

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1156026	Физические и физико-химические методы анализа

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Химическая технология материалов новой техники	Код ОП 1. 18.03.01/33.02
Направление подготовки 1. Химическая технология	Код направления и уровня подготовки 1. 18.03.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Васильева Наталья Леонидовна	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	физико-химических методов анализа
2	Домбровская Маргарита Адамовна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физико-химических методов анализа
3	Пупышев Александр Алексеевич	доктор химических наук, профессор	Профессор	физико-химических методов анализа

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Физические и физико-химические методы анализа

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль относится к части ОП, формируемой участниками образовательных отношений по выбору студента, обеспечивает траекторию ТОП 3 «Аналитический контроль в технологии материалов новой техники». Освоение дисциплин модуля дает теоретические знания и формирует практические умения и навыки в области основных физических и электрохимических методов анализа, обработки и представления результатов анализа.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Физические методы анализа	5
2	Хемометрика и планирование эксперимента	3
3	Электрохимические методы анализа	4
ИТОГО по модулю:		12

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Аналитическая химия и химические методы анализа
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Экспериментальные методы аналитической химии

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Физические методы анализа	ПК-3 - Способен проводить простые химические анализы и	3-1 - Классифицировать по релевантности информационные источники о государственных стандартах на методики

	<p>химические анализы средней сложности сырья, топливно-энергетических ресурсов, промежуточной и готовой продукции металлургического производства</p>	<p>(методы) проведения химического анализа сырья, топлива, готовой продукции</p> <p>З-2 - Перечислить основные требования к пробоподготовке сырья, топлива, промежуточной и готовой продукции</p> <p>У-1 - Анализировать нормативную документацию на исследуемые объекты и методики химических анализов сырья, топлива, готовой продукции</p> <p>У-2 - Проводить пробоподготовку сырья, топлива, промежуточной и готовой продукции</p> <p>П-1 - Подготовить рабочее место для проведения простых химических анализов и анализов средней сложности сырья, топлива, готовой продукции</p> <p>П-2 - Определять химический состав проб сырья, топлива, промежуточной и готовой продукции</p>
	<p>ПК-9 - Способен определить химический состав технологических проб и сбросов производства в организации атомной промышленности</p>	<p>З-1 - Характеризовать основные методики выполнения измерений</p> <p>З-2 - Объяснить принцип работы, правила эксплуатации и устройство приборов и оборудования физико-химических методов анализа</p> <p>З-3 - Перечислить основные требования норм радиационной безопасности при определении состава технологических проб и сбросов производства организации атомной промышленности</p> <p>У-1 - Определять химический (элементный) состав</p> <p>У-2 - Определить необходимый метод оценки химического состава технологических проб</p> <p>У-3 - Соблюдать требования нормативных документов организации по ядерной и радиационной безопасности</p> <p>П-1 - Проводить спектрометрические, химические анализы по определению химического состава технологических проб</p>

		<p>П-2 - Калибровать и градуировать спектрометрическое и аналитическое оборудование</p> <p>П-3 - Готовить пробы в соответствии с требованиями нормативных документов по ядерной им радиационной безопасности</p>
	<p>ПК-10 - Способен организовать и провести работы по химико-физическому анализу свойств материалов</p>	<p>З-1 - Обосновать необходимость использования методики проведения химико-физических методов анализа на сходимость результатов внутреннего и внешнего контроля</p> <p>З-2 - Перечислить основные методы проведения химических, физических и химико-физических анализов состава и свойств материалов</p> <p>З-3 - Сделать сообщение о новых перспективных методах и методиках проведения физико-химических анализов растворов, материалов и изделий</p> <p>У-1 - Отслеживать сходимость результатов внутреннего и внешнего контроля проведения химико-физических анализов</p> <p>У-2 - Организовать и провести испытания образцов растворов, материалов и изделий</p> <p>У-3 - Осуществлять подбор эффективных методик и методов анализа растворов, материалов и изделий</p> <p>П-1 - Проверять соблюдения требований нормативной документации при проведении анализов и испытаний</p> <p>П-2 - Выполнять сложные анализы материалов и растворов</p> <p>П-3 - Выбирать и применять эффективные методы анализа</p> <p>Д-2 - Принимать самостоятельные решения в рамках рабочего задания</p>
<p>Хеометрика и планирование эксперимента</p>	<p>ПК-5 - Способен осуществлять метрологическое обеспечение производственной деятельности</p>	<p>З-1 - Перечислить основные нормативные документы, регламентирующие работы по метрологическому обеспечению в организации</p> <p>У-1 - Применять методики и средства поверки (калибровки) средств измерений в</p>

		<p>соответствии с регламентирующими документами</p> <p>П-1 - Выполнять действия, предусмотренные нормативными документами по поверке и калибровке средств измерений</p>
	<p>ПК-10 - Способен организовать и провести работы по химико-физическому анализу свойств материалов</p>	<p>З-1 - Обосновать необходимость использования методики проведения химико-физических методов анализа на сходимость результатов внутреннего и внешнего контроля</p> <p>У-1 - Отслеживать сходимость результатов внутреннего и внешнего контроля проведения химико-физических анализов</p> <p>П-1 - Проверять соблюдения требований нормативной документации при проведении анализов и испытаний</p> <p>Д-2 - Принимать самостоятельные решения в рамках рабочего задания</p>
<p>Электрохимические методы анализа</p>	<p>ПК-3 - Способен проводить простые химические анализы и химические анализы средней сложности сырья, топливно-энергетических ресурсов, промежуточной и готовой продукции металлургического производства</p>	<p>З-1 - Классифицировать по релевантности информационные источники о государственных стандартах на методики (методы) проведения химического анализа сырья, топлива, готовой продукции</p> <p>З-2 - Перечислить основные требования к пробоподготовке сырья, топлива, промежуточной и готовой продукции</p> <p>У-1 - Анализировать нормативную документацию на исследуемые объекты и методики химических анализов сырья, топлива, готовой продукции</p> <p>У-2 - Проводить пробоподготовку сырья, топлива, промежуточной и готовой продукции</p> <p>П-1 - Подготовить рабочее место для проведения простых химических анализов и анализов средней сложности сырья, топлива, готовой продукции</p> <p>П-2 - Определять химический состав проб сырья, топлива, промежуточной и готовой продукции</p>
	<p>ПК-9 - Способен определить химический</p>	<p>З-1 - Характеризовать основные методики выполнения измерений</p>

<p>состав технологических проб и сбросов производства в организации атомной промышленности</p>	<p>З-2 - Объяснить принцип работы, правила эксплуатации и устройство приборов и оборудования физико-химических методов анализа</p> <p>З-3 - Перечислить основные требования норм радиационной безопасности при определении состава технологических проб и сбросов производства организации атомной промышленности</p> <p>У-1 - Определять химический (элементный) состав</p> <p>У-2 - Определить необходимый метод оценки химического состава технологических проб</p> <p>У-3 - Соблюдать требования нормативных документов организации по ядерной и радиационной безопасности</p> <p>П-1 - Проводить спектрометрические, химические анализы по определению химического состава технологических проб</p> <p>П-2 - Калибровать и градуировать спектрометрическое и аналитическое оборудование</p> <p>П-3 - Готовить пробы в соответствии с требованиями нормативных документов по ядерной им радиационной безопасности</p>
<p>ПК-10 - Способен организовать и провести работы по химико-физическому анализу свойств материалов</p>	<p>З-1 - Обосновать необходимость использования методики проведения химико-физических методов анализа на сходимость результатов внутреннего и внешнего контроля</p> <p>З-2 - Перечислить основные методы проведения химических, физических и химико-физических анализов состава и свойств материалов</p> <p>З-3 - Сделать сообщение о новых перспективных методах и методиках проведения физико-химических анализов растворов, материалов и изделий</p> <p>У-1 - Отслеживать сходимость результатов внутреннего и внешнего контроля проведения химико-физических анализов</p>

		<p>У-2 - Организовать и провести испытания образцов растворов, материалов и изделий</p> <p>У-3 - Осуществлять подбор эффективных методик и методов анализа растворов, материалов и изделий</p> <p>П-1 - Проверять соблюдения требований нормативной документации при проведении анализов и испытаний</p> <p>П-2 - Выполнять сложные анализы материалов и растворов</p> <p>П-3 - Выбирать и применять эффективные методы анализа</p> <p>Д-2 - Принимать самостоятельные решения в рамках рабочего задания</p>
--	--	--

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Физические методы анализа

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Пупышев Александр Алексеевич	доктор химических наук, профессор	Профессор	физико- химических методов анализа

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 1 от 11.09.2020 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Пупышев Александр Алексеевич, Профессор, физико-химических методов анализа

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Физические методы анализа	Физические методы анализа и их классификация. Способы анализа: изотопный, элементный, молекулярный, структурный, объемный, локальный, поверхностный, послойный, качественный, количественный, полуколичественный.
P2	Физические методы измерения в аналитической химии	Инструментальные источники погрешностей в аналитических измерениях. Погрешности, шумы, дрейфы. Систематические и случайные, аддитивные и мультипликативные погрешности. Периодический и аperiodический шум, шум с частотным распределением $1/f$, дрейф. Источники шума в спектрометрических системах: фотонный шум, тепловой шум, фликкер-шум. Сложение шумов. Измерение шумов. Соотношение сигнал/шум. Электронные методы измерения сигналов. Полоса пропускания электронной измерительной схемы. Амплитудно-частотная характеристика, время реакции системы, время усреднения. Влияние значения полосы пропускания на шум и аналитические характеристики. Нежелательные эффекты, связанные с уменьшением полосы пропускания прибора: время анализа; расход пробы; стабильность пробы; погрешности, обусловленные дрейфом; сканирование спектра; импульсные измерения. Оптимизация

		<p>соотношения сигнал/шум в аналитических измерениях. Проявление аддитивных и мультипликативных шумов в системах регистрации сигнала постоянного и переменного тока.</p> <p>Типы электронных измерительных систем.</p> <p>Основные критерии сравнения электронных схем.</p> <p>Усилитель постоянного тока с фильтром низких частот, интегратор постоянного тока. Усилитель переменного тока. Способы модуляции сигналов.</p> <p>Асинхронная и синхронные системы детектирования. Низкочастотный фильтр после детектора и усилитель. Строблирующий интегратор. Многоканальный накопитель сигналов. Импульсные системы счета фотонов. Амплитудная дискриминация сигналов.</p> <p>Мультиплексная спектрометрия. Способ однощелевого сканирующего спектрометра, ступенчатое сканирование, многоканальный способ.</p> <p>Спектрометрия на основе преобразования Адамара и Фурье–спектрометрия. Сопоставление различных способов регистрации спектров.</p> <p>Обработка сигналов. Различные цели обработки сигналов. Обработка сигналов при разной форме фона: гладкий линейный фон, примеры его проявления и учета в методе атомно-абсорбционного анализа: дополнительная спектральная линия, корректор фона с непрерывным спектром, корректор фона на основе эффекта Зеемана; наклонный нелинейный фон; монотонный нелинейный фон; нелинейный фон с перегибом; фон с выраженным экстремумом; фон любой формы. Разложение перекрывающихся спектров.</p>
РЗ	Рентгеноспектральный анализ	<p>Введение. Область применения, достоинства и недостатки метода. Принципиальные схемы измерений в эмиссионном, флуоресцентном и абсорбционном вариантах. Блок-схемы установок для рентгеноспектрального анализа.</p> <p>Характеристический рентгеновский спектр.</p> <p>Возникновение характеристического рентгеновского спектра. Рентгеновские термы. Закон Мозли. Потенциалы возбуждения. Правила отбора.</p> <p>Дублетная и мультиплетная структура спектра.</p> <p>Выход флуоресценции. Соотношение интенсивностей линий.</p> <p>Непрерывный рентгеновский спектр. Возникновение непрерывного спектра рентгеновского излучения. Коротковолновая граница непрерывного спектра. Интегральная и спектральная интенсивность тормозного спектра. Выход тормозного излучения. Поглощение и рассеяние рентгеновского излучения. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Рассеяние и</p>

		<p>поглощение рентгеновского излучения. Коэффициенты поглощения, скачки и края поглощения.</p> <p>Источники рентгеновского излучения. Рентгеновские трубки и блоки питания. Влияние режима питания трубки на интенсивность характеристического рентгеновского спектра и тормозного излучения. Специализированные приборы: ускорители, электронно-зондовые микроанализаторы. Радиоактивные изотопы.</p> <p>Детекторы рентгеновского излучения. Пропорциональные и сцинтилляционные счетчики, полупроводниковые детекторы. Устройство, принцип действия, характеристики (разрешение по энергии, эффективность регистрации, временная разрешающая способность).</p> <p>Рентгеновские оптические системы с диспергирующими элементами. Дифракция рентгеновских лучей на дифракционной решетке, кристалле и многослойных структурах. Выбор кристаллов анализаторов. Спектрометры с плоским кристаллом-анализатором. Спектрометры с фокусирующим кристаллом: по Кошуа, Дю-Монду, Иоганну, Иоганнсону. Спектрометры полного внешнего отражения. Капиллярная оптика. Поляризация излучения. Энергодисперсионные системы. Схемы и особенности энергетической селекции с детекторами различного типа. Использование дифференциальных селективных фильтров и дифференциальных детекторов.</p> <p>Рентгеновские спектрометры. Устройство, технические характеристики современных приборов для рентгенофлуоресцентного анализа. Методы измерения интенсивности рентгеновского излучения: таймера, монитора. Классификация рентгеноспектральных приборов: спектрометры, анализаторы, многоканальные спектрометры (квантометры).</p> <p>Качественный анализ. Порядок проведения качественного анализа. Учет возможных ошибок расшифровки спектра.</p> <p>Количественный анализ. Интенсивность характеристического спектра при возбуждении монохроматическим, тормозным и смешанным излучением. Понятие «толстого» и «тонкого» образца, критическая глубина слоя. Форма градуировочных графиков. Эффекты избирательного характера. Способы проведения анализа: внутреннего и внешнего стандарта, стандарта-фона, использование уравнений связи: физическая (метод фундаментальных параметров) и математическая (метод множественной регрессии) модель. Метрологические характеристики рентгеноспектрального анализа. Анализ проб в различном агрегатном состоянии. Этапы рентгеноспектрального анализа и особенности их</p>
--	--	---

		<p>проведения в случае анализа монолитных, порошкообразных и жидких образцов.</p> <p>Рентгено-радиометрический анализ. Источники возбуждения. Особенности использования</p> <p>альфа-, бета- и гамма-излучателей. Схемы и приборы рентгенорадиометрических измерений (рентгенофлуоресценция, двухступенчатое возбуждение). Область применения, достоинства, недостатки.</p> <p>Электроннозондовый рентгеновский микроанализ. Принципиальная схема метода, виды аналитических сигналов. Основные аппаратные блоки. Современные приборы. Приготовление и измерение образцов. Аналитические возможности и характеристики метода.</p>
<p>Р4</p>	<p>Масс-спектрометрия</p>	<p>Введение. Основные области применения метода, его достоинства и недостатки. Принципиальные схемы измерения. Понятие масс-спектра.</p> <p>Процессы ионизации и источники ионов.</p> <p>Ионизация атомов и молекул, типы ионов. Образование масс-спектра. Функции источников ионов. Ионизация электронным ударом, химическая ионизация, фотоионизация, термоионизация, ионная бомбардировка, лазерная ионизация, искровой разряд, индуктивно-связанная плазма, тлеющий разряд. Сравнение рабочих характеристик источников ионов (разброс по энергии, стабильность, эффективность ионизации, типы получаемых ионов).</p> <p>Масс-анализаторы. Классификация масс-анализаторов. Параметры масс-анализаторов: разрешающая способность, эффективность, чувствительность, диапазон измерения масс. Анализ масс при помощи магнитного поля, фокусировка ионов по направлению. Электростатические анализаторы, фильтрация ионов по энергиям. Анализаторы с двойной фокусировкой. Динамические масс-анализаторы: время-пролетный, квадрупольный, ион-циклотронного резонанса.</p> <p>Детекторы ионов. Электрометры, вторичные и каналовые электронные умножители. Сцинтилляционные детекторы. Фотографическая регистрация масс-спектра.</p> <p>Масс-спектрометрические методы анализа.</p> <p>Качественный элементарный анализ. Количественный анализ, метод изотопного разбавления, их аналитические характеристики. Анализ металлов, изоляторов, порошков, жидкостей, газов.</p> <p>Изотопный анализ. Послойный и локальный анализ.</p> <p>Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой. Сущность метода, принцип работы приборов и их блок-схемы. Достоинства и недостатки метода. Устройства ввода пробы в твердом, жидком и газообразном состоянии. Изобарные наложения и фоновый спектр полиатомных ионов. Матричные</p>

		<p>помехи. Способы количественного элементного и изотопного анализа.</p> <p>Аналитические и метрологические характеристики.</p>
P5	Термический анализ	<p>Введение. Основные принципы метода. Область применения, достоинства и недостатки. Схемы измерений и основные виды термических кривых. Термические характеристики физических и химических процессов. Физические процессы: плавление, кипение, возгонка и испарение, полиморфные превращения, переход из неравновесного состояния в равновесное. Монотропные и энантиотропные превращения. Химические процессы: реакции разложения, изомеризации, окисления, восстановления, взаимодействия.</p> <p>Аппаратура для термического анализа. Печи, регулирование скорости нагрева. Виды тиглей и атмосфера реакции. Измерение температуры образца. Термопары, дифференциальное подключение термопар. Градуировка термопар. Весы и измерение изменения массы. Регистрация дифференциальных кривых. Вспомогательные приборы и устройства. Промышленные приборы для термического анализа.</p> <p>Дополнительные виды термических кривых.</p> <p>Волюмометрия, термолюминесценция, электропроводность, дилатометрия.</p> <p>Качественный анализ. Влияние экспериментальных условий на форму кривых термического анализа. Интерпретация и расшифровка термограмм.</p> <p>Количественный анализ. Количественный фазовый анализ. Теоретические основы. Методы градуировочного графика, совмещенного стандарта. Изучение кинетики термических процессов.</p> <p>Определение энергий активации и тепловых эффектов реакций.</p> <p>Использование дифференциальной сканирующей калориметрии</p>
P6	Ядерно-физические методы анализа	<p>Введение. Область применения, достоинства и недостатки, классификация ядерно-физических методов анализа. Принципиальные схемы измерений.</p> <p>Источники излучения. Источники и способы получения альфа-, бета-, гамма-, нейтронного излучения. Ампульные источники, ядерные реакторы, ускорители заряженных частиц.</p> <p>Активация пробы. Активация пробы и активность облученной пробы. Активация пробы заряженными частицами. Особенности метода, область применения.</p> <p>Спектрометрия ионизирующих излучений.</p>

		<p>Магнитная спектрометрия бета-, гамма- и альфа-излучения. Ионизационные методы измерения энергетического состава излучения с помощью пропорциональных счетчиков, ионизационных камер и полупроводниковых детекторов. Сцинтилляционная спектрометрия.</p> <p>Нейтронно-активационный анализ. Классификация нейтронов. Особенности активации пробы нейтронами. Чувствительность, точность, область применения метода. Мешающие ядерные реакции. Мгновенная гамма-спектрометрия. Фотонейтронный метод анализа.</p> <p>Методы анализа, основанные на поглощении и рассеянии нейтронного, бета- и гамма-излучения.</p> <p>Ядерный гамма-резонанс. Принцип метода и область применения.</p> <p>Методы радиоспектроскопии. Ядерный магнитный резонанс. Сущность метода, схема измерений, область применения. Электронный парамагнитный резонанс. Сущность метода, схема измерений, область применения.</p>
--	--	---

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология дебатов, дискуссий Технология самостоятельной работы	ПК-10 - Способен организовать и провести работы по химико-физическому анализу свойств материалов	З-2 - Перечислить основные методы проведения химических, физических и химико-физических анализов состава и свойств материалов

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Физические методы анализа

Электронные ресурсы (издания)

1. ; Аналитическая химия. Физико-химические и физические методы анализа : учебное пособие.; Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань; 2013; <http://www.iprbookshop.ru/61958.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Большова, Т. А., Брыкина, Г. Д., Гармаш, А. В., Долманова, И. Ф., Золотов, Ю. А.; Основы аналитической химии : учебник для студентов хим. направлений и хим. специальностей вузов : в 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения ; Высшая школа, Москва; 2004 (116 экз.)
2. , Алов, Н. В., Барбалат, Ю. А., Гармаш, А. В., Дорохова, Е. Н., Золотов, Ю. А.; Основы аналитической химии : учебник для студентов хим. направлений и хим. специальностей вузов : в 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа ; Высшая школа, Москва; 2004 (49 экз.)
3. Пентин, Ю. А., Вилков, Л. В.; Физические методы исследования в химии : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 011000 "Химия" и направлению подгот. 510500 "Химия"; Мир : АСТ, Москва; 2003 (25 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>

Научная электронная библиотека Elibrary.ru <https://www.elibrary.ru/>

Электронная библиотечная сеть "Лань" <http://e.lanbook.com/>

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.ru/>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Министерство образования и науки Российской Федерации (<http://минобрнауки.рф/>)

Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>)

ООО Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>)

Электронный научный архив УрФУ (<https://elar.urfu.ru>)

Поисковая система <http://www.yandex.ru>

Поисковая система <http://www.google.com>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Физические методы анализа

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
2	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Хеометрика и планирование эксперимента

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Домбровская Маргарита Адамовна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физико- химических методов анализа

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 1 от 11.09.2020 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Домбровская Маргарита Адамовна, Доцент, физико-химических методов анализа

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Содержание и задачи хемотрики	Закон Российской Федерации об обеспечении единства измерений. Анализ как метрологическая процедура. Стадии аналитического процесса. Единство измерений. Метрологические показатели качества анализа: повторяемость (сходимость) определений, воспроизводимость и правильность анализа. Точность анализа.
P2	Показатели качества химического анализа	Погрешности, классификация и источники. Грубая, систематическая и случайная погрешности. Полная погрешность анализа. Характеристики погрешности измерений: нормы характеристик погрешностей, приписанные и статистические оценки характеристик погрешностей. Неопределенность, типы. Смещение.
P3	Случайные величины. Распределения	Задачи, решаемые математической статистикой в аналитической химии. Случайные непрерывные и дискретные величины. Распределения случайных величин. Параметры распределения: математическое ожидание, дисперсия, показатели асимметрии и эксцесса. Нормальное распределение, его значение в аналитической практике. Центральная предельная теорема Ляпунова. Примеры нарушения начальных условий теоремы. Нормированное нормальное распределение. Значения параметров. Интегралы Гаусса и Лапласа. Понятие квантиля

		<p>(процентиля). Статистическая оценка параметров распределения. Требования к оценкам.</p> <p>Некоторые специальные распределения, связанные с нормальным: распределение выборочного среднего, хи квадрат- Пирсона, Фишера, Стьюдента, Кохрена.</p> <p>Доверительный интервал. Нижняя и верхняя доверительные границы. Уровень значимости.</p> <p>Проверка статистических гипотез. Нулевая и альтернативная гипотезы. Ошибки первого и второго рода.</p>
Р4	Валидация и верификация методик анализа	Планирование валидационных и верификационных исследований. Оценка случайной погрешности. Способы оценки правильности.
Р5	Градуировка средств измерений	<p>Средства измерений, требования к ним.</p> <p>Выбор вида градуировочной зависимости. Градуировочные образцы (стандартные образцы и аттестованные смеси). Определение параметров линейного графика. Проверка гипотезы о линейности. Оценивание погрешностей градуирования.</p>
Р6	Основы статистического планирования эксперимента	<p>Методы дисперсионного анализа. Однофакторный дисперсионный анализ. Постановка эксперимента и обработка результатов. Многофакторная классификация. Применение метода при изучении методических погрешностей методик измерений.</p> <p>Корреляционный анализ (проверка взаимной зависимости двух переменных). Линейная корреляция и ее применение в химико-аналитических исследованиях. Планирование эксперимента, обработка результатов. Оценка значимости выборочного коэффициента корреляции.</p> <p>Методы планирования экстремальных экспериментов. Факторное двухуровневое планирование эксперимента. Полный факторный эксперимент. Проведение эксперимента и расчет коэффициентов регрессии. Дробный факторный эксперимент. Выбор реплик большей дробности. Интерпретация и объяснение результатов эксперимента.</p>

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология дебатов, дискуссий Технология самостоятельной	ПК-5 - Способен осуществлять метрологическое обеспечение производственной	П-1 - Выполнять действия, предусмотренные нормативными документами по поверке и

	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	работы	деятельности	калибровке средств измерений
--	--	--------	--------------	------------------------------

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Хеометрика и планирование эксперимента

Электронные ресурсы (издания)

1. Шклярова, Е. И.; Погрешности измерений. Обработка результатов однократных и многократных измерений : учебное пособие по части курса.; Московская государственная академия водного транспорта, Москва; 2009; <http://www.iprbookshop.ru/46505.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Налимов, В. В.; Применение математической статистики при анализе вещества; Физматлит, Москва; 1960 (3 экз.)
2. Дерффель; Статистика в аналитической химии : Пер. с нем.; Мир, Москва; 1994 (2 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>

Научная электронная библиотека Elibrary.ru <https://www.elibrary.ru/>

Электронная библиотечная сеть "Лань" <http://e.lanbook.com/>

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.ru/>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Министерство образования и науки Российской Федерации (<http://минобрнауки.рф/>)

Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>)

ООО Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>)

Электронный научный архив УрФУ (<https://elar.urfu.ru>)

Поисковая система <http://www.yandex.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Хеометрика и планирование эксперимента

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Электрохимические методы анализа

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Васильева Наталья Леонидовна	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	физико- химических методов анализа

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 1 от 11.09.2020 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Васильева Наталья Леонидовна, Доцент, физико-химических методов анализа

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Классификация и область применения электрохимических методов анализа
P2	Кондуктометрия и высокочастотное титрование	Развитие взглядов на растворы. Общие вопросы электропроводности. Подвижность ионов. Удельная электропроводность Эквивалентная электропроводность и ее зависимость от концентрации в растворах слабых и сильных электролитов. Уравнение Кольрауша и расчет коэффициентов уравнения. Влияние температуры на электропроводность. Катофоретический и релаксационный эффекты. Эффекты высокого напряжения (Вина) и высокой частоты (Дебая-Фалькенгагена). Абсолютный метод кондуктометрии. Кондуктометрическое титрование. Диаграммы Ключко. Кривые кондуктометрического титрования. Калибровка ячейки. Высокочастотное титрование.
P3	Потенциометрия	Потенциалы на границе электрод-раствор. Образование двойного электрического слоя на границе металл-раствор. Уравнение Нернста для расчета абсолютного и относительного потенциалов, водородный электрод и нормальный электродный потенциал. Реальные потенциалы. Диаграммы Пурбе $E=T(\text{pH})$. Потенциометрическое титрование. Титрование с использованием реакций окисления-восстановления, комплексообразования, осаждения. Методы измерения ЭДС.

		<p>Компенсационный и некомпенсационный методы титрования. Дифференциальные электроды.</p> <p>Биметаллические электроды. Титрование до нуля. Преимущества и недостатки потенциометрии. рН-метрия. Водородный, хингидронный, металлоксидные, стеклянный электроды. Теория стеклянного электрода В.П. Никольского. Состав и свойства стекла. Редоксметрический и рМ-металлический стеклянные электроды. Вспомогательные и индикаторные электроды. Числа переноса их определение. Истинные и кажущиеся числа переноса. Цепи с переносом и без переноса. Диффузионный потенциал. Методы его расчета и определения. Мембранный потенциал. Мембранные ионселективные электроды.</p> <p>Теория ТМС. Селективность электродов. Коэффициент селективности. Твердые мембранные электроды на основе сульфида серебра. Электроды третьего рода. Их состав и свойства. Лантан-фторидный электрод. Жидкостные мембранные электроды. Принципы состава жидкостных мембран.</p> <p>Активность ионов в растворе. Коэффициенты активности. Стандартизация коэффициентов активности. Методы их экспериментального определения и расчета по теории Дебая-Хюккеля. Аппаратура ионометрии Чувствительность. Точность. Погрешность.</p> <p>Градуирование по активности и концентрации.</p>
<p>P4</p>	<p>Методы анализа электролизом</p>	<p>Электролиз с поляризующимися и неполяризующимися электродами. Электродные процессы. Электрохимическая поляризация. Концентрационная поляризация. Анодное и катодное перенапряжение. Напряжение разложения. Электролиз со ртутным катодом.</p> <p>Внутренний электролиз. Цементация и ее устранение. Аппаратура методов анализа электролизом.</p>
<p>P5</p>	<p>Вольтамперометрия</p>	<p>Постояннотоковая вольтамперометрия. Полярография.</p> <p>Ртуть как электрод. Зависимость поверхностного натяжения от потенциала электрода Ртутный капельный электрод и его характеристики. Емкостной ток.</p> <p>Влияние сопротивления на полярографические кривые. Миграционный ток. Вывод уравнения Ильковича. Следствия из уравнения Ильковича и допущения, сделанные при его выводе. Коэффициент диффузии.</p> <p>Другие электроды в полярографии. Математический анализ полярографических волн. Полярографические максимумы первого и второго рода. Уравнение обратимой полярографической волны. Влияние ионной силы раствора и комплексообразователей на потенциалы полуволн. Полярографический спектр. Влияние растворенного кислорода и его удаление из растворов. Роль фона в полярографии. Качественный и количественный анализ. Амперометрическое титрование. Принципы метода. Виды кривых титрования.</p>

		<p>Аппаратура полярографии. Принципиальная схема.</p> <p>Дифференциальные полярографы.</p>
Р6	Кулонометрия	<p>Теоретические основы метода. Выход по току при электродных процессах. Условия, определяющие эффективность использования тока при электродных процессах. Побочные реакции с участием растворителя и с материалом электрода. Побочные процессы с веществами нерасходующимися и необразуемыми при электродном процессе. Побочные реакции с участием продуктов электролиза. Регулирование степени завершения электродных процессов.</p> <p>Потенциостатическая кулонометрия. Измерение силы тока в случае электролиза при постоянном потенциале. Применение потенциостатической кулонометрии. Аппаратура. Потенциостаты. Кулонометры. Интеграторы тока.</p> <p>Амперостатическая кулонометрия. Амперостатическая кулонометрия с внутренней генерацией титранта.</p> <p>Определение конечной точки титрования. Ошибки титрования. Кулонометрическое титрование с внешней генерацией титранта. Аппаратура. Требования к ячейке. Применение кулонометрического титрования.</p>

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	<p>учебно-исследовательская, научно-исследовательская</p> <p>целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях</p>	<p>Технология дебатов, дискуссий</p> <p>Технология самостоятельной работы</p>	ПК-9 - Способен определить химический состав технологических проб и сбросов производства в организации атомной промышленности	П-1 - Проводить спектрометрические, химические анализы по определению химического состава технологических проб

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электрохимические методы анализа

Электронные ресурсы (издания)

1. Золотов, Ю. А.; Проблемы аналитической химии : монография.; Наука, Москва; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468706> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Большова, Т. А., Брыкина, Г. Д., Гармаш, А. В., Долманова, И. Ф., Золотов, Ю. А.; Основы аналитической химии : учебник для студентов хим. направлений и хим. специальностей вузов : в 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения ; Высшая школа, Москва; 2004 (116 экз.)

2. , Алов, Н. В., Барбалат, Ю. А., Гармаш, А. В., Дорохова, Е. Н., Золотов, Ю. А.; Основы аналитической химии : учебник для студентов хим. направлений и хим. специальностей вузов : в 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа ; Высшая школа, Москва; 2004 (49 экз.)

3. Будников, Г. К.; Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2010 (5 экз.)

4. Будников, Г. К., Евтюгин, Г. А., Майстренко, В. Н.; Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2010 (2 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Научная электронная библиотека Elibrary.ru <https://www.elibrary.ru/>

Электронная библиотечная сеть "Лань" <http://e.lanbook.com/>

Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.ru/>

American Chemical Society <http://pubs.acs.org/>

ЭБС Университетская библиотека онлайн «Директ-Медиа» <http://www.biblioclub.ru/>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Министерство образования и науки Российской Федерации <http://минобрнауки.рф/>

Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>

ООО Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

Электронный научный архив УрФУ <https://elar.urfu.ru>

Поисковая система <http://www.yandex.ru>

Поисковая система <http://www.google.com>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электрохимические методы анализа

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES