МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)**

УТВЕРЖДАЮ
Директор химико-технологического
института
д.т.н.,проф._____Р.Н. Ястребинский
«_25_» _____05_____2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

направление подготовки (специальность):

18.05.02 – Химическая технология материалов современной энергетики

Направленность программы (профиль, специализация)

**Ядерная и радиационная безопасность
на объектах использования ядерной энергии**

Квалификация (степень)

инженер

Форма обучения
Очная

Институт: химико-технологический

Кафедра теоретической и прикладной химии

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности подготовки 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07 августа 2020 г.№ 913
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2021 году.

Составители: к.т.н., доц. _____ (В.А. Полуэктова)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой:
теоретической и прикладной химии
Заведующий кафедрой д.т.н., проф._____ (В.И. Павленко)

«_12_» _____мая_____202_1_ г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«_13_» _____мая_____202_1_ г., протокол № _9_

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф. _____ (В.И. Павленко)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«_15_» _____мая_____202_1_ г., протокол № _9_

Председатель к.т.н., доцент_____(Л.А. Порожнюк)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Общепрофессиональные компетенции	**ОПК-2** Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование в профессиональной и научно-исследовательской деятельности	**ОПК-2.2** Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов аналитической химии при решении профессиональных задач	**Знания:** – основных понятий, законов, природы и сущности явлений и процессов, лежащих в основе химических и физико-химических методов анализа; основных положений, лежащих в основе выбора метода анализа и схемы анализа. **Умения:** –выбирать метод анализа для заданной аналитической задачи и оценивать возможность каждого метода анализа; работать на аналитических установках и приборах; выполнять качественный и количественный анализ химическими или физико-химическими методами; строить кривые титрования; интерпретировать результаты анализа. **Навыки:** – владение методиками проведения исследований с помощью химических и современных физико-химических методов, методами обработки результатов, получения необходимой информации для идентификации химических соединений; приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов.
		ОПК-2.3 Владеет основами технологических процессов и осваивает с применением базовых навыков технологическое оборудование	**Знания:** – сущности явлений и процессов, лежащих в основе химических и физико-химических методов анализа. **Умения:** – выполнять основные химические операции; работать на аналитических установках и приборах; рассчитывать концентрации растворов различных соединений. **Навыки:** – владение методиками проведения исследований с помощью химических и современных физико-химических методов, методами обработки

			результатов.
	ОПК-3 Способен проводить научные исследования и анализ полученных результатов	**ОПК-3.1** Творчески и теоретически осмысливает и анализирует результаты научных экспериментов, разрабатывает рекомендации по их практическому применению, выдвигает научные идеи	**Знания:** – теоретического обоснования явлений и процессов, лежащих в основе методов анализа, используемых для научных исследований. **Умения:** – рассчитывать концентрации растворов различных соединений; интерпретировать результаты анализа; анализировать результаты научных экспериментов. **Навыки:** – владеть методиками современных методов исследований, методами обработки результатов; приемами поиска необходимых данных с использованием различных ресурсов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. **Компетенция** ОПК-2 Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование в профессиональной и научно-исследовательской деятельности

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Электротехника и промышленная электроника
2	Процессы и аппараты химической технологии
3	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа
4	Общая химическая технология
5	Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики
6	Химические реакторы

2. **Компетенция ОПК-3** Способен проводить научные исследования и анализ полученных результатов

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Информатика
2	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зач. единиц, 324 часов.
Форма промежуточной аттестации дифференцированный зачет, экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	324	*144*	*180*
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	125	*70*	*55*
лекции	34	*17*	*17*
лабораторные	85	*51*	*34*
практические			
консультации	6	*2*	*4*
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	163	*74*	*89*
Курсовой проект			
Курсовая работа			
Расчетно-графическое задания			
Индивидуальное домашнее задание	9	*9*	
Другие виды самостоятельной работы	154	*65*	*89*
Форма промежуточной аттестации (зачет)			
Форма промежуточной аттестации (экзамен)	36		36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Содержание лекционных занятий

Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, час.			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Введение в аналитическую химию. Основы титриметрии.					
	Предмет аналитической химии. Классификация методов анализа. Качественный анализ. Методы количественного анализа. Равновесие в гомогенных системах: закон действующих масс, границы применимости. Константа равновесия. Теория сильных электролитов: ионная сила, активность, коэффициент активности, формула Дебая-Хюккеля. Основы титриметрии. Способы выражения концентрации раствора: молярная, нормальная, титр, титр по определяемому веществу, поправочный коэффициент	6	-	8	25

2. Кислотно-основное титрование (метод нейтрализации).					
	Сущность метода нейтрализации. Кривых титрования. Выбор формул для расчет pH. Кислотно-основные индикаторы, выбор индикатора.	4	-	12	25
3. Окислительно-восстановительное титрование (метод редоксиметрии).					
	Классификация методов редоксиметрии. Сущность перманганатометрии, иодометрии, хроматометрии. Кривые титрования, редокс индикаторы.	3	-	14	25
4. Комплексонометрия. Основы гравиметрического анализа.					
	Основы комплексонометрия. Комплексоны. Способы титрования в комплексонометрии. Металлоиндикаторы. Теоретические основы осаждения. Основы гравиметрического анализа	4	-	17	25
ИТОГО:		17	-	51	100

Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, час.			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
5. Введение в спектроскопию. Оптические методы анализа.					
	Введение в ФХМА. Классификация методов спектроскопии. Спектр и его характеристики. Сущность взаимодействия вещества с электромагнитным излучением. Основы атомной и молекулярной спектроскопии. Спектрофотометрия. Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС), атомно-эмиссионная спектроскопия (АЭС).	6	-	9	20
	Основы ИК-спектроскопии, ЯМР-спектроскопии.	5	-	7	13
7. Хроматографические методы анализа.					
	Классификация хроматографических методов анализа. Сущность разделения веществ в хроматографии. Сущность явлений в абсорбционной газовой, газо-жидкостной, жидкостной хроматографии, особенности высокоэффективной жидкостной хроматографии. Основы бумажной, тонкослойной, хроматографии. Сущность ионообменной хроматографии.	3	-	9	33
8. Электрохимические методы анализа.					
	Классификация электрохимических методов анализа. Сущность потенциометрических методов анализа. Основы амперометрических методов анализа. Амперометрическое титрование. Сущность вольтамперометрических методов анализа. Основы кондуктометрических методов анализа.	3	-	9	33

	Сущность кулонометрических методов анализа.				
ИТОГО:		17	-	34	99

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Практические (семинарские) занятия учебным планом не предусмотрены.

4.3. Содержание лабораторных занятий

Первое занятие - вводное, инструктаж по технике безопасности, ознакомление с правилами работы, с приборами и оборудованием. На остальных занятиях каждый студент выполняет индивидуально лабораторные работы из приведенного ниже перечня по графику, составляемому ежегодно.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр №2				
1	Введение в аналитическую химию. Основы титриметрии.	Вводное занятие	2	8
		Стандартизация раствора соляной кислоты	6	
2	Кислотно-основное титрование (метод нейтрализации)	Приготовление титрованного раствора щелочи и установка его титра	6	24
		Определение содержания аммиака в солях аммония способом обратного титрования	6	
3	Окислительно-восстановительное титрование (метод редоксиметрии).	Определение оксида кальция в известняке методом перманганатометрии	8	14
		Иодометрическое определение Fe_2O_3 в силикатных материалах	6	
4	Комплексонометрия. Основы гравиметрического анализа.	Определение ионов кальция и магния методом комплексонометрии	4	17
		Гравиметрическое определение сульфат-ионов	13	
		ИТОГО:	51	51
семестр №3				
5	Введение в спектроскопию. Оптические методы анализа	Фотометрическое определение содержания железа методом добавок	9	9
		Фотометрическое определение железа (III) в силикатных материалах методом стандартов		
		Фотометрическое определение алюминия в силикатных материалах методом калибровочного графика		
		Фотометрическое определение марганца и хрома при совместном присутствии в растворе		
		Определение концентрации хлорид-ионов турбидиметрическим методом		
6	Современные спектроскопические и другие методы анализа.	Определение органических соединений методом инфракрасной спектроскопии	9	9
		Определение органических соединений методом спектроскопии ядерного магнитного ре-		

		зонанса		
		Рентгеноструктурный анализ минеральных веществ		
		Дифференциально-термический анализ		
		Определение состава бинарного раствора рефрактометрическим методом		
7	Хроматографические методы анализа.	Разделение красителей на бумаге	8	8
		Определение концентрации ионов кальция методом ионообменной хроматографии		
		Определение динамической обменной емкости и полной обменной емкости катионообменников		
		Определение общей обменной емкости глин		
8	Электрохимические методы анализа	Кондуктометрическое определение содержания растворимых солей в строительных материалах	8	8
		Определение концентрации кислоты методом кулонометрии при постоянном токе		
		ИТОГО:	34	34

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Выполнение курсового проекта/работы по дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

В соответствии с учебным планом выдается ИДЗ «Расчет и построение кривой титрование в методе нейтрализации». На ИДЗ предусмотрено 9 часов самостоятельной работы. Цель: научиться выводить расчетные формулы для вычисления pH растворов различного состава – сильных и слабых кислот и оснований, гидролизующихся солей и буферных растворов, а также использовать эти формулы в расчетах для построения кривых кислотно-основного титрования разных типов. Студенты должны научиться правильно подбирать индикатор для фиксирования точки эквивалентности и оценивать ошибки титрования. Выдается индивидуальное задание по варианту с расчетом pH в различные моменты титрования с учетом состава титруемого раствора и выбором кислотно-основных индикаторов.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. **Компетенция ОПК-2** Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование в профессиональной и научно-исследовательской деятельности.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-2.2 Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов аналитической химии при решении профессиональных задач. ОПК-2.3 Владеет основами технологических процессов и осваивает с применением базовых навыков технологическое оборудование	Выполнение и защита лабораторных работ, ИДЗ, решение многоуровневых задач, собеседование, тестирование, дифференцированный зачет, экзамен. Выполнение и защита лабораторных работ, решение многоуровневых задач, собеседование, тестирование, дифференцированный зачет, экзамен.

2. **Компетенция ОПК-3** Способен проводить научные исследования и анализ полученных результатов

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-3.1 Творчески и теоретически осмысливает и анализирует результаты научных экспериментов, разрабатывает рекомендации по их практическому применению, выдвигает научные идеи	Выполнение и защита лабораторных работ, ИДЗ, решение многоуровневых задач, собеседование, тестирование, дифференцированный зачет, экзамен.

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для дифференцированного зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	2	3
Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для дифференцированного зачета (2 семестр)		
1	Введение в аналитическую химию. Основы титриметрии (ОПК-2)	1. Общая характеристика и классификация методов количественного анализа, его значение. 1. Закон действующих масс в аналитической химии, границы применимости. 2. Константа равновесия в кажущейся и термодинамической формах. 3. Константа диссоциации как частный случай константы равновесия (на конкретных примерах с использованием справочных данных). 4. Основы теории сильных электролитов. 5. Активность и коэффициент активности, ионная сила раствора: вычисление, связь с коэффициентом активности (формула Дебая - Хюккеля).

		6. Сущность титриметрического анализа. 7. Требования к реакциям, применяемым в титриметрии, их типы. 8. Молярная масса эквивалента вещества: понятие и вычисление. Зависимость величины эквивалента от характера реакции, в которую вступает вещество. 9. Закон эквивалентов и правило пропорциональности. 10. Точка эквивалентности и конечная точка титрования, методы установления. 11. Способы выражения концентрации растворов: молярность, нормальность, титр стандартного раствора, титр по определяемому веществу; их вычисление. 12. Точность определений в объемном анализе. Роль поправочного коэффициента в расчетах. Стандартные растворы. 13. Способы титрования: их сущность, примеры. 14. Приготовление титрованного раствора щелочи по точной навеске и установка его титра методом пипетирования и методом отдельных навесок. 15. Расчеты в титриметрическом анализе: расчет навески, содержания определяемого вещества в зависимости от способа титрования.
2	Кислотно-основное титрование (метод нейтрализации). (ОПК-3)	1. Общая характеристика метода нейтрализации, рабочие растворы и определяемые вещества. 2. Кислотно-основные индикаторы. Строение метилоранжа и фенолфталеина, причины изменения их окраски. 3. Основные характеристики кислотно-основных индикаторов: интервал перехода и показатель титрования, связь с константой диссоциации индикатора. 4. Механизм действия кислотно-основных индикаторов. Ионно-хромофорная теория индикаторов. 5. Выбор индикаторов по ΔpH, pT и кривой титрования с использованием справочных таблиц. 6. Ионное произведение воды. Понятия pH, pOH, pK. 7. Буферные растворы и их роль в анализе. Механизм действия, буферная емкость, примеры буферных растворов. 8. Общая характеристика кривых кислотно-основного титрования. 9. Построение и анализ кривых титрования с выбором индикаторов: а) сильной кислоты сильным основанием; б) сильного основания сильной кислотой; в) слабой кислоты сильным основанием; г) слабого основания сильной кислотой. 10. Индикаторные ошибки в кислотно-основном титровании, их типы. 11. Вычисление pH водных растворов слабых кислот, вывод формулы. 12. Вычисление pH водных растворов слабых оснований, вывод формулы.

		13. Вычисление pH кислотного буферного раствора, вывод формулы. 14. Вычисление pH основного буферного раствора, вывод формулы. 15. Вычисление pH солей, гидролизующихся по аниону; вывод формулы. 16. Вычисление pH солей, гидролизующихся по катиону; вывод формулы.
3	Окислительно-восстановительное титрование (метод редоксиметрии) (ОПК-2)	1. Классификация методов редоксиметрии, их краткая характеристика. 2. Основы окислительно-восстановительного взаимодействия. Электронно-ионный метод подбора коэффициентов в окислительно-восстановительных реакциях (на примерах). 3. Окислительно-восстановительный потенциал, его вычисление. Уравнение Нернста. Нормальный редокс-потенциал. 4. Кривые титрования в перманганатометрии, расчет редокс-потенциала в различные моменты титрования. 5. Способы фиксирования точки эквивалентности в окислительно-восстановительных методах. 6. Редокс-индикаторы: характеристика, механизм действия, примеры. Интервал перехода редокс-индикаторов. 7. Основы перманганатометрии: характеристика ме-тода, рабочие растворы и определяемые вещества, условия проведения анализа. 8. Основы иодометрии: характеристика, рабочие растворы и определяемые вещества, условия проведения. 9. Определение молярной массы эквивалентов окислителей ($KMnO_4$ *в* разной среде, $K_2Cr_2O_7$, $KBrO_3$, I_2) и восстановителей ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$; KI; $FeSO_4$; $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$). 10. Автокаталитические реакции в перманганатометрии (на примере взаимодействия с оксалат-ионами). 11. Приготовление, стандартизация и условия хранения перманганата калия. 12. Достоинства и недостатки перманганатометрии. 13. Приготовление и стандартизация рабочих растворов в иодометрии, химизм, условия их хранения. 14. Достоинства и недостатки иодометрии. 15. Использование косвенного и обратного способа титрования на примерах: а) в перманганатометрии; б) иодометрии
4	Комплексонометрия. Основы гравиметрического анализа(ОПК-2).	1. Сущность метода комплексонометрии. Типы комплексонов и их строение. 2. Внутрикомплексные соединения и их строение. Понятие об ионнокоординационной связи. 3. Определение общей жесткости воды комплексонометрическим методом. Химизм комплексонометрического титрования. 4. Приготовление и стандартизация раствора комплексона III (трилона Б). Роль среды в комплексонометрических

		определениях. 5. Металлоиндикаторы. Эриохром черный Т , его строение и механизм действия. 6. Диссоциация комплексных соединений. Константа нестойкости и константа устойчивости. 7. Общая характеристика гравиметрического анализа. Основные операции весовых определений (на конкретном примере). 8. Расчет навески анализируемого вещества. 9. Выбор осадителя, расчет его объема для оптимального осаждения. 10. Оптимальные условия осаждения кристаллических и аморфных осадков. 11. Осаждаемая и весовая формы, их получение и требования, предъявляемые к ним. 12. Фильтрование и промывание осадков. Выбор промывной жидкости и фильтров. Декантация. 13. Применение з.д.м. к системе "осадок - раствор". Произведение растворимости (ПР) и произведение активности (ПА). 14. Вычисление растворимости по ПР (и наоборот) различных типов малорастворимых соединений. 15. Действие разноименных ионов на растворимость. Солевой эффект (с выводом) 16. Вычисление результатов весовых определений. Фактор пересчета в гравиметрии, его вычисление. 17. Условие образования осадка (на примере). Насыщенные, ненасыщенные и пересыщенные растворы 18. Главнейшие источники ошибок в гравиметрии и возможные меры их устранения. Адсорбция и окклюзия, изоморфное осаждение и образование химических соединений.

Практические задания

1. Навеска мрамора 0,5668 г растворена в 30,00 мл HCl (T = 0,02871). На титрование избытка HCl израсходовано 14,10 мл 0,8818 н NaOH. Определить массовое содержание примесей в образце (в %).
2. Навеску 0,5500 г $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ растворили в 500 мл, затем отобрали 50 мл добавили 20,00 мл раствора КОН, а избыток последнего оттитровали 15,14 мл 0,1 н раствора HCl. Найти титр КОН.
3. К 25,00 мл раствора КОН неизвестной концентрации прибавлено 50,00 мл раствора H_2SO_4 (K=0,9500, 0,1 н). На титрование избытка кислоты израсходовано 28,90 мл раствора NaOH (K = 0,8570, 0,1 н). Какова нормальность раствора КОН?
4. К 20,00 мл раствора HCl неизвестной концентрации прилито 25,00 мл раствора КОН (K=0,8000, 0,1 н). Для обратного титрования избытка щелочи пришлось израсходовать 1,55 мл раствора H_2SO_4 (K=1,200, 0,1 н). Определить K(HCl) к 0,1 н.
5. Навеску 1,5 г технического $(NH_4)_2SO_4$ растворили в мерной колбе вместимостью 250 мл; 25,00 мл этого раствора прокипятили с концентрированной щелочью. Выделившейся при этом аммиак поглощен 40,00 мл 0,1040 н. раствора серной кислоты, а на обратное титрование израсходовано 25,00 мл 0,0970 М раствора NaOH. Вычислить массовую долю аммиака в навеске $(NH_4)_2SO_4$.
6. На титрование 10 мл 0,1 н. раствора щавелевой кислоты пошло 9,80 мл раствора $KMnO_4$. Вычислите нормальность и титр раствора $KMnO_4$.

7. Для 0,1005 н. раствора $KMnO_4$ используемого для титрования в кислой среде, найти: а) молярную концентрацию; б) титр по железу.
8. На титрование раствора щавелевой кислоты израсходовано 20,15 мл раствора перманганата калия с титром по щавелевой кислоте, равным 0,003320 г/мл. Рассчитайте массу щавелевой кислоты.
9. Навеску известняка массой 0,2041 г растворили в соляной кислоте и осадили кальций, израсходовав 50 мл 0,1 н. раствора щавелевой кислоты. Осадок оксалата кальция отфильтровали. На титрование фильтрата израсходовали 26,50 мл 0,05 н. раствора $KMnO_4$. Рассчитайте массовую долю кальция в анализируемом известняке.
10. Определить титр раствора йода, если 20 мл его оттитрованы 21,55 мл раствора тиосульфата натрия с концентрацией 0,1 моль-экв/л.
11. Рассчитайте навеску тиосульфата натрия ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$), необходимую для приготовления 250 мл раствора с концентрацией: а) 0,05 моль-экв/л**;** б) с $T_{Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O} = 0{,}01000\ г/см^3$.
12. К подкисленному серной кислотой раствору иодида калия добавили 20,00 мл 0,1085 н. раствора $KMnO_4$. На титрование выделившегося иода пошло 23,45 мл раствора тиосульфата натрия. Вычислить молярную концентрацию раствора тиосульфата $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$.
13. Сколько железа содержалось в глине, если на титрование выделившегося после прибавления в холе анализа иодида калия идет 10,00 мл 0,05 моль-экв/л раствора тиосульфата натрия, а для анализа взята навеска массой 0,5000 г?
14. Рассчитайте нормальность тиосульфата натрия, если его титр равен 0,002484 г/мл.
15. Навеска кристаллического иода 1,2287 г, очищенного возгонкой, раствора в колбе вместимостью 250 мл. Рассчитайте нормальную концентрацию раствора и его титр по тиосульфату натрия.
16. Раствор $CaCl_2$, pH которого доведен до 12, оттитрован 20,50 $см^3$ 0,045 М раствора ЭДТА в присутствии мурексида. Рассчитать массу кальция в растворе.
17. Чему равно содержание кальция в 500 мл насыщенного раствора, если $ПР_{CaF_2} = 4{,}0 \cdot 10^{-11}$?
18. Сколько граммов ЭДТА $\cdot 2H_2O$ потребуется для приготовления 500мл 0,020 М раствора?
19. Рассчитать массовую долю карбонатов кальция и магния в известняке, если навеска его 0,9866 г. В результате анализа получено 0,3755 г CaO и 0,4105 $Mg_2P_2O_7$?
20. При гравиметрическом определении свинца из 2,0000 г сплава получено 0,6048 г $PbSO_4$. Вычислить массовую долю свинца в сплаве.

Промежуточная аттестация в конце 2-го семестра осуществляется в форме **дифференцированного зачета** после изучения разделов дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», охватывающих первую часть дисциплины – классические методы химического анализа.

При проведении дифференцированного зачета зачетный билет, содержащий три теоретических вопроса и задача, выбирают сами студенты в случайном порядке. Вопросы в билете охватывают показатели оценивания результата обучения по дисциплине: знания, умения, навыки. Для подготовки студенту отводится время в пределах 45-60 мин.

Дифференцированный зачёт является значимым оценочным средством в итоговой отметке учебных достижений студента.

Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	2	3
1	Введение в спектроско-	1. Спектр и его характеристики. Энергетические диаграммы.

1	пию. Оптические методы анализа (ОПК-2)	Взаимодействия вещества с электромагнитным излучением (ЭМИ). 2. Диапазоны ЭМИ и их характеристика. Оптическая область спектра. 3. Спектроскопия, методы спектроскопии, атомные и молекулярные спектры. 4. Оптическая спектроскопия. Основные законы светопоглощения. 5. Аппаратура и техника выполнения спектрометрического анализа. Качественный и количественный анализ. Достоинства и недостатки. 6. Нефелометрический и турбидиметрический анализ. Законы рассеивания света. 7. Атомно-абсорбционный спектральный анализ (ААС). Стадии анализа, термическая подготовка пробы. Закон БЛБ в ААС. 8. Атомно-эмиссионный спектральный анализ (АЭС). Уравнение Ломакина-Шайбе. Источники возбуждения в АЭС 9 Эмиссионная фотометрия пламени. Теоретические основы метода. Аппаратура и техника выполнения. 10. Люминесцентный метод. Типы и виды люминесценции. 11. Люминофоры. Блок-схема спектрофлуориметра.
	Введение в спектроскопию. Оптические методы анализа (ОПК-3)	12. Основные приемы количественного анализа, используемые в спектроскопии. 13. Качественный и количественный анализ в спектрофотомерия.. Достоинства и недостатки. 14. Нефелометрический и турбидиметрический анализ. 15. Атомно-абсорбционный спектральный анализ (ААС). Стадии анализа, термическая подготовка пробы. 16. Атомно-эмиссионный спектральный анализ (АЭС). 17. Эмиссионная фотометрия пламени. 18. Качественный и количественный люминесцентный анализ. Флуориметрия и фосфориметрия.
2	Современные спектроскопические и другие методы анализа (ОПК-2)	19. ИК-спектроскопия. Теоретические основы метода. Аппаратура и техника выполнения. 20. ЯМР- спектроскопия. Теоретические основы метода ЯМР. 21. Устройство спектрометра. Достоинства и недостатки ЯМР-спектроскопии.
	Современные спектроскопические и другие методы анализа (ОПК-3)	22. ИК-спектроскопия. Качественный и количественный анализ. 23. ИК-спектры, принципы их расшифровки. Достоинства и недостатки ИК-спектроскопии. 24. Основные характеристики и принципы расшифровки спектров ПМР.
3	Хроматографические методы анализа (ОПК-2)	25. Теоретические основы хроматографических методов анализа. Классификация хроматографических методов анализа. 26. Элюентная, фронтальная и вытеснительная хроматография: кривые выхода веществ при анализе. 27. Газовая хроматография, ее виды. Принципы и характеристики газо-адсорбционной и газожидкостной хроматографии.

		28. Жидкостная хроматография, ее виды. Принципы и характеристики газожидкостной. 29. Ионообменная хроматография, классификация ионитов, схема ионного хроматографа. 30. Распределительная хроматография, ее виды. Принципы и характеристики газо¬жидкостной и жидкостно-жидкостной хроматографии. 31. Адсорбционная хроматография. Виды адсорбционной хроматографии. 32. Хроматограммы, основные характеристики. 33. Качественный и количественный анализ в колоночной хроматографии. 34. Плоскостная хроматография, её виды. Тонкослойная и бумажная хроматография. Хроматографическая подвижность.
4	Электрохимические методы анализа (ОПК-3)	35. Сущность и классификация электрохимических методов анализа. Аналитический сигнал. 36. Потенциометрия. Уравнение Нернста. Схема потенциометрической установки. Виды электродов. 37. Теоретические основы потенциометрического анализа. Виды потенциометрии. Потенциометрическое титрование. 38. Вольтамперометрия. Виды вольтамперометрии. Амперометрическое титрование. 39. Принципы полярографии. Общий вид полярограммы. Полярографическая волна. 40. Качественный и количественный полярографический анализ. Уравнение Ильковича. 42. Основы кулонометрии. Законы Фарадея. 43. Виды кулонометрии. Аппаратура и техника выполнения анализа. 44. Кондуктометрический анализ, виды кондуктометрии. 45. Кондуктометрическое титрование, виды кривых кондуктометрического титрования.

Практические задания

1. Вычислите оптическую плотность раствора хлорида меди (II) с концентрацией 0,001000 моль/л с толщиной поглощающего слоя1 см (ε = 100).
2. При фотоколориметрическом определении Fe^{3+} с сульфосалициловой кислотой из стандартного раствора с содержанием железа10 мг/см^3 приготовили ряд рабочих градуировочных растворов в мерных колбах вместимостью 100 см^3, измерили

V, мл	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
A	0,12	0,25	0,37	0,50	0,62	0,75

   Определите концентрацию ионов Fe^{3+}, если оптическая плотность исследуемого раствора 0,44.
3. Свет проходит через кювету толщиной 10 мм, содержащую 0,05 моль/л раствора бензола. Интенсивность света уменьшается на 16% от её начальной величины. Рассчитайте оптическую плотность и молярный коэффициент поглощения образца.
4. Определите концентрацию меди в растворе (мг/дм3), если при прохождении светового потока через его слой в 5 см, оптическая плотность составила 0,025 (ε = 31600).
5. Вычислите молярный коэффициент светопоглощения раствора окрашенного соединения железа (III) с концентрацией 0,1 мг в 50 мл раствора, если оптическая плотность раствора составила 0,410 при толщине поглощающего слоя 3 см.

6. Определите процент пропускания 0,002 М комплексного соединения при толщине поглощаемого слоя 5 мм и ε = 1000.
7. Вычислите молярную концентрацию раствора комплексного соединения титана с пероксидом водорода (ε = 10^3), оптическая плотность которого равна 0,31 (l = 1 см).
8. Оптическая плотность раствора вещества в кювете с l = 3 см равна 0,750. Стандартный раствор, содержащий 5 мг/дм^3 этого же вещества, имеет $A_{ст}$ = 0,550 в кювете с l = 5см. Определите концентрацию раствора (мг/дм^3).
9. Рассчитайте оптимальную толщину поглощающего слоя кюветы (мм), необходимую для измерения оптической плотности раствора сульфата меди (II), содержащего 5 мг соли в 50 см^3 раствора. Величина оптической плотности составляет 0,610, молярный коэффициент светопоглощения ε = 103.
10. При прохождении света через слой в 3 см раствора с содержанием титана 0,45 мкг/см^3 световой поток ослабляется в 1,72 раза. Определите величину молярного коэффициента светопоглощения.
11. Определите концентрацию рутина (витамин Р) (моль/л и мг/дм^3), если оптическая плотность анализируемого раствора A = 0,780, а оптическая плотность стандартного раствора $A_{ст}$ = 0,550 при длине волны 258 нм ($M_{рутина}$ = 610 г/моль), $C_{ст}$ = $5{,}0\cdot10^{-4}$ моль/л.
12. Определите молярный коэффициент поглощения вещества, если при прохождении светового потока через слой в 30 мм его раствора с концентрацией $8\cdot10^{-5}$ моль/л интенсивность света была ослаблена в 2 раза.
13. Определите содержание Fe^{3+} (мг/дм^3), если оптическая плотность его раствора с сульфосалициловой кислотой равна 0,45 в кювете толщиной 2 см, а ε = $4\cdot10^3$.
14. Определите концентрацию Cu^{2+} (моль/л и мг/дм^3), если оптическая плотность раствора сульфата меди в кювете с l=2см составляет 0,430, а молярный коэффициент поглощения 423,3.
15. Определите концентрацию раствора (мг/л) анализируемого вещества, если его оптическая плотность в кювете с l = 10 мм равна 0,750. Стандартный раствор, содержащий 5 мг/л этого вещества, имеет $A_{ст}$ = 0,550 в кювете с l = 50 мм.
16. Для количественного определения калия методом пламенной фотометрии приготовили его водные растворы с концентрациями 5, 10, 15, 20 мкг/см^3. Интенсивность излучения калия в этих растворах составила 6, 12, 17, 26 у.е. (условные единицы). Определите содержание калия (мкг) в колбе вместимостью 100 мл, если интенсивность излучения калия в исследуемом растворе равна 14 у.е.
17. Вычислите молярный коэффициент поглощения раствора сульфата меди (II), содержащего 9,6 мг/дм^3 Cu^{2+}, если его оптическая плотность в кювете толщиной 2 см равна 0,127.
18. Определите содержание Fe^{3+} (мг/дм^3), если оптическая плотность его раствора с сульфосалициловой кислотой равна 0,45 в кювете толщиной 2 см, а ε = $4\cdot10^3$.
19. Определите содержание меди (%) в образце, 1 г которого растворили в мерной колбе вместимостью 100 см^3. Оптическая плотность полученного раствора в кювете толщиной слоя 3 см составила 0,675, а ε=$4{,}5\cdot10^4$.
20. Интенсивность света с длиной волны 256 нм прошедшего через кювету толщиной 1 см, содержащую 0,05 моль/л раствора бензола уменьшается на 16% от ее начальной величины. Рассчитайте оптическую плотность и молярный коэффициент поглощения образца.
21. При титровании 50 мл HCl раствором КОН с концентрацией 2 моль-экв/л были получены результаты:

Объем раствора КОН, мл	3,2	6,0	9,2	15,6	20,0	23,4
Удельная электропроводность, См·см$^{-1}$	3,1	2,6	1,8	1,6	2,4	2,9

Постройте кривую титрования и вычислите нормальность соляной кислоты.

22. Определите эквивалентную электропроводность раствора электролита $AgNO_3$, находящегося в ячейке с электродами площадью S =$1{,}8\cdot10^{-4}$ м^2 и расстоянием между ними

l=10^{-2} м, если сопротивление и концентрация раствора равны соответственно R = 4,7 Ом и C = 0,05 моль/л.

23. При электролизе в течение некоторого времени τ = 10 мин выделяется m = 0,365 г вещества, электрохимический эквивалент которого равен k =1,97 г/А·ч. Определите силу тока.
24. Определите концентрацию исследуемого раствора, если для стандартного раствора с известной концентрацией $C = 5 \cdot 10^{-3}$ моль/л значение предельного диффузионного тока равно I_d = 25 мкА, а для исследуемого I_x=50 мкА.
25. Определите время образования одной капли ртути, если масса ртути, равна 3 мг/с, коэффициент диффузии ионов двухвалентного металла равен $0{,}15 \cdot 10^{-5}$ см$^2 \cdot$с$^{-1}$, предельный ток металла I_d = 30 мкА, концентрация ионов металла $1{,}5 \cdot 10^{-3}$ моль/л.
26. Используя уравнение Кольрауша для водного раствора сильного электролита с известной концентрацией C = 0,5 кмоль-экв/м^3, определите эквивалентную электропроводность при бесконечном разведении, если эмпирическая постоянная уравнения a = 0,508, эквивалентная электропроводность равна λ = 9,9 Ом$^{-1} \cdot$м$^2 \cdot$кмоль-экв$^{-1}$.
27. Какое количество электричества расходуется в ходе кулонометрического анализа, если масса вещества равна 0,25 г, а электрохимический эквивалент равен $2 \cdot 10^{-3}$ г/А·с.
28. Пользуясь законом Фарадея, определите электрохимический эквивалент вещества, если химический эквивалент равен 8,97 г/моль-экв.
29. Чему равна концентрация ионов в массе раствора, если диффузионный ток равен 15 мкА, а коэффициент пропорциональности k_M равен $7{,}5 \cdot 10^{-6}$.
30. При полярографировании 10,0 мл раствора никотинамида получена волна высотой 38 мм. После добавления к этому раствору 1,50 мл стандартного раствора, содержащего 2,00 мг/мл никотинамида, волна увеличилась до 80,5 мм. Рассчитать содержание препарата (мг/мл) в анализируемом растворе.
31. В ходе кондуктометрического анализа была определена удельная электропроводность, равная $1{,}15 \cdot 10^{-4}$ Ом$^{-1} \cdot$м$^{-1}$. Какова концентрация исследуемого раствора, если молярная электропроводность равна 8,5 Ом$^{-1} \cdot$м$^2 \cdot$моль$^{-1}$?
32. Построить кривую потенциометрического титрования в координатах $\varphi - V$. Рассчитать концентрацию $CaCl_2$ в растворе (г/л), если при титровании 20,0 мл анализируемого раствора раствором $Hg_2(NO_3)_2$ с концентрацией 0,0500 моль-экв/л получили:

$V_{Hg_2(NO_3)_2}$, мл	10,0	15,0	17,0	17,5	17,9	18,0	18,1	18,5	19,0
φ, мВ	382	411	442	457	498	613	679	700	709

33. Определите величину предельного тока меди, если концентрация вещества равна $4 \cdot 10^{-3}$ моль/л, коэффициент диффузии $D = 0{,}9 \cdot 10^{-5}$ см$^2 \cdot$с$^{-1}$, масса ртути, вытекающая из капилляра 3 мг/с, время образования одной капли τ = 4 с.
34. Определите константу диссоциации 0,0218 моль-экв/л раствора NH_4OH, если удельная электропроводность раствора равна $2{,}04 \cdot 10^{-3}$Ом$^{-1} \cdot$см^2, а эквивалентная электропроводность при бесконечном разведении λ_∞ равна 281 Ом$^{-1} \cdot$моль-экв$^{-1}$ см^2.
35. Определите электрохимический эквивалент трехвалентного металла, если в процессе электролиза за 3,5 минуты выделилось 0,2752 г металла при силе тока 3 А.
36. Значения R_f при хроматографическом разделении ионов на бумаге в среде бутанола, насыщенного 2 М раствором HC1 составляют: Cd – 0,6; Zn – 0,6; Bi – 0,5; Al – 0,1. Какие из ионов не могут быть четко идентифицированы из смеси: а) Zn, Al; б) Cd, Zn; в) Bi, Al?
37. Смещение зоны компонента в бумажной хроматографии равно 54 мм, а смещение фронта растворителя равно 61 мм. Чему равна хроматографическая подвижность?
38. Известно, что через колонку с катионитом пропустили 400 мл раствора кальция с концентрацией 0,06 моль-экв/л. В порциях элюата по 50 мл получили ряд значений концентраций C_i. Определите массу катионита, если его динамическая емкость равна $1{,}12 \cdot 10^{-3}$ моль-экв/г.

Проба элюата	1	2	3	4	5	6
C_i, моль-экв/л	0,018	0,022	0,031	0,043	0,060	0,060

39. Для количественного определения аминоуксусной кислоты в анализируемом образце использовали метод тонкослойной хроматографии. Для стандартных образцов получены следующие результаты:

Концентрация аминоуксусной кислоты, мкг/0,01 мл	5,0	10,0	15,0
Площадь пятна, мм^2	14,1	23,6	36,2

Для построения калибровочного графика использована зависимость площади пятна от концентрации аминоуксусной кислоты. Навеску массой 1,008 г растворили в мерной колбе вместимостью 100 мл. Затем 0,01 мл раствора хроматографировали методом ТСХ и получили пятно площадью 18,6 мм^2. Определите массовую долю аминоуксусной кислоты в анализируемой навеске.

40. Скорость потока газа-носителя гелия составляет 30 см^3/мин. Определите удерживаемый объем оксида углерода CO на данной колонке, если время удерживания гелия 40 с, оксида углерода – 6 мин. Гелий на данной колонке практически не сорбируется.
41. Рассчитать массовую долю (%) компонентов газовой смеси по следующим данным, полученным методом газовой хроматографии:

Газ	S, мм^2	k
Бензол	20,6	0,78
Толуол	22,9	0,79
Этилбензол	30,5	0,82
Кумол	16,7	0,84

42. Ширина основания хроматографического пика этанола составляет 20 мм. Число теоретических тарелок для этанола на данной колонке равно 2000. Скорость движения диаграммной ленты самописца 1200 мм/ч. Вычислить время удерживания этанола.
43. При определении этилового спирта методом газовой хроматографии измерили высоту пиков в зависимости от массы спирта и получили следующие данные:

m, мг	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
h, мм	18	37	48	66	83

Для 0,02 г исследуемого раствора получен пик высотой 57 мм. Вычислить массовую долю (%) этилового спирта.

44. Через колонку, заполненную катионитом массой 10 г, пропустили 250,0 мл. Выходящие из колонки порции раствора по 50,0 мл титровали 0,1 н. раствором тиосульфата натрия $Na_2S_2O_3$ ($f_{экв}$ = 1) и получили следующие результаты:

Порция раствора	1	2	3	4	5
Расход тиосульфата на титрование, мл	0	12,00	25,00	39,20	39,20

Вычислить динамическую емкость (ммоль/г) катионита по меди, если молярная масса эквивалента составляет $M(1/2\ Cu^{2+})$.

45. Ширина основания хроматографического пика азота составляет 12 мм. Расстояние на хроматограмме от момента введения пробы до середины пика азота составляет 14 см. Вычислить число теоретических тарелок в данной колонке.

Промежуточная аттестация в конце 3-го семестра осуществляется в форме **экзамена** после изучения разделов дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», охватывающих вторую часть – инструментальные методы анализа.

При проведении экзамена экзаменационный билет, содержащий три теоретических вопроса и одну задачу, выбирают сами студенты в случайном порядке. Вопросы в билете охватывают показатели оценивания результата обучения по дисциплине: знания, умения, навыки. Билеты ежегодно утверждаются на заседании кафедры. Для подготовки студенту отводится время в пределах одного часа.

Экзамен является значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Выполнение курсового проекта/работы по дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» не предусмотрено учебным планом.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестров в форме защиты лабораторных работ, коллоквиумов, которые включают сдачу теоретического материала и решение разноуровневых задач по каждой теме. Кроме того, студенты во 2 семестре выполняют индивидуальное домашнее задание по кислотно-основному титрованию и защищают его вместе со сдачей второго коллоквиума (метод нейтрализации).

Вопросы для защиты лабораторных работ приведены в конце каждой лабораторной работы в разделе контрольные вопросы и задачи для самоподготовки [1. Полуэктова В. А. Теория и практика аналитической химии. Часть I. Химические методы анализа : лабораторный практикум / В. А. Полуэктова. – Белгород: изд-во БГТУ, 2021. –172 с. — Режим доступа: https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2021051715005286600000655453.

2. Полуэктова В. А. Теория и практика аналитической химии. Часть II. Физико-химические методы анализа : лабораторный практикум / В. А. Полуэктова, В.Д. Мухачева. – Белгород: изд-во БГТУ, 2021. – 208 с. — Режим доступа: https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2021102811173426800000654354.

Для защиты лабораторной работы необходимо:

а) выполнить экспериментальную часть работы, произвести обработку результатов в соответствии с требованиями, приведенными в лабораторном практикуме;

б) подготовить ответы на контрольные вопросы и решить задачи.

Решение задач в рамках самостоятельной работы является частью подготовки к сдаче практической части коллоквиумов.

Вопросы для защиты лабораторных работ (пример – лабораторная работа №1, семестр 2)

1. В чем сущность титриметрического анализа?
2. Что называется: а) определяемым веществом? б) реагентом?
3. Какой метод анализа используют для определения концентрации кислот и оснований? Привести уравнение реакции, отражающее химизм определения.
4. Что называется точкой эквивалентности, конечной точкой титрования?
5. Как формулируется правило пропорциональности? Какой формулой оно выражается?
6. Какие индикаторы используют в кислотно-основном титровании? Какую окраску они имеют в точке эквивалентности, в кислой и щелочной средах?
7. Как устанавливают концентрацию вещества методом пипетирования, методом отдельных навесок?
8. Как рассчитать точную навеску щелочи? Какие примеси содержит щелочь?
9. Что показывает поправочный коэффициент, в чем его смысл?
10. Приведите формулы для расчета навески по известной нормальности (N), титру (T),
11. Приведите формулы для расчета нормальности по правилу пропорциональности и нормальности по титру реагента T_B,.
12. Что выражает титр реагента по определяемому веществу ($T_{B/A}$). Приведите формулу для расчета навески и нормальности по $T_{B/A}$.

Задачи для самостоятельного решения (пример)

13. Какая навеска NaOH необходима для приготовления 200 мл 0,1 моль-экв/л раствора?
14. Какова нормальность серной кислоты, если в 500 мл раствора содержится 4,9 г H_2SO_4?
15. Чему равна нормальная концентрация 10%-ного раствора серной кислоты (плотность раствора 1,04 г/см^3).
16. Нормальность раствора H_2SO_4 равна 0,1 моль-экв/л. Чему равен титр этого раствора?
17. Какой объем 0,1 моль-экв/л щелочи взят на титрование, если расход хлористоводородной кислоты составил 10 мл 0,1250 моль-экв/л?
18. Чему равен поправочный коэффициент, если титр раствора NaOH равен 0,004036, а $N_{теор}$ = 0,1 моль-эвк/л?
19. Рассчитайте нормальную концентрацию раствора щавелевой кислоты, приготовленного растворением 3,122 г $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ в мерной колбе вместимостью 250 мл.
20. Сколько процентов индифферентных примесей содержит образец буры, если на титрование навески его 0,5618 г затрачивается 14,6 мл 0,2 моль-экв/л раствора HC1 с К = 0,9865.

Вопросы для защиты лабораторных работ
(пример – лабораторная работа №1, семестр 3)

1. Какие методы анализа относятся к физико-химическим (инструментальным)? Назовите их преимущества и недостатки по сравнению с классическими химическими методами анализа.
2. Охарактеризуйте основные приемы, используемые в физико-химических методах анализа: метод калибровочного графика; метод добавок; метод стандартов.
3. Какие методы анализа входят в группу спектроскопических методов? Кратко охарактеризуйте их.
4. Какие методы относятся к оптическим методам анализа?
5. Что называется оптической плотностью исследуемого раствора? Как связана оптическая плотность с коэффициентом пропускания?
6. Для чего в фотометрическом анализе применяют светофильтры?
7. Приведите и объясните общую схему фотоэлектроколориметра.
8. Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия). Основной закон светопоглощения (закон Ламберта-Бугера-Бера).
9. Каков физический смысл молярного коэффициента светопоглощения? Какие факторы влияют на его величину?
10. Что называется спектром поглощения и в каких координатах его представляют?
11. Что представляют собой нулевые растворы или растворы сравнения? С какой целью их используют? Как выбирают длину волны и светофильтры при фотометрическом методе анализа?
12. Атомно-абсорбционный спектральный анализ (ААС). Закон БЛБ в ААС.
13. Какова природа и происхождение атомных эмиссионных спектров? Почему атомные спектры имеют линейный характер?
14. Что называется люминесценцией, какие виды люминесценции вы знаете?

Задачи для самостоятельного решения (пример)

15. Вычислите оптическую плотность раствора хлорида меди (II) с концентрацией 0,001000 моль/л с толщиной поглощающего слоя 1 см ($\varepsilon = 100$).
16. Определите концентрацию меди в растворе (мг/мл), если при прохождении светового потока через его слой в 5 см, оптическая плотность составила 0,025 ($\varepsilon = 31600$)
17. Вычислите молярный коэффициент светопоглощения раствора окрашенного соединения железа (III) с концентрацией 0,1 мг в 50 мл раствора, если оптическая плотность раствора составила 0,410 при толщине поглощающего слоя 3 см.
18. При фотоколориметрическом определении Fe^{3+} с сульфосалициловой кислотой из стандартного раствора с содержанием железа (III) 10 мг/мл приготовили ряд рабочих градуировочных растворов в мерных колбах вместимостью 100 мл, измерили

V, мл	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
A	0,12	0,25	0,37	0,50	0,62	0,75

Определите концентрацию ионов Fe^{3+}, если оптическая плотность исследуемого раствора 0,44.

19. Свет проходит через кювету толщиной 10 мм, содержащую 0,05 моль/л раствора бензола. Интенсивность света уменьшается на 16% от её начальной величины. Рассчитайте оптическую плотность и молярный коэффициент поглощения образца.

20. Определите процент пропускания 0,002 моль/л комплексного соединения при толщине поглощаемого слоя 5 мм и ε = 1000.

Собеседование предполагает специальную беседу с обучающимся и позволяет оценить объем его знаний и умений по определенному разделу дисциплины.

Текущий контроль изучения теоретического материала возможны экспресс-методом контроля знаний с использованием **тестирования**. Контрольные задания построены по принципу от простого к сложному.

Перечень типовых тестовых заданий (семестр 2):

Раздел дисциплины	Вопросы	Ответы
1. Введение в аналитическую химию. Основы титриметрии (ОПК-2).	Как формулируется правило эквивалентности? Один моль эквивалентов одного вещества реагирует с одним …	1) граммом другого вещества; 2) моль эквивалентов другого вещества; 3) миллилитром другого вещества; 4) моль другого вещества.
	Титр соляной кислоты можно установить по следующему веществу:	1) NaOH 2) $Na_2B_4O_7$ 3) H_3PO_4 4) $CaCO_3$
2. Кислотно-основное титрование (метод нейтрализации) (ОПК-3).	Согласно хромофорной теории, изменение окраски кислотно-основных индикаторов связано с …	1) обратимой перегруппировкой атомов в молекуле органического соединения – таутомерией 2) со смещением ионных равновесий индикаторов 3) существованием разной окраски молекулярной и ионной формах индикатора 4) последовательным присоединения ионов водорода при действии кислот или отнятия ионов H+ при действии щелочей.
	Оптимальное значение pH титруемого раствора, при котором наблюдается наиболее резкое изменение окраски	1) показатель титрования индикатора (pT) 2) интервал перехода окраски индикатора ΔpH

	индикатора, свидетельствующее об окончании титрования – это ….	3) величина равная константе диссоциации 4) конечная точка титрования
3.Окислительно-восстановительное титрование (метод редоксиметрии) (ОПК-2).	Растворы каких веществ могут служить в йодометрии стандартными?	1) J_2 в большом избытке KJ; 2) спиртовой раствор йода; 3) Перманганат калия 4) $Na_2S_2O_3$, J_2 в KJ.
	Для определения железа в силикатных материалах используют метод:	1) перманганатометрии; 2) осаждения; 3) нейтрализации; 4) йодометрии.
4. Комплексонометрия. Основы гравиметрического анализа (ОПК-3).	Какой из предложенных реагентов не является комплексоном:	1) трилон Б; 2) ЭДТА; 3) нитрилуксусная кислота; 4) уксусная кислота.
	Определите порядок основных операций гравиметрического метода анализа: а) охлаждение и взвешивание осадка б) расчет, взвешивание и растворение навески в) промывание, прокаливание осадка г) фильтрование осадка д) осаждение и созревание осадка	1) б, д, в, г, а; 2) б, в, д, г, а; 3) б, д, г, в, а; * 4) б, г, в, д, а.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета и экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Показатель оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных законов и сущности методов аналитической химии
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение применять основные законы химии и физики и математические соотношения для решения теоретических и прикладных задач
	Умение проводить качественный и количественный анализ индивиду-

	альных веществ, многокомпонентных систем
	Умение использовать справочные данные и результаты химического и физико-химического эксперимента для определения состава анализируемой пробы.
	Умение анализировать и сравнивать возможности, преимущества и недостатки, границы применимости разных методов анализа
	Умение применять различные методики установления качественного и количественного состава вещества.
	Умение применять результаты химического и физико-химического эксперимента для решения задач профессиональной деятельности.
Навыки	Владеть навыками применения химических и инструментальных методов исследования, а также теоретических законов к решению практических вопросов химической технологии.
	Владеть методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов
	Владеть методами работы на основных физико-химических приборах и практическими навыками самостоятельного проведения химического эксперимента.

Оценка преподавателем выставляется интегрально по всем показателям и критериям оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных законов аналитической химии	Не знает основные законы аналитической химии	Знает основные законы аналитической химии, но допускает неточности в формулировках и объяснении	Знает основные законы аналитической химии, умеет применять в решении практических задач, допуская некоторые неточности	Твердо знает основные законы аналитической химии, умеет применять в решении практических задач
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими примерами	Приводит поясняющие примеры, но с ошибками	Приводит поясняющие примеры корректно и понятно	Применяет знания к решению различных проблем в смежных областях

				химии и химической технологии, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, самостоятельно и в полном объеме выполняет анализ и оценку полученных знаний

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение применять основные законы и соотношения аналитической химии для решения теоретических и прикладных задач	Не умеет применять основные законы и соотношения аналитической химии для решения теоретических и прикладных задач	Умеет частично применять основные законы и соотношения аналитической химии для решения теоретических задач	Умеет применять основные законы и соотношения аналитической химии для решения теоретических и прикладных задач, но допускает неточности	Умеет применять основные законы и соотношения аналитической химии для решения теоретических и прикладных задач
Умение проводить эксперименты по установлению качественного и количественного состава индивидуальных веществ и многокомпонентных систем	Не умеет проводить эксперименты по установлению качественного и количественного состава индивидуальных веществ, многокомпонентных систем	Умеет проводить эксперименты по установлению качественного и количественного состава индивидуальных веществ, многокомпонентных систем, но обработка экспериментальных данных затруднена	Умеет проводить эксперименты по установлению качественного и количественного состава индивидуальных веществ, многокомпонентных систем и обработку полученных экспериментальных данных.	Умеет самостоятельно планировать и проводить эксперименты по установлению качественного и количественного состава индивидуальных веществ, многокомпонентных систем и проводить обработку и анализ полученных экспериментальных данных
Умение использовать справочные данные и результаты химического и физико-химического эксперимента для определения состава анализируемой пробы.	Не умеет использовать справочные данные и результаты химического и физико-химического эксперимента для определения состава анализируемой пробы	Умеет использовать справочные данные и результаты химического и физико-химического эксперимента для определения состава анализируемой пробы, но не умеет использовать результаты химического и физико-химического эксперимента для объяснения сущности используемого метода.	Умеет использовать справочные данные и результаты химического и физико-химического эксперимента для определения состава анализируемой пробы, умеет использовать результаты химического и физико-химического эксперимента для объяснения сущности используемого метода, но допускает ошибки	Умеет использовать справочные данные и результаты химического и физико-химического эксперимента для определения состава анализируемой пробы, умеет использовать результаты химического и физико-химического эксперимента для объяснения сущности используемого метода

			в расчетах.	
Умение анализировать и сравнивать возможности, преимущества и недостатки, границы применимости разных методов анализа	Не умеет анализировать и сравнивать возможности, преимущества и недостатки, границы применимости разных методов анализа.	Ошибается при анализе и определении возможностей, преимуществ и недостатков, границ применимости разных методов анализа	Умеет прогнозировать потенциальные возможности методов, знает преимущества и недостатки, границы применимости разных методов анализа, но допускает неточности.	Умеет анализировать и сравнивать возможности, преимущества и недостатки, границы применимости разных методов анализа
Умение применять различные методики установления качественного и количественного состава вещества	Не умеет применять различные методики установления качественного и количественного состава вещества	Умеет применять одну методику установления качественного и количественного состава вещества	Умеет применять в неполном объеме несколько методик дики установления качественного и количественного состава вещества	Умеет применять в полном объеме различные методики установления качественного и количественного состава вещества
Умение применять результаты химического и физико-химического эксперимента для решения задач профессиональной деятельности	Не умеет применять результаты химического и физико-химического эксперимента для решения задач профессиональной деятельности	Частично умеет применять результаты химического и физико-химического эксперимента для решения задач профессиональной деятельности	Умеет применять результаты химического и физико-химического эксперимента для решения задач профессиональной деятельности, но затрудняется с обоснованием выбора.	Умеет в полном объеме применять результаты химического и физико-химического эксперимента для решения задач профессиональной деятельности

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть навыками применения химических и инструментальных методов исследования, а также теоретических законов аналитической химии к решению практических вопросов химической технологии	Не владеет навыками применения химических и инструментальных методов исследования, а также теоретических законов аналитической химии к решению практических вопросов химической технологии	Владеет навыками применения химических и инструментальных методов исследования, а также теоретических законов аналитической химии к решению практических вопросов химической технологии не в полном объеме	Владеет навыками применения химических и инструментальных методов исследования, а также теоретических законов аналитической химии к решению практических вопросов химической технологии, но допускает неточности	Владеет навыками применения химических и инструментальных методов исследования, а также теоретических законов аналитической химии к решению практических вопросов химической технологии в полном объеме
Владеть методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов	Не владеет методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов	Владеет методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов не в полном объе-	Владеет методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов, но до-	Владеет методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов в полном объеме

		ме	пускает неточности	
Владеть методами работы на основных физико-химических приборах и практическими навыками самостоятельного проведения химического эксперимента.	Не владеет методами работы на основных физико-химических приборах и практическими навыками самостоятельного проведения химического эксперимента	Владеет методами работы на основных физико-химических приборах и практическими навыками самостоятельного проведения химического эксперимента не в полном объеме	Владеет методами работы на основных физико-химических приборах и практическими навыками самостоятельного проведения химического эксперимента, но допускает неточности	Владеет методами работы на основных физико-химических приборах и практическими навыками самостоятельного проведения химического эксперимента в полном объеме

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебные аудитории для проведения лекционных занятий, промежуточной аттестации и самостоятельной работы	Специализированная мебель. Мультимедийный проектор, экран, компьютер, ноутбук
2.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
3.	Учебные лаборатории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации	Специализированная мебель. водяные и песчаные бани, электроплитки; аналитические весы марок ВЛКТ-500, ВЛП-200, ВЛА-200, электронные химико-аналитические весы ВК-600; сушильные шкафы СНОЛ; муфельная печь; термокамера ЛУ; центрифуга ЦЛМ; дистиллятор АЭ-15. фотоэлектроколориметры КФК-2М, КФК-3М, ФЭК-56М; анализатор «ЭКОТЕСТ-01»; аквадистиллятор АДЭ-15; спектрофотометр; мост переменного тока; потенциометр ИВ-79; ПЭВМ Р-133; центрифуги ЛЗ-418, ЦЛС-31М; шкаф сушильный LF-404; электролизеры лабораторные ЕР-4; весы ВЛКТ-500; иономеры ЭВ-76; иономеры И-500; pH-метры pH-150М; рефрактометр ИРВ-454БМ. Имеются компьютеры и соответствующее программное обеспечение для сопровождения эксперимента и ведения сложных расчетов, а также для экспресс-контроля входных знаний и умений работы с соответствующим оборудованием.

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2023г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Полуэктова В. А. Теория и практика аналитической химии. Часть I. Химические методы анализа : лабораторный практикум / В. А. Полуэктова. – Белгород: изд-во БГТУ, 2021. – 172 с. — Режим доступа: https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2021051715005286600000655453.
2. Полуэктова В. А. Теория и практика аналитической химии. Часть II. Физико-химические методы анализа : лабораторный практикум / В. А. Полуэктова, В.Д. Мухачева. – Белгород: изд-во БГТУ, 2021. – 208 с. — Режим доступа: https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2021102811173426800000654354
3. Аналитическая химия : методические указания к выполнению расчетно-графических заданий / сост.: В.А. Полуэктова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2018. – 48 с. — Режим доступа: https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2018070413110442800000651899.

Справочное руководство по аналитической химии и физико-химическим методам анализа: Учеб. пособие / И. В. Тикунова, Н. В. Дробницкая, А. И. Артеменко и др. М.: Высш. Шк., 2009. – 413 с.

4. Васильев, В. П. Аналитическая химия. Кн.1. Титриметрические и гравиметрический методы анализа. – М.: Дрофа, 2007.
5. Васильев, В. П. Аналитическая химия. Кн.2. Физико-химические методы анализа. – М.: Дрофа, 2005.
6. Васильев, В.П. Аналитическая химия. Сборник вопросов, упражнений и задач / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова. – М.: Дрофа, 2003.
7. Poluektova, V. A. Analytical chemistry and phisycal-chemical methods of analysis : учебное пособие / Белгород: Изд-во БГТУ, 2010.
8. Слюсарь, А. А Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Ч. 2. Физико-химические методы анализа: Учеб. пособие / О. А. Слюсарь, В. А. Полуэктова – Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2008. – 150 с.
9. Валова (Копылова), В. Д. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: практикум / В. Д. Валова (Копылова), Е. И. Паршина. – М.: Дашков и К, 2015. –199 с. http://www.iprbookshop.ru/10905.
10. Трифонова, А. Н. Аналитическая химия: учебное пособие / А. Н. Трифонова, Мельситова И.В. М.: Вышэйшая школа, 2013. – 161 с. http://www.iprbookshop.ru/24051.
11. Кукина, О.Б. Аналитическая химия: учебное пособие / О. Б. Кукина, О. В. Слепцова,

Е. А. Хорохордина, О. Б. Рудаков В.: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.– 162 с. http://www.iprbookshop.ru/30833.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Электронная библиотечная система изд-ва Лань: http://e.lanbook.com
2. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова: https://elib.bstu.ru/
3. Электронно-библиотечная система«IPRSMART» http://www.iprbookshop.ru/
4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» http://biblioclub.ru/
5. Российский химико-аналитический портал http://www.anchem.ru/literature/
6. Портал Химического факультета МГУ http://www.chem.msu.su/rus
7. Электронные химические библиотеки http://djvu-inf.narod.ru/nclib.htm
8. Российский научный журнал «Успехи химии» http://www.uspkhim.ru/