

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ
Директор Института химии
д.х.н., проф. Горячева И.Ю.

"20" сентября 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
Аналитическая химия

Направление подготовки бакалавриата
04.03.01 Химия

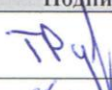
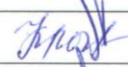
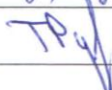
Профили подготовки бакалавриата
Химия низко- и высокомолекулярных органических веществ
Аналитическая химия и химическая экспертиза
Физическая химия

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов,
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Русанова Татьяна Юрьевна		20.09.2021
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна		20.09.2021
Заведующий кафедрой	Русанова Татьяна Юрьевна		20.09.2021
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Аналитическая химия» является формирование у студентов универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, связанных с пониманием теоретических и практических основ методов и средств идентификации, обнаружения, разделения и концентрирования, а также определения элементов и их соединений в сложных природных и промышленных объектах, для последующего применения полученных знаний и навыков при освоении вариативных дисциплин профиля «Аналитическая химия и химическая экспертиза», «Физическая химия», «Химия низко- и высокомолекулярных органических веществ» и выполнения профессиональных задач, на основе умения планировать, организовывать свою деятельность, самостоятельно приобретать знания, используя различные источники информации.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Аналитическая химия» (Б1.О.12) относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» рабочего учебного плана ООП по направлению 04.03.01 Химия, профилям - «Химия низко- и высокомолекулярных органических веществ», «Аналитическая химия и химическая экспертиза», «Физическая химия» и читается в 5,6 семестрах.

Материал дисциплины базируется на знаниях по неорганической, органической, физической химии, в объеме курсов ООП по направлению «Химия» и является основой для последующего изучения дисциплин «Методы разделения и концентрирования», «Методы анализа объектов окружающей среды», «Физические методы анализа и исследования», «Спектроскопические методы анализа и исследования», «Методы и средства экспресс-анализа», «Электрохимические методы анализа и исследования». Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь представления: о физико-химических свойствах важнейших неорганических и органических соединений, законах кинетики и термодинамики, основах электрохимических превращений веществ, проводить статистическую обработку результатов измерений, полученные в ходе изучения предшествующих дисциплин направления.

Приобретенные в рамках дисциплины «Аналитическая химия» умения обоснованно выбирать соответствующий поставленной задаче метод анализа, производить на современном уровне различные химико-аналитические операции, грамотно пользоваться нормативно-технической документацией при проведении пробоотбора различных объектов, владеть современными компьютерными приемами обработки аналитического сигнала и корректно представлять результаты, необходимы как иллюстрация практического применения аналитической химии в изучении последующих курсов направления «Химия» и подготовке выпускной квалификационной работы в 8 учебном семестре.

3 Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<p>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>	<p>1.1_Б.УК-1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи.</p> <p>2.1_Б.УК-1. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.</p> <p>3.1_Б.УК-1. Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.</p> <p>4.1_Б.УК-1. Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности.</p> <p>5.1_Б.УК-1. Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные источники химической информации; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - грамотно выбирать способы анализа различных объектов; аргументировать свой выбор; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - приемами поиска, анализа и синтеза информации по различным методам анализа веществ.
<p>ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений</p>	<p>ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов</p> <p>ОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии</p> <p>ОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способы обработки аналитического сигнала; элементы метрологии, стандартизации и сертификации в анализе; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - с помощью компьютерных технологий производить обработку получаемых аналитических сигналов и корректно представлять результаты анализа; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способами оценки основных метрологических параметров методов и методик анализа; - компьютером на уровне пользователя.
<p>ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности хи-</p>	<p>ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности</p> <p>ОПК-2.2. Синтезирует вещества и</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - нормы техники безопасности при работе с химическими веществами и аналитическим

<p>мический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p>	<p>материалы разной природы с использованием имеющихся методик ОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе ОПК-2.4. Исследует свойства веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования</p>	<p>оборудованием; уметь: - пользоваться нормативно-технической документацией в области анализа; владеть: - приемами исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.</p>
<p>ПК-1: Владеет системой фундаментальных химических понятий и законов</p>	<p>ПК-1.1. Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования. ПК-1.2. Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности ПК-1.3. Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин</p>	<p>знать: - основные законы и методы аналитической химии; аналитическую службу как систему; уметь: - обоснованно выбирать соответствующий метод анализа в зависимости от поставленной задачи и возможностей лаборатории; владеть: - приемами интерпретации полученных результатов, используя базовые понятия химического анализа</p>
<p>ПК-5. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения под руководством специалистов более высокой квалификации</p>	<p>ПК-5.1. Выбирает методы и средства контроля качества, сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения на соответствие требуемой нормативной документации ПК-5.2. Выполняет стандартные операции на типовом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства. ПК-5.3. Составляет протоколы испытаний, отчеты о выполненной работе по заданной форме ПК-5.4. Осуществляет контроль точности аналитического оборудования на соответствие требуемой нормативной документации</p>	<p>знать: - основные принципы устройства и работы современного оборудования; уметь: - на современном уровне производить различные химико-аналитические операции; владеть: - современными химическими и физико-химическими методами анализа.</p>

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 16 зачетных единиц (576 часов), из них в 5 семестре 288 часов (72 часа лекционных, 108 часов лабораторных работ, 36 – ИКР, 36 –самостоятельная работа, 36 часов – экзамен), и в

6 семестре 288 часов (72 часа лекционных, 108 часов лабораторных работ, 36 – ИКР, 36 –самостоятельная работа, 36 часов – экзамен).

№ п/п	Раздел дисциплины	Се мес тр	Не-деля семес тра	Виды учебной работы, вклю-чая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успе-ваемости (по не-делям семестра) Формы проме-жуточной атте-стации (по семе-страм)
				лек-ции	лаб. раб.	В т.ч. прак т. подг	сам раб.	все-го	
1	Введение. Основные метрологические параметры метода (методики) анализа. Способы выражения концентрации растворов. Погрешности анализа.	5	1-3	12	18	-	6	36	контроль посещаемости, проверка оформле-ния лаборатор-ного журнала
2	Статистическая обработ-ка результатов химиче-ского анализа. Q-критерий. F-, t-критерии. Методы установления правильности результа-тов анализа	5	4-5	8	12	12	4	24	контроль посе-щаемости, про-верка оформле-ния лаборатор-ного журнала, статистическая обработка ре-зультатов опре-делений
3	Титриметрический ана-лиз. Равновесие в гомо-генной системе. Закон действия масс, его огра-ничения. Способы выра-жения констант равнове-сия.	5	6-7	8	12	12	4	24	контроль посе-щаемости, про-верка оформле-ния лаборатор-ного журнала коллоквиум, контр. работа
4	Современные представ-ления о природе кислот и оснований. Расчет рН в растворах протолитов	5	8-9	8	12		4	24	контроль посе-щаемости, про-верка оформле-ния лаборатор-ного журнала
5	Комплексные соединения в анализе. Окислительно-восстановительные реак-ции, их применение в анализе	5	10	4	6	6	2	12	контроль посе-щаемости, про-верка оформле-ния лаборатор-ного журнала, коллоквиум контр. работа
6	Теоретические основы электрохимических ме-тодов анализа. Потен-циометрия. Ионметрия.	5	11-12	8	12	6	4	24	контроль посе-щаемости, про-верка оформле-ния лаборатор-ного журнала
7	Кулонометрия. Вольтам-перометрия. Электрогра-виметрия.	5	13-14	8	12	6	4	24	контроль посе-щаемости, про-верка оформле-ния лаборатор-ного журнала
8	Спектроскопические ме-	5	15-	16	24	12	8	48	контроль посе-

	тоды анализа. Эмиссионный спектральный анализ. Фотометрия пламени. Атомно-абсорбционный анализ.		18						щамости, проверка оформления лабораторного журнала, коллоквиум контр. работа
	Промежуточная аттестация	5						36 36	Зачет, 3 КР экзамен
	Итого в 5 семестре			72	108	54	36	288	
9	Фотометрия и спектрофотометрия.	6	1-3	12	18	12	6	36	контроль посещаемости
10	Проба. Виды проб. Пробоотбор твердых, жидких и газообразных объектов	6	4	4	6		2	12	контроль посещаемости коллоквиум контр. работа
11	Равновесие в системе раствор-осадок. Производство растворимости	6	5-6	8	12	6	4	24	контроль посещаемости
12	Гравиметрия	6	7	4	6	6	2	12	контроль посещаемости коллоквиум контр. работа
13	Общая характеристика методов разделения и концентрирования	6	8	4	6		2	12	контроль посещаемости
14	Экстракция	6	9-10	8	12	6	4	24	контроль посещаемости коллоквиум контр. работа
15	Общая характеристика хроматографических методов. Газовая хроматография.	6	11-12	8	12	6	4	24	контроль посещаемости, статистическая обработка результатов определений
16	Газо-жидкостная хроматография	6	13	4	6	6	2	12	контроль посещаемости
17	Планарная хроматография	6	14-15	8	12	6	4	24	контроль посещаемости
18	Основные объекты анализа	6	16-17	8	12	6	4	24	контроль посещаемости коллоквиум контр. работа
19	Тенденции развития аналитической химии	6	18	4	6		2	12	контроль посещаемости
	Промежуточная аттестация	6						36 36	зачет, 3КР экзамен
	Итого за 6 семестр:			72	108	54	36	288	

Содержание дисциплины

1. Введение. Основные метрологические параметры метода (методики) анализа. Способы выражения концентрации растворов. Погрешности анализа.

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 и народного хозяйства. Основные аналитические проблемы. Виды анализа: элементный, функциональный, структурный, изотопный, молекулярный, фазовый. Химические, физико-химические и физические методы анализа. Макро-, микро- и ультрамикрoанализ. Основные этапы развития аналитической химии. Современное состояние и тенденции развития аналитической химии.

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. Аналитический сигнал и помехи. Объем информации в аналитическом сигнале. Основные стадии химического анализа. Выбор метода анализа.

Способы выражения концентрации растворов. Молярность. Нормальность. Массовая концентрация. Титр. Массовая, мольная, объемная доля.

Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний.

2. Статистическая обработка результатов химического анализа. Q-критерий. F-, t-критерии. Методы установления правильности результатов анализа

Статистическая обработка результатов измерений. Закон нормального распределения случайных ошибок, t и F-распределения. Среднее, дисперсия, стандартное отклонение.

Способы оценки правильности. Стандартные образцы. Организация и методология метрологического обеспечения деятельности аналитической службы. Метрологическая аттестация аналитической службы. Метрологическая аттестация аналитических лабораторий. Применение ЭВМ в аналитической химии.

3. Титриметрический анализ. Равновесие в гомогенной системе. Закон действия масс, его ограничения. Способы выражения констант равновесия.

Титриметрические методы анализа.

Методы титриметрического анализа. Классификация. Виды титриметрических определений. Способы выражения концентрации в титриметрии. Эквивалент, молярная масса эквивалента, молярная концент-

рация. Первичные и вторичные стандарты. Фиксаналы. Виды кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования в различных методах. Способы определения конечной точки титрования в различных методах. Индикаторы. Методы титриметрии: кислотно-основное, окислительно-восстановительное, комплексонометрическое и осадительное титрование. Погрешности в титриметрических методах анализа.

Типы реакций и процессов в аналитической химии

Реакции: кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления. Осаждение, растворение. Общая и равновесная концентрации. Термодинамическая, концентрационная и условная константы равновесия. Межфазные распределения. Скорость реакций в химическом анализе. Факторы, влияющие на скорость. Примеры ускорения и замедления реакций и процессов, используемых в химическом анализе.

4. Современные представления о природе кислот и оснований. Расчет рН в растворах протолитов

Кислотно-основные реакции. Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Бренстеда — Лоури. Равновесие в системе кислота — сопряженное основание — растворитель. Константа кислотности и основности. Кислотные и основные свойства растворителей. Константа автопротолиза. Влияние природы растворителя на силу кислот и оснований. Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисление рН растворов незаряженных и заряженных кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований.

5. Комплексные соединения в анализе. Окислительно-восстановительные реакции, их применение в анализе

Реакции комплексообразования. Типы и свойства комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Классификация комплексных соединений. Ступенчатое комплексообразование. Количественные характеристики комплексных соединений, константы устойчивости (ступенчатые и общие), функция образования (среднее лигандное число), функция закомплексованности, степень образования комплекса. Термодинамическая и кинетическая устойчивость комплексных соединений.

Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с неорганическими ионами. Влияние природы функционально-аналитических групп, их расположения, стереохимии молекул реагента на селективность его взаимодействия с неорганическими ионами. Основные типы соединений, образуемых с участием органических реагентов. Хелаты, внутрикомплексные соединения. Факторы, определяющие устойчивость хелатов. Использование комплексных соединений и органических реагентов в различных методах анализа.

Окислительно-восстановительные реакции. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциал. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Направление реакции окисления-восстановления.

6. Теоретические основы электрохимических методов анализа. Потенциометрия. Ионометрия.

Электрохимические методы анализа

Общая характеристика методов. Классификация. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Явления, возникающие при протекании тока (омическое падение напряжения, концентрационная и кинетическая поляризация). Чувствительность и селективность электрохимических методов.

Потенциометрия. Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды.

Ионометрия. Сущность метода. Классификация ионоселективных электродов. Примеры практического применения ионометрии.

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

7. Кулонометрия. Вольтамперометрия. Электрогравиметрия.

Кулонометрия. Теоретические основы метода. Закон Фарадея. Способы определения количества электричества. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Внешняя и внутренняя генерация кулонометрического титранта. Определение эффективности тока генерации.

Вольтамперометрия. Индикаторные электроды. Классификация вольтамперометрических методов. Получение и характеристика вольтамперной кривой. Полярография. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны Ильковича — Гейровского. Идентификация и определение неорганических и органических соединений. Современные разновидности вольтамперометрии: прямая и инверсионная, переменноточковая вольтамперометрия, хроноамперометрия с линейной разверткой (осциллография).

Амперометрическое титрование. Сущность метода. Индикаторные электроды. Виды кривых титрования. Использование реакций осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления. Общая характеристика электрогравиметрических методов. Хронопотенциометрия — вольтамперометрия при постоянном токе.

Электрогравиметрия. Применяемые электроды. Внутренний электролиз. Определяемые вещества.

8. Спектроскопические методы анализа. Эмиссионный спектральный анализ. Фотометрия пламени. Атомно-абсорбционный анализ.

Спектроскопические методы анализа.

Общая характеристика метода. Классификация. Спектр электромагнитного излучения. Рентгеновская спектроскопия, рентгеноэмиссионный и рентгеноабсорбционный анализ. Основные методы рентгеноспектральноэмиссионного анализа: рентгенофлуоресцентный, рентгенорадиометрический, рентгеноспектральный микроанализ с электронным и ионным возбуждением. Пределы обнаружения в методах рентгеноспектрального анализа. Поглощение рентгеновского излучения, края поглощения. Закон Вульфа — Брэгга. Рентгеновские спектрометры с волновой и энергетической дисперсией, детекторы. Качественный и количественный рентгеноспектральный анализ.

Методы атомной оптической спектроскопии: атомно-эмиссионный, атомно-абсорбционный, атомно-флуоресцентный. Оптические спектры атомов, ионов. Способы возбуждения: пламя, дуга, плазма. Эмиссионный спектральный анализ; факторы, влияющие на интенсивность аналитических линий. Уравнение Больцмана. Влияние ионизации, самопоглощения, примесных катионов и анионов на результаты количественного анализа. Оптические спектрометры, квантометры.

Эмиссионный спектральный анализ с индуктивно-связанной плазмой. Атомно-абсорбционный анализ с плазменной и электротермической атомизацией. Лазерная спектроскопия. Селективность методов, пределы обнаружения элементов. Качественный и количественный анализ.

9. Фотометрия и спектрофотометрия

Методы молекулярной спектроскопии: абсорбционная в УФ-, видимой и ИК-областях; люминесцентная, комбинационного рассеяния. Понятие о магнитооптических методах, поляриометрия. Особенности молекулярных спектров. Абсорбционная спектроскопия. Оптическая плотность растворов. Закон Бугера — Ламберта — Бера, отклонения от линейности. Фотоэлектроколориметры, спектрофотометры. Качественный анализ, хромофоры. Количественный анализ в видимой и УФ-области. Спектры ИК-поглощения. Приборы для ИК-анализа. Области применения ИК-спектроскопии и спектроскопии комбинационного рассеяния света. Молекулярная и рекомбинационная люминесценция. Флуоресценция и фосфоресценция. Основные закономерности молекулярной люминесценции (правило Стокса—Ломмеля, правило зеркальной симметрии, квантовый и энергетический выход, закон Вавилова). Определение следов неорганических и органических компонентов.

10. Проба. Виды проб. Пробоотбор твердых, жидких и газообразных объектов

Представительность пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ; устройства и приемы, используемые при этом. Основные способы пере-

вода проб в форму, необходимую для данного вида анализа. Особенности разложения органических соединений. Способы устранения загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке. Пробоотбор твердых, жидких и газообразных объектов

11. Равновесие в системе раствор-осадок. Произведение растворимости

Константа равновесия в системе раствор-осадок. Произведение растворимости. Растворимость. Связь между ПР и растворимостью. Факторы, влияющие на растворимость. Фазовые диаграммы. Условия образования осадков. Осаждение и соосаждения. Виды соосаждения. Адсорбция, окклюзия, изоморфизм. Применение неорганических и органических соединений для осаждения. Способы разделения путем осаждения. Концентрирование микроэлементов соосаждением на неорганических и органических коллекторах.

12. Гравиметрия

Сущность гравиметрического метода анализа и границы его применимости. Прямые и косвенные методы. Осадки и их свойства. Кристаллические и аморфные осадки. Условия их получения. Зависимость структуры осадка от его индивидуальных свойств и условий осаждения. Загрязнение осадка: совместное осаждение, соосаждение, послеосаждение. Осаждаемая и гравиметрическая форма. Требования к гравиметрической и осаждаемой формам. Погрешности в гравиметрическом анализе.

13. Общая характеристика методов разделения и концентрирования

Основные методы разделения и концентрирования. Гибридные методы. Константы распределения. Коэффициент распределения. Фактор извлечения. Фактор разделения. Коэффициент концентрирования.

14. Экстракция.

Теория экстракционных методов. Закон распределения. Классификация экстракционных процессов. Типы экстракционных систем. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Разделение и концентрирование элементов методом экстракции. Основные органические реагенты, используемые в экстракции элементов. Твердофазная экстракция.

15. Общая характеристика хроматографических методов. Газовая хроматография.

Хроматография. Основные принципы метода. Концепция теоретических тарелок. Кинетическая теория. Типы стационарных и подвижных фаз. Принципы жидкостной и газовой хроматографии.

16. Газо-жидкостная хроматография

Высокоэффективные хроматографические методы. Способы детектирования. Применение хроматографических методов для разделения и определения неорганических и органических соединений.

17. Планарная хроматография.

Виды планарной хроматографии. Бумажная хроматография. Двумерная планарная хроматография. Тонкослойная хроматография. Виды сорбентов. Применяемые растворители. Количественные характеристики в ТСХ. Области применения.

18. Основные объекты анализа

Геологические объекты. Металлы, сплавы и другие продукты металлургической промышленности. Вещества особой чистоты, полупроводниковые материалы. Природные и синтетические органические вещества и элементоорганические соединения и полимеры. Биологические и медицинские объекты. Объекты окружающей среды.

Особенности химического анализа объектов различной природы.

19. Тенденции развития аналитической химии

Миниатюризация и автоматизация приборов. Прочно-инжекционный анализ. Сенсоры. Наноаналитика. Компьютерные технологии в аналитической химии: сбор данных. Управление прибором, обработка данных, вывод результатов анализа, устранение шума. Хемометрика.

Перечень лабораторных работ:

1. Общие и характеристические Реакции катионов. Дробная идентификация анионов.
2. Идентификация катионов дробным способом в растворе заданной смеси солей.
3. Анализ неорганического объекта (смесь твердых солей, контрольная задача).
4. Приготовление стандартных растворов соды, хлороводородной кислоты и титриметрическое определение содержания NaOH в водном растворе.
5. Определение NaOH и Na₂CO₃ в водном растворе при совместном присутствии.
6. Комплексометрическое определение жесткости воды; содержания никеля в водном растворе.
7. Комплексометрическое и дихроматометрическое определение железа в солях.
8. Иодометрическое определение меди (II).
9. Определение фосфорной кислоты в водном растворе методом потенциометрического титрования.

10. Определение кобальта(II) или свинца (II) в водном растворе методом потенциометрического титрования.
11. Определение электрохимических характеристик ИСЭ, чувствительных к ионам натрия, калия, нитратов. Определение содержания указанных ионов в растворе методом прямой потенциометрии.
12. Определение меди(II) в водном растворе методом амперометрического титрования.
13. Зачетная практическая работа. Анализ бронз.
14. Дифференциально-фотометрическое определение Cu(II) .
15. Фотометрическое определение салициловой кислоты.
16. Определение неодима (III) методом фотометрического титрования.
17. Пламенно-фотометрическое определение натрия (калия) в природной (питьевой) воде.
18. Атомно-эмиссионный спектральный анализ сплавов на медной основе.
19. Разложение карбонатных пород методом сплавления и комплексонометрическое определение кальция.
20. Гравиметрическое определение железа в солях.
21. Определение железа (II) колориметрическим титрованием.
22. Определение алифатических спиртов в их смеси методом газожидкостной хроматографии.
23. Определение степени понижения жесткости воды после ионообменной очистки.
24. Разделение и обнаружение ионов никеля, кобальта, меди методом одномерной восходящей бумажной хроматографии.
25. Вольт-амперометрическое определение свинца в почвенных вытяжках.
26. Ионометрическое определение ПАВ в шампунях.
27. Капиллярно-электрофоретическое определение кофеина в чае.
28. Люминесцентное определение антибиотиков в фармпрепаратах.
29. Отбор проб почв и рентгенофлуоресцентное определение металлов в почвах.
30. Определение витаминов методом ВЭЖХ.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

Наряду с традиционными образовательными технологиями широко используются технологии, основанные на методах научно-технического творчества и современных информационных средствах (электронные учебники и методическое пособие к лабораторным работам), включающие в том числе обучение на основе учебных дискуссий (лекции – дискуссии по темам «Метрологические аспекты анализа. Экономическое и социальное значение», «Нормируемые или обобщенные показатели качества продукции?», лекции-пресс-конференции, кейс-стади, а также систем обучения профессиональным навыкам и умениям. Предусмотрены встречи с представителями аналитических служб предприятий.

Деловая игра проводится по одной из следующих тем: «Химические тест-методы анализа», «Химические сенсоры как основа для создания «элек-

тронного носа» и «электронного языка»». Задача каждого студента состоит в том, чтоб найти в современной периодической литературе информацию по заданной теме.

Коллоквиум – средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде группового собеседования преподавателя с обучающимися по изученным ранее темам.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляется возможность дистанционного освоения её теоретической части путем распространения текста лекций, заданий и их контроля через интернет, а также индивидуальных консультаций с применением как электронной почты, так и визуального общения с использованием «Скайп». На практических занятиях студентами по мере необходимости предоставляются дополнительные перерывы, осуществляется индивидуальная помощь учебно-вспомогательным персоналом.

В рамках *практической подготовки* студентов профессиональные навыки формируются при выполнении самостоятельного отбора проб анализа с применением различных методов (качественный анализ, титриметрия, спектроскопия (фотометрия, АЭС, ААС, ВЭЖХ, ГХ), подборе метода анализа, сравнении полученных результатов с нормами; формирование понятийного аппарата, понимание принципов, законов и методологии контроля качества происходит в рамках самостоятельной работы и индивидуальных отчетов.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа студентов предполагает освоение теоретического материала, подготовку к лабораторным работам, оформление лабораторных работ, выполнение письменных домашних заданий, подготовку к текущему и итоговому контролю. Форма итогового контроля – экзамен.

Вопросы для самостоятельной подготовки

1. Классификация методов химического анализа. Основные характеристики методов.
2. Аналитический сигнал. Способы определения концентрации вещества.
3. Количественные характеристики точности (правильности и прецизионности) химического анализа.
4. Систематические и случайные погрешности химического анализа.
5. Представительная проба. Размер и способы отбора проб твердых, жидких и газообразных объектов.
6. Подготовка пробы к анализу (растворение, таблетирование, обеззоливание, деление, концентрирование).
7. Идеальные и реальные системы. Активность, общая и равновесные концентрации. Уравнение материального баланса.
8. Основные положения кислотно-основной теории Бренстеда-Лоури.

9. Сильные и слабые кислоты и основания. Буферные растворы и их свойства.
10. Титрование кислот и оснований, титрование смесей кислот и оснований.
11. Количественные характеристики комплексных соединений. Применение комплексов в химическом анализе.
12. Органические реагенты. Применение в химическом анализе.
13. Окислительно-восстановительные реакции. Окислительно-восстановительный потенциал, факторы, влияющие на его величину.
14. Окислительно - восстановительное титрование. Примеры практического применения.
15. Кинетические методы анализа, их метрологические характеристики.
16. Сущность титриметрического метода анализа. Требования к реакциям в титриметрии. Растворы первичных и вторичных стандартов.
17. Кривые титрования, принцип построения. Кривые титрования в различных методах анализа. Индикаторы.
18. Равновесие в системе «осадок – раствор». Факторы, влияющие на растворимость осадков.
19. Различия в условия осаждения кристаллических и аморфных осадков.
20. Виды загрязнений осадков (совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение) и способы устранения загрязнений.
21. Разделение и концентрирование в химическом анализе. Общая характеристика.
22. Экстракция как метод разделения и концентрирования. Основные теоретические положения.
23. Сущность хроматографического метода анализа. Виды хроматографии.
24. Вольтамперометрия. Сущность метода и его разновидности.
25. Потенциометрия. Сущность метода и его разновидности
26. Кулонометрия. Сущность метода и его разновидности.
27. Виды спектров, используемых в спектроскопических методах химического анализа.
28. Закон Ламберта-Бугера-Бера, его использование в спектроскопических методах анализа.
29. Источники атомизации и возбуждения в атомно-эмиссионных спектроскопических методах химического анализа.
30. Люминесцентный анализ. Флуоресценция и фосфоресценция. Характеристики метода и области применения.

Вопросы по методам анализа

Гравиметрия

1. Требования, предъявляемые к осаждаемой и гравиметрической формам.
2. Сформулируйте правила адсорбции. Какие факторы влияют на количество адсорбированных примесей?
3. Что такое гравиметрический фактор (F)? Какая гравиметрическая форма лучше подходит для определения магния - пирофосфат или оксихинолинат?

Титриметрические методы

4. Дайте определение понятиям титрование, скачок титрования, точка эквивалентности, конечная точка титрования.
5. Какие факторы влияют на величину скачка на кривой кислотно-основного титрования?
6. Приведите примеры первичных и вторичных стандартных растворов, используемых в кислотно-основном титровании.
7. На чем основано действие металлоиндикатора в комплексонометрическом титровании?
8. Укажите способы комплексонометрического титрования.
9. Какие способы используются для фиксирования конечной точки титрования в окислительно-восстановительном титровании?
10. Сущность метода перманганометрии, первичные стандартные вещества.
11. Сущность метода иодометрии, первичные стандартные вещества.

Экстракция

12. Дайте определение следующих понятий: экстракция, экстрагент, разбавитель, экстракт. Приведите примеры.
13. Сформулируйте условия экстракции веществ.

Спектроскопические методы

14. Использование пламени в методе атомной эмиссии. Процессы, протекающие в пламени.
15. Каковы способы атомизации вещества в методах атомной эмиссии и абсорбции?
16. Какой вид имеет зависимость степени атомизации вещества от температуры пламени, которое используется для его атомизации? Объясните ход кривой.
17. Какие элементы можно определять пламенным эмиссионным методом с высокой чувствительностью?
18. Какие источники излучения используют в методе атомной абсорбции. Чем обусловлена высокая селективность метода?
19. Какой из методов и почему лучше для проведения многоэлементного анализа: атомно-абсорбционный или атомно-эмиссионный?
20. Что такое эффект «тушения люминесценции»? Виды тушения.
21. Изобразите схематически взаимное расположение спектров поглощения и люминесценции вещества.
22. Основной закон светопоглощения. Причины отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера.
23. Представьте графически следующие зависимости (при соблюдении основного закона светопоглощения): $A=f(A)$, $A=f(C)$, $s=f(C)$, $A=f(l)$.

Хроматографические методы

24. В чем состоит преимущество хроматографии по сравнению с экстракцией и сорбцией?
25. Нарисуйте элюентную хроматограмму разделения двух веществ. Какие хроматографические параметры используют для иденти-

- фикации компонентов смеси?
26. Какие параметры хроматографического пика используют для количественного анализа? Перечислите основные методы количественного хроматографического анализа.
 27. Как провести деионизацию воды с помощью ионообменников? Напишите уравнения ионообменных процессов.
 28. Электрохимические методы
 29. Как устроен стеклянный электрод? В каком интервале рН он функционирует?
 30. Какие требования предъявляют к электродам сравнения? Приведите их примеры.
 31. Как функционируют электроды 1-го рода в потенциометрии?
 32. Приведите типы мембран, используемые в ионометрии.
 33. Сформулируйте законы Фарадея. Как определяют количество электричества в прямой кулонометрии и в кулонометрическом титровании?
 34. Каковы преимущества кулонометрического титрования перед классической титриметрией?
 35. Какие характеристики вольтамперограммы лежат в основе качественного и количественного анализа?
 36. Какие факторы влияют на величину предельного диффузионного тока в вольт-амперометрии?

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
5		30		20		20	30 (зачет)	100
5	36					24	40 (экзамен)	100
6		30		20		20	30 (зачет)	100
6	36					24	40 (экзамен)	100

Программа оценивания учебной деятельности студента.

5 семестр (зачёт)

Лекции

Оценивание не предусмотрено

Лабораторные занятия

0-30 баллов (15 лабораторных работ, максимум 2 балла за работу, оценивается грамотность в оформлении лабораторной работы (1 балл за работу), правильность выполнения химических операций (1 балл за работу))

Практические занятия

Не предусмотрены

Самостоятельная работа

0- 20 баллов (оценивается подготовка к коллоквиумам, 4 коллоквиума, 5 баллов максимум за один коллоквиум)

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено

Другие виды учебной деятельности

0-20 баллов (оценивается выполнение контрольных работ – 15 баллов, по 5 баллов за контрольную работу, 3 контрольных работы, 5 баллов дополнительно в случае сдачи всех контрольных работ в срок)

Промежуточная аттестация (зачет) – от 0 до 30 баллов

Промежуточная аттестация проводится в виде устного зачета:

ответ на «отлично» / «зачтено» оценивается от 24 до 30 баллов;

ответ на «хорошо» / «зачтено» оценивается от 16 до 23 баллов;

ответ на «удовлетворительно» / «зачтено» оценивается от 10 до 15 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» / «не зачтено» оценивается от 0 до 9 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 5 семестр по дисциплине «Аналитическая химия» за зачет составляет 100 баллов.

Таблица 2.1. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Аналитическая химия» в оценку (зачет):

Сумма баллов, набранных студентом по итогам изучения дисциплины	0-54 баллов	55-100 баллов
зачет	«не зачтено»	«зачтено»

5 семестр (экзамен)

Лекции

0-36 баллов (оценивается посещаемость на лекции, 36 лекций, 1 балл за лекцию)

Лабораторные занятия

Оценивание не предусмотрено

Практические занятия

Не предусмотрено

Самостоятельная работа

Оценивание не предусмотрено

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено

Другие виды учебной деятельности

0-24 баллов (статистическая обработка результатов определений)

Промежуточная аттестация

Экзамен проводится в виде устного ответа студента, 0-40 баллов

ответ на «отлично» оценивается от 34 до 40 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 27 до 33 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 19 до 26 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 18 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 5 семестр по дисциплине «Аналитическая химия» за экзамен составляет 100 баллов.

Таблица 2.2. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Аналитическая химия» в оценку (экзамен):

Сумма баллов, набранных студентом по итогам изучения дисциплины	0-54 баллов	55-69 баллов	70-79 баллов	80-100 баллов
экзамен	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»

6 семестр (зачёт)

Лекции

Оценивание не предусмотрено

Лабораторные занятия

0-30 баллов (15 лабораторных работ, максимум 2 балла за работу, оценивается грамотность в оформлении лабораторной работы (1 балл за работу), правильность выполнения химических операций (1 балл за работу))

Практические занятия

Не предусмотрены

Самостоятельная работа

0- 20 баллов (оценивается подготовка к коллоквиумам, 4 коллоквиума, 5 баллов максимум за один коллоквиум)

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено

Другие виды учебной деятельности

0-20 баллов (оценивается выполнение контрольных работ – 15 баллов, по 5 баллов за контрольную работу, 3 контрольных работы, 5 баллов дополнительно в случае сдачи всех контрольных работ в срок)

Промежуточная аттестация (зачет) – от 0 до 30 баллов

Промежуточная аттестация проводится в виде устного зачета:

ответ на «отлично» / «зачтено» оценивается от 24 до 30 баллов;

ответ на «хорошо» / «зачтено» оценивается от 16 до 23 баллов;

ответ на «удовлетворительно» / «зачтено» оценивается от 10 до 15 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» / «не зачтено» оценивается от 0 до 9 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 6 семестр по дисциплине «Аналитическая химия» за зачет составляет 100 баллов.

Таблица 2.1. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Аналитическая химия» в оценку (зачет):

Сумма баллов, набранных студентом по итогам изучения дисциплины	0-54 баллов	55-100 баллов
зачет	«не зачтено»	«зачтено»

6 семестр (экзамен)

Лекции

0-36 баллов (оценивается посещаемость на лекции, 36 лекций, 1 балл за лекцию)

Лабораторные занятия

Оценивание не предусмотрено

Практические занятия

Не предусмотрено

Самостоятельная работа

Оценивание не предусмотрено

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено

Другие виды учебной деятельности

0-24 баллов (статистическая обработка результатов определений)

Промежуточная аттестация

Экзамен проводится в виде устного ответа студента, 0-40 баллов

ответ на «отлично» оценивается от 34 до 40 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 27 до 33 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 19 до 26 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 18 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 6 семестр по дисциплине «Аналитическая химия» за экзамен составляет 100 баллов.

Таблица 2.2. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Аналитическая химия» в оценку (экзамен):

Сумма баллов, набранных студентом по итогам изучения дисциплины	0-54 баллов	55-69 баллов	70-79 баллов	80-100 баллов
экзамен	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) литература:

1. Основы аналитической химии [Текст] : учебник : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по химическим направлениям : в 2 т. / под ред. Ю. А. Золотова. 6-е изд., перераб. и доп. Москва : Издательский центр "Академия", 2014. Т. 1. 390 с.
2. Основы аналитической химии [Текст] : учебник : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по химическим направлениям : в 2 т. / под ред. Ю. А. Золотова. 6-е изд., перераб. и доп. Москва : Издательский центр "Академия", 2014. Т. 2. 409 с.
3. Спектральные методы анализа. Практическое руководство [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. И. Васильева, О. Ф. Стоянова, И. В. Шкутина, С. И. Карпов. 1-е изд. Санкт-Петербург : Лань, 2014. 416 с. ЭБС «Лань»
4. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. И. Вершинин, И. В. Власова, И. А. Никифорова. 2-е изд., перераб и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. 428 с. ЭБС «Лань».
5. Аналитическая химия в вопросах и задачах [Текст] / Р. К. Чернова, Е. Г. Кулапина ; ФГБОУ ВПО "Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского". - Саратов: Издательский центр "Наука", 2013. - 171 с.
6. Хемометрика в спектроскопии [Текст] / Ю. Б. Монахова, С. П. Муштакова ; Сарат. гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского. Саратов: Издательство Саратовского университета, 2011. 68 с.

б) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

1. Microsoft Office 2010.
2. Web: www.sgu.ru/faculties/chemical/pankratov.
3. Зональная научная библиотека им. В.А.Артисевич Саратовского государственного университета. Web: library.sgu.ru.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для чтения лекций
2. Ноутбук, проектор для презентаций.
4. Лабораторное оборудование: спектрофотометр Shimadzu UV-1800, система капиллярного электрофореза «КАПЕЛЬ», аквадистилляторы, весы аналитические, иономеры, фотоколориметры, кондуктометр, милливольтметр, полярограф, потенциометры, спектрофотометры, стилоскопы, ультратермостаты, хроматографы, пламенный анализатор жидкости, центрифуга, электролизные установки, рН-метры-иономеры-милливольтметры, печь муфельная, кулонометр.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 «Химия» и профилям «Химия низко- и высокомолекулярных органических веществ», «Аналитическая химия и химическая экспертиза», «Физическая химия».

Автор

д.х.н., доцент Русанова Т.Ю.

Программа одобрена на заседании кафедры аналитической химии и химической экологии от 20 сентября 2021 года, протокол № 2.