

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
аналитической химии  
химического факультета

Елисеева Т.В.

14.04.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.О.12 Современная аналитическая химия

*Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом*

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

04.03.02 Химия, физика и механика материалов

**2. Профиль подготовки/специализация:** Материаловедение и индустрия наносистем,

**3. Квалификация выпускника:** бакалавр

**4. Форма обучения:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** Кафедра аналитической химии

**6. Составители программы:** Карпов Сергей Иванович, д.х.н., доцент

*(ФИО, ученая степень, ученое звание)*

**7. Рекомендована:** НМС химического факультета 19.03.2020, протокол №3

*(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола,*

---

*отметки о продлении вносятся вручную)*

**8. Учебный год:** 2022 / 2023

**Семестр(ы):** 5

### 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются: обучение студентов основам современной аналитической химии.

#### Задачи учебной дисциплины:

- на основании полученных теоретических знаний и практического методами химического анализа студенты могли правильно выбирать метод анализа в соответствии с поставленной перед ними проблемой,
- разработать схему анализа,
- практически провести его и интерпретировать полученные результаты.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** часть, формируемая участниками образовательных отношений (вариативная) блока Б1, к которой относится дисциплина. Обязательная часть.

*Требования к входным знаниям, умениям и навыкам:* Данная дисциплина требует от студентов базовых знаний по курсам " Физика", "Общая и неорганическая химия", "Современная физическая химия", " Информатика".

В результате освоения дисциплины студенты должны владеть основными понятиями аналитической химии, знаниями теоретических основ современных методов анализа, их применения в химическом анализе.

*Дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей:* является предшествующей курсу " Спектроскопические методы исследования материалов", "Микроскопические методы исследования структуры материалов", "Метрология, стандартизация и сертификация материалов".

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:**

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1.1;	Использует при решении задач профессиональной деятельности теоретические основы физико-химии полупроводниковых материалов	26.001 A/01.6	Приготовление стандартных растворов для проведения калориметрических и хроматографических методов анализа	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Уметь: Провести подготовку инструментария и химической посуды для проведения испытаний сырья и полуфабрикатов</li> <li>• Калибровать приборы для проведения лабораторного анализа проб (образцов) сырья и полуфабрикатов Строить калибровочные кривые               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Строить градуировочные кривые (таблицы)</li> </ul> </li> <li>• Владеть: владение базовыми навыками проведения испытаний сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.</li> </ul>
ОПК-1.2;	Использует при решении задач профессиональной деятельности теоретические основы структурной химии неорганических материалов			
ОПК-1.3;	Использует при решении задач профессиональной деятельности теоретические			

	основы механики материалов			
ОПК-1.4;	Предлагает интерпретацию результатов экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ химии, физики и механики материалов	40.044 A/01.6	Определение характеристик сырья для производства наноструктурированных материалов	Уметь: Применять методики проведения испытаний качества сырьевых материалов и выпускаемой продукции. Оформлять результаты испытаний основных и вспомогательных сырьевых материалов в документах установленного образца. Знать: Физико-химические методы анализа.
ОПК-2.1;	Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	A/02.6	Применение новых методов получения, испытания и оценки потребительских свойств полимерных	Уметь: Провести подготовку образцов к проведению лабораторных испытаний. Провести установку режимов на лабораторном оборудовании. Провести подготовка лабораторного оборудования и инструментов для измерений. Провести измерение параметров материалов на специальном оборудовании. Готовить лабораторное оборудование, инструменты для измерений. Анализировать результаты испытаний образцов и оформлять их в соответствии с правилами. Владеть: навыками составления отчетов по результатам испытаний..
ОПК-2.2;	Проводит эксперимент по исследованию реакций, процессов и материалов с использованием стандартизированных процедур			
ОПК-2.3;	Проводит стандартные операции по диагностике физических и химических свойств материалов	A/03.6	Проведение текущих и дополнительных испытаний полимерных наноструктурированных пленок с заданными потребительскими характеристиками	Уметь: Составление и оформление протоколов испытаний. Знать: Проведение текущих и дополнительных испытаний характеристик полимерных наноструктурированных пленок
ОПК-2.4	Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования			

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 4/144.**

**Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) экзамен.**

### 13. Виды учебной работы

#### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		№ семестра 5

Аудиторные занятия	72	72
в том числе:	лекции	36
	практические	0
	лабораторные	36
Самостоятельная работа	36	36
в том числе: курсовая работа (проект)	0	0
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час.)	36	36
Итого:	144	144

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Аналитическая химия. Основные понятия и определения. Теоретические основы аналитической химии.	Классификация аналитических методов. Краткий исторический очерк. Методологические аспекты аналитической химии. Аналитическая служба. Значение и области применения химического анализа. Отбор пробы. Подготовка пробы для анализа. Измерение. Градуировка. Аналитический сигнал. Предел обнаружения. Точность измерения. Систематические и случайные ошибки. Стадии аналитического процесса с точки зрения теории информации.	-
1.2	Химические методы анализа (титриметрия и гравиметрия) Гравиметрические методы анализа.	Основные типы реакций и процессов, применяемых в аналитической химии. Идеальные и реальные системы. Активность и концентрация. Основная и конкурирующая реакции. Общая и равновесная концентрации. Константы равновесия в идеальных и реальных системах.	-
		<b>Гравиметрические методы анализа.</b> Равновесие в системе осадок-раствор. Растворимость и произведение растворимости. Образование и растворение осадков. Факторы, влияющие на растворимость малорастворимого электролита. Сущность гравиметрического метода анализа. Аморфные и кристаллические осадки, условия их получения. Соосаждение. Применение гравиметрического метода.	-
1.3	Титриметрические методы анализа.	<b>Титриметрические методы анализа.</b> Протолитическая теория кислот и оснований. Сила кислот и оснований. Константы диссоциации слабых электролитов. Ионное произведение воды. Буферные растворы. Гидролиз солей. Расчёт pH в растворах сильных и слабых растворов кислот и оснований, солей. Сущность титриметрии. Стандартные растворы. Кривые титрования сильных кислот и оснований. Кислотно-основные индикаторы. Кривые титрования слабых и многоосновных кислот. Применение кислотно-основного титрования. Осадительное титрование.	-

		Комплексообразование. Типы лигандов. Свойства и типы комплексонов. Этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА). Комплексы металлов с ЭДТА. Комплексометрическое титрование. Кривые титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования. Применение комплексометрического титрования. Прямое, обратное, вытеснительное и косвенное титрование. Определение жесткости воды. Окислительно-восстановительное равновесие. Уравнение Нернста. Окислительно-восстановительное титрование. Кривые титрования. Способы обнаружения конца титрования. Стандартные растворы. Перманганатометрия. Дихроматометрия. Броматометрия. Иодометрия.	-
1.4	Физико-химические методы анализа (спектрофотометрия и фотометрия, потенциометрия, хроматография). Электрохимические методы анализа.	Классификация электрохимических методов анализа. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Электрохимическая ячейка и её электрический эквивалент. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Мембранные электроды. Потенциометрия. Ионометрия. Потенциометрическое титрование. Электрогравиметрия. Законы Фарадея. Прямая и косвенная кулонометрия. Кулонометрическое титрование. Осциллографическая полярография. Импульсная полярография. Переменно-токовая полярография. Вольтаперометрия. Амперометрическое титрование. Применение вольтаперометрии для изучения органических реакций. Электропроводность растворов. Эквивалентные электропроводности ионов. Измерительные мостовые схемы. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Вольтаперометрические методы анализа. Предельный диффузионный ток. Классическая полярография.	-
1.5	Хроматографические методы анализа.	<b>Хроматографические методы анализа.</b> История открытия хроматографии. Классификация хроматографических методов по агрегатному состоянию фаз, способу проведения анализа (фронтальная, вытеснительная и элюентная), типу неподвижной фазы (колоночная, бумажная, тонкослойная). Параметры удерживания. Число теоретических тарелок и высота эквивалентная теоретической тарелки (ВЭТТ). Влияние типа связей на параметры хроматографического удерживания. Высокоэффективная газовая (капиллярная) хроматография. Устройство хроматографа. Газ-носитель, ввод пробы, колонки, детекторы. Качественный анализ. Индексы Ковача. Количественный анализ. Оптимизация скорости. Уравнение Ван Деемтера. Влияние температуры на параметры удерживания.	-
		Высокоэффективная жидкостная хроматография. Устройство жидкостного хроматографа. Адсорбционная, нормально-фазовая и обращенно-фазовая высокоэффективная жидкостная хроматография. Качественный и количественный анализ. Ионообменники и их свойства. Ионообменная хроматография. Ионная хроматография. Эксклюзионная хроматография. Планарная хроматография. Высокоэффективная тонкослойная хроматография. Выбор оптимального метода хроматографического анализа.	-

1.6	Спектроскопические методы анализа.	<p><b>Спектроскопические методы анализа.</b>  Введение в спектроскопию. Классификация спектральных методов. Электромагнитное излучение и его взаимодействие с веществом. Основы теории атомных и молекулярных спектров. Интенсивность спектральных линий и вероятность квантовых переходов. Ширина спектральной линии. Схема спектрографа. Источники излучения. Атомизация и возбуждение частиц. Монохроматизация излучения. Приёмники излучения. Шумы.  Методы атомной спектроскопии. Атомная эмиссионная спектроскопия. Источники возбуждения. Качественный и количественный анализ. Эмиссионная фотометрия пламени.</p>	-
		<p>Молекулярная спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой областях. Закон светопоглощения. Качественный и количественный фотометрический и спектрофотометрический анализ. Инфракрасная спектроскопия. Комбинационное рассеяния (КР). Спектроскопия КР. Нефелометрия и турбидиметрия. Люминесцентный анализ. Флуоресценция и фосфоресценция.</p>	-
		<p>Радиоспектроскопические методы анализа. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР) и электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Мёссбауэрская спектроскопия. Масс-спектрометрические методы. Сущность метода. Анализ органических веществ. Элементный анализ.</p>	-
1.7	Автоматизация химического анализа. Применение ЭВМ в аналитической химии.	<p>Использование ЭВМ в аналитической химии: Сбор и первичная обработка результатов анализа; обработка многокомпонентных спектров и хроматограмм. Управление аналитическими приборами, создание гибридных устройств анализатор-ЭВМ. Автоматизация химического анализа. Автоматизация периодического, дискретного анализа и непрерывного анализа в потоке. Проточно-инжекционный анализ. Автоматизированные приборы, системы и комплексы, автоматы-анализаторы для лабораторного и производственного анализа. Примеры современных высокоэффективных аналитических приборов-автоматов (газоанализаторы, хромато-масс-спектрометры, автоматические приборы и системы для проточно-инжекционного анализа, для отбора и анализа проб космического вещества, лабораторные роботы).</p>	-
1.8	Кинетические методы анализа.	<p><b>Кинетические методы анализа.</b> Сущность методов. Каталитический и некаталитический варианты кинетических методов; их чувствительность и селективность. Типы используемых каталитических и некаталитических реакций: окисления-восстановления, обмена лигандов в комплексах, превращения органических соединений, фотохимические и ферментативные реакции. Способы определения концентрации по данным кинетических измерений.</p>	-
1.9	Методы локального анализа и анализа поверхности. Общие вопросы	<p><b>Методы локального анализа и анализа поверхности.</b> Общие понятия. Задачи распределительного анализа. Поверхность как объект анализа. Локальность поперечная и продольная. Взаимодействие корпускулярных пучков и электромагнитного излучения с аналитической пробой. Электромагнитный спектр, методы локального анализа в различных диапазонах спектра. Классификация методов по способу генерации аналитического сигнала,</p>	-

		по способу отбора аналитической информации, по локальности.	
1.10	Аналитическая электронная микроскопия. Аналитическая зондовая микроскопия. Оже-электронная спектроскопия.	<b>Аналитическая электронная микроскопия.</b> Принципы растровой и просвечивающей электронной микроскопии. Формирование изображения анализируемой пробы. Аналитические каналы в растровом и просвечивающем электронных микроскопах. Рентгеноспектральный микроанализ – принципы метода, характеристическое и тормозное рентгеновское излучение, пределы обнаружения элементов, количественный анализ. Систематические погрешности, обусловленные гетерогенностью пробы, низкой электро- и теплопроводностью, магнитной жесткостью фаз. Аппаратные функции. Неразрушающий послойный анализ при вариации энергии первичных электронов. Катодолюминесцентный микроанализ. Принципы рекомбинационной люминесценции, специфика анализа полупроводников и диэлектриков. Количественный катодолюминесцентный анализ субмикронных слоев полупроводниковых гетероструктур. Спектроскопия характеристических потерь энергии электронов. Подготовка проб. Радиационные дефекты и систематические погрешности аналитической электронной микроскопии.	-
		<b>Аналитическая зондовая микроскопия.</b> Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Полевая эмиссия. Полевая электронная и ионная микроскопия. Атомный зонд. Принципы формирования изображений анализируемой пробы. Аналитические возможности методов. <b>Оже-электронная спектроскопия.</b> Эффект Оже. Физические основы Оже-электронной спектроскопии. Оже-микронд. Электронные спектрометры. Качественный анализ – идентификация элементов, характера химических связей. Количественный анализ. Коэффициенты относительной чувствительности. Систематические погрешности. Подготовка проб к анализу. Метрологические характеристики метода и примеры применения.	-
1.11	Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Спектроскопия ионного рассеяния.	<b>Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.</b> Генерация фотоэлектронов. Фотоэлектронная спектроскопия с ультрафиолетовым возбуждением. Электронная спектроскопия для химического анализа (ЭСХА). Качественный и количественный элементный анализ поверхности. Способы очистки поверхности. Идентификация характера химических связей и энергетическое разрешение. ЭСХА с вариацией угла отбора аналитического сигнала. Синхротронное излучение и монохроматизация первичного рентгеновского излучения. Поглощение рентгеновского излучения. Рентгеновская абсорбционная спектроскопия тонкой структуры края поглощения. <b>Спектроскопия ионного рассеяния.</b> Кинематические и динамические соотношения элементарного акта рассеяния. Спектроскопия рассеяния медленных ионов для анализа поверхностных монослоев. Резерфордская спектроскопия. Послойный неразрушающий анализ.	-
1.12	Масс-спектральный анализ поверхности.	<b>Масс-спектральный анализ поверхности.</b> Принципы масс-спектрального анализа. Источники	-

		ионизации. Масс-анализаторы. Детекторы. Искровая масс-спектрометрия. Способы анализа поверхности в искровой масс-спектрометрии. Масс-спектрометрия вторичных ионов - статический и динамический варианты. Ионное распыление и выход продуктов распыления. Послойный анализ. Реакционная эмиссия вторичных ионов и способы устранения систематических погрешностей. Количественный анализ, ионнолегированные стандартные образцы, метрологические характеристики послойного распределительного анализа. Масс-спектральная микроскопия. Масс-спектрометрия распыленных нейтралей. Способы пост-ионизации. Анализ непроводящих объектов методом бомбардировки быстрыми атомами. Лазерная микрозондовая масс-спектрометрия. Элементный и молекулярный локальный анализ с использованием вариации плотности мощности лазерного излучения. Анализ органических веществ. Лазерная десорбционная масс-спектрометрия.	
1.13	Ядерно-физические методы анализа поверхности. Оптические методы анализа поверхности.	<b>Ядерно-физические методы анализа поверхности.</b> Радиоактивный распад. Активационный анализ. Мгновеннорадиационный анализ. Ядерный микронд. Рентгеноспектральный анализ с ионным возбуждением. Резонансные методы анализа поверхности. Принципы автордиографии. Микроавтордиография. Автордиография высокого разрешения. Исследование элементного распределения по границам зерен в металлах и полупроводниках.	-
	Оптические методы анализа поверхности.	<b>Оптические методы анализа поверхности.</b> Растровая оптическая микроскопия. Формирование изображения в растровом оптическом микроскопе. Эмиссионный спектральный анализ с лазерным пробоотбором. Рамановский микрондзонд в спектроскопии комбинационного рассеяния. Инфракрасная спектроскопия поверхности. Эллипсометрия и эллипсометрическая микроскопия. Метрологические характеристики методов и примеры использования в неорганическом и органическом анализе.	-
<b>3. Лабораторные работы</b>			
3.1	Аналитическая химия. Основные понятия и определения. Теоретические основы аналитической химии.	Инструктаж по технике безопасности. Обучение взвешиванию на аналитических весах.	-
3.2	Химические методы анализа (титриметрия и гравиметрия) Гравиметрические методы анализа.	Определение кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида бария	-
3.3	Титриметрические методы анализа.	Приготовление первичного стандартного раствора карбоната натрия (по навеске) и рабочего раствора соляной кислоты (методом разбавления из концентрированного раствора). Стандартизация рабочего раствора соляной кислоты (математическая обработка результатов анализа). Определение карбонатной жесткости воды (контрольные образцы)	-
3.4	Физико-химические методы анализа (спектрофотометрия и фотометрия, потенциометрия,	Ионометрия. Определение концентрации ионов в растворе с помощью ионселективных электродов	-



	хроматография). Электрохимические методы анализа.		
3.5	Спектроскопические методы анализа.	Фотометрическое определение содержания железа (II), меди (II) в водных растворах	-
3.6	Хроматографические методы анализа.	Газохроматографическое определение спиртов в смеси	-

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Аналитическая химия. Основные понятия и определения. Теоретические основы аналитической химии.	2	0	0	4	6
2	Химические методы анализа (титриметрия и гравиметрия) Гравиметрические методы анализа.	4	0	8	4	16
3	Титриметрические методы анализа.	4	0	8	4	16
4	Физико-химические методы анализа (спектрофотометрия и фотометрия, потенциометрия, хроматография)					
5	Электрохимические методы анализа.	2	0	4	4	10
6	Хроматографические методы анализа.	6	0	8	8	22
7	Спектроскопические методы анализа.	6	0	8	8	22
8	Автоматизация химического анализа. Применение ЭВМ в аналитической химии.	1	0	0	2	3
9	Кинетические методы анализа.	1	0	0	2	3
04	Методы локального анализа и анализа поверхности. Общие вопросы	2	0	0	4	6
10	Аналитическая электронная микроскопия. Аналитическая зондовая микроскопия. Оже-электронная спектроскопия.	2	0	0	8	10
11	Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Спектроскопия ионного рассеяния.	2	0	0	8	10
12	Масс-спектральный анализ поверхности.	2	0	0	8	10
13	Ядерно-физические методы анализа поверхности. Оптические методы анализа поверхности.	2	0	0	8	10
	итого	36	0	36	72	144

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

работа с конспектами лекций, презентационным материалом, интернет-ресурсами, выполнение лабораторных работ.

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Васильев В.П. Аналитическая химия : в 2 кн. / В.П. Васильев.- М. ; Дрофа, 2007. - Кн. 1 : Титриметрические и гравиметрические методы анализа. - 368 .
2.	Васильев В.П. Аналитическая химия : в 2 кн. / В.П. Васильев.- М. : Дрофа, 2007. - Кн. 2 : Физико-химические методы анализа. - 384 с.
3.	Основы аналитической химии : учеб, для вузов / Ю.А. Золотов и др. ; под ред. Ю.А. Золотова. - М. : Академия., 2014. - Кн. 1 : Общие вопросы. Методы разделения. - 390 с.
4.	Основы аналитической химии : учеб, для вузов / Ю.А. Золотов и др. ; под ред. Ю.А. Золотова. - М. : Академия., 2014. - Кн. 2 : Методы химического анализа. - 409 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5.	Аналитическая химия. Проблемы и подходы: В 2 т. Пер. с англ. / Под ред. Р. Кельнера, Ж.-М. Мерме, М. Отто и др. М. : Мир: ООО «Изд-во АСТ», 2004. Т. 1. 608 с.
6.	Аналитическая химия. Проблемы и подходы: В 2 т. Пер. с англ. / Под ред. Р. Кельнера, Ж.-М. Мерме, М. Отто и др. М. : Мир: ООО «Изд-во АСТ», 2004. Т. 2. 728 с.
7.	Кристиан Г. Аналитическая химия : в 2 томах. / Г. Кристиан ; пер. с англ. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. Т.1. – 623 с.
8.	Кристиан Г. Аналитическая химия : в 2 томах. / Г. Кристиан ; пер. с англ. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. Т.2. – 504 с.
9.	Пилипенко А.Т. Аналитическая химия : в 2 кн. / А.Т. Пилипенко, И.В. Пятницкий.- М.: Химия, 1990. -Т.1.-480С. ; Т.2. -366с.
10.	Дорохова Е.Н. Аналитическая химия : Физико-химические методы анализа/ Е.Н. Дорохова, Г.В. Прохорова. - М. : Высш. шк., 1991. - 256
11.	Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1989.
12.	Modern analytical chemistry / D. Harvey. – 2000. 798 p.
13.	Методы анализа поверхности/ Под ред А.Зандерны. М.: Мир, 1979, 582с.
14.	Вудраф Д., Делчар Т. Современные методы исследования поверхности. М.: Мир, 1989, 568с.
15.	Фелдман Л., Майер Д. Основы анализа поверхности и тонких пленок. М.: Мир, 1989, 342с.
16.	Гоулдстейн Дж., Ньюбери Д. И др. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ. Т.1,2, М: Мир, 1984
17.	Нефедов В.И., Черепин В.Т. Физические методы исследования поверхности твердых тел. М.: Наука, 1983, 296с.
18.	Анализ поверхности методами оже- и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии / Под ред. Д. Бриггса, М.П. Сиха. — М. : Мир, 1987. — 600с.

в) Информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1.	Майер В.Р., Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография [Электронный ресурс] / Майер Вероника Р. - М. : Техносфера, 2017. - 408 с. - ISBN 978-5-94836-480-3 - Режим доступа: <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948364803.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948364803.html</a>
2.	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ
3.	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
4.	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>
5.	<a href="http://chemnet.ru">http://chemnet.ru</a>
6.	<a href="http://chemrar.ru">http://chemrar.ru</a>
7.	Аналитическая химия в России - <a href="http://www.rusanalytchem.org/default.aspx">http://www.rusanalytchem.org/default.aspx</a>
8.	Интернет ресурс для химиков <a href="http://www.chemweb.com/">http://www.chemweb.com/</a>

9.	ЭУМК Образовательный портал "Электронный университет ВГУ" <a href="https://edu.vsu.ru/">https://edu.vsu.ru/</a> <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2359">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2359</a>
----	--

\* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы, онлайн-курсы, ЭУМК

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
19.	Основы аналитической химии : практическое руководство : учеб, пособие для вузов / В.И. Фадеева и др. ; под ред. Ю.А. Золотова. - М. : Высш. шк., 2001. - 463 с.
20.	В.Васильев В.П. Практикум по аналитической химии : учеб, пособие для вузов / В.П. Васильев, Р.П. Морозова, Л.А. Кочергина. - М. : Химия, 2000. - 328 с.
21.	Основы аналитической химии : задачи и вопросы : учеб, пособие для вузов / В.И. Фадеева и др. ; под ред. Ю.А. Золотова. - М. : Высш. шк., 2002. - 412 с.

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации учебной дисциплины используются элементы электронного обучения (ЭО) и дистанционные образовательные технологии (ДОТ) в части освоения лекционного материала, проведения текущей и промежуточной аттестации, проведения части лабораторных работ и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, позволяющие обеспечивать опосредованное взаимодействие (на расстоянии) преподавателей и обучающихся, включая инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>), проведение вебинаров, видеоконференций, взаимодействие в соцсетях, посредством электронной почты, мессенджеров. Для освоения дисциплины рекомендуется список литературы и ресурсы для электронного обучения (ЭО) (п. 15).

*При реализации дисциплины могут проводиться различные типы лекций (вводная, обзорная и т.д.), семинарские занятия (проблемные, дискуссионные и т.д.), применяться дистанционные образовательные технологии в части освоения лекционного материала, проведения текущей аттестации, самостоятельной работы по дисциплине или отдельным ее разделам и т.д. При применении ЭО и ДОТ необходимо в п.15 в) указать используемые ресурсы (см. пример выше)*

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

*(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)*

11. Аналитические весы
2. Сушильный шкаф
3. Газовый хроматограф «Chrom-4» с детектором по теплопроводности
4. Газовый хроматограф «Chrom-5» с пламенно-ионизационным детектором
5. Газовый хроматограф «Кристалл-2000М» с ЭЗД, ПИД и ТИД
6. Жидкостный хроматограф «Аквилон»
7. Видеоденситометр с программной обработкой хроматограмм ТСХ
8. рН-метр-иономер «Эксперт-001».
9. Установка для кулонометрического титрования.
10. Спектрофотометр СФ-46.
11. Фотоэлектроколориметр КФК-2
12. ИК-спектрометр Specord IR-75
13. ИК-спектрометр Bruker Vertex-70
14. Электронный микроскоп Jeol JLV-6380
15. Сканирующий зондовый микроскоп «Фемтоскан-001»
16. Пламенный фотометр ПАЖ-1.

## 19. Фонд оценочных средств:

По решению кафедры оценки за экзамен/зачет могут быть выставлены по результатам текущей аттестации обучающегося в семестре, но не ранее, чем на заключительном занятии. При несогласии студента с оценкой последний вправе сдавать экзамен/зачет на общих основаниях.

### 19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОПК-1	<p>Знать: правила и приемы работы в аналитической лаборатории; возможности, достоинства и недостатки изучаемых методов анализа, области их применения и грамотно выбирать их для решения конкретных задач.</p> <p>Уметь: грамотно выбирать методы анализа с учетом области их применения для решения конкретных задач.</p> <p>Владеть (иметь навыки): практически овладеть основными методами анализа и освоить аналитические расчеты и способы обработки результатов анализа.</p>	<p>Раздел 1 Аналитическая химия. Основные понятия и определения. Теоретические основы аналитической химии.</p>	Контрольная работа
	<p>Знать: правила и приемы работы в аналитической лаборатории; возможности, достоинства и недостатки изучаемых методов анализа, области их применения и грамотно выбирать их для решения конкретных задач;</p> <p>Уметь: грамотно выбирать методы анализа с учетом области их применения для решения конкретных задач;</p> <p>Владеть (иметь навыки): практически овладеть основными методами анализа и освоить аналитические расчеты и способы обработки результатов анализа.</p>	<p>Раздел 2. Химические методы анализа (титриметрия и гравиметрия) Гравиметрические методы анализа.</p> <p>Раздел 3. Титриметрические методы анализа.</p>	
	<p>Приготовление стандартных растворов для проведения калориметрических и хроматографических методов анализа</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Уметь: Провести подготовку инструментария и химической посуды для проведения испытаний сырья и полуфабрикатов</li> <li>• Калибровать приборы для проведения лабораторного анализа проб (образцов) сырья и полуфабрикатов</li> </ul> <p>Строить калибровочные кривые</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Строить градуировочные</li> </ul>	<p>Раздел 1. Аналитическая химия. Основные понятия и определения. Теоретические основы аналитической химии.</p> <p>Раздел 2. Химические методы анализа (титриметрия и гравиметрия) Гравиметрические методы анализа.</p> <p>Раздел 3 Титриметрические методы анализа.</p>	

	<p>кривые (таблицы)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Владеть: владение базовыми навыками проведения испытаний сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.</li> </ul>		
	<p>Знать: правила и приемы работы в аналитической лаборатории; возможности, достоинства и недостатки изучаемых методов анализа, области их применения и грамотно выбирать их для решения конкретных задач;</p> <p>Уметь: грамотно выбирать методы анализа с учетом области их применения для решения конкретных задач;</p> <p>Владеть (иметь навыки): практически овладеть основными методами анализа и освоить аналитические расчеты и способы обработки результатов анализа.</p>	<p>Раздел 4. Физико-химические методы анализа (спектрофотометрия и фотометрия, потенциометрия, хроматография). Электрохимические методы анализа.</p>	
	<p>Определение характеристик сырья для производства наноструктурированных материалов</p> <p>Уметь: Применять методики проведения испытаний качества сырьевых материалов и выпускаемой продукции.</p> <p>Оформлять результаты испытаний основных и вспомогательных сырьевых материалов в документах установленного образца.</p> <p>Знать: Физико-химические методы анализа.</p>	<p>Раздел 4. Методы локального анализа и анализа поверхности. Общие вопросы</p> <p>Раздел 5. Электрохимические методы анализа.</p> <p>Раздел 6. Хроматографические методы анализа.</p> <p>Раздел 7. Спектроскопические методы анализа.</p> <p>Раздел 8. Автоматизация химического анализа.</p> <p>Применение ЭВМ в аналитической химии.</p> <p>Раздел 9. Кинетические методы анализа.</p> <p>Раздел 10. Аналитическая электронная микроскопия.</p> <p>Аналитическая зондовая микроскопия. Оже-электронная спектроскопия.</p> <p>Раздел 11. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Спектроскопия ионного рассеяния.</p> <p>Раздел 12. Масс-спектральный</p>	
	<p>знать: теоретические основы методов хроматографии</p>		
	<p>уметь: выбирать метод, условия хроматографирования вещества в соответствии с поставленной перед ними проблемой, разработать схему анализа, практически провести его и интерпретировать полученные результаты</p>		
	<p>владеть (иметь навык(и)): Владение навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций</p>		
ОПК-2	<p>Применение новых методов получения, испытания и оценки потребительских свойств полимерных</p> <p>Уметь: Провести подготовку образцов к проведению лабораторных испытаний.</p> <p>Провести установку режимов на лабораторном оборудовании.</p> <p>Провести подготовка лабораторного оборудования и инструментов для измерений.</p>		Реферат

	<p>Провести измерение параметров материалов на специальном оборудовании.          Готовить лабораторное оборудование, инструменты для измерений.          Анализировать результаты испытаний образцов и оформлять их в соответствии с правилами.          Владеть: навыками составления отчетов по результатам испытаний..</p>	<p>анализ поверхности.          Раздел 13. Ядерно-физические методы анализа поверхности.          Оптические методы анализа поверхности.</p>	
	<p>Проведение текущих и дополнительных испытаний полимерных наноструктурированных пленок с заданными потребительскими характеристиками          Уметь: Составление и оформление протоколов испытаний.          Знать: Проведение текущих и дополнительных испытаний характеристик полимерных наноструктурированных пленок</p>		
	<p>Знать: правила и приемы работы в аналитической лаборатории; возможности, достоинства и недостатки изучаемых методов анализа, области их применения и грамотно выбирать их для решения конкретных задач;          Уметь: грамотно выбирать методы анализа с учетом области их применения для решения конкретных задач;          Владеть (иметь навыки): практически овладеть основными методами анализа и освоить аналитические расчеты и способы обработки результатов анализа.</p>	<p>Раздел 5.          Хроматографические методы анализа</p>	
	<p>Знать: правила и приемы работы в аналитической лаборатории; возможности, достоинства и недостатки изучаемых методов анализа, области их применения и грамотно выбирать их для решения конкретных задач;          Уметь: грамотно выбирать методы анализа с учетом области их применения для решения конкретных задач;          Владеть (иметь навыки): практически овладеть основными методами анализа и освоить аналитические расчеты и способы обработки результатов анализа.</p>	<p>Раздел 6.          Спектроскопические методы анализа.</p>	
	<p>Знать: правила и приемы работы в аналитической лаборатории; возможности, достоинства и недостатки изучаемых методов анализа, области их применения и грамотно выбирать их для решения конкретных задач;          Уметь: грамотно выбирать методы анализа с учетом области их</p>	<p>Раздел 7.          Автоматизация химического анализа.          Применение ЭВМ в аналитической химии.</p>	

	<p>применения для решения конкретных задач;          Владеть (иметь навыки): практически овладеть основными методами анализа и освоить аналитические расчеты и способы обработки результатов анализа.</p>		
	<p>Знать: правила и приемы работы в аналитической лаборатории; возможности, достоинства и недостатки изучаемых методов анализа, области их применения и грамотно выбирать их для решения конкретных задач;          Уметь: грамотно выбирать методы анализа с учетом области их применения для решения конкретных задач;          Владеть (иметь навыки): практически овладеть основными методами анализа и освоить аналитические расчеты и способы обработки результатов анализа.</p>	<p>Раздел 8.          Кинетические методы анализа.</p>	
	<p>Знать: правила и приемы работы в аналитической лаборатории; возможности, достоинства и недостатки изучаемых методов анализа, области их применения и грамотно выбирать их для решения конкретных задач;          Уметь: грамотно выбирать методы анализа с учетом области их применения для решения конкретных задач;          Владеть (иметь навыки): практически овладеть основными методами анализа и освоить аналитические расчеты и способы обработки результатов анализа.</p>	<p>Раздел 9. Методы локального анализа и анализа поверхности.          Общие вопросы</p>	
	<p>Знать: правила и приемы работы в аналитической лаборатории; возможности, достоинства и недостатки изучаемых методов анализа, области их применения и грамотно выбирать их для решения конкретных задач;          Уметь: грамотно выбирать методы анализа с учетом области их применения для решения конкретных задач;          Владеть (иметь навыки): практически овладеть основными методами анализа и освоить аналитические расчеты и способы обработки результатов анализа.</p>	<p>Раздел 10.          Аналитическая электронная микроскопия.          Аналитическая зондовая микроскопия. Оже-электронная спектроскопия.</p>	
	<p>Знать: правила и приемы работы в аналитической лаборатории; возможности, достоинства и недостатки изучаемых методов анализа, области их применения и грамотно выбирать их для решения конкретных задач;          Уметь: грамотно выбирать методы</p>	<p>Раздел 11.          Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.          Спектроскопия ионного рассеяния.</p>	

	<p>анализа с учетом области их применения для решения конкретных задач;          Владеть (иметь навыки): практически овладеть основными методами анализа и освоить аналитические расчеты и способы обработки результатов анализа.</p>		
	<p>Знать: правила и приемы работы в аналитической лаборатории; возможности, достоинства и недостатки изучаемых методов анализа, области их применения и грамотно выбирать их для решения конкретных задач;          Уметь: грамотно выбирать методы анализа с учетом области их применения для решения конкретных задач;          Владеть (иметь навыки): практически овладеть основными методами анализа и освоить аналитические расчеты и способы обработки результатов анализа.</p>	<p>Раздел 12. Масс-спектральный анализ поверхности.</p>	
	<p>Знать: правила и приемы работы в аналитической лаборатории; возможности, достоинства и недостатки изучаемых методов анализа, области их применения и грамотно выбирать их для решения конкретных задач;          Уметь: грамотно выбирать методы анализа с учетом области их применения для решения конкретных задач;          Владеть (иметь навыки): практически овладеть основными методами анализа и освоить аналитические расчеты и способы обработки результатов анализа.</p>	<p>Раздел 13. Ядерно-физические методы анализа поверхности. Оптические методы анализа поверхности.</p>	
	<p>Знать: возможности, достоинства и недостатки изучаемых методов анализа, области их применения и грамотно выбирать их для решения конкретных задач;          Уметь: использовать методы анализа веществ и материалов на основе комплекса базовых знаний;          Владеть (иметь навыки): навыки экспериментальной работы в области аналитической химии, позволяющие эффективно работать в различных экспериментальных областях наук о материалах и в современной технологии материалов;          владеть (иметь навыки): практически овладеть основными методами анализа и освоить аналитические расчеты и способы обработки результатов анализа;          владеть профессионально</p>	<p>Разделы 1-13.</p>	



	профилированными знаниями и навыками по аналитической химии.		
<b>Промежуточная аттестация</b>			<b>КИМ</b>

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Раздел 1. Аналитическая химия. Основные понятия и определения. Теоретические основы аналитической химии. Раздел 2. Химические методы анализа (титриметрия и гравиметрия) Гравиметрические методы анализа. Раздел 3 Титриметрические методы анализа.	ОПК-1	ОПК-1.1 Использует при решении задач профессиональной деятельности теоретические основы физико-химии полупроводниковых материалов	Контрольная работа
	Раздел 7. Спектроскопические методы анализа. Раздел 10. Аналитическая электронная микроскопия. Аналитическая зондовая микроскопия. Оже-электронная спектроскопия. Раздел 11. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Спектроскопия ионного рассеяния. Раздел 12. Масс-спектральный анализ поверхности. Раздел 13. Ядерно-физические методы анализа поверхности. Оптические методы анализа поверхности.		ОПК-1.2 Использует при решении задач профессиональной деятельности теоретические основы структурной химии неорганических материалов	
	Раздел 7. Спектроскопические методы анализа. Раздел 10. Аналитическая электронная микроскопия.		ОПК-1.3 Использует при решении задач профессиональной деятельности теоретические	

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	<p>Аналитическая зондовая микроскопия. Оже-электронная спектроскопия. Раздел 11. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Спектроскопия ионного рассеяния. Раздел 12. Масс-спектральный анализ поверхности. Раздел 13. Ядерно-физические методы анализа поверхности. Оптические методы анализа</p>		<p>основы механики материалов</p>	
	<p>Раздел 7. Спектроскопические методы анализа. Раздел 10. Аналитическая электронная микроскопия. Аналитическая зондовая микроскопия. Оже-электронная спектроскопия. Раздел 11. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Спектроскопия ионного рассеяния. Раздел 12. Масс-спектральный анализ поверхности. Раздел 13. Ядерно-физические методы анализа поверхности. Оптические методы анализа</p>		<p>ОПК-1.4 Предлагает интерпретацию результатов экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ химии, физики и механики материалов</p>	
	<p>Раздел 1. Аналитическая химия. Основные понятия и определения. Теоретические основы аналитической химии. Раздел 2. Химические методы анализа (титриметрия и гравиметрия) Гравиметрические методы анализа. Раздел 3 Титриметрические методы анализа.</p>	<p>ОПК-2</p>	<p>ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности;</p>	

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	Раздел 4. Методы локального анализа и анализа поверхности. Общие вопросы Раздел 5. Электрохимические методы анализа. Раздел 6. Хроматографические методы анализа. Раздел 7. Спектроскопические методы анализа.		ОПК -2.2 Проводит эксперимент по исследованию реакций, процессов и материалов с использованием стандартизированных ванных процедур	Реферат
	Раздел 8. Автоматизация химического анализа. Применение ЭВМ в аналитической химии. Раздел 9. Кинетические методы анализа.		ОПК-2.3 Проводит стандартные операции по диагностике физических и химических свойств материалов	
	Раздел 10. Аналитическая электронная микроскопия. Аналитическая зондовая микроскопия. Оже-электронная спектроскопия. Раздел 11. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Спектроскопия ионного рассеяния. Раздел 12. Масс-спектральный анализ поверхности. Раздел 13. Ядерно-физические методы анализа поверхности. Оптические методы анализа поверхности.		ОПК-2.4 Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования	
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				Перечень вопросов
				Основные понятия в аналитической химии. Качественный, количественный анализ
				Классификация методов анализа в аналитической химии
				Теоретические основы аналитической химии. Основные понятия и определения.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
				Предмет и задачи аналитической химии. Этапы исторического развития.
				Протолитическая теория (теория кислот и оснований Бренстеда). Автопротолиз воды. Шкала кислотности.
				Равновесия в растворах электролитов. Константы равновесия.
				Вычисление рН растворов сильных протолитов. Расчет рН слабых кислот и оснований.
				Расчет рН солей слабых кислот и слабых оснований. Буферные смеси. Вычисление рН буферных растворов.
				Комплексные соединения. Характеристика равновесия в растворах комплексных соединений. Ступенчатые и общая константы устойчивости комплексных соединений.
				Основы титриметрического анализа. Титрование. Требования, предъявляемые к веществам и реакциям в титриметрии. Расчеты в титриметрии. Закон эквивалентов.
				Комплексоны. Трилон Б. Взаимодействие комплексонов с ионами металлов.
				Кислотно-основное титрование. Скачок на кривой титрования. Факторы, влияющие на величину скачка.
				Индикаторы в протолитометрии. Их характеристики. Принципы подбора индикаторов. Кривая титрования сильной кислоты сильным основанием
				Кривая комплексонометрического титрования. Металлохромные индикаторы
				Физико-химические методы анализа. Классификация. Основные понятия.
				Электрохимические методы анализа. Электрохимические системы. Электроды, используемые в электрохимических методах.
				Варианты потенциометрии. Уравнение Нернста.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
				Потенциометрическое титрование. Сущность метода и способы представления полученных результатов.
				Варианты кулонометрии
				Поляррография. Вольтамперометрия. Различные варианты вольтамперометрии.
				Кондуктометрия как метод анализа. Варианты кондуктометрии.
				Понятие хроматографии. Классификация хроматографических методов анализа.
				Параметры удерживания и характеристики эффективности хроматографирования
				Газовые хроматографы, Газы-носители, колонки и детекторы, используемые в ГХ
				Высокоэффективная жидкостная хроматография. Хроматографы в ВЭЖХ
				Ионообменная и эксклюзионная хроматография.
				Количественный анализ в хроматографии.
				Спектральные методы анализа. Характеристики электромагнитного излучения. Понятие спектра.
				Атомный эмиссионный спектральный анализ. Фотометрия пламени. Принципы метода
				Молекулярный абсорбционный спектральный анализ. Спектры поглощения. Качественный и количественный анализ в молекулярном абсорбционном спектральном анализе. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
				Инфракрасная спектроскопия. Спектроскопия комбинационного рассеивания.
				Люминесцентный анализ
				Спектроскопия ядерного магнитного резонанса и электронного парамагнитного резонанса

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
				Мёссбауэровская спектроскопия
				Масс-спектрометрические методы анализа
				Локальный анализ и анализ поверхности. Классификация методов локального анализа.
				Фотонно-зондовые методы локального анализа. Процессы, протекающие при возбуждении квантами излучения
				Фотоэлектронная спектроскопия. РФЭС и УФЭС.
				Качественный и количественный анализ методами РФЭС и УФЭС
				Электронно-зондовые методы. Классификация методов по поверхностной чувствительности, пространственному разрешению.
				Упругие взаимодействия электронов с веществом. Методы анализа поверхности, основанные на упругих взаимодействиях
				Неупругие взаимодействия электронов с веществом. Методы анализа поверхности, основанные на упругих взаимодействиях
				Физические процессы, используемые в ЭЗМА и Растровой электронной микроскопии.
				Качественный и количественный анализ методом в ЭЗМА
				Аналитическая электронная микроскопия. Электронная оже-спектроскопия
				Качественный и количественный анализ в методе ЭОС
				Спектрометры с волновой и энергетической дисперсией.
				Ионно-зондовые методы анализа. Спектроскопия рассеяния медленных ионов
				Спектроскопия резерфордского обратного рассеивания. Количественное определение методом POP.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
				Масс-спектрометрия вторичных ионов.
				Статический и динамический варианты МСВИ
				Ограничения использования МСВИ для качественного и количественного анализа. Количественная обработка масс-спектров вторичных ионов.
				Полевые зондовые методы анализа поверхности. Методы сканирующей зондовой микроскопии. Полевая ионная микроскопия и ПИМ с атомным зондом
				Сканирующая туннельная микроскопия
				Информация о поверхности, получаемая методом СТМ
				Атомно-силовая микроскопия и ее преимущества по сравнению с СТМ. Сканирующая зондовая микроскопия
				Режимы постоянной силы и постоянной высоты в АСМ. Преимущества и недостатки.
				Аналитический потенциал АСМ

## 20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

#### 20.1.1 Лабораторные работы

*(наименование оценочного средства текущего контроля успеваемости)*

Выполнение лабораторных работ с использованием методических указаний.

Требования к выполнению заданий: студент должен выполнить перечень работ и представить отчет о выполнении с указанием умений и навыков, приобретенных в ходе работы.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Полное соответствие отчета содержанию, целям и задачам лабораторной работы. Продемонстрировано знание методов хроматографии, умение связывать теорию с практикой, владение понятийным аппаратом хроматографии</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Зачтено</i>

<i>Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом хроматографии (теоретическими основами дисциплины), способен применять теоретические знания для решения практических задач в области анализа и изучения физико-химических свойств с использованием методов хроматографии</i>		
<i>Несоответствие отчета содержанию, целям и задачам лабораторной работы. Не продемонстрировано знание методов хроматографии, умение связывать теорию с практикой, владение понятийным аппаратом хроматографии Обучающийся не владеет понятийным аппаратом хроматографии (теоретическими основами дисциплины), не способен применять теоретические знания для решения практических задач в области анализа и изучения физико-химических свойств с использованием методов хроматографии</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Не зачтено</i>

### 20.1.2 Контрольная работа

Письменная контрольная работа по оценки теоретических знаний по разделам дисциплины

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Продемонстрировано знание методов хроматографии, владение понятийным аппаратом хроматографии Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом хроматографии (теоретическими основами дисциплины)</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Зачтено</i>
<i>Не продемонстрировано знание методов хроматографии, отсутствие навыков владения понятийным аппаратом хроматографии. Обучающийся не владеет понятийным аппаратом хроматографии (теоретическими основами дисциплины).</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Не зачтено</i>

### Перечень заданий для контрольных работ

#### Контрольные работы 1

#### Тема 1, 2

#### Вариант 1.

Задание 1. Предмет и методы аналитической химии. Качественный и количественный анализ  
Задание 2 Титриметрический анализ. Требования к реакциям, используемым в титриметрическом анализе. Определение точки эквивалентности, понятие о кривых титрования.

#### Вариант 2

Задание 1. Стадии аналитического процесса. Аналитический сигнал.  
Задание 2. Классификация методов титриметрии. Приемы титрования.

#### Вариант 3

Задание 1. Методы разделения и определения веществ. Химические, физико-химические и физические методы определения. Задачи аналитической химии.  
Задание 2. Протолитометрия. Сущность метода. Кислотно-основные индикаторы. Показатель индикатора и интервал перехода окраски.

#### Вариант 4

Задание 1. Метрологические характеристики метода. Значащие цифры и правила округления. Предел обнаружения и чувствительность метода.  
Задание 2. Кривые титрования и их использование при выборе индикатора в



протолитометрии. Построение и анализ кривой титрования сильного протолита.

#### **Вариант 5**

Задание 1. Статистическая обработка результатов анализа.

Задание 2. Протолитометрия. Построение и анализ кривой титрования слабого протолита сильным. Факторы, определяющие величину скачка на кривой титрования.

#### **Вариант 6**

Задание 1. Отбор пробы и подготовка ее к анализу.

Задание 2. Индикаторные ошибки в протолитометрии. Расчет кислотной и основной ошибки.

#### **Вариант 7**

Задание 1. Гетерогенное равновесие. Константа произведения растворимости.

Задание 2. Классификация индикаторных ошибок в протолитометрии. Расчет водородной и гидроксильной ошибок.

#### **Вариант 8**

Задание 1. Растворимость труднорастворимого соединения. Влияние одноименного иона на растворимость.

Задание 2. Комплексные соединения. Строение комплексных соединений. Координационное число. Моно- и полидентатные лиганды.

#### **Вариант 9**

Задание 1. Влияние ионной силы на растворимость.

Задание 2. Применение комплексных соединений в аналитической химии.

#### **Вариант 10**

Задание 1. Влияние конкурирующих реакций на растворимость.

Задание 2. Расчет содержания различных форм ЭДТА в зависимости от pH

#### **Вариант 11**

Задание 1. Гравиметрия. Гравиметрический фактор. Требования, предъявляемые к осаждаемой гравиметрической форме, к осадителю.

Задание 2. Конкурирующие реакции при образовании комплексных соединений. Влияние pH раствора на устойчивость комплексных соединений.

#### **Вариант 12**

Задание 1. Образование осадка. Влияние различных факторов (скорости осаждения, концентрации, температуры, чистоты реактивов) на процесс образования осадка. Старение осадка.

Задание 2. Комплексоны. Диссоциация ЭДТА. Образование комплексов ЭДТА с ионами металлов. Принцип хелатометрического титрования смеси катионов.

#### **Вариант 13**

Задание 1. Условия образования и растворения малорастворимого соединения. Приемы растворения осадков.

Задание 2. Индикаторы метода комплексонометрии, принцип их действия. Интервал изменения окраски.

#### **Вариант 14**

Задание 1. Кристаллические и аморфные осадки. Условия осаждения. Гомогенное осаждение. Коллоидные растворы. Причины устойчивости. Коагуляция и пептизация.

Задание 2. Кривая титрования в комплексонометрии и ее анализ.

#### **Вариант 15**

Задание 1. Условные величины произведений растворимости. Конкурирующие реакции. Влияние кислотности среды на комплексобразование и растворимость осадков.

Задание 2. Окислительно-восстановительный потенциал. Стандартный и реальный потенциалы. Факторы, определяющие значения окислительно-восстановительного потенциала (ионная сила, кислотность).

#### **Вариант 16**

Задание 1. Процессы, приводящие к загрязнению осадка. Адсорбция. Изоморфизм. Окклюзия. Инклюзия.

Задание 2. Константа окислительно-восстановительной реакции. Направление окислительно-восстановительных реакций.

#### **Вариант 17**

Задание 1. Кислотно-основное равновесие. Вычисления pH в водных растворах сильных кислот и оснований.

Задание 2. Обзор основных методов оксидиметрии. Сущность перманганатометрии. Установление титра перманганата калия.

#### **Вариант 18**

Задание 1. Сила протолитов - кислот и оснований. Факторы, влияющие на силу протолитов. Классификация растворителей.

Задание 2.

#### **Вариант 19**

Задание 1. Расчет кривой титрования в перманганатометрии. Факторы, определяющие величину скачка на кривой.

Задание 2. Протолитическая теория Бренстеда-Лоури. Автопротолиз. Константа ионного произведения воды.

#### **Вариант 20**

Задание 1. Кислотно-основное равновесие. Протолиты. Сопряженные кислоты и основания. Константа протолитического взаимодействия.

Задание 2. Оксидиндикаторы, принцип действия. Расчет интервала изменения окраски.

#### **Вариант 21**

Задание 1. Кислотно-основное равновесие. Вычисление pH в водных растворах слабых кислот и оснований

Задание 2. Сущность дихроматометрии

#### **Вариант 22**

Задание 1. Полипротонные кислоты. Вычисление pH в растворе полипротонной кислоты.

Задание 2. Сущность перманганатометрии.

#### **Вариант 23**

Задание 1. Гидролиз как частный случай протолитического взаимодействия. Расчет pH в растворах солей, подвергающихся гидролизу.

Задание 2. Иодометрическое титрование. Установление титра тиосульфата натрия.

#### **Вариант 24**

Задание 1. Амфолиты. Расчет pH в растворах амфолитов. pH в растворах буферных смесей. Буферная емкость.

Задание 2. Осадительное титрование

### **Тема 3-8**

#### **Вариант 1**

Задание 1 Общая характеристика физико-химических методов анализа.

Задание 2 Применение ЯМР-спектроскопии для установления структуры органических соединений, изучения динамических равновесий, конформационных превращений, таутомерии, меж- и внутримолекулярных превращений.

**Вариант 2**

Задание 1 История развития и современные инструментальные методы элементного органического анализа.

Задание 2 Масс-спектрометрия. Общая характеристика метода.

**Вариант 3**

Задание 1 Основные методические приемы, используемые в физико-химических методах анализа.

Задание 2 Локальный анализ и анализ поверхности.

**Вариант 4.**

Задание 1 Спектральные методы в вещественном, молекулярном и структурно-групповом анализе органических веществ.

Задание 2 Электронно-зондовые методы.

**Вариант 5**

Задание 1 Спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой области. Фотометрический анализ витаминов, фенольных соединений, пектиновых веществ.

Задание 2 Качественный и количественный анализ методом масс-спектрометрии.

Практическое применение

**Вариант 6.**

Задание 1 Элементный анализ органических соединений. CHN – анализатор У.Саймона. CHNS+O – анализатор конструкции Е.Пелла

Задание 2 Растровая электронная микроскопия.

**Вариант 7.**

Задание 1 Люминесцентный анализ. Теоретические основы. Основные узлы приборов.

Задание 2 Ионно-зондовые методы.

**Вариант 8.**

Задание 1 Идентификация и количественный анализ органических веществ спектральными методами.

Задание 2 Методы сканирующей зондовой микроскопии.

**Вариант 9.**

Задание 1 Инфракрасная и рамановская спектроскопия. Качественный и количественный анализ.

Задание 2 Теоретические основы сканирующей зондовой микроскопии.

**Вариант 10.**

Задание 1 Спектроскопия ядерного магнитного резонанса.

Задание 2 Метод сканирующей туннельной микроскопии.

**Вариант 11.**

Задание 1 Физическая природа ядерного магнитного резонанса. Анализ ЯМР-спектров.

Задание 2 Метод сканирующей силовой микроскопии. Достоинства и недостатки методов. Области применения.

**Вариант 12**

Задание 1 Хроматографические методы анализа и их классификация.

Задание 2 Качественный и количественный анализ аминокислот, пептидов, белков.

**Вариант 13 .**

Задание 1 Хроматографические характеристики. Параметры удерживания в элюентной хроматографии.

Задание 2 Электрохимические методы анализа.

**Вариант 14**

Задание 1 Качественный и количественный анализ хроматограмм.

Задание 2 Потенциометрия.

**Вариант 15.**

Задание 1 Хромато-масс-спектрометрия.

Задание 2 Классификация, прямые и косвенные электрохимические методы.

**Вариант 16**

Задание 1 Газовая хроматография. Основные узлы хроматографа.

Задание 2 Индикаторные электроды и электроды сравнения в потенциометрии.

**Вариант 17.**

Задание 1 Характеристика сорбентов и элюентов в ГХ.

Задание 2 Кулонометрические методы анализа.

**Вариант 18.**

Задание 1 Адсорбционная и распределительная газовая хроматография.

Задание 2. Прямая кулонометрия. Кулонометрическое титрование.

**Вариант 19.**

Задание 1 Анализ смесей углеводов, летучих жирных кислот, спиртов, эфиров, альдегидов, кетонов.

Задание 2 Кондуктометрия.

**Вариант 20.**

Задание 1 Жидкостная хроматография.

Задание 2 Вольтамперометрические методы. Классическая полярография.

**Вариант 21.**

Задание 1 Выбор сорбентов и элюентов в ЖХ

Задание 2 Вольтамперометрия с твердыми электродами. Инверсионная вольтамперометрия. Амперометрическое титрование.

**Вариант 22.**

Задание 1 Высокоэффективная жидкостная хроматография. Нормально-фазная и обращенно-фазная хроматография.

Задание 2 Термический анализ. Термогравиметрия.

**Вариант 23**

Задание 1 Аффинная хроматография.

Задание 2 Дифференциальный термический анализ и дифференциальная сканирующая калориметрия.

**Вариант 24**

Задание 1 Ионообменная хроматография, основные положения.

Задание 2 Средства и методы оперативного аналитического контроля.

**Вариант 25**

Задание 1 Плоскостная хроматография. Характеристика метода. Тонкослойная и бумажная хроматография.

Задание 2 Применение тест-методов и сенсоров в анализе органических соединений. Химические сенсоры. Характеристики и основные принципы. Биосенсоры.

**20.2 Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

*Реферат, Сообщение/доклад/презентация*

Написание реферата и подготовка сообщения/презентации по современным методам анализа.

Перечень *тем рефератов*

Темы рефератов:

1. Инфракрасная спектроскопия.
2. Комбинационное рассеяния (КР). Спектроскопия КР.
3. Радиоспектроскопические методы анализа.
4. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР) и электронного парамагнитного резонанса (ЭПР).
5. Мёссбауэрская спектроскопия.
6. Масс-спектрометрические методы. Сущность метода. Анализ органических веществ.
7. Элементный анализ.
8. Кинетические методы анализа.
9. Использование ЭВМ в аналитической химии:
10. Методы локального анализа и анализа поверхности
11. Аналитическая электронная микроскопия.
12. Рентгеноспектральный микроанализ
13. Спектроскопия характеристических потерь энергии электронов.
14. Аналитическая зондовая микроскопия.
15. Полевая электронная и ионная микроскопия.
16. Оже-электронная спектроскопия.
17. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.
18. Электронная спектроскопия для химического анализа (ЭСХА).
19. Спектроскопия ионного рассеяния.
20. Резерфордская спектроскопия.
21. Масс-спектральный анализ поверхности.
22. Лазерная десорбционная масс-спектрометрия.
23. Ядерно-физические методы анализа поверхности
24. Оптические методы анализа поверхности. Растровая оптическая микроскопия.
25. Эллипсометрия и эллипсометрическая микроскопия.

Для оценивания результатов обучения на экзамене/зачете используются следующие показатели (из 20.1 и 20.2):

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом методов современной аналитической химии;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- 4) умение применять газовую, жидкостную хроматографию и капиллярный электрофорез в анализе различных объектов;
- 5) владение способами оценки погрешности методов современной аналитической химии; владение понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач анализа объектов с использованием методов современной аналитической химии.

Для оценивания результатов обучения на экзамене (зачете с оценкой) используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

	Уровень	
--	---------	--

Критерии оценивания компетенций	сформированности компетенций	Шкала оценок
<p><i>Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Продемонстрировано знание методов современной аналитической химии, умение связывать теорию с практикой, владение понятийным аппаратом современной аналитической химии</i></p> <p><i>Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом современной аналитической химии (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области анализа и изучения физико-химических свойств с использованием методов современной аналитической химии</i></p>	<p><i>Повышенный уровень</i></p>	<p><i>Отлично</i></p>
<p><i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному (двум) из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Недостаточно продемонстрировано знание методов современной аналитической химии, владение понятийным аппаратом современной аналитической химии, или содержатся отдельные пробелы в умении связывать теорию с практикой.</i></p> <p><i>Обучающийся владеет понятийным аппаратом современной аналитической химии (теоретическими основами дисциплины), допускает ошибки при иллюстрировании ответа примерами, фактами, данными научных исследований;</i></p> <p><i>или допускает ошибки при иллюстрировании возможностей применения современной аналитической химии в анализе различных материалов;</i></p> <p><i>или допускает ошибки при оценке погрешности методов современной аналитической химии.</i></p>	<p><i>Базовый уровень</i></p>	<p><i>Хорошо</i></p>
<p><i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум(трем) из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Демонстрирует частичные знания аппарата методов современной аналитической химии, или не умеет иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;</i></p> <p><i>или имеет не полное представление применения современной аналитической химии в материаловедении, допускает существенные ошибки при оценке погрешности методов современной аналитической химии .</i></p> <p><i>Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен оценивать погрешность методов ;</i></p> <p><i>Обучающийся не умеет применять методы современной аналитической химии в анализе различных материалов. Не умеет иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований.</i></p>	<p><i>Пороговый уровень</i></p>	<p><i>Удовлетворительно</i></p>
<p><i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем(четырем) из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки во владении понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, не умеет применять теоретические знания для решения практических задач анализа объектов с использованием методов современной аналитической химии.</i></p>	<p><i>–</i></p>	<p><i>Неудовлетворительно</i></p>

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Перечень вопросов к экзамену:**

№	Текст вопроса
01	Основные понятия в аналитической химии. Качественный, количественный анализ
02	Классификация методов анализа в аналитической химии
03	Теоретические основы аналитической химии. Основные понятия и определения.
04	Предмет и задачи аналитической химии. Этапы исторического развития.
05	Протолитическая теория (теория кислот и оснований Бренстеда). Автопротолиз воды. Шкала кислотности.
06	Равновесия в растворах электролитов. Константы равновесия.
07	Вычисление pH растворов сильных протолитов. Расчет pH слабых кислот и оснований.
08	Расчет pH солей слабых кислот и слабых оснований. Буферные смеси. Вычисление pH буферных растворов.
09	Комплексные соединения. Характеристика равновесия в растворах комплексных соединений. Ступенчатые и общая константы устойчивости комплексных соединений.
10	Основы титриметрического анализа. Титрование. Требования, предъявляемые к веществам и реакциям в титриметрии. Расчеты в титриметрии. Закон эквивалентов.
11	Комплексоны. Трилон Б. Взаимодействие комплексонов с ионами металлов.
12	Кислотно-основное титрование. Скачок на кривой титрования. Факторы, влияющие на величину скачка.
13	Индикаторы в протолитометрии. Их характеристики. Принципы подбора индикаторов. Кривая титрования сильной кислоты сильным основанием
14	Кривая комплексонометрического титрования. Металлохромные индикаторы
15	Физико-химические методы анализа. Классификация. Основные понятия.
16	Электрохимические методы анализа. Электрохимические системы. Электроды, используемые в электрохимических методах.
17	Варианты потенциометрии. Уравнение Нернста.
18	Потенциометрическое титрование. Сущность метода и способы представления полученных результатов.
19	Варианты кулонометрии
20	Полярография. Вольтамперометрия. Различные варианты вольтамперометрии.
21	Кондуктометрия как метод анализа. Варианты кондуктометрии.
22	Понятие хроматографии. Классификация хроматографических методов анализа.
23	Параметры удерживания и характеристики эффективности хроматографирования
24	Газовые хроматографы, Газы-носители, колонки и детекторы, используемые в ГХ
25	Высокоэффективная жидкостная хроматография. Хроматографы в ВЭЖХ
26	Ионообменная и эксклюзионная хроматография.
27	Количественный анализ в хроматографии.
28	Спектральные методы анализа. Характеристики электромагнитного излучения. Понятие спектра.
29	Атомный эмиссионный спектральный анализ. Фотометрия пламени. Принципы метода
30	Молекулярный абсорбционный спектральный анализ. Спектры поглощения. Качественный и количественный анализ в молекулярном абсорбционном спектральном анализе. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
31	Инфракрасная спектроскопия. Спектроскопия комбинационного рассеивания.
32	Люминесцентный анализ
33	Спектроскопия ядерного магнитного резонанса и электронного парамагнитного резонанса
34	Мёссбауэровская спектроскопия
35	Масс-спектрометрические методы анализа
36	Локальный анализ и анализ поверхности. Классификация методов локального анализа.

37	Фотонно-зондовые методы локального анализа. Процессы, протекающие при возбуждении квантами излучения
38	Фотоэлектронная спектроскопия. РФЭС и УФЭС.
39	Качественный и количественный анализ методами РФЭС и УФЭС
40	Электронно-зондовые методы. Классификация методов по поверхностной чувствительности, пространственному разрешению.
41	Упругие взаимодействия электронов с веществом. Методы анализа поверхности, основанные на упругих взаимодействиях
42	Неупругие взаимодействия электронов с веществом. Методы анализа поверхности, основанные на упругих взаимодействиях
43	Физические процессы, используемые в ЭЗМА и Растровой электронной микроскопии.
44	Качественный и количественный анализ методом в ЭЗМА
45	Аналитическая электронная микроскопия. Электронная оже-спектроскопия
46	Качественный и количественный анализ в методе ЭОС
47	Спектрометры с волновой и энергетической дисперсией.
48	Ионно-зондовые методы анализа. Спектроскопия рассеяния медленных ионов
49	Спектроскопия резерфордовского обратного рассеивания. Количественное определение методом POP.
50	Масс-спектроскопия вторичных ионов.
51	Статический и динамический варианты МСВИ
52	Ограничения использования МСВИ для качественного и количественного анализа. Количественная обработка масс-спектров вторичных ионов.
53	Полевые зондовые методы анализа поверхности. Методы сканирующей зондовой микроскопии. Полевая ионная микроскопия и ПИМ с атомным зондом
54	Сканирующая туннельная микроскопия
55	Информация о поверхности, получаемая методом СТМ
56	Атомно-силовая микроскопия и ее преимущества по сравнению с СТМ. Сканирующая зондовая микроскопия
57	Режимы постоянной силы и постоянной высоты в АСМ. Преимущества и недостатки.
58	Аналитический потенциал АСМ

### **Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме(ах) *письменных работ (контрольные, лабораторные работы)*

. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и/или практическое(ие) задание(я), позволяющее(ие) оценить степень сформированности умений и(или) навыков, и(или) опыт деятельности.

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.

### **20.3 Контроль освоения ОПК**

#### **Контроль освоения ОПК-1**

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:



## 1) тестовые задания:

1. Какой параметр является качественной характеристикой хроматографического удерживания?
  - a. Число теоретических тарелок.
  - b. Время от момента ввода пробы до максимума на хроматографическом пике.**
  - c. Отношение времени пребывания компонента в стационарной и подвижной фазах.
  
2. Какой параметр следует определить на вольтамперных кривых для нахождения концентрации вещества по методу градуировочного графика?
  - a. Потенциал полуволны.
  - b. Величина предельного диффузионного тока.**
  - c. Область потенциалов предельного тока.
  
3. Информация, получаемая методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС)
  - a. позволяет получить информацию о химических связях возбуждаемых атомов;**
  - b. метод структурного анализа поверхностей твердых тел и адсорбированных веществ;
  
4. Укажите уравнение, используемое в количественном анализе методом атомно-эмиссионной спектроскопии.
  - a. Уравнение Ильковича.
  - b. Уравнение Ломакина-Шайбе.**
  - c. Уравнение ван-Деемтера.

## 2) расчетные задачи:

1. Рассчитайте pH 0,01 М раствора соляной кислоты (**ответ pH=2**).
2. Рассчитайте pH 0,1 М раствора уксусной кислоты, если константа кислотности  $K_a(\text{CH}_3\text{COOH})=1.75 \cdot 10^{-5}$  (**ответ pH=2.88**).
3. Выпадает ли осадок при смешивании равных количеств сантимольярных (0,01 М) растворов хлорида кальция и серной кислоты. Константа произведения растворимости  $K_s=2.6 \cdot 10^{-5}$ . Ответ подтвердите расчетом (**Ответ: осадок не выпадает, т.к.  $a(\text{Ca}^{2+}) \cdot a(\text{SO}_4^{2-}) < K_s$** ).
4. Рассчитайте энергию электромагнитного излучения при определении ароматического соединения, если его длина волны составляет 257 нм (**Ответ:  $E=7,72 \cdot 10^{-19}$  Дж или 4,83 эВ**).

## 3) ситуационные, практико-ориентированные задачи / мини-кейсы:

1. Какие этапы гравиметрического анализа можете назвать при определении веществ методом осаждения (на примере определения серы) (**1.Пробоподготовка. 2. Осаждение. 3. Старение осадка. 4. Фильтрование. 5. Промывание осадка. 6. Высушивание и прокаливание. 7. Взвешивание. 8. Расчет содержания аналита.**)

## 4) темы эссе:

1. Охарактеризуйте точность и правильность в аналитической химии. Что является параметром, описывающим степень близости друг к другу единичных определений, рассеяние единичных результатов относительно среднего? (**воспроизводимость**).
2. В чем состоит метод внутреннего стандарта при количественном анализе хроматографическим методом? Напишите соответствующую формулу (**Формула**  

$$C_X = k \cdot r \cdot S_X / S_{\text{в.ст}} \cdot 100 \%$$
**где**  $r = m_{\text{в.ст}} / m_{\text{пр}}$ ,  $k_i = \frac{S_{\text{в.ст}}}{C_{\text{в.ст}}}$ .)

### Контроль освоения ОПК-2

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) тестовые задания:

1. Для количественного анализа методом хроматографии по площади хроматографических пиков используют ряд методов. Какой из них дает наименьшую погрешность?
  - a. **вычисление площади с учетом ширины пика на полувысоте;**
  - b. расчет площади с учетом ширины пика у основания;
  - c. вырезание пика из бумажной хроматограммы, взвешивание и вычисление площади, исходя из массы пика и единицы площади (1 см<sup>2</sup>) бумаги.
2. Какие электроды называют индикаторными в потенциометрии?
  - a. электрод, потенциал которого не зависит от состава раствора;
  - b. электрод, потенциал которого зависит только от природы растворителя;
  - c. **электрод, потенциал которого зависит от природы и концентрации одного из компонентов раствора;**
3. На чём основано определение веществ методом атомной абсорбции?
  - a. на измерении интенсивности излучения света возбужденными атомами;
  - b. на измерении интенсивности излучения света ионизированными атомами;
  - c. **на измерении поглощения излучения оптического диапазона невозбужденными атомами;**
  - d. на измерении переизлучения световой энергии, поглощенной свободными атомами.
4. Назовите анализаторы спектра диспергирующему типа:
  - a. оптические светофильтры;
  - b. **призмы;**
  - c. интерферометр;
  - d. **дифракционные решетки.**

2) расчетные задачи:

1. Рассчитать растворимость S фторида кальция CaF<sub>2</sub>, если K<sub>S</sub>(CaF<sub>2</sub>)=4.0\*10<sup>-11</sup>. (**Ответ: S(CaF<sub>2</sub>)=2,15\*10<sup>-4</sup> М**)
2. Рассчитайте жесткость раствора H<sub>w</sub>, если на титрование аликвоты, объемом 50.00 мл израсходовано 5,20 мл раствора трилона Б с концентрацией 0,0250 моль/л (**Ответ: H<sub>w</sub>=2,60 ммоль/л**).
3. Раствор аналита А помещают в кювету для образца с длиной оптического пути l=1,00 см. При измерении поглощения электромагнитного излучения раствором аналита при длине волны λ=490 нм оптическая плотность A =0,338. Какова молярная концентрация аналита в растворе, если молярный коэффициент светопоглощения при этой длине волны ε=676 л/(моль\*см) (**Ответ: C<sub>A</sub>=5\*10<sup>-4</sup> М**)?
4. Образец, содержащий магнетит Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, был проанализирован после растворения образца массой 1,5419 г в концентрированной HCl с получением смеси Fe<sup>2+</sup> и Fe<sup>3+</sup>. После добавления HNO<sub>3</sub> (для окисления Fe<sup>2+</sup> до Fe<sup>3+</sup>) Fe<sup>3+</sup> осадили в виде Fe(OH)<sub>3</sub> добавлением раствора гидроксида аммония. После фильтрации и промывки

остаток прокалили, получив 0,8525 г чистого  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Рассчитайте процентное содержание  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  по весу в образце (**Ответ: 53.44 %**).

3) ситуационные, практико-ориентированные задачи / мини-кейсы:

1. В каких случаях в хроматографии при количественном анализе удобно использовать метод внутренней нормализации? (**1. Все вещества элюируются из колонки. 2. Чувствительность детектора одинакова для всех разделяемых веществ**). Какая формула используется для расчета количественного состава смеси?
2. Что такое разрешение и светосила ( $d/f$ ) анализатора спектра? Можно ли при постоянном разрешении  $R$  добиться выигрыша в светосиле, не ухудшая дисперсию ( $D$ )? Ответ подтвердите формулами. (**В ответе должны быть приведены формулы расчета разрешения: формула взаимосвязи разрешения, светосилы и дисперсии ( $R = \lambda/\Delta\lambda$ ;  $R=D_r(d/f)$ )**).

4) темы эссе:

1. Охарактеризуйте основной закон светопоглощения (Бугера-Ламберта-Бера), достоинства и ограничения его использования в количественном анализе методом спектрофотометрии. Напишите линейное и экспоненциальное выражения закона (**Среднечувствительный метод анализа,  $C_{\min} 10^{-7}$  моль/л;  $A_{\min}=0.01$ , можно измерить с точностью ( $s_r < 0,33$ ); Наибольшая точность при  $A=0,1-1,2$ ; Линейное выражение:  $A = \varepsilon \cdot l \cdot c$ . Экспоненциальное:  $I_\lambda = I_{0\lambda} \cdot e^{-k_\lambda \cdot l \cdot c_i}$** ).

Задания раздела 20.3, а также задания ЭУМК (образовательный портал «Электронный университет ВГУ» в разделе «Электронные курсы» → «Химический факультет» → «Кафедра аналитической химии» → «Б1.О.12 Современная аналитическая химия» <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2359>) рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных знаний по результатам освоения данной дисциплины