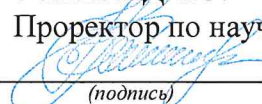


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный экономический университет»
(УрГЭУ)

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе

В.Е. Ковалев
(подпись)

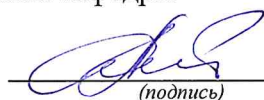
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Специальная дисциплина (1.4.2 Аналитическая химия)

Научная специальность
1.4.2 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Форма обучения:
Очная

Автор программы: Стожко Наталия Юрьевна, д-р хим. наук, профессор,
заведующий кафедрой физики и химии

Одобрена на заседании кафедры
физики и химии
Зав. кафедрой


(подпись)

Стожко Н.Ю.
(И.О. Фамилия)

Протокол № 4
23.11.2022
(дата)

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Силин Яков Петрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 03.05.2023 13:54:28
Уникальный программный ключ:
24f866be2aca16484036a8cbb3c509a9531e605f

Екатеринбург – 2023

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения специальной дисциплины (1.4.2 Аналитическая химия) является формирование умений самостоятельного научного аналитического мышления, основанного на глубоком усвоении научных и методологических основ аналитической химии, навыков самостоятельной научно-исследовательской деятельности в выбранном направлении, а также приобретение навыков современных методов исследования и практического опыта применения накопленных знаний для анализа и обоснованного решения поставленных задач.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- приобретение знаний, необходимых для решения задач, связанных с аналитической химией, и направленных на инновационную деятельность в соответствующей области аналитической химии, химического анализа, в смежных областях науки и высшего образования;
- создание новых методов анализа веществ и материалов, приобретение навыков работы с аппаратурой, выполненной на базе микропроцессорной техники и персональных компьютеров и решение на этой базе практических задач создания современных методов анализа.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Специальная дисциплина (1.4.2 Аналитическая химия) включена в блок образовательного компонента учебного плана по научной специальности 1.4.2 Аналитическая химия и изучается в 5 и 6 семестрах.

Результатом освоения дисциплины является выполнение всех контрольно-обучающих мероприятий и сдача кандидатского экзамена.

3 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ АСПИРАНТОВ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ

3.1 При освоении программы по специальной дисциплине (1.4.2 Аналитическая химия) используются следующие образовательные технологии:

- лекции;
- практические занятия (семинар, групповая дискуссия, круглый стол);
- анализ литературных источников, аннотирование статей;
- самостоятельная работа аспирантов (проведение научных исследований и представление результатов в виде статьи/публикации, подготовка к научным мероприятиям и практическим занятиям, подготовка к текущему контролю знаний, зачету, экзамену);
- консультирование аспирантов по учебным вопросам в рамках дисциплины.

3.2 Общая трудоемкость дисциплины составляет: 5 зачетных единиц (180 часов), в том числе: лекции – 12 часов, практические занятия – 24 часа, самостоятельная работа аспиранта, включая подготовку к зачету и экзамену, – 144 часа. В условиях формирования малокомплектных групп (до 5 аспирантов в группе) при общей трудоемкости 5 зачетных единиц: лекции – 6 часов, практические занятия 12 часов, самостоятельная работа аспиранта на подготовку к сдаче кандидатского экзамена составит 162 часа.

График изучения дисциплины

Вид учебной работы	Часы								
	Всего, час	год/семестр							
		1 год		2 год		3 год		4 год	
		1	2	3	4	5	6	7	8
Общая трудоемкость дисциплины	180								
<i>Аудиторные занятия</i>									
Лекции (Л)	12/6*					4/2*	8/4*		
Практические занятия (ПЗ)	24/12*					12/6*	12/6*		

Самостоятельная работа, включая подготовку к зачету и экзамену	144/162*					88	128		
Форма аттестации						Зач.	Экз.		

* При малокомплектных группах

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

4.1. Тематический план изучения дисциплины

№п/п	Тема, раздел	Контактная работа обучающихся с преподавателем (час)		Самостоятельная работа (час.)	Наименование оценочного средства
		Лекция	Практическое или лабораторное занятие		
5 семестр					
Раздел 1. Методы химического анализа					
1.1	Теоретические основы химического анализа.	1	2	8	Оценка отчета по лабораторному занятию
1.2	Гравиметрические методы	1	2	8	
1.3	Титриметрические методы	1	2	8	
1.4	Хроматографические методы	1	2	8	
1.5	Электрохимические методы	1	2	8	
1.6	Физические методы	1	2	10	
1.7	Кинетические и биохимические методы	1	2	10	
	Зачет			9	Оценка реферата
6 семестр					
Раздел 2. Метрологические основы химического анализа					
2.1	Погрешности измерений, основные метрологические характеристики.	2	6	33	Оценка отчета по метрологической обработке результатов анализа
Раздел 3. Анализ конкретных объектов					
3.1	Аналитический цикл и стадии анализа. Пробоотбор и пробоподготовка.	2	2	12	Оценка отчета по лабораторному занятию
3.2	Анализ геологических, биологических, фармацевтических объектов, пищевых продуктов, объектов окружающей среды	1	2	12	
5	Кандидатский экзамен			18	Вопросы к экзамену
	Итого:	12	24	144	

4.2. Содержание учебной дисциплины

Раздел 1. Методы анализа

Тема 1. Теоретические основы химического анализа

Использование законов термодинамики и кинетики для описания и управления реальными гомогенными и гетерогенными системами.

Количественные характеристики равновесий: термодинамическая и концентрационные константы, стандартный и формальный потенциалы, степень образования (мольная доля) компонента. Расчет активностей и равновесных концентраций компонентов. Буферные системы.

Кислотно-основное равновесие. Развитие представлений о кислотах и основаниях. Использование протолитической теории для описания равновесий. Влияние свойств растворителей; их классификация. Константы кислотности и основности. Функция Гаммета. Буферные растворы.

Комплексообразование. Типы комплексных соединений, используемых в химическом анализе. Ступенчатое комплексообразование. Константы устойчивости. Методы определения состава комплексных соединений и расчета констант устойчивости. Кинетика реакций комплексообразования. Инертные и лабильные комплексы. Примеры использования комплексов.

Окислительно-восстановительное равновесие. Обратимые и необратимые реакции. Уравнение Нернста. Смешанный потенциал. Методы измерения потенциалов. Константы равновесия. Механизм окислительно-восстановительных реакций. Каталитические, автокаталитические, сопряженные и индуцированные окислительно-восстановительные реакции. Примеры аналитического использования.

Процессы осаждения-растворения. Равновесия в системе жидкость – твердая фаза. Константы равновесия; растворимость. Механизм образования и свойства кристаллических и аморфных осадков. Коллоидные системы. Загрязнения и условия получения чистых осадков.

Органические реагенты в химическом анализе. Функционально-аналитические группы. Влияние структуры органических реагентов на их свойства. Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с ионами металлов.

Тема 2. Гравиметрические методы

Сущность, значение, достоинства и ограничения прямых и косвенных гравиметрических методов. Требования, предъявляемые к осадкам. Важнейшие неорганические и органические осадители. Аналитические весы.

Тема 3. Титриметрические методы

Сущность и классификация. Виды титрования (прямое, обратное, косвенное). Кривые титрования. Точка эквивалентности, конечная точка титрования.

Кислотно-основное титрование в водных и неводных средах. Первичные стандартные растворы. Кривые титрования для одно- и многоосновных систем. Индикаторы.

Окислительно-восстановительное титрование. Первичные и вторичные стандартные растворы. Кривые титрования. Индикаторы. Предварительное окисление и восстановление определяемых соединений. Краткая характеристика различных методов.

Комплексометрическое титрование. Сущность. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексонометрии. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Практическое использование.

Осадительное титрование. Сущность. Кривые титрования. Методы индикации конечной точки титрования. Индикаторы.

Тема 4. Хроматографические методы

Теоретические основы. Основные понятия. Теория равновесной хроматографии. Уравнение Ван-Деемтера. Общие подходы к оптимизации процесса хроматографического разделения веществ. Способы осуществления хроматографического процесса. Особенности капиллярных колонок. Способы элюирования веществ. Детекторы. Классификация хроматографических методов.

Газовая хроматография. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) хроматография

Сущность метода. Изотермы адсорбции. Требования к газам-носителям и адсорбентам. Примеры используемых адсорбентов. Химическое и адсорбционное модифицирование поверхности адсорбента. Влияние температуры на удерживание и разделение. Газовая хроматография с программированным подъемом температуры. Детекторы. Примеры применения.

Газо-жидкостная хроматография. Принцип метода. Объекты исследования. Требования к носителям и неподвижным жидким фазам. Влияние природы жидкой фазы и разделяемых веществ на эффективность разделения.

Высокоэффективная капиллярная газовая хроматография. Сущность метода. Реакционная газовая хроматография. Применение для идентификации веществ, для анализа сложных смесей, объектов окружающей среды.

Сверхкритическая флюидная хроматография. Сущность, особенности, применение.

Жидкостная хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография

Сущность метода. Требования к адсорбентам и подвижной фазе. Влияние природы и состава элюента на эффективность разделения. Разновидности метода в зависимости от полярности неподвижной фазы: нормально-фазовый и обращенно-фазовый варианты. Выбор условий разделения. Детекторы. Применение для анализа сложных смесей.

Ионообменная хроматография. Неорганические и органические ионообменники и их свойства. Комплексообразующие ионообменники. Кинетика и селективность ионного обмена. Влияние природы и состава элюента на селективность разделения веществ. Примеры применения.

Ионная хроматография. Особенности метода. Двухколоночный и одноколоночный варианты метода. Сорбенты. Детекторы. Примеры применения.

Ион-парная хроматография. Принцип метода. Роль неподвижной фазы и вводимого в элюент противоиона. Области применения.

Эксклюзионная хроматография. Особенности механизма удерживания молекул. Характеристики сорбентов и подвижных фаз. Возможности и примеры применения. Гель-хроматография. Области применения.

Аффинная хроматография. Специфика метода, применяемые адсорбенты. Условия проведения процесса разделения. Области применения.

Тонкослойная хроматография. Сущность метода и области применения.

Тема 5. Электрохимические методы

Основные процессы, протекающие на электродах в электрохимической ячейке. Кинетика электрохимических процессов. Поляризационная кривая. Классификация методов.

Потенциометрия. Равновесные электрохимические системы и их характеристики. Ионметрия: возможности метода и ограничения. Типы ионселективных электродов и их характеристики. Полевые транзисторы. Потенциометрическое титрование с неполяризованными и поляризованными электродами.

Кулонометрия. Прямая потенциостатическая и гальваностатическая кулонометрия. Кулонометрическое титрование, его возможности и преимущества.

Вольтамперометрия. Характеристики вольтамперограмм, используемые для изучения и определения органических и неорганических соединений. Метрологические характеристики различных вариантов полярографии, возможности и ограничения методов. Инверсионная вольтамперометрия и ее применение в анализе. Прямые и косвенные вольтамперометрические методы.

Кондуктометрия. Прямая низкочастотная кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Использование кондуктометрических датчиков в хроматографии и других методах анализа.

Тема 6. Физические методы

Взаимодействие вещества с электромагнитным излучением, потоками частиц, магнитным полем.

Методы атомной оптической спектроскопии. Теоретические основы

Атомные спектры эмиссии, поглощения и флуоресценции. Резонансное поглощение. Самопоглощение, ионизация. Аналитические линии. Зависимость аналитического сигнала от концентрации.

Атомно-эмиссионная спектроскопия. Возбуждение проб в пламени, в дуговом и искровом разрядах. Индуктивно связанная плазма. Регистрация спектра. Идентификация и определение элементов по эмиссионным спектрам. Физические и химические помехи. Внутренний стандарт. Подавление мешающих влияний матрицы и сопутствующих элементов. Примеры использования.

Атомно-абсорбционная спектрометрия. Сущность метода. Источники излучения. Пламенная атомизация. Характеристики пламен и их выбор. Электротермическая атомизация. Типы электротермических атомизаторов. Способы подготовки пробы. Помехи: химические и физические. Коррекция помех. Чувствительность и избирательность. Примеры использования.

Атомно-флуоресцентная спектроскопия. Принцип метода. Способы возбуждения атомов (УФ излучение, лазер). Взаимное влияние элементов и устранение этих влияний. Практическое применение.

Методы рентгеновской и электронной спектроскопии. Методы рентгеноспектрального анализа (РСА)

Классификация эмиссионных методов РСА. Закон Мозли. Качественный и количественный анализ. Матричные эффекты. Типы рентгеновских спектрометров. Сравнительная характеристика методов. Практическое применение.

Абсорбционный рентгеноспектральный анализ. Принцип метода, применение.

Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Оже-электронная спектроскопия. Основы методов. Практическое применение.

Методы молекулярной оптической спектроскопии. Теоретические основы

Молекулярные спектры поглощения, испускания. Основные законы светопоглощения и испускания. Рассеяние света. Поляризация и оптическая активность. Способы измерения аналитического сигнала.

Спектрофотометрия. Способы определения концентрации веществ. Анализ многокомпонентных систем. Спектроскопия отражения. Достоинства и ограничения методов. Практическое применение.

Люминесцентные методы. Виды люминесценции. Основные закономерности молекулярной люминесценции. Качественный и количественный анализ.

ИК- и рамановская (комбинационного рассеяния) спектроскопия. Колебательные и вращательные спектры. Качественный и количественный анализ. Особенности анализа проб в различном агрегатном состоянии.

Нефелометрия и турбидиметрия. Фотоакустическая спектроскопия. Поляриметрия. Принципы методов и области применения.

Методы масс-спектрометрии

Способы масс-спектрального анализа, регистрация и интерпретация спектров. Качественный и количественный анализ. Метод изотопного разбавления. Хромато-масс-спектрометрия.

Резонансные спектроскопические методы

Магнитно-дипольные переходы. Спин-решеточная и спин-спиновая релаксация. ЯМР-спектроскопия; применение для идентификации соединений. ЭПР-спектроскопия. Применение в анализе.

Ядерно-физические и радиохимические методы

Элементарные частицы. Основные виды радиоактивного распада и ядерных излучений.

Активационный анализ. Нейтронно-активационный анализ. Активация заряженными частицами. Гамма-активационный анализ. Метрологические характеристики. Практическое применение.

Радиохимические методы: методы радиоактивных индикаторов и изотопного разбавления. Общая характеристика и применение.

Методы локального анализа и анализа поверхности

Классификация; физические основы. Достоинства и области применения. Особенности пробоотбора и пробоподготовки. Примеры использования.

Тема 7. Кинетические и биохимические методы

Сущность кинетических методов. Дифференциальный и интегральный варианты. Каталитический и некаталитический варианты. Методы определения концентрации индикаторных веществ. Чувствительность, избирательность и точность, области применения.

Сущность биохимических методов. Ферментативные индикаторные реакции. Химическая природа и структура ферментов. Имобилизованные ферменты. Биосенсоры и ферментные электроды. Сущность иммунных методов. Методы регистрации аналитического сигнала в биохимических и иммунных методах. Чувствительность, избирательность и точность методов. Области применения.

Раздел 2. Метрологические основы химического анализа

Тема.1. Погрешности, основные метрологические характеристики

Аналитический сигнал. Результат анализа как случайная величина. Погрешности, способы их классификации, основные источники погрешностей.

Систематические погрешности в химическом анализе. Правильность и способы проверки правильности. Законы сложения погрешностей. Релятивизация, контрольный опыт. Рандомизация.

Случайные погрешности в химическом анализе. Генеральная и выборочная совокупности результатов химического анализа. Закон нормального распределения результатов анализа, его проверка. Распределение Пуассона. Статистика малых выборок. Воспроизводимость. Статистические критерии: математическое ожидание (генеральное среднее) и генеральная дисперсия случайной величины, выборочное среднее, дисперсия, стандартное отклонение, доверительная вероятность и доверительный интервал. Сравнение двух (критерий Фишера) и нескольких (критерии Бартлера, Кокрена) дисперсий. Сравнение двух (критерий Стьюдента) и нескольких (критерий Фишера) средних результатов химического анализа.

Чувствительность. Коэффициент чувствительности. Предел обнаружения, нижняя граница определяемых содержаний, их статистическая оценка. Погрешности отдельных стадий анализа и конечного результата. Применение дисперсионного анализа для оценки погрешностей отдельных стадий и операций химического анализа. Проверка значимости выборочного коэффициента корреляции. Использование корреляционного анализа для проверки независимости двух аналитических методик.

Применение регрессионного анализа для построения градуировочных зависимостей. Нахождение содержания вещества по градуировочной зависимости, статистическая оценка результата. Математическое планирование и оптимизация аналитического эксперимента с использованием дисперсионного и многомерного регрессионного анализа. Стандартные образцы. Аттестация и стандартизация методик. Аккредитация аналитических лабораторий.

Раздел 3. Анализ конкретных объектов

Тема 1. Аналитический цикл. Пробоотбор и пробоподготовка

Аналитический цикл и стадии анализа. Выбор метода и схемы анализа, отбор пробы, подготовка пробы (разложение, разделение, концентрирование и другие операции), получение аналитической формы, измерение аналитического сигнала, обработка результатов измерений.

Пробоотбор и пробоподготовка. Представительность пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава; средних проб твердых, жидких и газообразных веществ; токсичных и радиоактивных проб. Основные операции перевода пробы в форму, удобную для анализа.

Тема 2. Анализ геологических, биологических, медицинских объектов и объектов окружающей среды

Анализ силикатов, карбонатов, железных и полиметаллических руд. *Металлы, сплавы и продукты металлургической промышленности* (анализ черных, цветных, редких, благородных

металлов и их сплавов). *Материалы атомной промышленности* (определение тория, урана, плутония, трансплутониевых элементов и осколков деления. *Неорганические соединения*. Анализ минеральных удобрений, неорганических веществ высокой чистоты. *Органические вещества* (природные и синтетические, элементоорганические, полимеры, продукты нефтепереработки, белки, жиры, углеводы; пестициды). Элементный анализ органических веществ.

Химические и физические методы функционального анализа. Молекулярный анализ органических объектов. Анализ высокомолекулярных веществ, органических материалов.

Биологические и медицинские объекты. Санитарно-гигиенический контроль. Клинический анализ. *Пищевые продукты*. Определение основных компонентов и примесей.

Объекты окружающей среды. Основные источники загрязнений и основные загрязнители; методы их определения. Определение суммарных показателей (ХПК, БПК и др.). Тест-методы.

Специальные объекты: токсичные и радиоактивные, взрывчатые и легковоспламеняющиеся вещества, газы, космические и археологические объекты.

4.3 Планы семинарских занятий (лабораторных работ)

Раздел 1. Методы химического анализа

Тема 3. Титриметрические методы анализа

Форма проведения – лабораторные работы, на которых обучающиеся отрабатывают навыки титрования и проведения расчетов.

Основные вопросы:

1. Метод кислотно-основного титрования. Определение кислотности растворов.
2. Окислительно-восстановительное титрование. Определение содержания железа (II) в растворе перманганатометрическим методом

Литература

1. Основы аналитической химии: в 2 томах. / Под ред. Ю.А. Золотова. 6-е изд., М.: ИЦ Академия, 2014. 400с.

2. Основы аналитической химии. Практическое руководство / Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш. шк., 2003.

3. *Коренман, Я.И.* Практикум по аналитической химии: в 4 кн. / Я.И. Коренман. М.: КолосС, 2007. Кн. 1. Титриметрические методы анализа.

Тема 5. Электрохимические методы анализа

Форма проведения – лабораторные работы, на которых обучающиеся отрабатывают навыки экспериментальной работы и проведения расчетов.

Основные вопросы:

1. Метод кондуктометрии для определения содержания органических кислот в продуктах питания
2. Метод потенциометрического титрования для определения содержания гидрокарбонат- и карбонат-ионов (щелочности) в минеральной воде
3. Метод потенциометрии в оценке антиоксидантной активности безалкогольных напитков (чаев, фруктовых соков, ягодных морсов) и экстрактов растений
4. Метод инверсионной вольтамперометрии с использованием модифицированных электродов для определения содержания меди (II), свинца(II), кадмия(II) и цинка(II) в водах (водопроводной, речной, сточной).
5. Амперометрическое определение оксидантов в водопроводной воде.

Литература

1. Основы аналитической химии: в 2 томах. / Под ред. Ю.А. Золотова. 6-е изд., М.: изд. ИЦ Академия, 2014. 400с.

2. *Хенце Г.* Поляррография и вольтамперометрия. Теоретические основы и аналитическая практика. М.: изд Бином. Лаборатория знания, 2013. 284 с.
3. *Будников Г.К., Евтюгин Г.А., Майстренко В.Н.* Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине. М.: изд. Бином. Лаборатория знаний. 2010. 416.
4. Электроаналитические методы / Под ред. Ф.Шольц. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2006. 326 с.
5. *Будников Г.К., Майстренко В.Н., Вяселев М.Р.* Основы современного электроанализа. М. Мир. 2003. 592 с.
6. *Brainina Kh., Neiman E.* Electroanalytical Stripping Methods. J.Willey & Sons, USA, 1993.
7. *Харитонов Ю.Я., Джабаров Д.Н., Григорьева В.Ю.* Аналитическая химия. Количественный анализ. Физико-химические методы анализа. Практикум. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. 368 с.

Тема 6. Физические (оптические) методы

Форма проведения – лабораторная работа, на которой обучающиеся отрабатывают навыки экспериментальной работы и проведения расчетов.

Основные вопросы:

1. Спектрофотометрическое исследование красного и фиолетового зольей золота.

Литература

1. Основы аналитической химии: в 2 томах. / Под ред. Ю.А. Золотова. 6-е изд., М.: изд. ИЦ Академия, 2014. 400с.
2. *Харитонов Ю.Я., Джабаров Д.Н., Григорьева В.Ю.* Аналитическая химия. Количественный анализ. Физико-химические методы анализа. Практикум. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. 368 с.
3. *Александрова Э.А., Гайдукова Н.Г.* Аналитическая химия. Теоретические основы и лабораторный практикум. М.: изд. Бином. Лаборатория знаний. 2011, 549 с.
4. *Марченко З., Бальцежак М.* Методы спектрофотометрии в УФ и видимой областях в неорганическом анализе М.: изд. Бином. Лаборатория знаний. 2014. 711

Раздел 2. Метрологические основы химического анализа

Тема 1. Погрешности измерений, основные метрологические характеристики

Форма проведения – практическое занятие, на котором обучающиеся отрабатывают навыки статистической обработки результатов анализа.

Основные вопросы:

1. Статистическая оценка результата анализа. Воспроизводимость. Чувствительность. Коэффициент чувствительности. Предел обнаружения.

Литература

1. Основы аналитической химии: в 2 томах. / Под ред. Ю.А. Золотова. 6-е изд., М.: изд. ИЦ Академия, 2014. 400с.
2. Дворкин В.И. Метрология и обеспечение качества количественного химического анализа. М.: Химия. 2001. 263 с.
3. *Харитонов Ю.Я., Григорьева В.Ю.* Примеры и задачи по аналитической химии. М.: изд. Бином. Лаборатория знаний. 2009 304 с.
4. *Дерффель К.* Статистика в аналитической химии. М.: Мир. 1994. 268 с.

Раздел 3. Анализ конкретных объектов

Тема 1. Аналитический цикл и стадии анализа. Пробоотбор и пробоподготовка

Форма проведения – лабораторная работа, на которой обучающиеся отрабатывают навыки экспериментальной работы и проведения расчетов.

Основные вопросы:

1. Анализ природной воды на содержание тяжелых металлов (свинца и меди) методом инверсионной вольтамперометрии с использованием разных способов прободготовки (без прободготовки, подкисление, химическое озоление).

Литература

1. Основы аналитической химии: в 2 томах. / Под ред. Ю.А. Золотова. 6-е изд., М.: изд. ИЦ Академия, 2014. 400с.
2. Другов Ю.С., Родин А.А. Прободготовка в экологическом анализе. Практическое руководство. М.: изд. Бином. Лаборатория знаний. 2013. 855 с.
3. Карпов Ю.А., Савостин А.П. Методы прободбора и прободготовки. 2009. 248 с.

Тема 2. Анализ геологических, биологических, фармацевтических объектов, пищевых продуктов, объектов окружающей среды

Форма проведения – лабораторная работа, на которой обучающиеся отрабатывают навыки экспериментальной работы и проведения расчетов.

Основные вопросы:

1. Оценка антиоксидантной активности биологических жидкостей (кровь, сыворотка) и тканей (кожа) потенциометрическим методом с медиаторной системой.
2. Вольтамперометрическое определение нитрит-ионов в соках некоторых овощей.

Литература

1. Основы аналитической химии: в 2 томах. / Под ред. Ю.А. Золотова. 6-е изд., М.: изд. ИЦ Академия, 2014. 400с.
2. *Хенце Г.* Полярграфия и вольтамперометрия. Теоретические основы и аналитическая практика. М.: изд Бином. Лаборатория знания, 2013. 284 с.
3. *Будников Г.К., Евтюгин Г.А., Майстренко В.Н.* Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине. М.: изд. Бином. Лаборатория знаний. 2010. 416.
4. Электроаналитические методы / Под ред. Ф.Шольц. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2006. 326 с.
5. *Будников Г.К., Майстренко В.Н., Вяселев М.Р.* Основы современного электроанализа. М. Мир. 2003. 592 с.
6. *Brainina Kh., Neiman E.* Electroanalytical Stripping Methods. J.Willey & Sons, USA, 1993.
7. *Брайнина Х.З., Нейман Е.Я., Слепушкин В.В.* Инверсионные электроаналитические методы. М.: Химия. 1988. 240 с.

5 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ

5.1 Самостоятельная работа, наряду с лекционным курсом и практическими занятиями, является неотъемлемой частью изучения дисциплины.

5.2 Содержание самостоятельной работы аспирантов:

Тема	Форма самостоятельной работы	Форма контроля	Ссылка на методические материалы
1. Теоретические основы химического анализа.	1) предварительная подготовка к аудиторным занятиям, предполагающая изучение учебной программы и выделение наиболее значимых вопросов; 2) изучение и анализ лекционного материала; 3) поиск дополнительных источников и материала, расширяющие знания по	собеседование	Золотов, Ю. А. Введение в аналитическую химию/ Ю. А. Золотов. - Москва: Лаборатория знаний, 2016. Золотов Ю. А. Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов, обучающихся по химическим направлениям: в 2 т. Структура вещества: учеб. пособие / В. М. Камышов, Е. Г. Мирошникова, В. П. Татауров Учение о растворах: учеб. пособие / В. М. Камышов, Е. Г. Мирошникова ; М-во образования и науки Рос.

	данной теме		Федерации, Урал. гос. экон. ун-т. — 2-е изд., испр. и доп. — Екатеринбург : Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2016. — 195 с. Физ. Хим. Борщевский/ Зарубин
2. Гравиметрические методы	1) предварительная подготовка к аудиторным занятиям, предполагающая изучение учебной программы и выделение наиболее значимых вопросов; 2) изучение и анализ лекционного материала; 3) поиск дополнительных источников и материала, расширяющие знания по данной теме	собеседование	Золотов, Ю. А. Введение в аналитическую химию/ Ю. А. Золотов. - Москва: Лаборатория знаний, 2016. Золотов Ю. А. Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов, обучающихся по химическим направлениям: в 2 т. Учение о растворах: учеб. пособие / В. М. Камышов, Е. Г. Мирошникова ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. гос. экон. ун-т. — 2-е изд., испр. и доп. — Екатеринбург : Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2016. — 195 с. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учеб. пособие / [авт.-сост.: Е. Г. Мирошникова, А. В. Чернышева, Г. М. Бельшева, Н. Ю. Стожко
3. Титриметрические методы	1) предварительная подготовка к аудиторным занятиям, предполагающая изучение учебной программы и выделение наиболее значимых вопросов; 2) изучение и анализ лекционного материала; 3) поиск дополнительных источников и материала, расширяющие знания по данной теме; 4) подготовка к лабораторным работам	собеседование	Золотов, Ю. А. Введение в аналитическую химию/ Ю. А. Золотов. - Москва: Лаборатория знаний, 2016. Золотов Ю. А. Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов, обучающихся по химическим направлениям: в 2 т. Учение о растворах: учеб. пособие / В. М. Камышов, Е. Г. Мирошникова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. гос. экон. ун-т. — 2-е изд., испр. и доп. — Екатеринбург : Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2016. — 195 с. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учеб. пособие / [авт.-сост. : Е. Г. Мирошникова, А. В. Чернышева, Г. М. Бельшева, Н. Ю. Стожко
4. Хроматографические методы	1) предварительная подготовка к аудиторным занятиям, предполагающая изучение учебной программы и выделение наиболее значимых вопросов; 2) изучение и анализ лекционного материала; 3) поиск	собеседование	Золотов, Ю. А. Введение в аналитическую химию/ Ю. А. Золотов. - Москва: Лаборатория знаний, 2016. Золотов Ю. А. Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов, обучающихся по химическим направлениям: в 2 т. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учеб. пособие / [авт.-сост.: Е. Г.

	дополнительных источников и материала, расширяющие знания по данной теме		Мирошникова, А. В. Чернышева, Г. М. Бельшева, Н. Ю. Стожко Никитина, Н. Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учебник и практикум для академического бакалавриата: для студентов вузов, обучающихся по естественнонаучным направлениям / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина ; под ред. Н. Г. Никитиной. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2017. - 394
5. Электрохимические методы	1) предварительная подготовка к аудиторным занятиям, предполагающая изучение учебной программы и выделение наиболее значимых вопросов; 2) изучение и анализ лекционного материала; 3) поиск дополнительных источников и материала, расширяющие знания по данной теме; 4) подготовка к лабораторным работам	собеседование	Золотов, Ю. А. Введение в аналитическую химию/ Ю. А. Золотов. - Москва: Лаборатория знаний, 2016. Золотов Ю. А. Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов, обучающихся по химическим направлениям: в 2 т. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учеб. пособие / [авт.-сост. : Е. Г. Мирошникова, А. В. Чернышева, Г. М. Бельшева, Н. Ю. Стожко Зарубин, Д. П. Физическая химия / Д. П. Зарубин. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 474 с Никитина, Н. Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учебник и практикум для академического бакалавриата: для студентов вузов, обучающихся по естественнонаучным направлениям / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина ; под ред. Н. Г. Никитиной. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2017. - 394
6. Физические методы	1) предварительная подготовка к аудиторным занятиям, предполагающая изучение учебной программы и выделение наиболее значимых вопросов; 2) изучение и анализ лекционного материала; 3) поиск дополнительных источников и материала, расширяющие знания по данной теме; 4) подготовка к лабораторной работе	собеседование	Золотов, Ю. А. Введение в аналитическую химию/ Ю. А. Золотов. - Москва: Лаборатория знаний, 2016. Золотов Ю. А. Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов, обучающихся по химическим направлениям: в 2 т. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учеб. пособие / [авт.-сост. : Е. Г. Мирошникова, А. В. Чернышева, Г. М. Бельшева, Н. Ю. Стожко Зарубин, Д. П. Физическая химия / Д. П. Зарубин. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 474 с Никитина, Н. Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учебник и практикум для

			академического бакалавриата: для студентов вузов, обучающихся по естественнонаучным направлениям / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина ; под ред. Н. Г. Никитиной. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2017. - 394
7. Кинетические и биохимические методы	1) предварительная подготовка к аудиторным занятиям, предполагающая изучение учебной программы и выделение наиболее значимых вопросов; 2) изучение и анализ лекционного материала; 3) поиск дополнительных источников и материала, расширяющие знания по данной теме	собеседование	Золотов, Ю. А. Введение в аналитическую химию/ Ю. А. Золотов. - Москва: Лаборатория знаний, 2016. Золотов Ю. А. Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов, обучающихся по химическим направлениям: в 2 т. Никитина, Н. Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учебник и практикум для академического бакалавриата: для студентов вузов, обучающихся по естественнонаучным направлениям / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина; под ред. Н. Г. Никитиной. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2017. - 394
8. Аналитический цикл и стадии анализа. Пробоотбор и пробоподготовка.	1) предварительная подготовка к аудиторным занятиям, предполагающая изучение учебной программы и выделение наиболее значимых вопросов; 2) изучение и анализ лекционного материала; 3) поиск дополнительных источников и материала, расширяющие знания по данной теме; 4) подготовка к лабораторной работе	собеседование	Золотов, Ю. А. Введение в аналитическую химию/ Ю. А. Золотов. - Москва: Лаборатория знаний, 2016. Золотов Ю. А. Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов, обучающихся по химическим направлениям: в 2 т.
9. Анализ геологических, биологических, фармацевтических объектов, пищевых продуктов, объектов окружающей среды	1) предварительная подготовка к аудиторным занятиям, предполагающая изучение учебной программы и выделение наиболее значимых вопросов; 2) изучение и анализ лекционного материала; 3) поиск дополнительных источников и материала, расширяющие знания по данной теме;	собеседование	Золотов, Ю. А. Введение в аналитическую химию/ Ю. А. Золотов. - Москва: Лаборатория знаний, 2016. Золотов Ю. А. Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов, обучающихся по химическим направлениям: в 2 т.

	4) подготовка к лабораторным работам		
--	--------------------------------------	--	--

5.3 Перечень учебно-методических материалов для самостоятельной работы аспирантов.

Для самостоятельной подготовки к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации аспиранты могут воспользоваться электронной библиотекой университета <http://lib.usue.ru/>, а также могут взять на дом необходимую литературу на абонементе вузовской библиотеки или воспользоваться услугами читального зала.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература

1. Мовчан, Н. И. Аналитическая химия : Учебник / Казанский национальный исследовательский технологический университет. - 1-е изд. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2022. - 394 с. - (ВО - Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009311-6. - Текст. Электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1693697> (дата обращения: 27.01.2022). - Режим доступа: по подписке.
2. Аналитическая химия. Методы идентификации и определения веществ [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Химия" / [М. И. Булатов [и др.] ; под ред. Л. Н. Москвина. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 583 с.
3. Аналитическая химия. Методы разделения веществ и гибридные методы анализа [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Химия" / [А. А. Ганеев, И. Г. Зенкевич, Л. А. Карцова [и др.] ; под ред. Л. Н. Москвина. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 330 с.
4. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» и 18.03.01 «Химическая технология» / Н. И. Мовчан [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2018. - 394 с. <https://new.znanium.com/catalog/product/977577>
5. Золотов, Ю. А. Очерки истории аналитической химии [Текст] : научное издание / Ю. А. Золотов. - Москва : Техносфера, 2018. - 263 с.
6. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Химические методы анализа [Текст] : учебное пособие для студентов вузов по фармацевтическим и химическим специальностям / А. И. Жебентяев, А. К. Жерносек, И. Е. Талуть. - 2-е изд., [стер.]. - Минск : Новое знание, 2017. - 541 с.
7. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Оптические методы анализа [Текст] : учебное пособие / [Г. М. Бельшева [и др.] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. гос. экон. ун-т. - Екатеринбург : [Издательство УрГЭУ], 2016. - 92 с. <http://lib.usue.ru/resource/limit/ump/17/p488066.pdf>
8. Золотов, Ю. А. Введение в аналитическую химию [Текст] : [учебное пособие] / Ю. А. Золотов. - Москва : Лаборатория знаний, 2016. - 263 с.
9. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Электрохимические методы анализа [Текст] : учебное пособие / [Г. М. Бельшева [и др.] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. гос. экон. ун-т. - Екатеринбург : [Издательство УрГЭУ], 2015. - 76 с. <http://lib.usue.ru/resource/limit/ump/15/p485375.pdf>
10. Основы аналитической химии [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по химическим направлениям : в 2 т. / [Н. В. Алов [и др.] ; под ред. Ю. А. Золотова. Т. 2. - Москва : Академия, 2014. - 410 с.
11. Основы аналитической химии [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по химическим направлениям : в 2 т. / [Т. А. Большова [и др.] ; под ред. Ю. А. Золотова. Т. 1. - Москва : Академия, 2014. - 391 с.
12. Баника, Ф. Г. Химические и биологические сенсоры: основы и применения [Текст] : научное издание / Ф.- Г. Баника ; пер. с англ. И. М. Лазера; под ред. В. А. Шубарева; [ред.-конс. А. Дж. Фогг]. - Москва : Техносфера, 2014. - 879 с.

13. Пупышев, А. А. Практический курс атомно-абсорбционного анализа [Текст] : курс лекций / А. А. Пупышев ; Федер. агентство по образованию, Урал. гос. техн. ун-т - УПИ им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. - 2-е изд., [стер.]. - Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2009. - 441 с.

6.2. Дополнительная литература

1. Апарнев, А. И. Аналитическая химия : Учебное пособие для вузов / Апарнев А. И., Лупенко Г. К., Александрова Т. П., Казакова А. А. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 107 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-07837-4. - Текст. Электронный. - URL: <https://urait.ru/bcode/492083> (дата обращения: 27.01.2022). - Режим доступа: по подписке.

2. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / [А. И. Апарнев [и др.]]. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2019. - 107 с. <https://www.biblio-online.ru/bcode/444111>

3. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Текст] : учебное пособие / М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. гос. экон. ун-т ; [авт.-сост.: Е. Г. Мирошникова [и др.]]. - Екатеринбург : [Издательство УрГЭУ], 2014. - 155 с. <http://lib.usue.ru/resource/limit/ump/14/p481979.pdf>

4. Будников, Г. К. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине [Текст] : производственно-практическое издание / Г. К. Будников, Г. А. Евтюгин, В. Н. Майстренко. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 416 с.

5. Микилева, Г. Н. Аналитическая химия. Электрохимические методы анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов всех форм обучения технических вузов / Г. Н. Микилева, Г. Г. Мельченко, Н. В. Юнникова ; [под ред. Г. Н. Микилевой] ; Федер. агентство по образованию, Кемер. технол. ин-т пищевой пром-ти. - 2-е изд., перераб. и доп. - Кемерово : КемТИПП, 2010. - 184 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4590

6. Аналитическая химия [Текст] : учебник для студентов образоват. учреждений сред. проф. образования, обучающихся по группе специальностей 240000 "Хим. и биотехнологии" / [Ю. М. Глубоков [и др.]] ; под ред. А. А. Ищенко. - 5-е изд., стер. - Москва : Академия, 2008. - 317 с.

7. Хенце, Г. Полярография и вольтамперометрия [Текст] : теорет. основы и аналит. практика / Г. Хенце; пер. с нем. А. В. Гармаша и А. И. Каменева; под ред. А. И. Каменева. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 284 с. (2 экз.)

8. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс] : практикум : учебное пособие для студентов всех форм обучения по направлениям подготовки 260200 «Производство продуктов питания из растительного сырья», 260500 «Технология продовольственных продуктов специального назначения и общественного питания» и специальности 080401 «Товароведение и экспертиза товаров» / [В. П. Гуськова [и др.]] ; Федер. агентство по образованию, Кемер. технол. ин-т пищевой пром-ти. - Кемерово : КемТИПП, 2007. - 96 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4591

9. Тикунова, И. В. Практикум по аналитической химии и физико-химическим методам анализа [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов" / И. В. Тикунова, Н. А. Шаповалов, А. И. Артеменко. - Москва : Высшая школа, 2006. - 208 с.

10. Основы аналитической химии [Текст] : практическое руководство: учебное пособие для студентов университетов и вузов, обучающихся по химико-технологическим, сельскохозяйственным, медицинским, фармацевтическим специальностям / [Ю. А. Барбалат [и др.]]; под ред. Ю. А. Золотова. - Изд. 2-е, испр. - Москва : Высшая школа, 2003. - 463 с.

Периодическая печать (журналы):

1. Журнал аналитической химии
2. Успехи химии
3. Заводская лаборатория и диагностика материалов
4. Аналитика и контроль.

5. Talanta, Analytica Chimica Acta, Electrochemical Communication, Analytical and Bioanalytical Chemistry, Analyst, Electroanalysis и др.

6.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Научная электронная база данных издательства Elsevier <http://www.sciencedirect.com>
2. Научная электронная база данных издательства ACS Publication <http://www.pubs.acs.org>
3. Scopus – <http://www.scopus.com>.
4. Web of Science – <http://apps.isiknowledge.com>.
5. Электронная библиотека <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
6. Научно-поисковая электронная база данных издательства Springer <http://www.springerlink.com>

6.4. Перечень информационных технологий, программного обеспечения и информационных справочных систем, используемых при освоении дисциплины

Для успешного освоения дисциплины, аспирант использует следующие программные средства:

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Договор № 52/223-ПО/2020 от 13.04.2020, Акт № Tr000523459 от 14.10.2020. Срок действия лицензии 30.09.2023.

Microsoft Office 2016. Договор № 52/223-ПО/2020 от 13.04.2020, Акт № Tr000523459 от 14.10.2020 Срок действия лицензии 30.09.2023.

МойОфис стандартный. Соглашение № СК-281 от 7 июня 2017. Дата заключения - 07.06.2017. Срок действия лицензии - без ограничения срока.

Astra Linux Common Edition. Договор № 1 от 13 июня 2018, акт от 17 декабря 2018. Срок действия лицензии - без ограничения срока.

Перечень информационных справочных систем, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Справочная правовая система Консультант плюс

Справочная правовая система ГАРАНТ

7. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, предусмотренных учебным планом аспиранта, а также эффективное выполнение диссертационной работы. Обучающиеся имеют возможность использовать ресурсы научной библиотеки университета. Обучающимся предоставляется выход в сеть Интернет. Для проведения лекционных и практических занятий используются аудитории с мультимедийным оборудованием.

8. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В целях доступности освоения программы для лиц с ограниченными возможностями здоровья при необходимости (по заявлению аспиранта) университет обеспечивает следующие условия:

1. Для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:
 - наличие альтернативной версии официального сайта университета в сети «Интернет» для слабовидящих;
 - размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме (с учетом их особых потребностей) справочной информации о расписании учебных занятий (в том числе шрифтом Брайля);
 - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; обеспечение

выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
– обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию университета;

2. Для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

– дублирование звуковой справочной информации о расписании учебных занятий визуальной (установка мониторов с возможностью трансляции субтитров (мониторы, их размеры и количество определяются с учетом размеров помещения);

– обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3. Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, доступ и возможность пребывания в учебных и иных помещениях, столовых, туалетных и других помещениях университета (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, специальных кресел и других приспособлений).

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии:

– со ст.79 Федерального закона Российской Федерации от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

– с п. 24 Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) (утв. Постановлением Правительства РФ от 30.11.2021 № 2122);

– с Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 г. № АК-44/05 вн).

9. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ АСПИРАНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

9.1. Описание показателей и критериев оценивания умений и навыков, описание шкал оценивания

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, осуществляется на лабораторных и практических занятиях на протяжении всего курса дисциплины. Результаты освоения учебной дисциплины оцениваются следующими средствами текущего контроля успеваемости: наблюдение, отчет по лабораторной или практической работе и собеседование по результатам проведенного эксперимента.

Критерии оценки лабораторной или практической работы

«зачтено»	полностью усвоен учебный материал; обучающийся проявляет навыки анализа, обобщения, критического осмысления и аргументации; в отчете грамотно и в определенной логической последовательности изложен материал, точно использованы научные термины, все выводы и заключения аргументированы и обоснованы; обучающийся демонстрирует теоретические знания и их применение на практике, высказывает свою точку зрения, демонстрирует сформированность и устойчивость умений и навыков. Могут быть допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов.
«не зачтено»	не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; не сформированы умения и навыки аргументации, критического восприятия информации.

Промежуточная аттестация по итогам освоения учебного модуля проводится в форме зачета на основе подготовки и защиты реферата. Тема реферата определяется научным руководителем аспиранта в соответствии с утвержденной темой диссертационного исследования. Получение зачета

по учебному модулю является условием допуска аспиранта к сдаче кандидатского экзамена по специальной дисциплине (1.4.2 Аналитическая химия).

Критерии оценки реферата

Параметры оценки	Критерии	Баллы				
		1	2	3	4	5
Актуальность	Соответствие актуальной теме исследования					
	Собственная точка зрения на проблему					
Логика и аргументация изложения материала	Раскрытие актуальности выбранной темы					
	Аргументы логически структурированы					
	Факты представлены точно					
	Строгий критический анализ ключевых понятий (концепций)					
Новизна	Оригинально и творчески					
Стиль	Концентрированный текст					
Оформление	Разумный объем					
Источники	Адекватное использование источников					
всего		max 50 баллов				
<i>Зачет</i>		Получено более 30 баллов				
<i>Незачет</i>		Получено менее 30 баллов				

Критерии оценки на зачете

№	Оценка	Критерии оценки зачета	Критерии оценивания формирования умений и навыков
1	Зачтено	Оценка «зачтено» ставится, если аспирант прочно усвоил предусмотренный программный материал; развернуто аргументирует выдвигаемые положения, приводит убедительные примеры; показывает максимально глубокие знания профессиональных терминов, понятий, категорий, концепций и теорий» владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов.	Творческое действие – самостоятельное конструирование способа деятельности, поиск новой информации. Формулирование оценочных суждений на основе имеющихся фактов и заданных критериев.
2	Незачтено	Оценка «незачтено» ставится в том случае, если ответ содержит ряд серьезных неточностей, выводы поверхностны, недостаточного раскрыты профессиональные понятия, категории, концепции, теории, аспирант не может ответить на дополнительные вопросы, проявляет стремление подменить научное обоснование проблем рассуждениями обыденно-повседневного бытового характера.	Репродуктивная деятельность (узнавание объектов, свойств, процессов при повторном восприятии информации о них или действий с ними). На этом уровне аспирант не способен самостоятельно, без помощи извне, воспроизводить и применять полученную информацию.

Промежуточная аттестация по специальной дисциплине (1.4.2 Аналитическая химия) проводится в виде экзамена в письменной или устной форме.

Экзаменационный билет состоит из трех теоретических вопросов.

Критерии оценки на экзамене

№	Критерии оценки зачета	Балл	Критерии оценивания формирования умений и навыков
---	------------------------	------	---

1	оценка «отлично» показывает не только высокий уровень теоретических знаний по дисциплине, но и прослеживает междисциплинарные связи. Умеет увязывать знания, полученные при изучении различных дисциплин, анализировать практические ситуации, принимать соответствующие решения. Ответ, построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано, уместно используется информационный и иллюстративный материал (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.). На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.	5	Творческое действие – самостоятельное конструирование способа деятельности, поиск новой информации. Формулирование оценочных суждений на основе имеющихся фактов и заданных критериев.
2	оценка «хорошо» показывает достаточный уровень профессиональных знаний, свободно оперирует понятиями, методами оценки принятия решений, имеет представление о междисциплинарных связях, увязывает знания, полученные при изучении различных дисциплин, умеет анализировать практические ситуации, но допускает некоторые погрешности. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, привлекается информативный и иллюстрированный материал, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений.	4	Воспроизведение, репродуктивное действие – самостоятельное воспроизведение и применение информации для выполнения данного действия. Студент на этом уровне способен по памяти воспроизводить ранее усвоенную информацию и применять усвоенные алгоритмы деятельности для решения типовых задач.
3	оценка «удовлетворительно» показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, чувствует себя неуверенно при анализе междисциплинарных связей. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания.	3	Применение, продуктивное действие – поиск и использование информации для самостоятельного выполнения нового действия (знания, умения, навыки). Этот уровень предполагает комбинирование студентом известных алгоритмов и приемов деятельности, применения навыков эвристического мышления.
4	оценка «неудовлетворительно» показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом.	2	Репродуктивная деятельность (узнавание объектов, свойств, процессов при повторном восприятии информации о них или действий с ними). На этом уровне студент не способен самостоятельно, без помощи извне, воспроизводить и применять полученную информацию.

Вопросы к кандидатскому экзамену по специальной дисциплине (1.4.2 Аналитическая химия):

1. Предмет аналитической химии. Цели и задачи аналитической химии. Взаимосвязь аналитической химии с другими науками, значение для общества. Междисциплинарный характер современной аналитической химии.

2. Химические, физические и биологические методы аналитической химии. Методы обнаружения, идентификации, разделения и концентрирования, определения; гибридные и комбинированные методы. Методы прямые и косвенные.

3. Основные характеристики методов определения: коэффициент чувствительности, предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, воспроизводимость, правильность, селективность.

4. Виды химического анализа: изотопный, атомный, структурно-групповой (функциональный), молекулярный, вещественный, фазовый. Макро-, микро-, ультрамикрoанализ. Специфичные свойства отдельных видов анализа: локальный, неразрушающий, дистанционный, непрерывный, внелабораторный (полевой).

5. Количественные характеристики равновесий: термодинамическая и концентрационные константы, стандартный и формальный потенциалы, мольная доля компонента. Расчеты активностей и равновесных концентраций компонентов.

6. Кислотно-основное равновесие. Развитие представлений о кислотах и основаниях. Использование протолитической теории Брестеда-Лоури для описания кислотно-основных равновесий. Растворители и их свойства: классификация. Влияние свойств растворителей на равновесие кислотно-основных реакций. Константы кислотности и основности. Буферные растворы.

7. Комплексообразование. Типы комплексных соединений, используемых в химическом анализе. Ступенчатое комплексообразование. Константы устойчивости и их расчет в зависимости от условий реакций комплексообразования. Примеры использования комплексов в аналитических целях.

8. Окислительно-восстановительное равновесие. Обратимые и необратимые реакции. Уравнение Нернста. Смешанный потенциал. Методы измерения потенциалов. Константы равновесия. Механизм окислительно-восстановительных реакций. Каталитические, автокаталитические, сопряженные и индуцированные окислительно-восстановительные реакции.

9. Процессы осаждения. Равновесия в системе жидкость - твердая фаза. Константы равновесия; растворимость. Условия образования и свойства кристаллических и аморфных осадков. Коллоидные системы. Загрязнения и условия получения чистых осадков.

10. Органические реагенты в химическом анализе. Функционально-аналитические группы. Влияние структуры органических реагентов на их свойства. Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с ионами металлов.

11. Сущность, значение, достоинства и ограничения гравиметрических методов. Требования, предъявляемые к осадкам. Важнейшие неорганические и органические осадители.

12. Сущность титриметрических методов анализа. Основные закономерности. Первичные и вторичные стандарты. Виды титрования (прямое, обратное, косвенное). Метод пипетирования и отдельных навесок. Кривые титрования. Точка эквивалентности, конечная точка титрования.

13. Кислотно-основное титрование в водных средах. Кривые титрования для одно- и многоосновных систем. Понятие об индикаторах и их выбор. Граничные условия и возможности кислотно-основного титрования. Особенности титрования в органических и смешанных растворах.

14. Окислительно-восстановительное титрование. Первичные и вторичные стандартные растворы. Кривые титрования. Индикаторы. Предварительное окисление и восстановление определяемых соединений. Краткая характеристика различных методов: перманганатометрии, дихроматометрии, иодометрии.

15. Комплексометрическое титрование. Использование аминополикарбонновых кислот в комплексометрии. Комплексон II и III – как титранты. Особенности комплексообразования. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Сущность комплексометрического титрования. Практическое использование.

16. Осадительное титрование. Условия протекания титрования, его сущность. Кривые титрования. Методы индикации конечной точки титрования. Индикаторы в осадительном титровании.

17. Сущность методов и области их применения. Классификация кинетических методов анализа. Каталитический и некаталитический варианты. Методы определения концентрации индикаторных веществ. Сопоставление по аналитическим характеристикам: чувствительности, избирательности и точности.

18. Сущность биохимических методов. Ферментативные индикаторные реакции. Химическая природа и структура ферментов. Имобилизованные ферменты и другие биологические компоненты. Биосенсоры и ферментные электроды. Сущность иммунных методов. Иммуноферментные методы анализа. Методы регистрации аналитического сигнала в биохимических и иммунных методах. Чувствительность, избирательность и точность методов. Области применения.

19. Основные процессы, протекающие на электродах в электрохимической ячейке. Поляризационная кривая. Классификация методов.

20. Потенциометрия. Равновесные электрохимические системы и их характеристики. Ионметрия: возможности метода и ограничения. Типы ионселективных электродов и их характеристики. Потенциометрическое титрование с неполяризованными и поляризованными электродами.

21. Кулонометрия. Прямая потенциостатическая и гальваностатическая кулонометрия. Кулонометрическое титрование, его аналитические возможности и преимущества.

22. Вольтамперометрия и полярография. Вольтамперометрия органических и неорганических соединений. Метрологические характеристики различных вариантов вольтамперометрии, возможности и ограничения методов. Инверсионная вольтамперометрия и ее применение в анализе. Прямые и косвенные вольтамперометрические методы.

23. Методы атомной оптической спектроскопии. Теоретические основы. Атомные спектры эмиссии, поглощения и флуоресценции. Резонансное поглощение. Самопоглощение, ионизация. Аналитические линии. Зависимость аналитического сигнала от концентрации.

24. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Возбуждение проб в пламени, в дуговом и искровом разрядах. Индуктивно связанная плазма. Регистрация спектра. Идентификация и определение элементов по эмиссионным спектрам. Физические и химические помехи. Внутренний стандарт. Подавление мешающих влияний матрицы и сопутствующих элементов. Примеры использования.

25. Атомно-абсорбционная спектрометрия. Сущность метода. Источники излучения. Пламенная атомизация. Характеристики пламен и их выбор. Электротермическая атомизация. Типы электротермических атомизаторов. Способы подготовки пробы. Помехи: химические и физические. Чувствительность и избирательность. Примеры использования.

26. Атомно-флуоресцентная спектроскопия. Принцип метода. Способы возбуждения атомов (УФ излучение, лазер). Взаимное влияние элементов и устранение этих влияний. Практическое применение.

27. Молекулярные спектры поглощения, испускания. Основные законы светопоглощения и испускания. Рассеяние света. Поляризация и оптическая активность. Способы измерения аналитического сигнала.

28. Спектрофотометрия. Способы определения концентрации веществ. Анализ многокомпонентных систем. Достоинства и ограничения методов. Практическое применение.

29. Люминесцентные методы. Виды люминесценции. Основные закономерности молекулярной люминесценции. Качественный и количественный анализ.

30. Способы масс-спектрального анализа, регистрация и интерпретация спектров. Качественный и количественный анализ. Хромато-масс-спектрометрия.

31. Сущность биологических методов, их преимущества и ограничения. Специфика биологических методов анализа. Индикаторные организмы, их типы. Аналитический сигнал и способы его регистрации. Определение физиологически неактивных соединений (химико-биологические методы). Метрологические характеристики. Области применения.

32. Теория равновесной хроматографии. Уравнение Ван-Деемтера. Общие подходы к оптимизации процесса хроматографического разделения веществ. Способы осуществления

хроматографического процесса. Особенности капиллярных колонок. Способы элюирования веществ. Детекторы. Классификация хроматографических методов.

33. Сущность газовой (газо-твердофазной) хроматографии. Изотермы адсорбции. Требования к газам-носителям и адсорбентам. Примеры используемых адсорбентов. Химическое и адсорбционное модифицирование поверхности адсорбента. Влияние температуры на удерживание и разделение. Примеры применения.

34. Газо-жидкостная хроматография. Принцип метода. Объекты исследования. Требования к носителям и неподвижным жидким фазам. Влияние природы жидкой фазы и разделяемых веществ на эффективность разделения.

35. Высокоэффективная капиллярная газовая хроматография. Сущность метода. Реакционная газовая хроматография. Применение для идентификации веществ, для анализа сложных смесей, объектов окружающей среды.

36. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Сущность метода. Требования к адсорбентам и подвижной фазе. Влияние природы и состава элюента на эффективность разделения. Разновидности метода в зависимости от полярности неподвижной фазы: нормально-фазовый и обращенно-фазовый варианты. Выбор условий разделения. Применение для анализа сложных смесей.

37. Ионообменная хроматография. Неорганические и органические ионообменники и их свойства. Комплексообразующие ионообменники. Кинетика и селективность ионного обмена. Влияние природы и состава элюента на селективность разделения веществ. Примеры применения.

38. Ионная хроматография. Особенности метода. Двухколоночный и одноколоночный варианты метода. Сорбенты. Детекторы. Примеры применения.

39. Тонкослойная хроматография. Сущность метода и области применения.

40. Экстракция. Сущность метода. Закон распределения. Основные количественные характеристики. Классификация экстракционных процессов по типу используемого экстрагента, типу образующихся соединений, технике осуществления. Основные типы соединений, используемых в экстракции. Классы экстрагентов.

41. Аналитический сигнал. Результат анализа как случайная величина. Основные виды погрешностей, способы их классификации, основные источники погрешностей. Систематические погрешности в химическом анализе. Правильность и способы проверки правильности. Законы сложения погрешностей. Релятивизация, контрольный опыт. Рандомизация.

42. Случайные погрешности в химическом анализе. Закон нормального распределения результатов анализа, его проверка. Распределение Пуассона. Статистика малых выборок. Воспроизводимость. Статистические критерии: математическое ожидание (генеральное среднее) и генеральная дисперсия случайной величины, выборочное среднее, дисперсия, стандартное отклонение, доверительная вероятность и доверительный интервал. Сравнение двух (критерий Фишера) и нескольких (критерии Бартлера, Кокрена) дисперсий. Сравнение двух (критерий Стьюдента) и нескольких (критерий Фишера) средних результатов химического анализа.

43. Чувствительность. Коэффициент чувствительности. Предел обнаружения, нижняя граница определяемых содержаний, их статистическая оценка. Погрешности отдельных стадий анализа и конечного результата. Применение дисперсионного анализа для оценки погрешностей отдельных стадий и операций химического анализа. Проверка значимости выборочного коэффициента корреляции. Использование корреляционного анализа для проверки независимости двух аналитических методик.

44. Применение регрессионного анализа для построения градуировочных зависимостей. Нахождение содержания вещества по градуировочной зависимости, статистическая оценка результата. Стандартные образцы. Аттестация и стандартизация методик.

45. Выбор метода и схемы анализа, отбор пробы, подготовка пробы (разложение, разделение, концентрирование и другие операции), получение аналитической формы, измерение аналитического сигнала, обработка результатов измерений.

46. Представительность пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава; средних проб твердых, жидких и газообразных веществ. Основные операции перевода пробы в форму, удобную для анализа.

47. Наиболее значимые объекты анализа. Биологические и медицинские объекты. Санитарно-гигиенический контроль. Клинический анализ. Пищевые продукты. Определение основных компонентов и примесей. Объекты окружающей среды. Основные источники загрязнений и основные загрязнители; методы их определения. Определение суммарных показателей (ХПК, БПК и др.). Тест-методы.

9.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Раздел 1. Методы химического анализа

1. Титриметрические методы анализа
2. Электрохимические методы анализа
3. Физические (оптические) методы

Раздел 2. Метрологические основы химического анализа

1. Аналитический цикл и стадии анализа. Пробоотбор и пробоподготовка
2. Анализ геологических, биологических, фармацевтических объектов, пищевых продуктов, объектов окружающей среды

РЕФЕРАТ

В рамках подготовки по области исследования
(в соответствии с областью диссертационного исследования)

Требования к написанию реферата:

Цель реферата – раскрыть современные тенденции и наиболее актуальные проблемы по выбранной тематике кандидатской диссертации

1. При написании реферата преимущественно следует использовать учебную и научную литературу 2-3 последних лет издания (включая текущий год).

2. Перечень использованных источников должен включать работы по исследуемой проблематике (не менее 15 источников).

3. Реферат в обязательном порядке должен основываться на периодических изданиях (журнальных, газетных публикациях) за последний (текущий год), данных сети Internet. В случае, если студент исследовал в работе более ранние периоды, работа не может быть зачтена и направляется на доработку.

4. По итогам написания реферата студент должен написать заключение, в котором следует подвести итог проделанной работе, подчеркнуть основные идеи и высказать собственное мнение по изученному вопросу.

5. Реферат сдается преподавателю, который ведет дисциплину.

Примерный перечень тем рефератов

1. Наноматериалы: электрохимические свойства и применение в сенсорах.
2. Теоретический подход к описанию свойств металлических наночастиц (на основе работ Брайниной Х.З.).
3. Наноматериалы как трансдьюсеры и катализаторы в электрохимических сенсорах.
4. Наноматериалы в электрохимических иммуносенсорах.
5. Электрохимические сенсоры на основе электропроводящих полимеров и полимеров с молекулярными отпечатками.

6. Электрохимические сенсоры на основе биомиметиков.
7. Биосенсоры. Проблемы, развитие и перспективы использования в электрохимическом анализе.
8. Электрохимические методы определения биологически активных соединений (аскорбиновая и мочевая кислоты).
9. Электрохимические наноструктурированные сенсоры для определения аскорбиновой и мочевой кислот при их совместном присутствии.
10. Электрохимические сенсоры на основе наночастиц золота для определения нитрит-ионов.
11. «Носимые» сенсоры: объекты анализа, определяемые параметры, области применения.
12. Колориметрический подход с использованием наночастиц для определения тиолов в биологических объектах.
13. «Зеленые» технологии при синтезе наночастиц.
14. «Зеленый» синтез наночастиц золота с использованием растительных экстрактов.
15. Способы экстракции при оценке антиоксидантной активности растительных экстрактов.
16. Антиоксидантный состав растительных экстрактов.
17. Потенциометрия как метод оценки антиоксидантной активности.
18. Методы оценки антиоксидантной активности растительных экстрактов.
19. Электрохимические методы в оценке антиоксидантных параметров кожи человека.
20. Потенциометрический способ неинвазивной оценки антиоксидантной активности кожи человека.
21. Методы оценки оксидантной активности биологических объектов и их критический анализ
22. Методы оценки антиоксидантных свойств биологических объектов и их критический анализ.