрическое титрование. Преимущества аминополикарбоновых кислот перед другими органическими титрантами. Металлохромные индикаторы, требования к ним.
20. Способы титрования (прямой, обратный, вытеснительный, косвенный). Практическое применение комплексонометрического титрования (определение ионов кальция, магния, железа).
21. Окислительно-восстановительное титрование. Факторы, влияющие на величину скачка потенциала, способы обнаружения конечной точки титрования.
22. Перманганатометрическое, бихроматометрическое, иодометрическое титрование. Первичные и вторичные стандарты. Индикаторы. Примеры практического применения.
23. Хроматографические методы. Принципы и классификация. Хроматограммы и способы их получения. Основные теоретические положения и характеристики методов.
24. Жидкостная хроматография. Требования к стационарным и подвижным фазам.
25. Ионная хроматография. Примеры практического применения.
26. Газовая хроматография. Требования к стационарным и подвижным фазам. Примеры практического применения.
27. Кинетические методы. Принцип методов. Индикаторные реакции.
28. Метрологические характеристики некаталитических и каталитических методов.
29. Потенциометрия. Равновесный потенциал. Способы измерения потенциала. Прямая потенциометрия. Индикаторные электроды.
30. Классификация ионоселективных электродов. Характеристики ионоселективных электродов: электродная функция, коэффициент селективности, время отклика. Практическое применение ионометрии.

31. Потенциометрическое титрование. Общая характеристика метода. Способы нахождения конечной точки титрования. Индикаторные электроды в кислотно-основном и окислительно-восстановительном титровании.
32. Теоретические основы кулонометрии. Законы Фарадея. Прямая кулонометрия. Условия потенциометрических измерений: достижение 100%-ного выхода по току; измерение количества электричества; определение конца электрохимической реакции.
33. Кулонометрическое титрование. Примеры определения электроактивных и электронеактивных веществ. Электрогенерированные кулонометрические титранты.
34. Вольтамперометрия. Основы метода. Особенности электрохимической ячейки. Теоретические основы классической полярографии. Характеристики полярограммы. Потенциал полуволны. Диффузионный ток. Уравнение Ильковича. Практическое применение полярографии.
35. Качественный анализ. Полярографический спектр. Количественный анализ.
36. Современные разновидности полярографии. Способы улучшения соотношения фарадеевский/емкостный ток. Возможности и ограничения осциллографической, импульсной и переменноточковой полярографии.
37. Суть метода инверсионной вольтамперометрии.
38. Атомные спектры. Важнейшие характеристики спектральных линий (положение, интенсивность, ширина). Взаимосвязь основных характеристик спектральных линий с природой и количеством вещества (качественный и количественный анализ).
39. Атомно-эмиссионный метод. Источники возбуждения и атомизации. Физико-химические процессы в плазме.
40. Качественный и количественный Атомно-эмиссионный анализ. Области применения, метрологические характеристики методов.

41. Атомно-абсорбционный метод. Основные принципы. Использование пламени для атомизации вещества. Физико-химические процессы в пламенах.
42. Непламенные методы атомизации. Селективность и чувствительность метода. Примеры практического применения.
43. Спектрофотометрический метод. Основной закон поглощения электромагнитного излучения. Молярный коэффициент поглощения. Чувствительность и селективность метода. Выбор оптимальных условий проведения фотометрических реакций. Интервал определяемых оптических плотностей.
44. Основные закономерности молекулярной люминесценции. Закон Вавилова. Закон Стокса-Ломмеля. Правило зеркальной симметрии спектров поглощения и люминесценции (правило Левшина). Тушение люминесценции.
45. Классификация люминесценции. Чувствительность и селективность метода. Примеры практического применения.

