Подписано и утверждено в СЭД 19.03.2023 20:03:05ИД задачи 3014294

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
1161773	Физикохимия микро- и наноразмерных неорганических 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	Анимица Ирина Евгеньевна	доктор химических наук, доцент	Профессор	физической и неорганической химии
2	Кочетова Надежда Александровна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физической и неорганической химии

Согласовано:

Управление образовательных программ Е.С. Комарова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Физикохимия микро- и наноразмерных неорганических материалов

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из трех дисциплин «Методы исследования структуры и физико-химических свойств неорганических соединений», «Химия и технология наноразмерных неорганических материалов», «Теоретические основы неорганического материаловедения». Целю модуля является формирование у студентов глубокого и интегративного понимания разделов различных областей химического знания: кристаллохимии, химии твердого тела и неорганической химии. Освоение модуля предполагает ознакомление студентов с классами неорганических материалов и наноматериалов, основами методов их синтеза и исследования, особенностям физико-химических свойств. Ключевое внимание уделяется изучению различных методов исследования структурных и транспортных характеристик твердофазных материалов, преимущественно оксидных, а также углублению представлений о веществе с пониманием возможностей целенаправленного регулирования его функциональных свойств. Задачей модуля также является - дать представление о современном состоянии материаловедения, о роли материалов в различных областях человеческой деятельности, показать важную роль взаимосвязи различных областей науки: химии, физики и технологии для решения материаловедческих проблем.

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	Теоретические основы неорганического материаловедения	3
2	Химия и технология наноразмерных неорганических материалов	3
3	Методы исследования структуры и физико-химических свойств неорганических соединений	6
	ИТОГО по модулю:	12

1.3.Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Общая и неорганическая химия 2. 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
Методы исследования структуры и физико-химических свойств неорганических соединений	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 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-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-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
	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 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
Теоретические основы неорганического материаловедения	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-3 - Перечислить методы определения химического и фазового состава, структуры, функциональных свойств веществ и материалов 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 направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	З-1 - Перечислить экспериментальные методы и описать их техническое исполнение для решения конкретной научно-исследовательской задачи 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-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска научной химической информации 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-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-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-3 - Сформулировать требования к составу и правилам оформления протоколов испытаний, отчетов по выполненной работе

		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-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 У-1 - Готовить вспомогательную документацию, раздаточные материалы, осуществлять техническое сопровождение при проведении научных мероприятий
Химия и технология наноразмерных неорганических материалов	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-1 - Демонстрировать понимание методов получения неорганических, органических веществ и материалов, полимеров и полимерных пленок, композиционных и наноматериалов З-2 - Сформулировать правила техники безопасности при работе в химической лаборатории З-4 - Демонстрировать понимание методов исследования процессов различной природы с участием химических веществ У-1 - Проводить синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик У-2 - Работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности У-4 - Проводить исследования процессов различной природы с участием химических веществ с использованием серийного научного оборудования

		П-1 - Владеть известными приемами и методами синтеза веществ и материалов П-2 - Иметь практический опыт работы с химическими веществами различной природы с соблюдением норм техники безопасности 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-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 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 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	З-1 - Сформулировать принципы классификации и особенности баз данных технологической информации

	поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания	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 П-1 - Иметь опыт подготовки вспомогательной документации, раздаточных материалов, технического сопровождения при проведении научных мероприятий

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теоретические основы неорганического материаловедения

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Анимица Ирина Евгеньевна	доктор химических наук, доцент	Профессор	Кафедра физической химии
2	Кочетова Надежда Александровна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	Кафедра физической химии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № _2_ от _30.01.2023_ г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Анимица Ирина Евгеньевна, Профессор, физической и неорганической химии**
- **Кочетова Надежда Александровна, Доцент, физической и неорганической химии**

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	Современные представления о периодическом законе и Периодической системе элементов.	
1.1	Периодический закон и Периодическая система.	История открытия Периодического закона Д.И. Менделеевым. Понятие о Периодической системе как математическом описании периодического закона. Развитие теоретических представлений о Периодической системе (доквантовый и квантовый этапы). Квантово-механическая модель строения атома, периодичность в изменении электронных конфигураций. Принцип Паули как основа периодического закона. Представление о периодических таблицах как графическом отображении Периодической системы. Формы периодических таблиц: сверхдлинная, длинная (длиннопериодная), короткая (короткопериодная) – их преимущества и недостатки.
1.2	Представления о структуре нижней границы Периодической системы.	Этапы развития научных представлений о структуре нижней границы Периодической системы Д.И. Менделеева. Химический этап. Учение о нулевом периоде и его «химических элементах» в трудах Д.И. Менделеева. Физический этап. Открытие нейтрона и других элементарных частиц. Системы химических элементов по Ахумову и Капустинскому. Проблема единой классификации материальных структур (атомов и элементарных частиц),

		развитая в трудах Кедрова. Нейтрон – основная элементарная частица нулевого периода Периодической системы.
1.3	Представления о структуре верхней границы Периодической системы.	Развитие Периодической системы химических элементов в области её верхней границы. Естественный ряд химических элементов. Развитие в физике гипотезы о существовании в области элементов с большим значением заряда ядра «островков» относительной устойчивости. Работы Свинне, Репера и Гареева. Успехи в области синтеза и изучения свойств трансурановых элементов.
1.4	Внутренняя и вторичная периодичность.	Виды периодичности: главная, внутренняя, вторичная. Общие принципы проявления Периодического закона в химии переходных и непереходных элементов. Исторический аспект возникновения представлений о вторичной периодичности. Вторичная и внутренняя периодичность в рамках современных теоретических представлений.
2	Химическая связь и ее свойства.	
2.1	Типы связи в конденсированных средах.	Ковалентная, ионная, металлическая, донорно-акцепторная, Ван-дер-Ваальсова связь. Современные теории их описания. Концепция гипервалентных связей. Основные положения метода гипервалентных связей. Понятие о трехцентровых двух- и четырехэлектронных молекулярных орбиталях. Влияние электроотрицательности лигандов на прочность гипервалентных связей. Валентные возможности и характерные степени окисления непереходных элементов в рамках метода гипервалентных связей, объяснение правила четности. Понятие об электроннодефицитных связях. Строение межгаллоидных молекул и ионов, молекул фторидов благородных газов и боргидридов, описание водородной связи в рамках метода гипервалентных связей. Соотношение энергий. Соотношение между энергиями атомизации, разрыва молекул на атомы и энергиями фазовых переходов (сублимация, испарение, плавление, модификационные переходы), его смысл. Методы расчета и оценки энергии связей. Степень ионности связей, ее оценка по Полингу, Филлипсу, Брауну-Шэннону.
2.2	Энергетические характеристики атомов и ионов.	Эффективные заряды атомов, представления Слейтера. Различие энергетических характеристик атомов и ионов в свободном и связанном состоянии. Понятие электроотрицательности, его физический смысл и эволюция. Орбитальная электроотрицательность. Электроотрицательность по Малликену. Термохимическая электроотрицательность по Полингу. Кристаллические электроотрицательности. Поляризуемость атомов и ионов. Теория поляризации.
2.3	Геометрическое строение вещества.	Размерные характеристики атомов, ионов, молекул. Радиус иона, причины неопределенности понятия и размерных характеристик. Системы радиусов ионов. Эффект Фаянса: стабилизация анионов в кристаллическом поле.

		Полиэдрическое описание строения и структуры простых и сложных соединений. Понятие о координационных полиэдрах. Правильные и полуправильные полиэдры, встречающиеся в структурной химии. Способы соединения полиэдров в пространстве. Полиэдры как плотнейшие упаковки ионов. Полиэдрическое описание структуры простых и сложных оксидов. Структурные типы хлорида натрия, рутила, флюорита и антифлюорита, оксида рения, корунда, вюртцита, кварца и куприта; структуры оксидов типа Э2О3 для d- и f-элементов. Структурные типы сложных оксидов: структуры перовскита, шпинели, граната и шеелита. Правила Полинга для ионных и ковалентных структур, их современное обоснование. Расчет силы связи (связевой валентности, валентного усилия связи, порядка и кратности связи). Расчет числа атомов металлов, связанных с одним электроотрицательным атомом. Уточнение структур, расчет длин связей, оценка степени ковалентности.
2.4	Энергия связи атомов в конденсированных средах.	Оценка величин энергии по Бацанову, Резницкому, Зилковскому-Джембе. Кристаллоэнергетика оксидов, подход Резницкого. Понятие энергии предпочтения. Способы определения и расчета энергий предпочтения (калориметрическое определение, расчет из диаграмм состояния, из термохимических данных и пр.)
3	Классы неорганических соединений.	Простые вещества как гомоатомные соединения. Разделение простых веществ на металлы и неметаллы на основании типа связи. Физические и химические свойства простых веществ, способы получения. Бинарные химические соединения. Классификация бинарных соединений на основании типа связи. Взаимосвязь типа химической связи, структуры с физическими и химическими свойствами веществ на примере оксидов. Многоэлементные сложные соединения. Подходы к классификации многоэлементных соединений. Традиционное деление: основания, кислоты, соли. Классификация на основании типа связи. Кислотно-основные взаимодействия. Теории кислот и оснований. Теория Аррениуса. Теория Бренстеда-Лоури. Теория Льюиса. Теория мягких и жестких кислот и оснований (теория Пирсона). Суперкислоты. Протонные суперкислоты. Суперкислоты Льюиса и комплексные суперкислоты. Понятие амфотерности. Двоякая структурообразующая функция металлов. Изо-, мезо-, и гетеродесмические структуры по Эвансу. Примеры.
4	Понятие нестехиометрии в неорганической химии.	Фазы переменного состава. Дальтониды и бертоллиды. Закон постоянства состава. Отклонения от стехиометрии; трактовка в квазихимической модели. Нестехиометрия, современные представления. Особенности сложных соединений. Представления Алесковского. Химический смысл дефектных моделей и фаз переменного состава. Модели упорядочения и взаимодействия дефектов. Ассимиляции дефектов. Протяженные дефекты типа Уодсли. Теория микрогетерогенности. Работы Ария.

		Взаимопрорастание структур. Непрерывно адаптированные структуры.
5	Состояние поверхности в твердом теле.	Типы границ и поверхностей в реальном твердом теле. Энергетическое состояние поверхности. Валентно ненасыщенные состояния. Поверхность в зонной модели. Искривление зон. Состояния и уровни Шоккли и Тамма. Термодинамика поверхности. Термодинамические функции поверхности. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение. Поверхностная энергия ковалентных, металлических и ионных сред. Процессы на поверхности и в приповерхностных слоях; адсорбция и десорбция; реконструкция и релаксация поверхностей. Адгезионная теория контактного плавления. Эвтектики как микрогетерогенные связнодисперсные наносистемы. Супрамолекулярная концепция эвтектик. Неавтономные межфазные соединения, их роль в формировании транспортных свойств и реакционной способности.

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 Технология самостоятельной работы	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

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретические основы неорганического материаловедения

Электронные ресурсы (издания)

1. Журавлев, Ю. Н.; Химическая связь в полупроводниковых и диэлектрических кристаллах : учебное пособие.; Кемеровский государственный университет, Кемерово; 2009;

https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232672 (Электронное издание)

Печатные издания

1. Резницкий, Л. А.; Химическая связь и превращения оксидов; МГУ, Москва; 1991 (4 экз.)

2. Резницкий, Л. А.; Химическая связь и превращение оксидов; Изд-во Моск. ун-та, Москва; 1991 (2 экз.)

3. Угай, Я. А.; Общая и неорганическая химия : Учеб. пособие для вузов.; Высшая школа, Москва; 2004 (57 экз.)

4. Угай, Я. А.; Неорганическая химия : [учебник для вузов по специальности "Химия"].; Высшая школа, Москва; 1989 (7 экз.)

5. Уэллс, А. Ф., Желиковская, Н. Н., Спиридонова, Ф. М., Троянова, С. И., Порай-Кошиц, М. А., Зоркий, П. М.; Т. 3 : в 3 томах.; Мир, Москва; 1988 (2 экз.)

6. Корольков, Д. В., Скоробогатов, Г. А.; Основы теоретической химии : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 011000 "Химия" (специализации: 011024 "Квантовая химия", 011013 "Хим. кинетика и катализ", 011005 "Физ. химия".; Академия, Москва; 2004 (6 экз.)

7. Дей, М. К., М. Клайд, Астахов, К. В.; Теоретическая неорганическая химия; Химия, Москва; 1971 (7 экз.)

8. Дей, К. М., Клайд М., Иванова, Е. К., Астахов, К. В.; Теоретическая неорганическая химия; Химия, Москва; 1976 (12 экз.)

9. Маррел, Дж., Александров, И. В.; Химическая связь : Пер. с англ..; Мир, Москва; 1980 (12 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Springer Materials https://materials.springer.com/

Web of Science http://apps.webofknowledge.com/

ScienceDirect Freedom Collection http://www.sciencedirect.com/

eLibrary ООО Научная электронная библиотека http://elibrary.ru

Wiley Journal Database http://onlinelibrary.wiley.com/

Журнал физической химии / Науч.-техн. упр. ВСНХ СССР .— М. ; Л. : Гос. изд-во, 1930- .— Ранее выходил как: Журнал русского физико-химического общества. Часть химическая .— В 1930-Т. 5, Вып. 2-3 (1934) является "Серией В" "Химического журнала" .— Основан в 1930 г. — Выходит ежемесячно .— ISSN 0044-4537 .— <URL:https://dlib.eastview.com/browse/publication/79384>.

Неорганические материалы : [журнал] / Акад. наук СССР .— М. : Наука, 1991- .— Заглавие: Т. 1 (1965)-27, № 6 (1991) Известия Академии наук СССР. Неорганические материалы ; Т. 27, № 7 (1991) - Неорганические материалы, ISSN 0002-337X .— Выходит ежемесячно .— ISSN 0002-337X .— <URL:https://dlib.eastview.com/browse/publication/79441>.

Вестник Московского университета : науч. журн. Сер. 2. Химия / Моск. гос. ун-т, Хим. фак. — М. : Изд-во Моск. гос. ун-та, 1960- .— Образовался в результате разделения Сер. Математика, механика, астрономия, физика, химия на 3 серии: Сер. Математика, механика, Сер. Химия, Сер. Физика, астрономия. Счет порядкового года изд. каждой серии ведется с начала издания "Вестника . " .— Основан в 1946 г. — Выходит 6 раз в год .— ISSN 0201-7385 .— ISSN 0579-9384 .— <URL:https://biblioclub.ru/index.phppage=journal_red&jid=596011>

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

Теоретические основы неорганического материаловедения

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	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	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 Периферийное устройство	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	Не требуется

		соответствии с количеством студентов	
5	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Химия и технология наноразмерных неорганических материалов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кочетова Надежда Александровна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	Кафедра физической химии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № _2_ от _30.01.2023_ г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Кочетова Надежда Александровна, Доцент, физической и неорганической химии**

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	Базовые термины и понятия. Основные классы наноразмерных систем.	Основные понятия: нанонаука, нанотехнологии, наночастица, наноструктура, нанокомпозиты, наноматериалы. Критерии определения наноматериалов: критический размер и функциональные свойства. Подходы к классификации наноматериалов. Классификация по размерности: 0D-, 1D-, 2D-, 3D-материалы, материалы с промежуточной размерностью. Основные классы наноразмерных систем. Квантовые наноструктуры различной размерности. Углеродные наноструктуры (фуллерены, нанотрубки). Компактные наностуктурированные материалы: наноструктурированные кристаллы. Разупорядоченные твердотельные структуры (наноструктурированные металлы и сплавы; нанокомпозиты; нанопористые материалы; наноструктурированные многослойные материалы). Порошковые наноматериалы. Наноматериалы на основе органических веществ (органические нанокристаллы; наноматериалы на основе блок-сополимеров; супрамолекулярные структуры). Биологические нанообъекты. Примеры наноструктур в живых организмах.
2	Диспергационные методы получения наноразмерных материалов.	История развития методов синтеза наноматериалов; два основных технологических подход: диспергационный (сверху вниз) и конденсационный (снизу вверх). Диспергационные методы синтеза. Механическое дробление. Диспергирование макроскопических частиц в растворах (ультразвуковое и самодиспергирование). Механохимический

		синтез нанокомпозитов и наночастиц. Метод разложения. Возможности и ограничения каждого метода.
3	Растворные методы получения наноматериалов.	Классификация конденсационных методов получения наноматериалов: растворные и газофазные методы. Растворные методы синтеза. Методы, основанные на различных вариантах смешения исходных компонентов. Методы химического осаждения (соосаждения). Золь-гель метод. Гидротермальный метод. Метод комплексонатной гомогенизации. Метод замены растворителя. Синтез под действием микроволнового излучения. Метод быстрого термического разложения прекурсоров в растворе. Методы, основанные на различных вариантах удаления растворителя. Распылительная сушка. Метод быстрого расширения сверхкритических флюидных растворов. Криохимический метод. Методы сжигания. Нитрат-органический метод, его разновидности в зависимости от типа используемого органического компонента. Целлюлозная (тканевая, бумажная) технология. Пиролиз полимерно-солевых композиций. Возможности и ограничения каждого метода.
4	Газофазные методы получения наноматериалов.	Газофазные методы синтеза. Методы химической конденсации. Плазмохимический метод синтеза, особенности его реализации при использовании газообразного, капельножидкого и твердого сырья. Метод импульсного лазерного испарения. Метод гидролиза в пламени. Методы физической конденсации. Метод молекулярных пучков. Метод криоконденсации. Электровзрыв металлических проволок. Возможности и ограничения каждого метода. Особенности использования конденсационных методов для получения нановолокон и дисперсных фаз из полых наночастиц. Специфические методы получения полых частиц: «Wrap–bake–peel» метод синтеза полых частиц оксидов железа. Методы получения углеродных наноматериалов: метод лазерного испарения, химическое осаждение из газовой фазы, электродуговой метод.
5	Методы исследования наноразмерных систем.	Микроскопические методы исследования наноматериалов. Просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения. Сканирующая электронная микроскопия. Зондовая сканирующая микроскопия (сканирующая туннельная, атомно-силовая, ближнепольная оптическая). Дополнительные возможности зондовой микроскопии: атомные манипуляции и литография. Спектроскопические методы исследования наномате-риалов. Дифракционные методы исследования. Малоугловое рассеяние нейтронов и рентгеновских лучей. Дифракция медленных электронов.

		Газово-адсорбционный метод определения удельной поверхности порошкообразных материалов и оценки размера частиц. Ограничения и возможности различных методов исследования, принципы их комбинирования
6	Физикохимия наноструктурированных материалов.	Энергетическое состояние поверхности. Валентно-ненасыщенные состояния. Поверхность в зонной модели. Искривление зон. Состояния и уровни Шоккли и Тамма. Термодинамика поверхности. Термодинамические функции поверхности. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение. Поверхностная энергия ковалентных, металлических и ионных сред. Экспериментальные методы определения поверхностной энергии твердых тел. Критерии и методы оценки и расчета. Процессы на поверхности и в приповерхностных слоях; адсорбция и десорбция; реконструкция и релаксация поверхностей. Основы физической химии наносистем; уравнения и характеристики условий термодинамической стабильности межфазных границ в наносистемах; особенности поверхностных процессов в наноструктурах: размерные эффекты и фазовые переходы; зародышеобразование, кластерообразование и формирование наноструктур; самоорганизация наноразмерных упорядоченных структур.
7	Нанохимия. Основные аспекты изучения и решаемые проблемы.	Область изучения нанохимии. Влияние размера частиц на особенности их химических свойств и реакционную способность. Размерные эффекты: тривиальные (изменение термодинамических и кинетических свойств системы с уменьшением размера частиц); истинные (качественные преобразования свойств системы с увеличением дисперсности). Причины возникновения размерных эффектов. Проблемы устойчивости наночастиц и их ассоциатов; факторы, обуславливающие стабильность. Способы стабилизации наночастиц. Долгоживущие метастабильные состояния. Причины низкой устойчивости веществ в нанокристаллическом состоянии. Сегрегационные явления. Технологии стабилизации формы и размеров нанокристаллитов. Нанокомпозитные материалы. Классификация нанокомпозитов (по химической природе матрицы, по форме и характеру наполнителей из наночастиц). Биологические нанокомпозитные материалы. Нанокомпозиты «полимер – неорганическая наночастица». Наночастицы в неорганических матрицах. Общие методы получения нанокомпозитов. Нанокомпозитный эффект в ионной и электронной проводимости. Адсорбция типа "Твердое/Твердое". Адгезионная теория контактного плавления. Эвтектики, как микрогетерогенные связно-дисперсные наносистемы. Супрамолекулярная концепция эвтектик. Неавтономные межфазные соединения, их роль в формировании транспортных свойств и реакционной способности.

8	Применение наноструктур в химии и химической технологии.	Кинетические особенности протекания химических процессов на поверхности наночастиц. Использование нанокатализаторов. Конструкционные и инструментальные материалы на основе наноструктур. Устройства контроля окружающей среды. Наноэнергетика. Топливные элементы и устройства для хранения энергии. Элементы наноэлектроники и нанофотоники (фотодетекторы, полупроводниковые транзисторы и лазеры, солнечные элементы, наносенсоры и др.) Молекулярные электронные устройства (переключатели и электронные схемы на молекулярном уровне). Устройства сверхплотной записи информации. Наноэлектромеханические устройства (актюаторы, трансдукторы, молекулярные- и наномоторы, нанороботы). Применение нанотехнологий в биологии и медицине. Подходы к получению искусственных наноструктур на основе биомолекул. Разработка и анализ лекарственных препаратов. Доставка лекарственных препаратов и генов внутрь клеток. Использование нанотехнологий для улучшения стоматологического и хирургического инструментария

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 образования в сотрудничестве	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-1 - Демонстрировать понимание методов получения неорганических, органических веществ и материалов, полимеров и полимерных пленок, композиционных и наноматериалов

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Химия и технология наноразмерных неорганических материалов

Электронные ресурсы (издания)

1. Рамбиди, Н. Г.; Физические и химические основы нанотехнологий : курс лекций.; Физматлит,

Москва; 2009; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76611 (Электронное издание)

2. Гусев, А. И.; Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии : монография.; Физматлит, Москва; 2009; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68859 (Электронное издание)

3. Елисеев, А. А.; Функциональные наноматериалы : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2010; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68876 (Электронное издание)

4. , Шустиков, А. А., Ханнинк, Р., Хилл, А.; Наноструктурные материалы : монография.; РИЦ Техносфера, Москва; 2009; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115678 (Электронное издание)

5. ; Наноматериалы: свойства и перспективные приложения : монография.; Научный мир, Москва; 2014; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468346 (Электронное издание)

Печатные издания

1. Гусева, А. Ф.; Методы получения наноразмерных материалов : учеб. пособие для вузов.; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2008 (97 экз.)

2. Суздалев, И. П.; Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов; [КомКнига], Москва; 2006 (3 экз.)

3. Пул, Ч., Головин, Ю. И., Лучинин, В. В.; Нанотехнологии : учеб. пособие для вузов.; Техносфера, Москва; 2005 (22 экз.)

4. Раков, Э. Г.; Неорганические наноматериалы : учебное пособие для вузов.; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; [2013] (5 экз.)

5. Бокштейн, Б. С.; Диффузия атомов и ионов в твердых телах; МИСИС, Москва; 2005 (51 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Springer Materials https://materials.springer.com/

Web of Science http://apps.webofknowledge.com/

ScienceDirect Freedom Collection http://www.sciencedirect.com/

eLibrary ООО Научная электронная библиотека http://elibrary.ru

Wiley Journal Database http://onlinelibrary.wiley.com/

«Нанометр» — нанотехнологическое сообщество http://www.nanometer.ru/

Сайт о нанотехнологиях https://www.nanonewsnet.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

Углеродные наноструктуры». Информационно-библиографическая база данных http://www.ioffe.ru/db_vul/

Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов https://thesaurus.rusnano.com/

Физико-химическая энциклопедия: m-protect.ru/wiki/

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Химия и технология наноразмерных неорганических материалов

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	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	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Лабораторные занятия	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
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	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
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Не требуется

6	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Методы исследования структуры и физико-химических свойств неорганических соединений

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кочетова Надежда Александровна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	Кафедра физической химии
2	Селезнева Надежда Владимировна	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	Кафедра физики конденсированного состояния и наноразмерных систем
3	Шарафутдинов Альберт Рашитович	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	Кафедра физической химии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № _2_ от _30.01.2023_ г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Кочетова Надежда Александровна, Доцент, физической и неорганической химии**
- **Селезнева Надежда Владимировна, Доцент, физики конденсированного состояния и наноразмерных систем**
- **Шарафутдинов Альберт Рашитович, Доцент, физической и неорганической химии**

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	Электропроводность в твердых телах. Измерения методом импедансной спектроскопии.	Ионная и электронная проводимости в твёрдых телах. Зависимость от температуры и парциального давления летучего компонента. Измерение проводимости на постоянном и переменном токе с привлечением импедансной спектроскопии в зависимости от температуры, парциальных давлений кислорода и паров воды в газовой фазе. Понятие импеданса, адмиттанса. Способы измерения импеданса. Виды электрохимических ячеек. Моделирование электрохимического импеданса. Спектры импеданса электронных, ионных проводников. Импеданс поверхностных слоев. Импеданс монокристаллов. Изучение электрохимических процессов с применением импедансной спектроскопии. Модели поликристалла и определение на их основе внутри- и межкристаллической электропроводности. Проблемы интерпретации электрохимического импеданса.
2	Электрохимические цепи и устройства.	1. Электроды твердофазных электрохимических ячеек. Требования к электродам. Классификация электродов: по фазовому состоянию потенциалобразующего компонента; по обратимости электродов, по характеру проводимости (с ионной проводимостью, с электронной проводимостью). Обратимые электроды с электрохимически-активным компонентом в свободном и связанном состоянии. Материалы электродов.

		2. ЭДС гальванических цепей. Электролиты с чисто ионной проводимостью. Формула Нернста. Влияние механизма переноса ионов на ЭДС цепи. Использование электролитов, не содержащих общего с электродом компонента. ЭДС ячеек с материалами, обладающими смешанной электронно-ионной проводимостью. Формула Вагнера. Уравнение Шмальцрида. Химические цепи. Давление и активность компонентов. aO2 - чувствительность газовой среды, её зависимость от активности кислорода. Измерение ЭДС. 3. Числа переноса. Методы определения суммы и парциальных чисел переноса. Метод Турбандта, возможности и недостатки. Метод ЭДС (кислородный или пароводяной гальванические элементы). Использование ионных и электронных зондов. Метод ЭДС с активной нагрузкой. Поляризационные методы. Методы Хебба-Вагнера, его возможности; принципы организации ячеек. Метод парциальных проводимостей. Расчёт чисел переноса из диффузионных данных. Оценка чисел переноса из зависимости электропроводности от давления кислорода. Кислородопроницаемость в оксидных материалах со смешанной электронно-ионной проводимостью. 4. Твёрдые электролиты в термодинамических исследованиях. Связь ЭДС цепи с термодинамическими параметрами реакций. Изучение термодинамики твердофазных реакций. Определение отклонения от стехиометрии методом кулонометрического титрования. 5. Технические применения твёрдых электролитов. Датчики парциального давления, принципы их работы. Материалы и конструкции потенциометрических датчиков. -зонды. Датчики с диффузионным каналом, принцип действия. Газовые датчики с меняющейся проводимостью, выбор материала датчика. Датчики оксидов серы, азота и углерода. Электрокатализ на твёрдых электролитах. Селективность. Нефарадеевские процессы при катализе. Топливные элементы, принцип работы. Эффективность по напряжению топливного элемента. Высокотемпературный электролиз газов.
3	Экспериментальные направления в структурном анализе.	Метод полнопрофльного анализа. Количественный и качественный анализа с использованием ПО FullProf. Дифракция рентгеновского излучения на нанообъектах. Влияние размера областей когерентного рассеяния (ОКР) на полуширину рефлекса: характеристики дифрактометра и используемые оптические элементы; размер кристаллитов; микронапряжения; искажения решётки; ошибки упаковки; дислокации; антифазные домены; поверхностная релаксация; негомогенность химического состава твёрдых растворов; температурные факторы. Терморентгенография - методика осуществления рентгендифракционных исследований в широком интервале температур. Принципы термокристаллохимии. Методические приемы съемки экспериментальных данных in situ и результаты термических исследований теплового расширения и фазовых превращений.

		Программа VESTA для трехмерной визуализации структурных моделей, электронной плотности и морфологии кристаллов.

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 образования в сотрудничестве	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

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы исследования структуры и физико-химических свойств неорганических соединений

Электронные ресурсы (издания)

1. Федотьев, Н. П., Федотьев, Н. П.; Прикладная электрохимия; Государственное научно-техническое издательство химической литературы, Ленинград; 1962; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222574 (Электронное издание)

2. ; Электрохимия и химическая кинетика : учебное пособие.; Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), Казань; 2014; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427844 (Электронное издание)

3. Монина, Л. Н.; Рентгенография. Качественный рентгенофазовый анализ : учебное пособие.; Тюменский государственный университет, Тюмень; 2016; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=567437 (Электронное издание)

Печатные издания

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

2. Шаскольская, М. П.; Кристаллография : Учеб. пособие.; Высшая школа, Москва; 1984 (52 экз.)

3. Укше, Е. А.; Твердые электролиты; Наука, Москва; 1977 (4 экз.)

4. Стрекаловский, В. Н., Неуймин, А. Д.; Оксиды с примесной разупорядоченностью. Состав, структура, фазовые превращения; Наука, Москва; 1987 (3 экз.)

5. Вест, А., Антони Р., Кауль, А. Р., Куценок, И. Б., Третьяков, Ю. Д.; Ч. 2 : теория и приложения.; Мир, Москва; 1988 (5 экз.)

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

7. Чеботин, В. Н., Мурыгин, И. В., Перфильев, М. В.; Химическая диффузия в твердых телах; Наука, Москва; 1989 (6 экз.)

8. , Анимица, И. Е., Кочетова, Н. А., Нейман, А. Я.; Электрохимические методы исследования свойств материалов. Числа переноса носителей заряда и дифференциация проводимости на составляющие : метод. рук. по спец. курсу "Электрохимические методы исследования свойств материалов".; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2011 (100 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Springer Materials https://materials.springer.com/

Web of Science http://apps.webofknowledge.com/

ScienceDirect Freedom Collection http://www.sciencedirect.com/

eLibrary ООО Научная электронная библиотека http://elibrary.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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы исследования структуры и физико-химических свойств неорганических соединений

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

		Периферийное устройство	
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	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 Периферийное устройство	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	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 соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется