

# МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан строительного-технологического  
факультета  
Власов В.В.  
«28» 06 2013 г

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА дисциплины

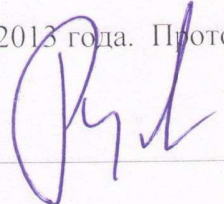
«Современная аналитическая химия»

Направление подготовки 020300.62 «Химия, физика и механика материалов»

Квалификация (степень) выпускника	<u>бакалавр</u>
Нормативный срок обучения	<u>4 года</u>
Форма обучения	<u>очная</u>

Автор программы:  к.т.н., доцент О.Б. Кукина

Программа обсуждена на заседании кафедры физики и химии  
«10» 06 2013 года. Протокол № 13.

Зав. кафедрой  О.Б. Рудаков

Воронеж 2013

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цели дисциплины

Формировать у студентов наличие культуры мышления, способности к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения, стремление к саморазвитию, повышение своей квалификации и мастерства, умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности, готовность соблюдать нравственные обязательства по отношению к природе, способность проявлять мобильность и адаптивность.

В процессе изучения модуля «Современная аналитическая химия» студенты будут формировать наличие целостного представления о процессах и явлениях, происходящих в неживой и живой природе, способность на научной основе организовывать свой труд, понимание основных возможностей и приобретение новых знаний с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций, использования базовых аналитических методов анализа веществ, материалов, наноматериалов и соответствующих процессов с корректной интерпретацией полученных результатов, осуществление качественного и количественного анализа, использования синтетических и приборо-аналитических навыков, позволяющих экспериментально работать в различных областях материаловедения и современной технологии, использования в материаловедении базовых положений аналитической химии, метрологических основ химического анализа, классических и современных комплексных методик анализа газов, жидкостей, пленок, керамики, монокристаллов, наноразмерных и низкоразмерных структур и композитов.

## 1.2. Задачи освоения дисциплины

Заложить основы для понимания положений аналитической химии, метрологических основ химического анализа, классических и современных комплексных методик анализа, которые будут способствовать принятию грамотных, научно обоснованных профессиональных решений в профессиональной области.

Привить навыки осмысленного решения конкретных профессиональных задач, научить находить оптимальные решения .

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Современная аналитическая химия» относится к базовой (профессиональной) части профессионального цикла учебного плана.

Требования к «входным» знаниям и умениям студента, необходимым для изучения дисциплины «Современная аналитическая химия»:

- владение знаниями по химии в объеме школьной программы (владение основными понятиями и законами химии, умение составлять уравнения химических реакций);
- умение использовать теоретические знания для решения задач по химии.

Изучение дисциплины «Современная аналитическая химия» требует основных знаний, умений и компетенций студента по курсам:

- общая и неорганическая химия,
- современная физическая химия,
- высокомолекулярные соединения,
- структурная химия и кристаллохимия,
- химия твердого тела,
- физика конденсированного состояния,
- механика.

Дисциплина «Современная аналитическая химия» является предшествующей для дисциплин: «Современная физическая химия», «Структурная химия и кристаллохимия», «Химия твёрдого тела», «Физика конденсированного состояния», «Методы исследования неорганических веществ и материалов», «Современные методы синтеза твёрдофазных материалов», «Химия и физика систем твердения материалов», «Теория структуры строительных композитов, синтез и конструирование структур», «Химия обжиговых и тугоплавких материалов», «Физико-химия дисперсных систем и наноматериалов», «Стойкость и долговечность конструкционных, функциональных и специальных строительных материалов», «Химико-технологические процессы получения полимерных композиционных материалов».

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Современная аналитическая химия» направлен на формирование следующих компетенций:

- общекультурные (ОК): ОК-7;
- общепрофессиональные (ОПК): ОПК-1, 2, 3, 6;
- профессиональные (ПК): ПК- 2, 3.

В результате изучения дисциплины студент должен:

### ***Знать:***

- Методы анализа веществ и материалов: классификация методов анализа, общие характеристики основных этапов анализа, выбор метода анализа, метрологические основы химического анализа, методы пробоотбора и пробоподготовки, методы разделения и концентрирования (экстракция,

хроматография, осаждение и соосаждение), реакции, используемые в анализе (кислотно-основные, окислительно-восстановительные, комплексообразования, осаждения-растворения), гравиметрический, титриметрические, электрохимические, спектроскопические и кинетические методы анализа, основные объекты анализа, его автоматизация, использование ЭВМ.

- Методы локального анализа и анализа поверхности: аналитическая электронная микроскопия, принципы растровой, просвечивающей и туннельной электронной микроскопии, рентгеноспектральный микроанализ - принципы, характеристическое и тормозное рентгеновское излучение, пределы обнаружения элементов, количественный анализ, спектроскопия характеристических потерь энергии электронов, катодоллюминесцентный анализ полупроводников и диэлектриков. Оже-электронная и рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, рентгеновская абсорбционная спектроскопия тонкой структуры края поглощения. Масс-спектральный анализ поверхности, масс-спектрометрия вторичных ионов, масс-спектрометрия распыленных нейтральных частиц, анализ непроводящих объектов методом бомбардировки быстрыми атомами, лазерная микрозондовая масс-спектрометрия, элементный и молекулярный локальный анализ с использованием лазерного излучения, лазерная десорбционная масс-спектрометрия. Ядерно-физические методы анализа поверхности, автордиография, ядерный микрозонд, резерфордовская спектроскопия, спектроскопия рассеяния медленных ионов для анализа поверхностных монослоёв, рентгеноспектральный анализ с ионным возбуждением, резонансные методы анализа поверхности.

***Уметь:***

- использовать знания, умения и навыки в области аналитической химии для анализа широкого круга материалов, включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности.

***Владеть:***

- профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области аналитической химии.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Современная аналитическая химия» составляет 4 зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	72	72
В том числе:		
Курсовой проект		
Контрольная работа		
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)		экзамен
Общая трудоемкость, час/зач. ед.	144	144
	4	4

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Введение	<p><b>Вводная часть.</b> Предмет и структура аналитической химии. виды анализа: изотопный, элементный, функциональный, структурный, молекулярный, фазовый. Химические, физико-химические, физические и биологические методы анализа. Макро-, микро- и ультрамикрoанализ. Основные аналитические проблемы.</p> <p><b>Теория и практика пробоотбора и пробоподготовки.</b> Представительность пробы, проба и объект анализа, проба и метод анализа. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ. первичная обработка и хранение проб, дозирующие устройства. Способы перевода пробы в нужную форму для анализа.</p> <p><b>Метрологические основы химического анализа.</b> Основные метрологические понятия и представления. измерение. Аналитический сигнал. Основные стадии химического анализа. Классификация погрешностей. Систематические и случайные погрешности. Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Статистическая обработка результатов измерений</p>
		<p><b>Химические равновесия.</b> Молекулярно-кинетическая теория и концентрационные константы равновесия. Факторы, влияющие на равновесие в химической системе (термодинамический и концентрационный).</p>

2	<p>Химическое равновесие. Химические методы анализа</p>	<p>Буферные системы и механизм их действия. Буферная емкость. Термодинамическая концепция описания химического равновесия. Представления Дебая-Хюккеля. Активность, коэффициент активности, их связь с ионной силой раствора. Термодинамическая константа равновесия, ее связь с концентрационной константой.</p> <p><b>Гравиметрический метод анализа.</b> Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Прямые и косвенные методы определения. Важнейшие неорганические и органические осадители. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Изменение состава осадка при высушивании и прокаливании. Погрешности в гравиметрическом анализе. Термогравиметрический анализ.</p> <p><b>Титриметрические методы.</b> Классификация. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Молярная концентрация. Первичные стандарты, требования к ним. Фиксаналы. Вторичные стандарты, кривые титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.</p> <p><b>Кислотно-основное титрование.</b> Кислотно-основные индикаторы. Кислотно-основное титрование в неводных средах.</p> <p><b>Окислительно-восстановительное титрование.</b> Факторы, влияющие на характер кривых титрования: Комплексообразование, концентрация ионов водорода, ионная сила. Способы определения конечной точки титрования; индикаторы. Перманганатометрия. иодометрия и иодиметрия. Дихроматометрия.</p> <p><b>Осадительное титрование.</b></p> <p><b>Комплексометрическое титрование.</b> Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Использование аминополикарбоновых кислот в</p>
---	---	---

		<p>комплексометрии. Способы          комплексометрического титрования:          прямое, обратное, косвенное.          Металлохромные индикаторы.</p>
3	<p>Электрохимические методы</p>	<p><b>Общая характеристика электрохимических методов.</b> Классификация. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Явления, возникающие при протекании тока (омическое падение напряжения, концентрационная и кинетическая поляризация). Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах.</p> <p><b>Потенциометрия.</b> Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Ионметрия. Классификация ионоселективных электродов. Электронная функция, коэффициент селективности, время отклика. Определение рН.</p> <p><b>Потенциометрическое титрование.</b> Способы обнаружения конечной точки титрования</p> <p><b>Кулонометрия.</b> Закон Фарадея. Способы определения количества электричества. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Определение конечной точки титрования.</p> <p><b>Вольтамперометрия.</b> Индикаторные электроды и классификация вольтамперометрических методов. Преимущества и недостатки ртутного электрода. Применение твердых электродов.</p> <p><b>Полярграфия.</b> Получение и характеристика вольтамперной кривой. Конденсаторный (емкостный), миграционный, диффузионный токи. Предельный диффузионный ток. Уравнение Ильковича. Уравнение полярграфической волны Ильковича-Гейровского. Потенциал полуволны.</p> <p><b>Амперометрическое титрование.</b> Индикаторные электроды. Выбор потенциала индикаторного электрода. Виды кривых титрования. Использование реакций осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления</p>



4	Спектроскопические методы	<p><b>Общая характеристика спектроскопических методов.</b> Спектр. энергия фотонов, частота, волновое число, длина волны. основные типы взаимодействия вещества с излучением: эмиссия (тепловая, люминесценция), поглощение, рассеяние. Классификация спектроскопических методов. Основные законы испускания и поглощения электромагнитного излучения. Связь аналитического сигнала с концентрацией определяемого компонента.</p> <p><b>Атомная оптическая спектроскопия.</b> Атомно-эмиссионный метод и атомно-абсорбционный метод. Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Особенности подготовки пробы. Качественный и количественный анализ.</p> <p><b>Молекулярная оптическая спектроскопия.</b> Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия). Основные причины отклонения от основного закона светопоглощения. Связь химической структуры соединения с абсорбционным спектром. Способы получения окрашенных соединений. Анализ многокомпонентных систем</p>
5	Хроматография	<p><b>Хроматографический процесс.</b> Классификации хроматографических методов. Основные понятия и определения: время удерживания, удерживаемый объем, селективность колонки и т.п. хроматограммы.</p> <p><b>Газовая хроматография.</b> Схема хроматографа. Системы автоматизации анализа. Количественный и качественный хроматографический анализ. Методы абсолютной калибровки и внутреннего стандарта. Анализ смесей по временам удерживания и индексам удерживания веществ.</p> <p><b>Жидкостная хроматография.</b> Различные варианты жидкостной хроматографии (колоночная и плоскостная). Адсорбенты (носители) для жидкостной хроматографии. Выбор подвижной фазы, градиентная хроматография. Высокоэффективная</p>

		жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Тонкослойная хроматография. Бумажная хроматография. Эксклюзионная хроматография (гель–хроматография).
6	Применение микроскопических методов для анализа поверхности	<b>Микроскопия.</b> Физические основы микроскопии. Оптическая микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия. <b>Методы сканирующей зондовой микроскопии.</b> Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов. Устранение влияния внешних воздействий.
7	Применение других методов для анализа поверхности	<b>Рентгеноспектральный микроанализ</b> – принципы, количественный анализ. Характеристическое и тормозное рентгеновское излучение, пределы обнаружения элементов, спектроскопия характеристических потерь энергии электронов, катодолюминесцентный анализ полупроводников и диэлектриков. <b>Оже-электронная</b> и рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, рентгеновская абсорбционная спектроскопия тонкой структуры края поглощения. <b>Масс-спектральный анализ поверхности.</b> Масс-спектрометрия вторичных ионов, масс-спектрометрия распыленных нейтральных частиц, анализ непроводящих объектов методом бомбардировки быстрыми атомами, лазерная микрозондовая масс-спектрометрия, элементный и молекулярный локальный анализ с использованием лазерного излучения, лазерная десорбционная масс-спектрометрия. <b>Ядерно-физические методы анализа поверхности.</b> Авто-радиография, ядерный микронд, резерфордовская спектроскопия, спектроскопия рассеяния медленных ионов для анализа поверхностных монослоёв, рентгеноспектральный анализ с ионным возбуждением, резонансные методы анализа поверхности.

## 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Общая и неорганическая химия	+	+	+	+	+	+	+
2	Современная физическая химия	+	+	+	+	+	+	+
3	Высокомолекулярные соединения	+	+	+	+	+	+	+
4	Структурная химия и кристаллохимия	+	+	+	+	+	+	+
5	Химия твердого тела	+	+	+	+	+	+	+
6	Физика конденсированного состояния	+	+	+	+	+	+	+

## 5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего час.
1.	Введение	2	-	-	8	10
2.	Химическое равновесие. Химические методы анализа	10	-	12	24	46
3.	Электрохимические методы	4	-	4	8	16
4.	Спектроскопические методы	6	-	4	8	18
5.	Хроматография	4	-	4	8	16
6.	Применение микроскопических методов для анализа поверхности	6	-	12	12	30
7.	Применение других методов для анализа поверхности	4	-	-	4	8

#### 5.4. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час)
1	Химическое равновесие. Химические методы анализа	Техника безопасности. Гравиметрическое определение оксида кремния из раствора.	12
		Установление концентрации рабочего раствора перманганата калия. Перманганатометрическое определение содержания железа (II) в растворе	
		Определение хлорид-ионов в сточных водах и образце бетона.	
2	Электрохимические методы	Ионометрия. Определение концентрации ионов в растворе с помощью ионселективных электродов	6
3	Спектроскопические методы	Фотометрическое определение содержания железа (II) и меди (II) в водных растворах.	6
4	Хроматография	Ионообменная хроматография. Определение солесодержания в растворе. Тонкослойная хроматография. Разделение дикарбоновых кислот.	6
5	Применение микроскопических методов для анализа поверхности	Техника работы сканирующей зондовой микроскопии. Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов.	18
		Получение, обработка и количественный анализ изображений в сканирующей зондовой микроскопии.	
		Исследование поверхности твердых тел методом атомно-силовой микроскопии в неконтактном режиме.	

#### 5.5. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Не предусмотрены

#### 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Не предусмотрены

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Компетенция	Форма контроля	семестр
1	ОК-7 способность к самоорганизации и к самообразованию	Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен	4
2	ОПК-1 способность использовать современные методы химии, физики, математики, механики, биологии на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использованием и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций и имеющих естественнонаучное содержание	Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен	4
3	ОПК-2 Способность использовать практические навыки экспериментальной работы в областях неорганической, аналитической, органической и физической химии; химии и физики высокомолекулярных соединений; структурной химии и кристаллохимии; общей физики; физики конденсированного состояния и механики материалов, позволяющие эффективно работать в различных экспериментальных областях наук	Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен	4
4	ОПК-3 способность комплексного использования базовых методов анализа веществ и материалов (включая наноматериалы) и протекающих при их получении и эксплуатации процессов с корректной интерпретацией полученных результатов	Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен	4

5	ОПК-6 способность использовать современные достижения материаловедения и физическими принципами способностью использовать современные достижения материаловедения и физическими принципами работы современных технических устройств, используемых при выполнении профессиональных функций	Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен	4
6	ПК-2 готовность к использованию синтетических и приборно-аналитических навыков, позволяющих работать в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих задач	Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен	4
7	ПК-3 готовность использовать общие представления о структуре химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессов и производств для анализа взаимодействия технологий и окружающей среды	Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен	4

## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Форма контроля				
		ЛР	ПР	Т	Зачет	Экзамен
Знает	<p>Методы анализа веществ и материалов: классификация методов анализа, общие характеристики основных этапов анализа, выбор метода анализа, метрологические основы химического анализа, методы пробоотбора и пробоподготовки, методы разделения и концентрирования (экстракция, хроматография, осаждение и соосаждение), реакции, используемые в анализе (кислотно-основные, окислительно-восстановительные, комплексо-образования, осаждения-растворения), гравиметрический, титриметрические, электрохимические, спектроскопические и кинетические методы анализа, основные объекты анализа, его автоматизация, использование ЭВМ.</p> <p>- Методы локального анализа и анализа поверхности: аналитическая электронная микроскопия, принципы растровой, просвечивающей и туннельной электронной микроскопии, рентгеноспектральный микроанализ - принципы,</p>	+		+		+

	<p>характеристическое и тормозное рентгеновское излучение, пределы обнаружения элементов, количественный анализ, спектроскопия характеристических потерь энергии электронов, катодолюминесцентный анализ полупроводников и диэлектриков. Оже-электронная и рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, рентгеновская абсорбционная спектроскопия тонкой структуры края поглощения. Масс-спектральный анализ поверхности, масс-спектрометрия вторичных ионов, масс-спектрометрия распыленных нейтральных частиц, анализ непроводящих объектов методом бомбардировки быстрыми атомами, лазерная микрозондовая масс-спектрометрия, элементный и молекулярный локальный анализ с использованием лазерного излучения, лазерная десорбционная масс-спектрометрия. Ядерно-физические методы анализа поверхности, авто-радиография, ядерный микрозонд, резерфордовская спектроскопия, спектроскопия рассеяния медленных ионов для анализа поверхностных монослоёв, рентгеноспектральный анализ с ионным возбуждением, резонансные методы анализа поверхности (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)</p>					
Умеет	<p>использовать знания, умения и навыки в области аналитической химии для анализа широкого круга материалов, включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)</p>	+		+		+
Владеет	<p>профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области аналитической химии (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)</p>	+		+		+

### 7.2.1. Этап текущего контроля знаний

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по пятибальной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»;
- «не аттестован».

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	<p>Методы анализа веществ и материалов: классификация методов анализа, общие характеристики основных этапов анализа, выбор метода анализа, метрологические основы химического анализа, методы пробоотбора и пробоподготовки, методы разделения и концентрирования (экстракция, хроматография, осаждение и соосаждение), реакции, используемые в анализе (кислотно-основные, окислительно-восстановительные, комплексообразования, осаждения-растворения), гравиметрический, титриметрические, электрохимические, спектроскопические и кинетические методы анализа, основные объекты анализа, его автоматизация, использование ЭВМ.</p> <p>- Методы локального анализа и анализа поверхности: аналитическая электронная микроскопия, принципы растровой, просвечивающей и туннельной электронной микроскопии, рентгеноспектральный микроанализ - принципы, характеристическое и тормозное рентгеновское излучение, пределы обнаружения элементов, количественный анализ, спектроскопия характеристических потерь энергии электронов, катодoluminesцентный анализ полупроводников и диэлектриков. Оже-электронная и рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, рентгеновская абсорбционная спектроскопия тонкой структуры края поглощения. Масс-спектральный анализ поверхности, масс-спектрометрия вторичных ионов, масс-спектрометрия распыленных нейтральных частиц, анализ непроводящих объектов методом бомбардировки быстрыми атомами, лазерная микрозондовая масс-спектрометрия, элементный и молекулярный локальный анализ с использованием лазерного излучения, лазерная десорбционная масс-спектрометрия. Ядерно-физические методы анализа поверхности, автордиография, ядерный микрозонд, резерфордская спектроскопия, спектроскопия рассеяния медленных ионов для анализа поверхностных монослоев, рентгеноспектральный анализ с ионным возбуждением, резонансные методы анализа поверхности (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)</p>	отлично	<p>Полное посещение лекционных, лабораторных работ. Прохождение промежуточного тестирования на оценку «отлично».</p>
Умеет	использовать знания, умения и навыки в области аналитической химии для анализа широкого круга материалов, включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)		
Владеет	профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области аналитической химии (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)		
Знает	Методы анализа веществ и материалов: классификация методов анализа, общие характеристики основных этапов анализа, выбор	хорошо	Полное посещение



Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	<p>метода анализа, метрологические основы химического анализа, методы пробоотбора и пробоподготовки, методы разделения и концентрирования (экстракция, хроматография, осаждение и соосаждение), реакции, используемые в анализе (кислотно-основные, окислительно-восстановительные, комплексообразования, осаждения-растворения), гравиметрический, титриметрические, электрохимические, спектроскопические и кинетические методы анализа, основные объекты анализа, его автоматизация, использование ЭВМ.</p> <p>- Методы локального анализа и анализа поверхности: аналитическая электронная микроскопия, принципы растровой, просвечивающей и туннельной электронной микроскопии, рентгеноспектральный микроанализ - принципы, характеристическое и тормозное рентгеновское излучение, пределы обнаружения элементов, количественный анализ, спектроскопия характеристических потерь энергии электронов, катодолуминесцентный анализ полупроводников и диэлектриков. Оже-электронная и рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, рентгеновская абсорбционная спектроскопия тонкой структуры края поглощения. Масс-спектральный анализ поверхности, масс-спектрометрия вторичных ионов, масс-спектрометрия распыленных нейтральных частиц, анализ непроводящих объектов методом бомбардировки быстрыми атомами, лазерная микрозондовая масс-спектрометрия, элементный и молекулярный локальный анализ с использованием лазерного излучения, лазерная десорбционная масс-спектрометрия. Ядерно-физические методы анализа поверхности, автордиография, ядерный микрозонд, резерфордская спектроскопия, спектроскопия рассеяния медленных ионов для анализа поверхностных монослоев, рентгеноспектральный анализ с ионным возбуждением, резонансные методы анализа поверхности (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)</p>		<p>лекционных, лабораторных работ.          Прохождение промежуточного тестирования на оценку «хорошо».</p>
Умеет	использовать знания, умения и навыки в области аналитической химии для анализа широкого круга материалов, включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)		
Владеет	профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области аналитической химии (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)		
Знает	Методы анализа веществ и материалов: классификация методов анализа, общие характеристики основных этапов анализа, выбор метода анализа, метрологические основы химического анализа, методы пробоотбора и пробоподготовки, методы разделения и	удовлетворительно	Полное посещение лекционных, лабораторных

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	<p>концентрирования (экстракция, хроматография, осаждение и соосаждение), реакции, используемые в анализе (кислотно-основные, окислительно-восстановительные, комплексообразования, осаждения-растворения), гравиметрический, титриметрические, электрохимические, спектроскопические и кинетические методы анализа, основные объекты анализа, его автоматизация, использование ЭВМ.</p> <p>- Методы локального анализа и анализа поверхности: аналитическая электронная микроскопия, принципы растровой, просвечивающей и туннельной электронной микроскопии, рентгеноспектральный микроанализ - принципы, характеристическое и тормозное рентгеновское излучение, пределы обнаружения элементов, количественный анализ, спектроскопия характеристических потерь энергии электронов, катодоллюминесцентный анализ полупроводников и диэлектриков. Оже-электронная и рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, рентгеновская абсорбционная спектроскопия тонкой структуры края поглощения. Масс-спектральный анализ поверхности, масс-спектрометрия вторичных ионов, масс-спектрометрия распыленных нейтральных частиц, анализ непроводящих объектов методом бомбардировки быстрыми атомами, лазерная микрозондовая масс-спектрометрия, элементный и молекулярный локальный анализ с использованием лазерного излучения, лазерная десорбционная масс-спектрометрия. Ядерно-физические методы анализа поверхности, автордиография, ядерный микрозонд, резерфордская спектроскопия, спектроскопия рассеяния медленных ионов для анализа поверхностных монослоев, рентгеноспектральный анализ с ионным возбуждением, резонансные методы анализа поверхности (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)</p>		<p>работ. Прохождение промежуточного тестирования на оценку «удовлетворительно».</p>
Умеет	использовать знания, умения и навыки в области аналитической химии для анализа широкого круга материалов, включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)		
Владеет	профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области аналитической химии (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)		
Знает	Методы анализа веществ и материалов: классификация методов анализа, общие характеристики основных этапов анализа, выбор метода анализа, метрологические основы химического анализа, методы пробоотбора и пробоподготовки, методы разделения и концентрирования (экстракция, хроматография, осаждение и соосаждение), реакции, используемые в анализе (кислотно-основные, окислительно-	неудовлетворительно	<p>Частичное посещение лекционных, лабораторных работ. Прохождение промежуточного</p>

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	<p>восстановительные, комплексо-образования, осаждения-растворения), гравиметрический, титриметрические, электрохимические, спектроскопические и кинетические методы анализа, основные объекты анализа, его автоматизация, использование ЭВМ.</p> <p>- Методы локального анализа и анализа поверхности: аналитическая электронная микроскопия, принципы растровой, просвечивающей и туннельной электронной микроскопии, рентгеноспектральный микроанализ - принципы, характеристическое и тормозное рентгеновское излучение, пределы обнаружения элементов, количественный анализ, спектроскопия характеристических потерь энергии электронов, катодOLUMИНЕСЦЕНТНЫЙ анализ полупроводников и диэлектриков. Оже-электронная и рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, рентгеновская абсорбционная спектроскопия тонкой структуры края поглощения. Масс-спектральный анализ поверхности, масс-спектрометрия вторичных ионов, масс-спектрометрия распыленных нейтральных частиц, анализ непроводящих объектов методом бомбардировки быстрыми атомами, лазерная микрозондовая масс-спектрометрия, элементный и молекулярный локальный анализ с использованием лазерного излучения, лазерная десорбционная масс-спектрометрия. Ядерно-физические методы анализа поверхности, авто-радиография, ядерный микрозонд, резерфордская спектроскопия, спектроскопия рассеяния медленных ионов для анализа поверхностных монослоёв, рентгеноспектральный анализ с ионным возбуждением, резонансные методы анализа поверхности (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)</p>		тестирования на оценку «неудовлетворительно».
Умеет	использовать знания, умения и навыки в области аналитической химии для анализа широкого круга материалов, включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)		
Владеет	профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области аналитической химии (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)		
Знает	Методы анализа веществ и материалов: классификация методов анализа, общие характеристики основных этапов анализа, выбор метода анализа, метрологические основы химического анализа, методы пробоотбора и пробоподготовки, методы разделения и концентрирования (экстракция, хроматография, осаждение и соосаждение), реакции, используемые в анализе (кислотно-основные, окислительно-восстановительные, комплексо-образования, осаждения-растворения), гравиметрический, титриметрические, электрохимические,	не аттестован	Непосещение лекционных, лабораторных работ, тестирования

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	<p>спектроскопические и кинетические методы анализа, основные объекты анализа, его автоматизация, использование ЭВМ.</p> <p>- Методы локального анализа и анализа поверхности: аналитическая электронная микроскопия, принципы растровой, просвечивающей и туннельной электронной микроскопии, рентгеноспектральный микроанализ - принципы, характеристическое и тормозное рентгеновское излучение, пределы обнаружения элементов, количественный анализ, спектроскопия характеристических потерь энергии электронов, катодOLUMИНЕСЦЕНТНЫЙ анализ полупроводников и диэлектриков. Оже-электронная и рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, рентгеновская абсорбционная спектроскопия тонкой структуры края поглощения. Масс-спектральный анализ поверхности, масс-спектрометрия вторичных ионов, масс-спектрометрия распыленных нейтральных частиц, анализ непроводящих объектов методом бомбардировки быстрыми атомами, лазерная микрозондовая масс-спектрометрия, элементный и молекулярный локальный анализ с использованием лазерного излучения, лазерная десорбционная масс-спектрометрия. Ядерно-физические методы анализа поверхности, авто-радиография, ядерный микрозонд, резерфордовская спектроскопия, спектроскопия рассеяния медленных ионов для анализа поверхностных монослоёв, рентгеноспектральный анализ с ионным возбуждением, резонансные методы анализа поверхности (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)</p>		
Умеет	использовать знания, умения и навыки в области аналитической химии для анализа широкого круга материалов, включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности (ПК – 14, ПК – 24)		
Владеет	профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области аналитической химии (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)		

### 7.2.2. Этап промежуточного контроля знаний

По окончании изучения дисциплины в 4 семестре результаты промежуточного контроля знаний (экзамен) оцениваются по четырехбальной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «не удовлетворительно».

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	<p>Методы анализа веществ и материалов: классификация методов анализа, общие характеристики основных этапов анализа, выбор метода анализа, метрологические основы химического анализа, методы пробоотбора и пробоподготовки, методы разделения и концентрирования (экстракция, хроматография, осаждение и соосаждение), реакции, используемые в анализе (кислотно-основные, окислительно-восстановительные, комплексообразования, осаждения-растворения), гравиметрический, титриметрические, электрохимические, спектроскопические и кинетические методы анализа, основные объекты анализа, его автоматизация, использование ЭВМ.</p> <p>- Методы локального анализа и анализа поверхности: аналитическая электронная микроскопия, принципы растровой, просвечивающей и туннельной электронной микроскопии, рентгеноспектральный микроанализ - принципы, характеристическое и тормозное рентгеновское излучение, пределы обнаружения элементов, количественный анализ, спектроскопия характеристических потерь энергии электронов, катодoluminesцентный анализ полупроводников и диэлектриков. Оже-электронная и рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, рентгеновская абсорбционная спектроскопия тонкой структуры края поглощения. Масс-спектральный анализ поверхности, масс-спектрометрия вторичных ионов, масс-спектрометрия распыленных нейтральных частиц, анализ непроводящих объектов методом бомбардировки быстрыми атомами, лазерная микрозондовая масс-спектрометрия, элементный и молекулярный локальный анализ с использованием лазерного излучения, лазерная десорбционная масс-спектрометрия. Ядерно-физические методы анализа поверхности, автордиография, ядерный микрозонд, резерфордская спектроскопия, спектроскопия рассеяния медленных ионов для анализа поверхностных монослоев, рентгеноспектральный анализ с ионным возбуждением, резонансные методы анализа поверхности (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)</p>	отлично	Студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.
Умеет	использовать знания, умения и навыки в области аналитической химии для анализа широкого круга материалов, включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)		
Владеет	профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области аналитической химии (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)		
Знает	Методы анализа веществ и материалов: классификация методов анализа, общие характеристики основных этапов анализа, выбор	хорошо	Студент демонстрирует

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	<p>метода анализа, метрологические основы химического анализа, методы пробоотбора и пробоподготовки, методы разделения и концентрирования (экстракция, хроматография, осаждение и соосаждение), реакции, используемые в анализе (кислотно-основные, окислительно-восстановительные, комплексообразования, осаждения-растворения), гравиметрический, титриметрические, электрохимические, спектроскопические и кинетические методы анализа, основные объекты анализа, его автоматизация, использование ЭВМ.</p> <p>- Методы локального анализа и анализа поверхности: аналитическая электронная микроскопия, принципы растровой, просвечивающей и туннельной электронной микроскопии, рентгеноспектральный микроанализ - принципы, характеристическое и тормозное рентгеновское излучение, пределы обнаружения элементов, количественный анализ, спектроскопия характеристических потерь энергии электронов, катодолуминесцентный анализ полупроводников и диэлектриков. Оже-электронная и рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, рентгеновская абсорбционная спектроскопия тонкой структуры края поглощения. Масс-спектральный анализ поверхности, масс-спектрометрия вторичных ионов, масс-спектрометрия распыленных нейтральных частиц, анализ непроводящих объектов методом бомбардировки быстрыми атомами, лазерная микрозондовая масс-спектрометрия, элементный и молекулярный локальный анализ с использованием лазерного излучения, лазерная десорбционная масс-спектрометрия. Ядерно-физические методы анализа поверхности, автордиография, ядерный микрозонд, резерфордовская спектроскопия, спектроскопия рассеяния медленных ионов для анализа поверхностных монослоев, рентгеноспектральный анализ с ионным возбуждением, резонансные методы анализа поверхности (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)</p>		<p>значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.</p>
Умеет	использовать знания, умения и навыки в области аналитической химии для анализа широкого круга материалов, включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)		
Владеет	профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области аналитической химии (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)		
Знает	Методы анализа веществ и материалов: классификация методов анализа, общие характеристики основных этапов анализа, выбор метода анализа, метрологические основы химического анализа, методы пробоотбора и пробоподготовки, методы разделения и	удовлетворительно	Студент демонстрирует частичное понимание

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	<p>концентрирования (экстракция, хроматография, осаждение и соосаждение), реакции, используемые в анализе (кислотно-основные, окислительно-восстановительные, комплексообразования, осаждения-растворения), гравиметрический, титриметрические, электрохимические, спектроскопические и кинетические методы анализа, основные объекты анализа, его автоматизация, использование ЭВМ.</p> <p>- Методы локального анализа и анализа поверхности: аналитическая электронная микроскопия, принципы растровой, просвечивающей и туннельной электронной микроскопии, рентгеноспектральный микроанализ - принципы, характеристическое и тормозное рентгеновское излучение, пределы обнаружения элементов, количественный анализ, спектроскопия характеристических потерь энергии электронов, катодолуминесцентный анализ полупроводников и диэлектриков. Оже-электронная и рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, рентгеновская абсорбционная спектроскопия тонкой структуры края поглощения. Масс-спектральный анализ поверхности, масс-спектрометрия вторичных ионов, масс-спектрометрия распыленных нейтральных частиц, анализ непроводящих объектов методом бомбардировки быстрыми атомами, лазерная микрозондовая масс-спектрометрия, элементный и молекулярный локальный анализ с использованием лазерного излучения, лазерная десорбционная масс-спектрометрия. Ядерно-физические методы анализа поверхности, автордиография, ядерный микрозонд, резерфордская спектроскопия, спектроскопия рассеяния медленных ионов для анализа поверхностных монослоев, рентгеноспектральный анализ с ионным возбуждением, резонансные методы анализа поверхности (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)</p>		<p>заданий. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены.</p>
Умеет	использовать знания, умения и навыки в области аналитической химии для анализа широкого круга материалов, включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)		
Владеет	профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области аналитической химии (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)		
Знает	Методы анализа веществ и материалов: классификация методов анализа, общие характеристики основных этапов анализа, выбор метода анализа, метрологические основы химического анализа, методы пробоотбора и пробоподготовки, методы разделения и концентрирования (экстракция, хроматография, осаждение и соосаждение), реакции, используемые в анализе (кислотно-основные, окислительно-	неудовлетворительно	1. Студент демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	<p>восстановительные, комплексо-образования, осаждения-растворения), гравиметрический, титриметрические, электрохимические, спектроскопические и кинетические методы анализа, основные объекты анализа, его автоматизация, использование ЭВМ.</p> <p>- Методы локального анализа и анализа поверхности: аналитическая электронная микроскопия, принципы растровой, просвечивающей и туннельной электронной микроскопии, рентгеноспектральный микроанализ - принципы, характеристическое и тормозное рентгеновское излучение, пределы обнаружения элементов, количественный анализ, спектроскопия характеристических потерь энергии электронов, катодолуминесцентный анализ полупроводников и диэлектриков. Оже-электронная и рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, рентгеновская абсорбционная спектроскопия тонкой структуры края поглощения. Масс-спектральный анализ поверхности, масс-спектрометрия вторичных ионов, масс-спектрометрия распыленных нейтральных частиц, анализ непроводящих объектов методом бомбардировки быстрыми атомами, лазерная микрозондовая масс-спектрометрия, элементный и молекулярный локальный анализ с использованием лазерного излучения, лазерная десорбционная масс-спектрометрия. Ядерно-физические методы анализа поверхности, авто-радиография, ядерный микрозонд, резерфордская спектроскопия, спектроскопия рассеяния медленных ионов для анализа поверхностных монослоёв, рентгеноспектральный анализ с ионным возбуждением, резонансные методы анализа поверхности (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)</p>		<p>заданию не выполнены.</p> <p>2. Студент демонстрирует непонимание заданий.</p> <p>3. У студента нет ответа. Не было попытки выполнить задание.</p>
Умеет	использовать знания, умения и навыки в области аналитической химии для анализа широкого круга материалов, включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)		
Владеет	профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области аналитической химии (ОК-7; ОПК-1, 2, 3, 6; ПК- 2, 3)		

### 7.3. Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

#### 7.3.1. Примерная тематика и содержание КР Не предусмотрены



### 7.3.2. Задания для тестирования

#### **Введение. Химическое равновесие. Химические методы анализа**

1. Качественным реагентом на фосфат-ионы является ...
  - 1) о красная кровяная соль
  - 2) о реактив Несслера
  - 3) о дифениламин
  - 4) о магниезиальная смесь
2. Признаком протекания качественной реакции между йодом и крахмалом является ...
  - 1) о выпадение бурого осадка
  - 2) о образование синей окраски
  - 3) о выделение бурого газа
  - 4) о образование бурой окраски
3. При взаимодействии ионов  $Fe^{3+}$  с роданидом калия наблюдается образование ...
  - 1) о темно-синего осадка
  - 2) о кроваво-красного раствора
  - 3) о бурого осадка
  - 4) о темно-синего раствора
4. Ионы  $Ba^{2+}$  в растворе можно обнаружить с помощью реагента. формула которого ...
  - 1) о  $HNO_3$
  - 2) о  $CH_3COOH$
  - 3) о  $H_2S$
  - 4) о  $H_2SO_4$
5. Ионы натрия окрашивают пламя в \_\_\_\_\_ цвет.
  - 1) о красный
  - 2) о желтый
  - 3) о зеленый
  - 4) о фиолетовый

#### **Электрохимические методы**

1. Метод анализа, основанный на зависимости потенциала электрода от концентрации ионов, называется \_\_\_\_\_.
  - 1) потенциометрия
  - 2) кулонометрия
  - 3) кондуктометрия
  - 4) полярография
2. В потенциометрическом методе анализа изменение концентрации потенциалопределяющего иона влияет на величину \_\_\_\_\_.
  - 1) электропроводности раствора
  - 2) количества электричества
  - 3) электродного потенциала
  - 4) внешнего напряжения
3. В методе потенциометрии величиной, изменяемой экспериментально, является \_\_\_\_\_.
  - 1) сила тока
  - 2) ЭДС
  - 3) количество электричества
  - 4) напряжение
4. При определении концентрации ионов водородов методом потенциометрии наибольшее применение получил \_\_\_\_\_ электрод.
  - 1) металлический
  - 2) стеклянный
  - 3) кислородный
  - 4) хлоридсеребряный
5. Для определения pH растворов потенциометрическим методом, в качестве индикаторного, наиболее часто используется \_\_\_\_\_ электрод.
  - 1) металлический
  - 2) стеклянный
  - 3) газовый
  - 4) хлоридсеребряный

#### **Спектроскопические методы**

1. Метод анализа, основанный на изучении спектров испускания, называется \_\_\_\_\_.
  - 1) атомно-абсорбционным
  - 3) люминесцентным

2) эмиссионным  
2. Метод, основанный на испускании (эмиссии) квантов электромагнитного излучения возбужденными атомами, называется

---

1) атомно-эмиссионным  
2) атомно-спектральным  
3) атомно-флуоресцентным  
4) атомно-резонансным  
3. Атомно-эмиссионные методы анализа основаны на способности возбужденных атомов вещества \_\_\_\_\_ электромагнитное излучение.

1) отклонять  
2) испускать  
3) преломлять  
4) поглощать  
4. Наиболее удобным источником перевода вещества в атомарное состояние, является \_\_\_\_\_ .  
1) радиочастота  
2) ультразвук  
3) механическое воздействие  
4) пламя  
5. Процесс перевода вещества в атомарное состояние называется

---

1) эмиссией  
2) ионизацией  
3) атомизацией  
4) распылением

### ***Хроматография***

1. Метод определения веществ, основанный на их различной способности адсорбироваться, называется \_\_\_\_\_ .

1) полярография  
2) хроматография  
3) спектрография  
4) топография  
2. Устройство для непрерывной регистрации концентрации компонентов, выходящих из колонки, называется \_\_\_\_\_ .

1) титратором  
2) фотометром  
3) детектором  
4) пирометром

3. Хроматографические методы анализа основаны на различной способности определяемых веществ \_\_\_\_\_

1) сорбционной  
2) электрохимической  
3) фотохимической  
4) окислительно-восстановительной

4. Вещество, на поверхности которого происходит разделение и концентрирование анализируемых веществ в методе хроматографии называется \_\_\_\_\_ .

1) элюент  
2) сорбтив  
3) сорбент  
4) сорбат

### **7.3.3. Вопросы для подготовки к экзамену**

#### ***Введение. Химическое равновесие. Химические методы анализа***

1. Предмет и структура аналитической химии. Виды анализа: изотопный, элементный, функциональный, структурный, молекулярный, фазовый.

2. Химические, физико-химические, физические и биологические методы анализа. Макро-, микро- и ультрамикрoанализ. Основные аналитические проблемы.
3. Теория и практика пробоотбора и пробоподготовки. Представительность пробы, проба и объект анализа, проба и метод анализа. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава.
4. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ. первичная обработка и хранение проб, дозирующие устройства. Способы перевода пробы в нужную форму для анализа.
5. Метрологические основы химического анализа. Основные метрологические понятия и представления. измерение. Аналитический сигнал. Основные стадии химического анализа. Классификация погрешностей. Систематические и случайные погрешности.
6. Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Статистическая обработка результатов измерений.
7. Молекулярно-кинетическая теория и концентрационные константы равновесия. Факторы, влияющие на равновесие в химической системе (термодинамический и концентрационный).
8. Буферные системы и механизм их действия. Буферная емкость.
9. Представления Дебая-Хюккеля. Активность, коэффициент активности, их связь с ионной силой раствора.
10. Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Прямые и косвенные методы определения. Важнейшие неорганические и органические осадители. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Изменение состава осадка при высушивании и прокаливании. Погрешности в гравиметрическом анализе.
11. Титриметрические методы. Классификация. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Молярная концентрация. Первичные стандарты, требования к ним. Фиксаналы. Вторичные стандарты, кривые титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.
12. Кислотно-основное титрование. Кислотно-основные индикаторы. Кислотно-основное титрование в неводных средах.
13. Окислительно-восстановительное титрование. Факторы, влияющие на характер кривых титрования: Комплексообразование, концентрация ионов водорода, ионная сила. Способы определения конечной точки титрования; индикаторы. Перманганатометрия. иодометрия и иодиметрия. Дихроматометрия.
14. Комплексометрическое титрование. Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексометрии. 15. Способы комплексометрического титрования: прямое, обратное, косвенное. Металлохромные индикаторы.

### ***Электрохимические методы***

16. Общая характеристика электрохимических методов. Классификация. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Явления, возникающие при протекании тока (омическое падение напряжения, концентрационная и кинетическая поляризация). Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах.
17. Потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Ионметрия. Классификация ионоселективных электродов. Электронная функция, коэффициент селективности, время отклика. Определение pH.
18. Потенциометрическое титрование. Способы обнаружения конечной точки титрования.
19. Кулонометрия. Закон Фарадея. Способы определения количества электричества. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Определение конечной точки титрования.
20. Вольтамперометрия. Индикаторные электроды и классификация вольтамперометрических методов. Преимущества и недостатки ртутного электрода. Применение твердых электродов.
21. Полярография. Получение и характеристика вольтамперной кривой. Конденсаторный (емкостный), миграционный, диффузионный токи. Предельный диффузионный ток. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны Ильковича-Гейровского. Потенциал полуволны.
22. Амперометрическое титрование. Индикаторные электроды. Выбор потенциала индикаторного электрода. Виды кривых титрования. Использование реакций осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления.

### ***Спектроскопические методы***

23. Общая характеристика спектроскопических методов. Спектр. энергия фотонов, частота, волновое число, длина волны. основные типы взаимодействия вещества с излучением: эмиссия (тепловая, люминесценция), поглощение, рассеяние.
24. Классификация спектроскопических методов. Основные законы испускания и поглощения электромагнитного излучения. Связь аналитического сигнала с концентрацией определяемого компонента
25. Атомная оптическая спектроскопия. Атомно-эмиссионный метод и атомно-абсорбционный метод. Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Особенности подготовки пробы. Качественный и количественный анализ.
26. Молекулярная оптическая спектроскопия. Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия). Основные причины отклонения от основного закона светопоглощения. Связь химической структуры соединения с абсорбционным спектром. Способы получения окрашенных соединений. Анализ многокомпонентных систем

### ***Хроматография***

27. Хроматографический процесс. Классификации хроматографических методов. Основные понятия и определения: время удерживания, удерживаемый объем, селективность колонки и т.п. хроматограммы.

28. Газовая хроматография. Схема хроматографа. Системы автоматизации анализа. Количественный и качественный хроматографический анализ. Методы абсолютной калибровки и внутреннего стандарта. Анализ смесей по временам удерживания и индексам удерживания веществ.

29. Жидкостная хроматография. Различные варианты жидкостной хроматографии (колоночная и плоскостная). Адсорбенты (носители) для жидкостной хроматографии. Выбор подвижной фазы, градиентная хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Тонкослойная хроматография. Бумажная хроматография. Эксклюзионная хроматография (гель–хроматография).

#### ***Применение микроскопических методов для анализа поверхности***

30. Микроскопия. Физические основы микроскопии. Оптическая микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия.

31. Методы сканирующей зондовой микроскопии. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов. Устранение влияния внешних воздействий.

#### ***Применение других методов для анализа поверхности***

32. Рентгеноспектральный микроанализ – принципы, количественный анализ. Характеристическое и тормозное рентгеновское излучение, пределы обнаружения элементов, спектроскопия характеристических потерь энергии электронов, катодолюминесцентный анализ полупроводников и диэлектриков.

33. Оже-электронная и рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, рентгеновская абсорбционная спектроскопия тонкой структуры края поглощения.

34. Масс-спектральный анализ поверхности. Масс-спектрометрия вторичных ионов, масс-спектрометрия распыленных нейтральных частиц, анализ непроводящих объектов методом бомбардировки быстрыми атомами, лазерная микрозондовая масс-спектрометрия, элементный и молекулярный локальный анализ с использованием лазерного излучения, лазерная десорбционная масс-спектрометрия.

35. Ядерно-физические методы анализа поверхности. Авто-радиография, ядерный микрозонд, резерфордская спектроскопия, спектроскопия рассеяния медленных ионов для анализа поверхностных монослоёв, рентгеноспектральный анализ с ионным возбуждением, резонансные методы анализа поверхности.

#### **7.3.4. Паспорт фонда оценочных средств**

<b>№ п/п</b>	<b>Контролируемые разделы (темы) дисциплины</b>	<b>Код контролируемой компетенции</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>
--------------	---	---------------------------------------	---

		<b>(или ее части)</b>	
1.	Введение	ПК-14, ПК-24	Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен
2.	Химическое равновесие. Химические методы анализа	ПК-14, ПК-24	Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен
3.	Электрохимические методы	ПК-14, ПК-24	Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен
4.	Спектроскопические методы	ПК-14, ПК-24	Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен
5.	Хроматография	ПК-14, ПК-24	Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен
6.	Применение микроскопических методов для анализа поверхности	ПК-14, ПК-24	Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен
7.	Применение других методов для анализа поверхности	ПК-14, ПК-24	Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен

#### **7.4. Порядок процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности на этапе промежуточного контроля знаний**

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать двух астрономических часов. С экзамена снимается материал тех КР, которые обучающийся выполнил в течение семестра на «хорошо» и «отлично».

Зачет может проводиться по итогам текущей успеваемости и сдачи КР и (или) путем организации специального опроса, проводимого в устной и (или) письменной форме.

Во время проведения экзамена (зачета) обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочными данными и вычислительной техникой.

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), РАЗРАБОТАННОГО НА КАФЕДРЕ**

1. Кукина О.Б., Слепцова О.В., Хорохордина Е.А., Рудаков О.Б. Аналитическая химия : учеб. пособие для студ. направл. подготовки бакалавров «Химия, физика и механика материалов» / О.Б. Кукина [и др.]; Воронеж. ГАСУ. – Воронеж, 2014. – 160 с.

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>Вид учебных занятий</b>	<b>Деятельность студента</b>
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Контрольная работа/Расчетно-графическая работа	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам.
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам.
Подготовка к экзамену (зачету)	При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **10.1. Основная литература:**

- 1 Основы аналитической химии [Текст] : в 2 т. : учебник : рек. МО РФ. Т. 2 / под ред. Ю. А. Золотова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М. : Академия, 2010, (Тверь : ОАО «Тверской полиграф. Комбинат», 2010). – 407 с.
- 2 Основы аналитической химии [Текст] : в 2 т. : учебник : рек. МО РФ. Т. 1 / под ред. Ю. А. Золотова. – 5-е изд., стер. – М. : Академия, 2012
- 3 Основы аналитической химии [Текст] : в 2 т. : учебник : рек. МО РФ. Т. 1 / под ред. Ю. А. Золотова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М. : Академия, 2010
- 4 Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Текст] : учебник : в 2 т. Т. 1 / под ред. А. А. Ищенко. – М. : Академия, 2010
- 5 Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Текст] : учебник : в 2 т. Т. 2 / под ред. А. А. Ищенко. – М. : Академия, 2010
- 6 Золотов Ю.А., Вершинин В.И. История и методология аналитической химии. Учебное пособие. Доп. УМО И.М.: Академия 2008, 464с.

### **10.2. Дополнительная литература:**

1. Аналитическая химия. Расчеты в количественном анализе. Практикум (2010, Гуськова В.П., Сизова Л.С., Мельченко Г.Г., Юнникова Н.В., Кемеровский технологический институт пищевой промышленности) .- ЭБС IPRbooks
2. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Учебное пособие (2012, Валова (Копылова) В.Д., Паршина Е.И., Дашков и К) .- ЭБС IPRbooks

### **10.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

Чтение лекций осуществляется с использованием презентаций в программе «Microsoft PowerPoint».



Для выполнения лабораторных работ используется учебный лабораторный комплекс «Химия», совместимый с ПК и снабженный программным обеспечением.

***Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:***

1. Химический каталог. Аналитическая химия. Сайты и книги <http://www.ximicat.com>
2. Chemnet - официальное электронное издание Химического факультета МГУ <http://www.chem.msu.ru/rus>
3. справочно-информационный сайт по химии <http://www.alhimikov.net>

**11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ДИСЦИПЛИНЫ**

***Учебно-лабораторное оборудование***

1. Весы аналитические влр-200 – ауд. 6420
2. Аквадистиллятор – ауд. 6420, 6422
3. Колориметр фотоэлектрический кфк-3 (1 шт.) – ауд. 6420
4. Колориметр фотоэлектрический кфк-2 (1 шт.) – ауд. 6420
5. ПЭВМ (5 шт.)
6. Сканирующие зондовые микроскопы  
“nanoeducator” (3 шт.) – ауд. 207 (бизнес-инкубатор)
7. Шкаф с вытяжной вентиляцией – ауд. 6421
8. Наборы лабораторной посуды для индивидуальной работы.
9. Реактивы, необходимые для выполнения работ.

***Технические средства обучения***

1. Ноутбук - отдел инновационных образовательных программ
2. Медиапроектор программ

**12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ  
ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (образовательные технологии)**

Для преподавания и изучения дисциплины используются следующие образовательные технологии.

1. Дидактически обоснованная структура дисциплины «Современная аналитическая химия».

Содержательная часть дисциплины должна быть обоснована с точки зрения химии и требований к результатам освоения ООП бакалавриата, выраженных в виде определённых компетенций.

2. Точное следование рабочей программе дисциплины.

На вводной лекции студенты знакомятся со структурой УМКД «Современная аналитическая химия», получают разъяснение о роли каждой составляющей в учебном процессе, а также где и как получить доступ ко всем составляющим учебно-методического обеспечения.

3. Планирование времени и методическое обеспечение внеаудиторной самостоятельной работы (ВСР).

4. Сопровождение занятий демонстрацией схем, таблиц, рисунков и презентациями в программе «Microsoft PowerPoint».

5. Подготовка тематики докладов, сообщений, презентаций для самостоятельной работы студентов.

6. Самостоятельное проведение студентами экспериментальных исследований на лабораторных занятиях с последующей интерпретацией и защитой результатов.

7. Рейтинговая система контроля и оценки знаний.

8. Регулярное проведение консультаций.

9. Осуществление текущего контроля знаний студентов с помощью бланкового тестирования и промежуточного контроля путём интернет-тестирования.

10. Методические рекомендации по подготовке к экзамену.

К экзамену студент допускается при условии выполнения учебного плана:

- посещение лекций и практических занятий;
- выполнение и оформление лабораторных работ;
- выполнение индивидуальных заданий для самостоятельной работы;
- отчёт практических и лабораторных занятий.

Вопросы для подготовки к экзаменам составляются в соответствии с содержанием дисциплины «Современная аналитическая химия», имеются в рабочей программе и выдаются студентам не позднее, чем за месяц до окончания семестра.

Экзамен сдаётся по билетам, утверждённым заведующим кафедрой и подписанным экзаменатором. Билет содержит два теоретических вопроса и одну задачу.

При подготовке к экзамену обязательно не только повторять лекции, но и изучать материал по учебникам в соответствии с указаниями, сделанными преподавателем на лекциях. Помимо того, следует внимательно изучить конспекты практических занятий и оформленные лабораторные работы, обратив особое внимание на сделанные выводы.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ПрОПОП ВО по направлению подготовки 04.03.02 Химия, физика и механика материалов

**Руководитель основной образовательной программы**

доцент кафедры химии,

к.х.н., доцент \_\_\_\_\_

(занимаемая должность, ученая степень и звание)

(подпись)

О.В. Артамонова

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией строительного факультета

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 г., протокол № \_\_\_\_\_.

Председатель профессор, д.т.н., доцент \_\_\_\_\_

должность, учёная степень и звание, подпись

Г.С. Славчева

инициалы, фамилия

Эксперт

\_\_\_\_\_

(место работы)

\_\_\_\_\_

(занимаемая должность)

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(инициалы, фамилия)

МП  
организации