

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и
научной работе

Лейфа А.В. Лейфа

« 1 » сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА»

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Направленность (профиль) образовательной программы –

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2022

Форма обучения – Очная

Курс 3 Семестр 6

Зачет 6 сем

Общая трудоемкость дисциплины 108 (академ. час), 3.00 (з.е)

Составитель В.И. Митрофанова, доцент, канд. хим. наук

Инженерно-физический факультет

Кафедра химии и химической технологии

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 03.03.02 Физика утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 № № 891

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры химии и химической технологии

01.09.2022 г. , Протокол №1

Заведующий кафедрой Гужель Ю.А. Гужель

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Стукова Е.В. Стукова

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

« 1 » сентября 2022 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

формирование у будущих физиков знаний основ современных методов физического, химического и физико-химического анализа, в приобретении навыков и умений определения качественного и количественного состава анализируемых объектов и интерпретации полученных результатов.

Задачи дисциплины:

- углубление и систематизация физико-химических знаний, необходимых студентам для изучения других дисциплин профиля, а также ряда разделов физики, профессиональных дисциплин и дисциплин специализаций;
- овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями в области физико-химического анализа, необходимых при решении проблем различного характера в области научных исследований и практической деятельности;
- формирование навыков в проведении физико-химического эксперимента, умение выделять конкретное содержание в прикладных задачах учебной и профессиональной деятельности;
- раскрытие роли и места химического, физического и физико-химического анализа в развитии научно-технического прогресса; определение роли отечественных и зарубежных ученых в развитии химических наук.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Физико-химические методы анализа» относится к обязательной части образовательной программы.

Для подготовки бакалавров-физиков необходимы знания в области физических, химических и физико-химических методов анализа, базой которых являются ранее полученные знания по следующим разделам химии: общей и неорганической химии, физической и коллоидной химии, а также химии координационных соединений, электрохимии. Для успешного освоения дисциплины необходимы подготовка и области физики, математики и др. наук естественно-математического цикла. Знание изучаемой дисциплины будет способствовать освоению ряда профессиональных дисциплин направления подготовки (Общая физика, Метрология и основы инженерных знаний, Основы материаловедения, Наноматериалы и нанотехнологии и др.), а также помогут в формировании диалектического мышления, логической сообразительности, выработке научного взгляда на объекты исследования и на окружающую нас природу. Полученные знания будут способствовать развитию умений и навыков в проведении научно-исследовательских изысканий.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименования общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или)	ИД-1 _{ОПК-1} Знает основные понятия и законы физики и других естественных наук, методы математического анализа, алгебры и геометрии

естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ИД-2опк-1 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением физико-математических и естественнонаучных знаний, методов научного анализа и моделирования ИД-3опк-1 Владеет навыками теоретических и экспериментальных исследований в сфере профессиональной деятельности
ОПК-2 Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ИД-1опк-2 Знает основные научные методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов и явлений ИД-2опк-2 Умеет использовать физико-математический аппарат для разработки математических моделей явлений, процессов и объектов при решении задач в профессиональной деятельности ИД-3опк-2 Имеет навыки проведения экспериментов по заданной методике и анализа их результатов

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.00 зачетных единицы, 108 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Общая классификация физико-химических методов анализа. Количественный анализ. Титриметрия и гравиметрия.	6	4		2		6						2	Конспект и собеседование; терминологический диктант (ТД)
2	Общие положения и теоретические основы	6	2										2	Конспект и собеседование

	оптических методов анализа.													
3	Молекулярная спектрометрия (абсорбционная спектрометрия). Другие спектральные методы анализа.	6	3		4		6						4	Терминологический диктант, тест, защита лаб. работы и отчет, отчет по практической работе
4	Общая характеристика спектроскопических (неоптических) методов анализа.	6	3		2		4						2.8	Конспект и собеседование, тест, защита лаб. работ и отчет, отчет по прак. занятию
5	Общая характеристика и особенности электрохимических методов анализа.	6	2										1	Конспект и собеседование
6	Потенциометрия (ионометрия), рН-метрия, потенциометрическое титрование.	6	4		2		4						2	Конспект и собеседование, тест, защита лаб. работ и отчет, ТД
7	Кондуктометрия, кондуктометрическое титрование и др. электрохимические методы анализа.	6	4		2		4						2	Конспект и собеседование, тест, защита лаб. работ и отчет, отчет по прак. занятию
8	Общая характеристика, особенности и теоретические основы хроматографии.	6	4		2		4						1	Конспект и собеседование, защита лаб. работ и отчет, отчет по прак. занятию, проверочная работа
9	Жидкостная хроматография	6	1		2		2						1	Конспект и собеседование, тест, защита лаб. работ и отчет, отчет по прак. занятию
10	Газовая хромато-	6	1										1	Конспект и собеседова-

	графия												ние
11	Общая характеристика термических методов анализа. Термогравиметрия (ТГ и ДТГ)	6	4		2		4					2	Конспект и собеседование, ТД, отчет по прак. занятию
12	Термический и дифференциальный термический анализ (ТА и ДТА)	6	2									1	Конспект и собеседование, защита лаб. работы и отчет
13	Зачёт	6							0.2				Тестирование или собеседование по вопросам к зачёту
	Итого		34.0		18.0		34.0		0.0	0.2	0.0	0.0	21.8

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Общая классификация физико-химических методов анализа. Количественный анализ. Титриметрия и гравиметрия.	Введение и задачи дисциплины физико-химические методы анализа. Значение химических, физических и физико-химических методов анализа в современной науке, промышленной и технике. Определение аналитического сигнала. Образец и проба. Качественный и количественный анализ. Интенсивные и экстенсивные свойства. Классификация ошибок и методы учета погрешностей. Общая классификация методов анализа. Химические (классические) методы анализа: понятие о гравиметрическом и титриметрическом анализе. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. Физические методы анализа. Комбинированные методы анализа. Чувствительность. Избирательность. Точность. Правильность. Воспроизводимость. Экспрессность. Предел обнаружения. Основные приемы, используемые в физико-химических методах анализа: прямые методы – метод градуировочного графика, метод молярного свойства, метод добавок. Косвенные методы – метод титрования.
2	Общие положения и теоретические основы оптических методов анализа.	Электромагнитное излучение и его природа. Спектр электромагнитного излучения. Строение вещества и происхождение спектров. Строение атома и происхождение атомных спектров. Наблюдение и регистрация спектроскопических сигналов. Основные узлы спектрометрических

		<p>приборов. Источники излучения. Приемники излучения. Монохроматоры. Оптические материалы, емкости для аналитических проб. Детекторы.</p> <p>Атомная абсорбция. Фотометрия пламени, спектры и температура пламени (определение, суть метода, приборы, методика анализа).</p> <p>Атомно-эмиссионная спектроскопия. Количественный эмиссионный спектральный анализ.</p>
3	<p>Молекулярная спектрометрия (абсорбционная спектрометрия). Другие методы спектрального анализа.</p>	<p>Молекулярно-спектроскопические методы анализа. Наблюдение и регистрация спектроскопических сигналов. Приемники излучения. Закон светопоглощения – закон Бугера-Ламберта-Бера. Спектры поглощения. Правило аддитивности. Теоретические основы фотоэлектроколориметрии (ФЭК) спектрофотометрии. Спектрометры последнего поколения: принципиальные схемы приборов и особенности методики работы на них. Приготовление стандартных и исследуемых растворов. Построение градуировочного графика. Другие методы спектрального анализа: Люминесцентные методы анализа. Сущность метода. Радиолюминесценция, хемилюминесценция, фотолюминесценция, флуоресценция. Способы наблюдения люминесценции.</p> <p>Инфракрасная спектроскопия (ИК). Основы метода. Характеристика ИК-спектров и их особенности, характеристические частоты колебаний молекул. Приборное обеспечение.</p> <p>Рефрактометрия. Теоретические положения метода рефрактометрии. Абсолютный и относительный показатели преломления. Закон преломления Снеллиуса. Удельная и молярная рефракция. Дифракционная дисперсия света, коэффициент дисперсии (число Аббе). Основы рефрактометрических измерений. Принципиальная схема рефрактометра</p>
4	<p>Общая характеристика спектроскопических (неоптических) методов анализа.</p>	<p>Радиоспектроскопические методы анализа</p> <p>Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР). Теоретические основы методов. Условие электронного парамагнитного резонанса. Диполь-дипольное и контактное взаимодействие. Наблюдение сверхтонкой структуры (СТС). Спектр ЭПР. g-фактор – фактор спектроскопического расщепления. Расчет числа линий в спектре ЭПР. Наблюдение дополнительной сверхтонкой структуры (ДСТС). Правило аддитивности. Константы СТС и ДСТС. Изотропные и анизотропные спектры ЭПР. Принципиальная схема ЭПР-спектрометра,</p>

		<p>условия проведения анализа и методика работы на приборе.</p> <p>Ядерный магнитный резонанс (ЯМР). Теоретические основы методов. Спектроскопия ЯМР высокого и низкого разрешения. Условие ядерного магнитного резонанса. Ядерный спин, ядерный магнитный момент. Эффект «экранирования» ядер. Химический сдвиг. Внешние и внутренние стандарты. Принципиальная схема ЯМР- спектрометра. Спектры ЯМР и их интерпретация. Метод фурье-преобразования в ЯМР- спектроскопии. Прием декаплинга.</p> <p>Протонный магнитный резонанс (ПМР). Особенности протонного магнитного резонанса. Кросс-поляризация с протонов. Практическое применение ПМР- спектрометрии.</p>
5	Общая характеристика и особенности электрохимических методов анализа.	<p>Классификация и общая характеристика методов. Строение и характеристика электрохимической ячейки (ЭХЯ) и ее химического эквивалента. Индикаторные электроды, электроды сравнения, ионоселективные электроды. Уравнение Нерста, законы Фарадея.</p>
6	Потенциометрия (ионометрия), рН- метрия, потенциометрическое титрование.	<p>Потенциометрия. Измерение потенциала. Индикаторные электроды – металлические и ионоселективные. Принципиальная схема потенциометра. Ионометрия и ее практическое применение. Потенциометрическое титрование, кривые потенциометрического титрования. Способы нахождения конечной точки титрования и точки эквивалентности.</p> <p>рН- метрия. Приборное обеспечение рН- метрии. Согласование прибора по (стандартным) буферным растворам. Условия проведения анализа и методика определения рН-среды анализируемых растворов.</p>
7	Кондуктометрия, кондуктометрическое титрование и др. электрохимические методы анализа.	<p>Кондуктометрия. Электрическая проводимость растворов. Принципиальная схема кондуктометра. Прямая и косвенная (кондуктометрическое титрование) кондуктометрия. Высокочастотное титрование. Строение электродов для кондуктометрии. Использование стандартных растворов. Методика работы на кондуктометре и практическое применение.</p> <p>Кулонометрия. Вольтамперометрия (полярография). Условия проведения прямых и косвенных кулонометрических определений. Общая характеристика вольтамперометрических методов. Классическая полярография. Вольтамперометрия: прямая, косвенная (амперометрическое титрование).</p>

8	Общая характеристика, особенности и теоретические основы хроматографии.	Определение хроматографии и хроматографического анализа. Классификация методов хроматографии: по агрегатному состоянию, по механизму разделения, по форме проведения. Теоретические представления в хроматографии. Качественный и количественный анализ в хроматографии. Основные узлы приборов для хроматографического анализа. Хроматограммы, время удерживания, удерживаемый объем, теория теоретических тарелок.
9	Жидкостная хроматография	Жидкостная хроматография. Ионообменная хроматография: иониты (катиониты и аниониты); обменная емкость, константа обмена, коэффициент селективности, коэффициент распределения, сдвиг ионообменного равновесия. Распределительная хроматография (бумажная, тонкослойная), особенности метода и условия проведения анализа. Адсорбционная хроматография (колоночная). Виды адсорбентов. Осадочная (колоночная, бумажная). Условия проведения анализа. Носитель и осадитель
10	Газовая хроматография	Сущность газовой хроматографии. Адсорбционная и газожидкостная распределительная хроматография. Общая характеристика методов. Основные узлы газовых хроматографов. Хроматограммы и их характеристика.
11	Общая характеристика термических методов анализа. Термогравиметрия (ТГ и ДТГ)	Теоретические основы метода. Классификация методов. Принципиальная схема дериватографа. Подготовка проб к анализу. Термогравиметрия (ТГ и ДТГ). Особенности ТГ. Температурный интервал, потери массы. Термогравиметрические кривые) зависимости потери массы пробы при изменении температуры. Дифференциальная кривая (ДТГ).
12	Термический и дифференциальный термический анализ (ТА и ДТА)	Термический и дифференциальный термический анализ (ТА и ДТА). Общая характеристика методов ТА и ДТА, основанных на измерении температуры (или разности) в зависимости от количества подводимой или отводимой теплоты. Кривые термического анализа. Кривые ДТА. Эндо- и экзотермические пики. Общее понятие других термических методов анализа: термотитриметрия, энтальпиметрия, дилатометрия, катарометрия. Направления применения термических методов анализа.

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Способы выражения	Формульная запись выражений концентраций,

концентрации растворов (повторение).	подготовка к выполнению Л.р. по приготовлению растворов заданных концентраций (по вариантам), изучение принципов приготовления растворов (методика взвешивания на технических весах, посуда мерная, посуда вспомогательная, реактивы и пр.)
Статистическая обработка экспериментальных данных.	Значащие цифры, методы округления. Метрологические и аналитические характеристики: предел обнаружения, сходимость (точность), воспроизводимость, правильность и др. Выявление грубых погрешностей с помощью Q - критерия. Расчет абсолютной и относительной погрешности. Обработка результатов анализа.
Расчеты по теме «Гравиметрический и титриметрический анализ»	Методические алгоритмы расчетов по весовому анализу (масса навески, гравиметрический фактор, содержание компонента в навеске); расчеты по объемному анализу (молярная и нормальная концентрация, титр раствора, стандартизация растворов и пр.)
Спектрофотометрия: приборное обеспечение.	Современное оборудование спектрофотометрического анализа: особенности программного обеспечения, возможности метода, оптимизация анализа.
Методика расчета g-факторов и констант СТС по экспериментальным спектрам ЭПР.	Характеристика параметров спектров ЭПР и освоение методики расчета g- фактора и констант СТС для параллельной и перпендикулярной ориентаций реального спектра ЭПР по третьей производной.
рН-метрия: принципы измерения, погрешность. Потенциометрическое титрование.	Изучение инструкции к потенциометру (рН- метру/ кондуктометру), подготовка прибора к работе (калибровка по буферным растворам). Алгоритм работы на приборе при проведении анализа. Подготовка установок для потенциометрического и кондуктометрического титрования.
Методика расчетов кондуктометрических и иных электрохимических параметров.	Изучение методики расчета постоянной кондуктометрической ячейки, удельной электрической проводимости, эквивалентной подвижности ионов. Расчеты: по кулонометрии (определение выхода вещества по току, времени электролиза); потенциалов для электродов 1 и 2, 3 рода; эдс элемента; применение метода эдс для расчета рН.
Методика расчетов хроматографических параметров. Интерпретация хроматограмм.	Расчеты эффективности хроматографической колонки (ХК) по числу теоретических тарелок, высоты ХК, времени удерживания и удерживаемого объема.
Виды жидкостной хроматографии: бумажная, тонкослойная, колоночная.	Распределительная хроматография (бумажная, тонкослойная), особенности метода и условия проведения анализа. Интерпретация бумажной хроматограммы. Адсорбционная хроматография (колоночная) на примере колонки с адсорбентом оксидом алюминия:

	разделение смеси солей металлов..
Методика интерпретации термогравиграмм. Термические методы анализа (КО и ДС).	Закрепление навыков интерпретации термогравиграмм по индивидуальным заданиям, определение на кривых охлаждения, температуры и состава эвтектических смесей.

5.3. Лабораторные занятия

Наименование темы	Содержание темы
Определение содержания карбоната натрия в растворе методом кислотно-основного титрования.	Допуск к выполнению работы. Подготовка расчета, посуды и реактивов для проведения анализа, приготовление раствора соляной кислоты приблизительной концентрации и стандартизация ее по тетраборату натрия, проведение титрования исследуемого раствора для определения содержания в нем карбоната натрия. Подготовка отчета.
Определение содержания кальция, магния и общей жесткости воды комплексонометрическим титрованием.	Допуск к выполнению работы. Подготовка расчета, посуды и реактивов для проведения анализа, изучение схем реакций с разными индикаторами. Приготовление требуемых растворов и проведение титрования водопроводной воды на содержание кальция и магния, расчет. Подготовка отчета.
Фотоэлектроколориметрический анализ: Определение содержания железа с сульфосалициловой кислотой.	Допуск к работе. Подготовка прибора КФК-3 к работе. Согласование кювет. Подготовка посуды, реактивов для анализа. Подготовка серии стандартных растворов с сульфосалициловой кислотой для построения градуировочного графика (ГГ), подготовка анализируемой пробы (АП) воды, проведение фотометрирования, построение ГГ, расчеты. Подготовка отчета.
Определение меди в виде аммиаката.	Допуск к работе. Подготовка прибора КФК-3 к работе. Согласование кювет. Подготовка посуды, реактивов для анализа. Подготовка серии стандартных растворов меди для построения ГГ. Подготовка анализируемой пробы раствора медного купороса. Проведение фотометрирования, построение ГГ, расчеты. Подготовка отчета.
Рефрактометрический анализ: а) Определение показателя преломления и концентрации растворенного вещества в растворах сахарозы (глюкозы или другого сахара). б) Определение коэффициента преломления органических растворителей и его зависимости от плотности. в) Определение дисперсии вещества (воды или других веществ).	Допуск к выполнению работы. Знакомство с оборудованием (рефрактометрами-сахариметрами) и техникой проведения анализа. Подготовка прибора и расходных материалов к работе. Подготовка анализируемых растворов и растворителей к анализу. Проведение рефрактометрирования исследуемых образцов, снятие показателей. Проведение процедуры определения дисперсии дистиллированной воды, расчеты. Подготовка отчета.
Определение фактора показателя преломления бромида калия в исследуемом	Изучение методики ГОСТа по заданию преподавателя. Подготовка прибора и расходных материалов к проведению анализа. Проведение

растворе (лекарственный препарат).	анализа исследуемого раствора соли по методике нормативного документа. Расчеты и подготовка отчета.
Потенциометрическое титрование; а) Определение водородного показателя и степени гидролиза солей потенциометрическим методом	Допуск к выполнению работы. Изучение инструкции к потенциометру- рН- метру, подготовка прибора к работе. Подготовка посуды, реактивов, растворов для проведения анализа. Снятие показателя рН для исследуемых растворов солей, расчет степени гидролиза, построение графиков. Подготовка отчета.
б) Определение хлороводородной и борной кислот в их смеси методом потенциометрического титрования.	Допуск к выполнению работы. Подготовка рН-метра к работе. Подготовка посуды, реактивов, растворов для проведения анализа. Подготовка смеси исследуемых кислот, подготовка установки для титрования, проведение титрования, снятие показателей, построение графиков, расчеты. Подготовка отчета.
Кондуктометрия. а) Кондуктометрическое титрование сильной кислоты, слабой кислоты, смеси сильной и слабой кислот сильной щелочью.	Допуск к выполнению работы. Изучение инструкции к кондуктометру и подготовка его к работе. Подготовка посуды, реактивов, исследуемых растворов и установки для кондуктометрического титрования. Проведение титрования, снятие показаний, построение графиков, расчет. Подготовка отчета.
Определение содержания хлоридов и иодидов в смеси кондуктометрическим титрованием.	Допуск к работе. Подготовка кондуктометра к работе. Подготовка посуды, реактивов, приготовление растворов и их смеси для исследования, подготовка установки для кондуктометрического титрования. Проведение титрования, построение графика, расчеты. Подготовка отчета.
Определение меди в растворе сульфата меди методом колоночной ионообменной хроматографии.	Допуск к выполнению работы. Знакомство с методикой проведения анализа в лабораторной ионообменной колонке (ИОК) с катионитом Н- формы. Подготовка ИОК к работе, реактивов, посуды для проведения анализа. Проведение разделения, регенерация ИОК. Расчет содержания меди в исследуемом растворе. Подготовка отчета.
Разделение и обнаружение катионов методом одномерной бумажной хроматографии.	Допуск к выполнению работы. Особенности проведения разделения с помощью бумажной хроматографии. Подготовка хроматографической бумаги к анализу, реактивов, посуды и пр. Проведение разделения, проявление зон положения, идентификация катионов. Подготовка отчета.
Термический анализ бинарной системы мочевины- бензойная кислота. Построение кривых охлаждения и диаграммы плавкости	Допуск к работе. Подготовка посуды, реактивов и оборудования к работе. Приготовление семи смесей исследуемых кристаллических соединений. Расплавление смесей на водяной бане, охлаждение, снятие показаний температуры в каждой смеси при фиксированном времени. По полученным результатам построение кривых охлаждения и диаграммы плавкости.

Определение Т эвтектики и определение процентного содержания эвтектической смеси.
Подготовка отчета.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Количественный анализ. Титриметрия и гравиметрия.	Отработка алгоритма при проведении гравиметрического (весового) и титриметрического (объемного) анализа, кривые титрования.	2
2	Общие положения и теоретические основы оптических методов анализа.	Изучение материала и конспектирование по молекулярной спектрометрии (абсорбционная спектрометрия): спектрофотометрия, фотоэлектроколориметрия. Спектральные методы неоптические. Составить план конспект для собеседования. Подготовка с тестированию.	2
3	Молекулярная спектрометрия (абсорбционная спектрометрия). Другие спектральные методы анализа.	Изучение материала по спектральным методам анализа: нефелометрия, поляриметрия, турбидиметрия. Атомная спектрометрия. Эмиссионный спектральный анализ. Подготовка План- конспектов по изученным темам, собеседование.	4
4	Общая характеристика спектроскопических (неоптических) методов анализа.	Изучение материала по темам: рентгеновская и электронная спектроскопия. Оже-спектроскопия. Масс- спектрометрические методы анализа (МСМ). Подготовка План- конспектов по изученным темам, собеседование.	2.8
5	Общая характеристика и особенности электрохимических методов анализа.	Изучение материала по темам: Кулонометрия. Вольтамперометрия (полярография). Электрогравиметрия. Кондуктометрическое титрование. Подготовка План- конспектов по изученным темам, собеседование.	1
6	Потенциометрия (ионометрия), рН-метрия, потенциометрическое титрование.	Подготовка к терминологическому диктанту и тестированию. Собеседование по проведению калибровки потенциометра и созданию потенциометрической установки для титрования.	2
7	Кондуктометрия, кондуктометричес-	Подготовка к терминологическому диктанту и проверочной работе.	2

	кое титрование и др. электрохимические методы анализа.	Собеседование по проведению калибровки кондуктометра и созданию установки для кондуктометрического титрования.	
8	Общая характеристика, особенности и теоретические основы хроматографии.	Подготовить конспекты по самостоятельному изучению вопроса о хроматографических параметрах для качественной идентификации компонентов анализируемой смеси и их количественной оценки: время удерживания и удерживаемый объем, ширина и высота пика, площадь пика, разрешение пиков, коэффициент емкости, коэффициент распределения, коэффициент разделения; теория теоретических тарелок (ТТ) для расчета эффективности хроматографической колонки. Собеседование.	1
9	Жидкостная хроматография	Подготовить конспект по теме "Высокоэффективная жидкостная хроматография" (ВЭЖХ), изучить особенности проведения анализа, связь параметров уравнения Ван- Деемтера с высотой ТТ и эффективностью процесса разделения. Собеседование.	1
10	Газовая хроматография	Подготовить конспект по особенностям газовой хроматографии: классификация по механизму протекания процесса разделения, характеру подвижной и неподвижной фазы, строению хроматографических колонок, условиям проведения разделения АП. Собеседование.	1
11	Общая характеристика термических методов анализа. Термогравиметрия (ТГ и ДТГ)	Подготовить конспект по вопросу о сущности термогравиметрии, описать характеристики термогравиметрических кривых, привести обоснование для решения каких задач их можно использовать. Кривые термического анализа и их интерпретация, эндо- и экзотермоэффекты. Собеседование.	2
12	Термический и дифференциальный термический анализ (ТА и ДТА)	Подготовить конспект о сущности термического и дифференциального термического анализа (ДТА), приборном обеспечении этого процесса - дериватографе (основные узлы на схеме прибора). Обобщить вопрос по результатам, полученным методами термогравиметрии (ТГ), дифференциально-термогравиметрического анализа (ДТГ) и ДТА.	1

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для реализации учебного процесса используются методы и формы обучения, формирующие компетенции и индикаторы их достижений, соответствующие требованиям ФГОС ВО направления подготовки:

- теоретический материал реализуется в основном за счет лекций-презентаций, проблемных лекций, а также приемов из лекций-визуализаций, лекций-бесед, лекций-дискуссий; развитие и закрепление полученных теоретических знаний, приобретение навыков исследовательского эксперимента реализуется с помощью практических и семинарских занятий в виде классических бесед, эвристических бесед и дискуссий, методов группового решения творческих задач, лабораторных работ, в том числе с использованием методик нормативных документов; используется анализ, сравнение методов проведения химических и физико-химических исследований, выбор метода в зависимости от объекта исследования в конкретной производственной ситуации и его практическая реализация; кроме того, используются дистанционные образовательные технологии;
- контроль знаний осуществляется с помощью различного рода контролируемых материалов: тестов, расчетно-графических работ, домашних индивидуальных заданий, контрольных и проверочных работ, защиты лабораторных работ, а также информационные технологии, в частности компьютерное тестирование; используются и другие различные формы внеаудиторной самостоятельной работы;
- для решения различных проблемных вопросов, для подготовки к контрольным занятиям, зачетам и экзаменам используются собеседования, консультации;
- для реализации компетентного подхода используются технические средства обучения и контроля знаний, в том числе компьютерные технологии: электронная библиотека, электронные базы учебно-методических ресурсов, созданных ведущим преподавателем и источники других авторов; видеофильмы, компьютерное тестирование, балльно-рейтинговая система оценки результатов.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций и индикаторов их достижений на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Физико-химические методы анализа».

Для промежуточной аттестации после изучения дисциплины проводится зачет в виде тестирования или устного собеседования по вопросам к зачету.

Примерные вопросы к зачету

1. Классификация физико-химических методов анализа. Аналитический сигнал. Экстенсивные и интенсивные методы анализа. Холостая проба.
2. Количественный анализ. Классификация методов количественного анализа (химические, физические, физико-химические, биологические). Требования, предъявляемые к реакциям в количественном анализе. Источники ошибок количественного анализа. Правильность и воспроизводимость результатов количественного анализа.
3. Классификация ошибок количественного анализа. Систематическая ошибка, ее источники. Оценка правильности результатов количественного анализа. Случайные ошибки. Статистическая обработка результатов анализа.
4. Оценка методов анализа по воспроизводимости и правильности. Метрологическая характеристика методов анализа по правильности. Оценка допустимого расхождения результатов параллельных определений.
5. Гравиметрия. Основные понятия гравиметрического анализа. Классификация методов гравиметрического анализа (метод осаждения, метод отгонки, метод выделения, термогравиметрический метод). Метод осаждения. Основные этапы

гравиметрического определения (краткая классификация каждого этапа).

6. Осаждаемая и гравиметрическая форма. Условия образования кристаллического и аморфного осадка, требования, предъявляемые к осаждаемой и гравиметрической форме, осадителю, промывной жидкости. Примеры гравиметрических определений.

7. Титриметрические методы анализа. Сущность титриметрии (з. эквивалентов; точка эквивалентности – ТЭ; титрант; конечная точка титрования – КТТ; кривые титрования). Основы кислотно-основного титрования.

8. Дайте определение спектроскопических методов анализа. Классификация спектроскопических методов анализа. Что такое электромагнитный спектр, охарактеризуйте его в интервале длин волн.

9. Приведите классификацию атомно-спектроскопических методов анализа и отметьте для каждого на чем они основаны. Охарактеризуйте энергетические переходы электронов в атоме, отметьте разрешенные и неразрешенные переходы. Какие спектры называют оптическими?

10. Атомная спектроскопия. Какие процессы лежат в основе возникновения атомных спектров? Дайте определение спектральной линии, какие спектральные линии бывают, каковы условия их возникновения? Какие спектральные линии называют резонансными?

11. Молекулярно-спектроскопические методы анализа: классификация, на чем основан каждый из методов. Энергетические переходы электронов в молекулах, энергия молекул.

12. Спектроскопия в УФ и видимой областях. Закон Бугера- Ламберта- Бера в экспоненциальной и логарифмической формах. Оптическая плотность и коэффициент пропускания, молярный коэффициент поглощения и его физический смысл.

13. Спектрофотометрия, фотоэлектроколориметрия. Закон Бугера- Ламберта- Бера и отклонения от него (на графике зависимости оптической плотности или молярного коэффициента поглощения от частоты или длины волны). Принцип оптической схемы спектрофотометра. Области практического применения.

14. Явление люминесценции. Способы возбуждения и виды люминесценции. Электронные переходы при люминесценции. Тушение люминесценции. Области применения.

15. Рефрактометрия. Закон преломления Снеллиуса. Абсолютный и относительный показатели преломления. Дифракционная дисперсия. Проиллюстрируйте и охарактеризуйте этапы прохождения света через границу раздела прозрачных сред. Факторы, влияющие на коэффициент преломления.

16. Метод рефрактометрии, закон преломления, основные узлы рефрактометра, зависимость коэффициента преломления от концентрации и плотности. Области применения.

17. ИК- спектроскопия. Причины происхождения ИК- спектров, типы колебаний атомов в многоатомной молекуле, с какими параметрами они связаны. Области применения.

18. ЯМР-спектроскопия. Условие ядерного магнитного резонанса. Химсдвиг, единицы измерения, определение химсдвига, стандарты при определении химсдвига в растворяющей и твердотельной спектроскопии-ЯМР.

19. ЯМР-спектроскопия. Химсдвиг, уменьшение и увеличение его значения. Формула расчета линий в мультиплете спектра взаимодействующих ядер. Процедура декаплинга. При каких условиях ядерной магнитной спектроскопии получают изотропные и анизотропные спектры.

20. Для чего применяется в ЯМР-спектроскопии процедура Фурье-преобразования? Какой прием используют для устранения химической анизотропии в твердотельной ЯМР-спектроскопии, «сайдбанд».

21. ЭПР- спектроскопия: к каким методам анализа относится, условия магнитного резонанса, g-фактор, изотропные и анизотропные спектры, формула для расчета числа линий в спектре с учетом ядерного спина элемента. Спектры ЭПР и их характеристика, ДФПГ. Прием магнитного разбавления. ЭПР-спектрометр (блок-схема).

22. Константы СТС, ДСТС, g-фактор в ЭПР спектроскопии. Правило аддитивности. Охарактеризуйте случаи аксиальной и ромбической симметрии координационных полиэдров в спектрах ЭПР.
23. Классификация электрохимических методов анализа, аналитический сигнал в электрохимических методах анализа. Электрохимическая ячейка и ее химический эквивалент. Назначение и строение индикаторных, электродов сравнения и селективных электродов.
24. рН-метрия: определение рН, теоретические и практические основы рН-метрии; буферные растворы; электроды, используемые в этом методе анализа. Практическая значимость.
25. Кондуктометрия. Закон Ома и проводимость раствора, удельная проводимость, подвижность ионов. Факторы, влияющие на изменение проводимости растворов. Области применения.
26. Термические методы анализа: термогравиметрия, кривые ТГ и ДТГ (характеристика термокривых, термические эффекты при взаимодействии вещества с тепловой энергией, влияние скорости изменения температуры на термограмму).
27. Термический анализ (ТА) и дифференциальный термический анализ (ДТА), эталон в ТА. Основные узлы и принцип работы дериватографа.
28. Термические методы анализа. Чем отличаются кривые охлаждения смесей от кривых охлаждения чистых веществ и чем вызываются эти отличия? Эвтектические смеси и их особенности? Что можно определить по диаграмме плавкости?
29. Дериватография. Качественная и количественная информация, получаемая методом дериватографии (ДТА и ТГА).
30. Хроматографические методы анализа: определение, классификация, суть метода. Теория хроматографии: время удерживания, индекс удерживания, теоретическая тарелка – мера эффективности колонки.
31. Жидкостная ионообменная хроматография: сущность метода, области применения.
32. Колоночная хроматография (жидкостная, газовая): сущность метода, условия проведения анализа, области применения.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

1. Аналитическая химия: учебное пособие / А. И. Апарнев, Т. П. Александрова, А. А. Казакова, О. В. Карунина. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2015. — 92 с. — ISBN 978-5-7782-2710-1. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91705.html>
2. Александрова, Т.П. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Александрова Т.П., Апарнев А.И., Казакова А.А. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 90 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44699>.
3. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие/ О.Б. Кукина [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 162 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30833>.
4. Физические методы исследования и их практическое применение в химическом анализе [Электронный ресурс]: издание второе, переработанное и дополненное. Учебное пособие / Н.Г. Ярышев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М.: Прометей, 2015. — 196 с. — 978-5-9906134-6-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58227.html>
5. Физико-химические методы анализа. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учеб. пособие. Ч. 1 / АмГУ, ИФФ; сост. В. И. Митрофанова. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2019. - 81 с. - Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/11323.pdf

6. Физико- химические методы анализа. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учеб. пособие. Ч. 2 / АмГУ, ИФФ; сост. В. И. Митрофанова. - Благовещенск: Изд- во Амур. гос. ун- та, 2019. - 86 с. – Режим доступа: [http:// irbis.amursu.ru/ DigitalLibrary/AmurSU_Edition/11324.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/11324.pdf)
7. Юстратова, В.Ф. Аналитическая химия. Количественный химический анализ [Электронный ресурс]: учебное пособие / Юстратова В.Ф., Микилева Г.Н., Мочалова И.А. — Электрон. текстовые данные. — Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2005. — 161 с. — Режим доступа: [http:// www.iprbookshop.ru/14352](http://www.iprbookshop.ru/14352).
8. Белюстин, А. А. Потенциометрия: физико- химические основы и применения: учебное пособие / А. А. Белюстин. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-1838-1. — Текст: электронный // Лань: электронно- библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/ book/211916](https://e.lanbook.com/book/211916) — Режим доступа: для авториз. пользователей
9. Серов, Ю.М. Хроматографические методы анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Серов Ю.М., Конюхов В.Ю., Крюков А.Ю.— Электрон. текстовые данные. — М.: Российский университет дружбы народов, 2011. — 220 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11544>.
10. Сизова, Л. С. Аналитическая химия. Оптические методы анализа: учебное пособие / Л. С. Сизова. — Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2006. — 179 с. — ISBN 5-89289-384-7. — Текст: электронный // Электронно- библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: [http:// www.iprbookshop.ru/14353.html](http://www.iprbookshop.ru/14353.html) .
11. Мовчан, Н. И. Расчеты в количественном химическом анализе: учебно- методическое пособие / Н. И. Мовчан, Е. Ю. Ситникова. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. — 224 с. — ISBN 978-5-7882-2329-2. — Текст: электронный // Электронно- библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/95019.html> .

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	Операционная система MS Windows 7 Pro	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 30 июня 2019 года.
2	http://www.iprbookshop.ru	Электронно-библиотечная система IPRbooks – научно-образовательный ресурс, содержащий материалы для вузов по научно-гуманитарной тематике, по точным и естественным наукам.
3	http://e.lanbook.com	Электронная библиотечная система Издательства «Лань», тематические пакеты: химия, математика, физика, инженерно-технические науки.
4	ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/	Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов третьего поколения (ФГОС ВПО 3+) к комплектованию библиотек.
5	Электронно-	Образовательный ресурс, электронная библиотека и

	библиотечная система «Юрайт» https://urait.ru/	интернет-магазин, где читают и покупают электронные и печатные учебники авторов — преподавателей ведущих университетов для всех уровней профессионального образования, а также пользуются видео- и аудиоматериалами, тестированием и сервисами для преподавателей, доступными 24 часа 7 дней в неделю.
--	--	--

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	«Консультант Плюс»: кодексы, законы, указы, постановления Правительства РФ	Компьютерная справочная правовая система в России. Реализованы все современные возможности для поиска и работы с правовой информацией
2	Мультитран	Информационная справочная система «Электронные словари»
3	«Информика»	Обеспечивает информационную поддержку всестороннего развития и продвижения новых информационных технологий в сферах образования и науки России
4	Google Scholar	Поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине «Физико- химические методы анализа» проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно- библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду университета.

В качестве аудиторного обеспечения данной дисциплины используются специализированные лаборатории физико- химического анализа с набором соответствующего приборного обеспечения.

В качестве мультимедийных средств используются тематическая разработка лекций-презентаций и элементов виртуальных лабораторных работ. При проведении лекций, ряда практических и лабораторных занятий используется различное оборудование – видеопроектор, система мультимедиа с компьютером.