Подписано и утверждено в СЭД 29.03.2023 16:15:33ИД задачи 3021574

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
1161781	Методы исследования и свойства оксидных материалов

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Химия	**Код ОП** 1. 04.03.01/33.01
Направление подготовки 1. Химия	**Код направления и уровня подготовки** 1. 04.03.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Буянова Елена Станиславовна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	аналитической химии и химии окружающей среды
2	Михайловская Зоя Алексеевна	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	Школа бакалавриата
3	Петрова Софья Александровна	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	аналитической химии и химии окружающей среды

Согласовано:

Управление образовательных программ Е.С. Комарова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Методы исследования и свойства оксидных материалов

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Методы исследования и свойства оксидных материалов» включает в себя дисциплины «Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ», «Электрохимические методы исследования оксидных систем» и «Основы фотокатализа в металл-оксидных системах». Целью модуля является формирование у студентов представлений о структурных характеристиках сложнооксидных фаз, электрохимических и фотокаталитических свойствах материалов на их основе, получение практических навыков исследования структуры и строения кристаллических веществ, электропроводящих и фотокаталитических свойств порошков и керамики.

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	Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ	6
2	Электрохимические методы исследования оксидных систем	3
3	Основы фотокатализа в металл-оксидных системах	3
	ИТОГО по модулю:	12

1.3.Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Физическая химия
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

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
Основы фотокатализа в металл-	ПК-1 - Способен проводить с соблюдением норм	З-3 - Перечислить методы определения химического и фазового состава, структуры,

оксидных системах	техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	функциональных свойств веществ и материалов У-3 - Проводить стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе П-3 - Иметь навыки проведения стандартных операций для определения химического и фазового состава, структуры и свойств веществ и материалов
	ПК-2 - Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	З-1 - Перечислить экспериментальные методы и описать их техническое исполнение для решения конкретной научно-исследовательской задачи У-1 - Выбирать экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской задачи в выбранной области профессиональной деятельности П-1 - Применять экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской задачи в выбранной области профессиональной деятельности
	ПК-3 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска научной химической информации У-2 - Анализировать информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек, используемых для поиска научной химической информации П-2 - Демонстрировать навыки выполнения поисковых запросов в электронных библиотеках, поисковых системах
	ПК-4 - Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	З-2 - Перечислить способы и методы подготовки объектов различных химических и смежных производств и научно-технических разработок для технологических испытаний в своей профессиональной деятельности У-2 - Готовить объекты различных химических и смежных производств и

		научно-технических разработок исследования для проведения испытаний
	ПК-5 - Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	З-1 - Демонстрировать понимание теоретических положений химических, физико-химических, физических методов анализа, перечислить основные аналитические сигналы, используемые в методах анализа З-2 - Демонстрировать понимание принципов работы аналитического оборудования для физико-химических, физических методов анализа У-1 - Выполнять стандартные аналитические операции и регистрировать аналитические сигналы в химических, физико-химических, физических методах анализа У-3 - Составлять протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме П-3 - Иметь навыки составления протоколов испытаний, отчета по проведению анализов и их обработке
	ПК-6 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания	З-1 - Сформулировать принципы классификации и особенности баз данных технологической информации У-1 - Проводить поиск технологической информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных) П-1 - Иметь опыт работы с базами данных технологической информации
	ПК-9 - Способен участвовать в организации и проведении научных мероприятий	З-1 - Сделать обзор планируемых в текущем году научных мероприятий по теме исследования У-1 - Готовить вспомогательную документацию, раздаточные материалы, осуществлять техническое сопровождение при проведении научных мероприятий
Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ	ПК-1 - Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический	З-3 - Перечислить методы определения химического и фазового состава, структуры, функциональных свойств веществ и материалов

	эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	З-4 - Демонстрировать понимание методов исследования процессов различной природы с участием химических веществ У-3 - Проводить стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе У-4 - Проводить исследования процессов различной природы с участием химических веществ с использованием серийного научного оборудования П-3 - Иметь навыки проведения стандартных операций для определения химического и фазового состава, структуры и свойств веществ и материалов П-4 - Иметь навыки исследования процессов различной природы с участием химических веществ на серийном научном оборудовании
	ПК-2 - Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	З-1 - Перечислить экспериментальные методы и описать их техническое исполнение для решения конкретной научно-исследовательской задачи З-3 - Перечислить способы и методы подготовки объектов исследования для проведения экспериментов У-1 - Выбирать экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской задачи в выбранной области профессиональной деятельности У-3 - Готовить объекты исследования для проведения экспериментов П-1 - Применять экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской задачи в выбранной области профессиональной деятельности П-3 - Иметь навыки подготовки и работы с объектами исследований различной химической природы

	ПК-3 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	З-1 - Описать существующие базы данных по химии и смежным областям, в том числе на английском языке У-1 - Проводить первичный поиск информации по заданной тематике с использованием данных по химии и смежным областям, в том числе на английском языке У-2 - Анализировать информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек, используемых для поиска научной химической информации П-1 - Иметь опыт работы с базами данных по химии и смежным областям, в том числе на английском языке
	ПК-4 - Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	З-1 - Перечислить технические средства и методы испытаний для решения конкретной технологической задачи У-1 - Выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической задачи П-1 - Применять технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической задачи
	ПК-5 - Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	З-1 - Демонстрировать понимание теоретических положений химических, физико-химических, физических методов анализа, перечислить основные аналитические сигналы, используемые в методах анализа З-2 - Демонстрировать понимание принципов работы аналитического оборудования для физико-химических, физических методов анализа З-3 - Сформулировать требования к составу и правилам оформления протоколов испытаний, отчетов по выполненной работе У-1 - Выполнять стандартные аналитические операции и регистрировать аналитические сигналы в химических, физико-химических, физических методах анализа

		У-3 - Составлять протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме П-1 - Иметь опыт выполнения стандартных аналитических операций и регистрации аналитических сигналов различной природы П-3 - Иметь навыки составления протоколов испытаний, отчета по проведению анализов и их обработке
	ПК-6 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания	З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска технологической информации У-2 - Анализировать технологическую информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек
	ПК-9 - Способен участвовать в организации и проведении научных мероприятий	З-1 - Сделать обзор планируемых в текущем году научных мероприятий по теме исследования П-1 - Иметь опыт подготовки вспомогательной документации, раздаточных материалов, технического сопровождения при проведении научных мероприятий
Электрохимические методы исследования оксидных систем	ПК-1 - Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	З-4 - Демонстрировать понимание методов исследования процессов различной природы с участием химических веществ У-4 - Проводить исследования процессов различной природы с участием химических веществ с использованием серийного научного оборудования П-4 - Иметь навыки исследования процессов различной природы с участием химических веществ на серийном научном оборудовании
	ПК-2 - Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической	З-1 - Перечислить экспериментальные методы и описать их техническое исполнение для решения конкретной научно-исследовательской задачи

	направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	З-2 - Сформулировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР У-1 - Выбирать экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской задачи в выбранной области профессиональной деятельности У-2 - Планировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР П-1 - Применять экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской задачи в выбранной области профессиональной деятельности П-2 - Иметь опыт планирования отдельных этапов НИР
	ПК-3 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	З-1 - Описать существующие базы данных по химии и смежным областям, в том числе на английском языке У-1 - Проводить первичный поиск информации по заданной тематике с использованием данных по химии и смежным областям, в том числе на английском языке П-1 - Иметь опыт работы с базами данных по химии и смежным областям, в том числе на английском языке
	ПК-4 - Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	З-2 - Перечислить способы и методы подготовки объектов различных химических и смежных производств и научно-технических разработок для технологических испытаний в своей профессиональной деятельности У-2 - Готовить объекты различных химических и смежных производств и научно-технических разработок исследования для проведения испытаний П-2 - Иметь навыки подготовки и работы с технологическими объектами различных

		химических и смежных производств и научно-технических разработок
	ПК-5 - Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	З-1 - Демонстрировать понимание теоретических положений химических, физико-химических, физических методов анализа, перечислить основные аналитические сигналы, используемые в методах анализа З-2 - Демонстрировать понимание принципов работы аналитического оборудования для физико-химических, физических методов анализа З-3 - Сформулировать требования к составу и правилам оформления протоколов испытаний, отчетов по выполненной работе У-1 - Выполнять стандартные аналитические операции и регистрировать аналитические сигналы в химических, физико-химических, физических методах анализа У-3 - Составлять протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме П-1 - Иметь опыт выполнения стандартных аналитических операций и регистрации аналитических сигналов различной природы
	ПК-6 - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания	З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска технологической информации У-2 - Анализировать технологическую информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек П-2 - Демонстрировать навыки выполнения поисковых запросов технологической информации в электронных библиотеках, поисковых системах
	ПК-9 - Способен участвовать в организации и проведении научных мероприятий	З-2 - Перечислить основные требования к техническому сопровождению научных мероприятий У-2 - Организовывать и проводить вспомогательные мероприятия при проведении научных конференций, симпозиумов, школ и пр.

		П-2 - Иметь опыт организации вспомогательных научных мероприятий со студентами младших курсов

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Петрова Софья Александровна	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	аналитической химии и химии окружающей среды

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № _2_ от _30.01.2023_ г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Петрова Софья Александровна, Доцент, аналитической химии и химии окружающей среды**

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
Р.1	Введение	Природа и свойства рентгеновских лучей. Источники рентгеновского излучения. Спектры рентгеновского излучения. Поглощение и рассеяние рентгеновских лучей веществом. Радиационная безопасность. Дифракция рентгеновских лучей. Уравнения Лауэ. Уравнение Вульфа-Брэгга. Структура кристалла и пространственная решетка. Кристаллографические проекции. Кристаллографические категории, сингонии и системы координат. Точечные группы симметрии. Решетки Браве. Пространственные группы симметрии. Классификация и обозначения структурных типов. Изоструктурность и изотипия. Кристаллографические интернациональные таблицы.
Р.2	Экспериментальные методы	Метод Лауэ (полихроматический). Методы вращения и качания. Прямая и обратная решетка. Основные свойства обратной решетки. Метод порошка. Принципиальные основы. Современные методы съемки порошкограмм: порошковые дифрактометры, фокусирующие камеры. Геометрия съемки с параллельным пучком. Современная рентгеновская дифракционная аппаратура. θ-2θ и θ-θ дифрактометры. Виды фокусировки. Фокусировка по Брэггу-Брентано. Монохроматизация излучения. Способы формирования параллельного пучка. Зеркало Гёбеля. Способы

		регистрации рентгеновского излучения. Позиционно-чувствительные детекторы. Высоко- и низкотемпературная рентгенография. Автоматизация эксперимента. Форматы экспериментальных данных. Пакеты прикладных программ. Пробоподготовка. Подготовка поликристаллического образца. Особенности работы с малым количеством образца. Особенности приготовления образца для температурной камеры. Понятие текстуры. Выбор условий съемки и проведение эксперимента.
Р.3	Рентгенофазовый анализ	Первичная обработка экспериментальных данных. Определение положения линий дифракционного спектра. Программы первичной обработки. Качественный анализ. Метод Финка. Метод Ханавальта. Чувствительность качественного анализа. Штрих-диаграммы. Справочная литература. Базы структурных и дифракционных данных (PDF-2, PDF-4, ICDD, COD, CRYSTMET). Системы поиска. Работа с базами данных. Интернет-ресурсы. Методы количественного анализа. Метод внутреннего стандарта. Метод внешнего эталона. Метод гомологических пар. Программы для проведения качественного и количественного фазового анализа. Определение межплоскостных расстояний. Число формульных единиц и рентгеновская плотность. Прецизионное определение параметров элементарной ячейки. Оценка качества дифракционного спектра. Систематические и случайные погрешности. Съемка с эталоном. Программы для расчета. Индицирование дифрактограмм, снятых по методу порошка. Автоиндицирование. Программы автоиндицирования. Изучение фазовых превращений. Построение диаграмм состояния. Исследование условий образования твердых растворов. Закон Вегарда.
Р.4	Рентгеноструктурный анализ	Уточнение структурных параметров по методу Ритвельда. Основные положения и формулы. Критерии качества уточнения структуры. Возможности и ограничения метода. Исходные инструментальные и структурные данные. Методы оценки стартовых величин. Профильный анализ. Характеристики дифракционного пика на рентгенограмме. Функции профиля, полуширина, асимметрия. Метод фундаментальных параметров. Проблемы разделения пиков. Программы уточнения кристаллической структуры вещества по методу Ритвельда. Бесструктурное уточнение. Программы визуализации кристаллической структуры. Анализ микроструктурных эффектов: размеры областей когерентного рассеяния (ОКР) и микронапряжений в кристаллах.

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	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-2 - Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	У-1 - Выбирать экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской задачи в выбранной области профессиональной деятельности

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ

Электронные ресурсы (издания)

1. ; Современные методы структурного анализа веществ : учебник.; Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону; 2009; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241003 (Электронное издание)

2. Журавель, , Л. В.; Рентгенография металлов и сплавов : лабораторный практикум.; Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, Самара; 2018; http://www.iprbookshop.ru/91793.html (Электронное издание)

Печатные издания

1. Ковба, Л. М.; Рентгенография в неорганической химии : учебное пособие для вузов.; МГУ, Москва; 1991 (14 экз.)

2. Горелик, С. С., Расторгуев, Л. Н., Скаков, Ю. А.; Рентгенографический и электронно-оптический анализ : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям 550500-Металлургия, 651300-Металлургия, 651800-Физ. материаловедение.; МИСИС, Москва; 2002 (38 экз.)

3. Новиков, И. И., Новиков, А. И., Строганов, Г. Б.; Металловедение, термообработка и рентгенография : Учеб. для металлург. и машиностроит. специальностей вузов.; МИСИС: Металлургия, Москва; 1994 (14 экз.)

4. ; Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия : учеб. для вузов по специальности "Физика металлов" и "Металловедение, оборудование и технология терм. обраб. металлов".; Металлургия, Москва; 1982 (92 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Academic Search Ultimate EBSCO publishing http://search.ebscohost.com

ООО Научная электронная библиотека https://elibrary.ru

Издательство "Лань" http://e.lanbook.com/

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

Bilbao Crystallographic Server https://www.cryst.ehu.es/

Crystallography Open Database http://www.crystallography.net/cod/

International Union of Crystallography https://www.iucr.org/

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ

Сведения об оснащенности 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	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся	OriginPro Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Acrobat 8.0 Pro Russian Version Win Full Educ
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	OriginPro Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Acrobat 8.0 Pro Russian Version Win Full Educ

		Персональные компьютеры по количеству обучающихся	
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся	OriginPro Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Acrobat 8.0 Pro Russian Version Win Full Educ
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся	OriginPro Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Acrobat 8.0 Pro Russian Version Win Full Educ
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся	OriginPro Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Acrobat 8.0 Pro Russian Version Win Full Educ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Электрохимические методы исследования оксидных систем

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Буянова Елена Станиславовна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	аналитической химии и химии окружающей среды

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № _2_ от _30.01.2023_ г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Буянова Елена Станиславовна, Доцент, аналитической химии и химии окружающей среды**

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
1	Явления переноса массы и заряда	
1.1	Диффузия	Законы диффузии Фика. Механизмы диффузии в кристаллической решетке. Сопряженная диффузия ионов (дефектов) и электронов. Связь дрейфовой подвижности иона с коэффициентом самодиффузии. Диффузия в собственной и примесной области. Влияние концентрации примесей на коэффициенты диффузии
1.2	Ионная проводимость	Основные понятия. Числа переноса. Связь проводимости с концентрацией и подвижностью носителей. Соотношение Нернста-Эйнштейна. Абсолютная и дрейфовая подвижности. Микро- и макроскопические подвижности. Ионная проводимость. Зависимость от температуры и содержания примесей.
1.3	Электронная проводимость	Квазисвободные и связанные состояния. Поляронная модель. Прыжковая проводимость. Зависимость от температуры и содержания примесей. Зависимость проводимости от активности неметалла в газовой фазе. Числа переноса носителей. Связь диаграмм Броуэра с зависимостью электропроводности от концентрации (активности) компонента, находящегося в равновесии с твердым телом
2	Применение электрохимических методов	

	для изучения явлений переноса	
2.1	Определение чисел переноса	Бестоковые методы. Условия равновесия в электрохимических цепях. Обратимость электродов. Электродвижущая сила (ЭДС). Понятие о смешанном электродном потенциале. Определение чисел переноса методом «ЭДС». Метод Тубанта для определения чисел переноса. Метод блокирующего электрода Хэбба-Вагнера и его ограничения.
2.2	Методы измерения электропроводности	Токовые методы. Возможности получения информации при применении постоянного и переменного тока. Оформление измерительной ячейки. Четырехэлектродный метод для определения электропроводности (его модификация ван дер Пау). Метод электрохимического импеданса и его применение для изучения процессов переноса. Эквивалентные электрические цепи. Понятие иммитанса, преобразование комплексных диаграмм импеданса, адмиттанса, емкости и диэлектрической проницаемости друг в друга. Модели поликристалла и определение на их основе внутри- и межкристаллической электропроводности.
2.3	Электрохимические твердотельные устройства	Сенсоры. Химические источники тока и топливные элементы, как их разновидность. Электролизеры и полупроницаемые мембраны.

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 формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-2 - Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	У-1 - Выбирать экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской задачи в выбранной области профессиональной деятельности

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электрохимические методы исследования оксидных систем

Электронные ресурсы (издания)

1. , Буяновой, , Е. С.; Импедансная спектроскопия: теория и применение : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2017; http://www.iprbookshop.ru/106373.html (Электронное издание)

Печатные издания

1. ; Импедансная спектроскопия: теория и применение : учебное пособие для студентов, обучающихся по программе специалитета и магистратуры по направлениям подготовки 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия", 04.04.01 "Химия", 04.04.02 "Химия, физика и механика материалов".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2017 (20 экз.)

2. Чеботин, В. Н., Чеботин, В. Н.; Электрохимия твердых электролитов; Химия, Москва; 1978 (5 экз.)

3. Жуковский, В. М., Конев, В. Н.; Вводный курс в электрохимию дефектных кристаллов : Учеб. пособие.; Изд-во Урал. гос. ун-та, Свердловск; 1979 (59 экз.)

4. Петров, А. Н.; Твердые материалы. Химия дефектов. Структура и свойства твердых тел : [учеб. пособие для вузов].; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2008 (98 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

eLibrary

ООО Научная электронная библиотека

Elsevier

Scopus

SpringerLink

Web of Science

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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электрохимические методы исследования оксидных систем

Сведения об оснащенности 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	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не используется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	OriginPro Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Не используется

		соответствии с количеством студентов	

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Основы фотокатализа в металл-оксидных системах

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Буянова Елена Станиславовна	кандидат химических наук, доцент	доцент	аналитической химии и химии окружающей среды
2	Михайловская Зоя Алексеевна	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	Школа бакалавриата

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № _2_ от _30.01.2023_ г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Буянова Елена Станиславовна, доцент, аналитической химии и химии окружающей среды**
- **Михайловская Зоя Алексеевна, Доцент, Школа бакалавриата**

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
1.	Введение	Основные понятия и история вопроса
2.	Основы металл-оксидного фотокатализа	-Принципы фотокатализа на основе оксидов (механизмы базовыхреакций, полупроводники и их фотосенсибилизация, композитные фотокатализаторы, перенос заряда, кинетика и разделение зарядов,) -Требования к фотокатализаторам-оксидам -Роль отдельных металлов в процессах фотокатализа
3.	Фотокатализаторы на основе оксида металла: их синтез и характеристики	-Синтез металлоксидных катализаторов -примеры простых оксидов-фотокатизаторов -Наноструктурированные оксиды металлов -Композитные фотокатализаторы -перспективные направления - Фотокатализаторы на основе композитных материалов -Перспективы

4.	4 Применение металл-оксидных фотокатализаторов	- Очистка воды (типы загрязнения, создание неподвижной фазы фотокатализатора и типы фотокаталитических реакторов, моделирование процессов и влияние параметров реакции на фотокаталитический процесс) - Продуцирование водорода (принципы фотокаталитического получения водорода путем расщепления воды, некоторые металлоксидные фотокатализаторы для расщеплении воды, модификация процесса разложения путем изменения химического состава среды и сокатализ, конструкции фотореактора) -Очистка воздуха и иных газовых сред (механизмы фотоокисления газовых загрязнителей -принципы и влияющие факторы, создание неподвижной фазы фотокатализатора и типы фотокаталитических реакторов) - Фотокаталическое разложение оксидов углерода (механизмы фотокаталитического разложения оксидов углерода, примеры фотокатализаторов и типы фотокаталитических реакторов) -Фотохимический синтез и разложение иных соединений (механизмы фотокаталитических реакций и типы фотокаталитических реакторов) -Применение в медицине (фотодезинфекция и фотодинамическая терапия), и конструкционных материалах (понятия супергидрофильности, наружные и внутренние материалы, примеры) -Фотоэлектрокатализ (примеры фотокатализаторов для преобразования энергии и иные сопряжённые методы

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 образования в сотрудничестве	ПК-2 - Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	З-1 - Перечислить экспериментальные методы и описать их техническое исполнение для решения конкретной научно-исследовательской задачи

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы фотокатализа в металл-оксидных системах

Электронные ресурсы (издания)

1. Горбачев, , С. А.; Диоксид титана. Повышение его фотокаталитической активности : учебное пособие.; Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Санкт-Петербург; 2019; http://www.iprbookshop.ru/102511.html (Электронное издание)

2. Черепанов, , В. А.; Химическая кинетика : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2016; http://www.iprbookshop.ru/66615.html (Электронное издание)

Печатные издания

1. Романовский, Б. В.; Основы химической кинетики : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 011000 - Химия.; Экзамен, Москва; 2006 (20 экз.)

2. Уэйн, Р.; Основы и применения фотохимии; Мир, Москва; 1991 (2 экз.)

3. , Герасимов, Я. И.; Курс физической химии : учеб. пособие. Т. 1. ; Госхимиздат, Москва; 1963 (29 экз.)

4. Сокольский, Д. В., Друзь, В. А.; Введение в теорию гетерогенного катализа : Учеб. пособие для хим. спец. вузов.; Высшая школа, Москва; 1981 (5 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

eLibrary

ООО Научная электронная библиотека

Elsevier

Scopus

SpringerLink

Web of Science

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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы фотокатализа в металл-оксидных системах

Сведения об оснащенности 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	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Не используется

		соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	