Подписано и утверждено в СЭД 29.03.2023 16:26:52ИД задачи 3025631

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
1161741	Структурная обусловленность транспортных свойств твердотельных 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 Структурная обусловленность транспортных свойств твердотельных материалов

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из пяти дисциплин, дающих фундаментальные представления о соединениях углерода и их производных. Дисциплины «Химия алифатических и циклических соединений» и «Химия ароматических и гетероциклических соединений» знакомят студентов с наиболее важными законами, связывающими строение и свойства органических веществ, путями синтеза соединений различных классов, а также с их применением в промышленности, сельском хозяйстве и в других областях человеческой деятельности. В применении органических соединений к живой природе дисциплина «Химические основы биологических процессов» раскрывает фундаментальные представления наук о жизни на глубоком естественнонаучном и философском уровне, дает возможность рассмотреть основные понятия и законы химии, применительно к живым системам возрастающей сложности. Дисциплина «Высокомолекулярные соединения» дает представления о научных основах методов получения полимеров, их структуре, физических и механических свойствах с использованием современных сведений теоретической химии. Лабораторный практикум по органической химии дает практические навыки работы с органическими веществами.

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	Ионика твердого тела	3
2	Структура и кристаллохимический дизайн неорганических соединений	6
	ИТОГО по модулю:	9

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
Ионика твердого тела	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-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-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 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-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-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 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-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 П-1 - Иметь опыт подготовки вспомогательной документации, раздаточных материалов, технического сопровождения при проведении научных мероприятий
Структура и кристаллохимический дизайн 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-1 - Демонстрировать понимание методов получения неорганических, органических веществ и материалов, полимеров и полимерных пленок, композиционных и наноматериалов П-1 - Владеть известными приемами и методами синтеза 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 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 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 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	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

	паспортизацию товарной продукции	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-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
Ионика твердого тела

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

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**

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. Твердое состояние.	Предмет и структура курса. История развития. Взаимосвязь со смежными отраслями знаний. Твердое состояние. Реальные кристаллы. Монокристаллы, поликристаллы, керамика. Идеальный кристалл. Дефекты кристаллической структуры. Равновесные и неравновесные дефекты. Точечные дефекты, электронное разупорядочение кристалла. Типы разупорядочения: Шоттки, Френкеля, анти-Френкеля. Химическая термодинамика кристалла с дефектами. Зависимость концентрации дефектов от температуры. Химические потенциалы атомов, ионов и дефектов. Квазихимические реакции. Правила записи. Представления об ионизации дефектов. Эффективные заряды. Энергия образования дефектов. Термическое равновесие дефектов. Аппроксимация по Броуэру. Равновесие "кристалл-газ". Диаграммы Крегера-Винка; ионное и электронное разупорядочение. Примесное разупорядочение кристаллов. Особенности применения квазихимического подхода к соединениям сложного состава. Представления Смита.

2	Ионика твердого тела. Явления переноса	Ионика твердого тела. История развития. Уральская школа высокотемпературной электрохимии ион-проводящих материалов, работы ученых университета. Элементы неравновесной термодинамики. Общие соотношения. Движущие силы, термодинамические соотношения. Принципы линейности и взаимности потоков. Кинетические коэффициенты. Основное уравнение переноса, статистический вывод. Анализ основного уравнения переноса.
3	Диффузия	Диффузия. Основные понятия. Движущие силы. Феноменологическое описание (законы Фика). Методы исследования. Метод меченых атомов. Масс-спектроскопия. Резонансные методы. Самодиффузия. Гетеродиффузия. Атомная теория самодиффузии. Механизмы. Диффузия атомов и дефектов. Микро- и макроскопический коэффициент диффузии. Метод случайных блужданий. Эффекты корреляции. Зависимость коэффициента диффузии от температуры, химического потенциала неметалла в газе и от содержания примесей. Необъемные механизмы и пути диффузии. Поверхность, границы зерен, межзеренные прослойки, фазовые включения. Модели Фишера и Уиппла. Химическая диффузия. Классификация. Примеры. Диффузия в гору. Внутрифазная и межфазная химическая диффузия. Методы исследования химической диффузии. Химический коэффициент диффузии, его физический смысл. Энергетика химической диффузии. Связь между параметрами само- и химической диффузии.
4	Электропроводность	Электропроводность. Миграция заряженных частиц. Подвижность носителей заряда: абсолютная, дрейфовая. Связь с коэффициентами самодиффузии. Соотношение Нернста-Эйнштейна. Причины невыполнения. Ионная проводимость в твердых телах. Методы измерения. Собственная и примесная проводимость. Зависимость от температуры. Электронная проводимость. Собственная и примесная проводимость. Зависимость от температуры. Квазисвободные и локализованные состояния электронов в расплавах и твердых телах. Поляронная проводимость. Поляроны большого и малого радиуса. Числа переноса носителей заряда. Зависимость от активности неметалла в газовой фазе.
5	Твердые электролиты	Твердые электролиты. Классификация. Электролитическая проводимость.

		Твердые электролиты с собственной разупорядоченностью, выбор моделей разупорядочения. Примесные электролиты. Оксидные электролиты. Зависимость проводимости от природы и концентрации примеси. Структурно-разупорядоченные фазы. Структурный аспект проводимости, термодинамическая трактовка. Анионные и катионные проводники. Концепция плавления подрешеток. Композитные электролиты (дисперсоиды). Примеры важнейших твердых электролитов. Теоретические модели ионного переноса. Представления о кооперативном характере переноса. Основные модели: перколяционная, свободных ионов, ионного полярона, доменная, туннельная. Основные факторы, определяющие проводимость: концентрация носителей, геометрические факторы, энергия связи и координационное число подвижных ионов, поляризуемость ионов.

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

Ионика твердого тела

Электронные ресурсы (издания)

1. Уваров, Н. Ф.; Химия твердого тела : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2019; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575292 (Электронное издание)

Печатные издания

1. Чеботин, В. Н., В. Н., В.Н., В.Н., В. Н., Козлова, В. И., Михайлов, А. Я.; Физическая химия твердого тела; Химия, Москва; 1982 (3 экз.)

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

3. Чеботин, В. Н.; Явления переноса в ионных кристаллах : учебное пособие для физических факультетов.; [б. и.], Свердловск; 1968 (1 экз.)

4. Чеботин, В. Н.; Явления переноса в ионных кристаллах : учебное пособие для физических факультетов.; [б. и.], Свердловск; 1968 (1 экз.)

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

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

7. Ярославцев, А. Б.; Химия твердого тела : [монография].; Научный Мир, Москва; 2009 (6 экз.)

8. Иванов-Шиц, А. К., Мурин, И. В.; Ионика твердого тела : В 2 т. Т. 1. ; Издательство Санкт-Петербургского университета, Санкт-Петербург; 2000 (3 экз.)

9. Иванов-Шиц, А. К., Мурин, И. В.; Ионика твердого тела : в 2 т. Т. 2. ; Издательство Санкт-Петербургского университета, Санкт-Петербург; 2010 (5 экз.)

10. Анимица, И. Е.; Материалы для водородной энергетики : учеб. пособие [для вузов].; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2009 (101 экз.)

11. , 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.)

12. Анимица, И. Е.; Протонный транспорт в сложных оксидах : [учебное пособие для студентов, обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры по направлению подготовки 020100 "Химия", по специальности 020201 "Фундаментальная и прикладная химия"].; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2014 (30 экз.)

13. Анимица, И. Е.; Квазихимическое описание процессов дефектообразования в оксидах : [учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 04.03.02. 04.04.02 "Химия, физика и механика материалов", по специальности 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2019 (3 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Не используются

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

Ионика твердого тела

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	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 требуется
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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Структура и кристаллохимический дизайн 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

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**

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	. Структурные типы простых и сложных оксидов.	Понятие координационных полиэдров. Способы соединения полиэдров в пространстве. Структуры оксидов как плотнейшие упаковки ионов кислорода. Геометрические критерии существования полиэдров. Структура простых оксидов. Структурные типы хлорида натрия, рутила, флюорита, антифлюорита, оксида рения, корунда, вюртцита, кварца, куприта. Реальные структуры оксидов элементов IVB, VB, VIB групп Периодической системы и структура оксидов типа Э2О3 для d- и f- элементов. Структура сложных оксидов. Структурные типы ильменита, шпинели, граната и шеелита. Структурный тип перовскита. Структуры, производные от перовскита: двойной перовскит, браунмиллерит, блочные структуры Раддлесдена-Поппера.
2	Кристаллоэнергетика оксидов.	Понятие энергия предпочтения. Оценка энергии предпочтения на основе теории кристаллического поля. Калориметрическое определение энергий предпочтения. Расчет энергий предпочтения из диаграмм состояния. Расчет энергий предпочтения ионов из термохимических данных. Обобщенная структурно-термодинамическая характеристика кис-лородного координационного полиэдра. Система согласованных энергий предпочтения в шпинелях. Уравнения регрессии для шпинелей и их использование для

		априорной оценки энергий пред-почтения. Энергетическая толерантность оксидов. Энергетические соотношения в перовскитах. Си-стема согласованных энергий предпочтения. Уравнения регрессии для перовскитов и их использование для априорной оценки энергий предпочтения. Энергетическая толерантность оксидов.
3	Принципы кристаллохимического дизайна неорганических соединений.	Факторы, обуславливающие формирование структур неорганических соединений: природа химической связи, координационные предпочтения, размерный фактор. Использование ионных радиусов для предсказания простейших структурных типов. Правила Полинга. Условия формирования структурного типа перовскита ABO3 (влияние размерного фактора, температура и давления). Политипизм перовскитоподобных структур. Структуры двойного перовскита (криолит, эльпасолит), реализация различных типов упорядочения в катионной подрешетке. Перовскитоподобные фазы со структурным разупорядочением в подрешетке кислорода AnBnO3n-m, структурный типа браунмиллерита A2B2O5. Катионодефицитные перовскиты. Изо- и гетеровалентные замещения в перовскитоподобных структурах. Гомологические ряды, образуемые структурами срастания. Факторы, определяющие возможность образования структур срастания.
4	Рентгеновские методы исследования структурных характеристик неорганических соединений.	Элементы кристаллографии. Геометрическое описание трансляционной решетки. Понятия и термины. Пространственные группы, их обозначение. Решетки Браве, базис решетки. Формулы структурной кристаллографии. Принципы плотнейшей упаковки. Политипия. Дифракционный эффект в кристалле. Физика рентгеновских лучей. Рентгеновские спектры. Тормозное и характеристическое излучения. Поглощение – способ взаимодействие рентгеновских лучей с веществом. Флуоресцентное рентгеновское излучение. Основы теории рассеяния на периодической атомной структуре. Рассеяние рентгеновских лучей. Атомная амплитуда. Рассеяние на элементарной ячейке. Структурная амплитуда. Рассеяние на кристалле. Интерференционная функция Лауэ. Интегральная интенсивность. Эффекты динамической теории.
5	Экспериментальные направления в структурном анализе.	Рентгендифракционная аттестация материалов. Расшифровка ранее неизвестной кристаллической структуры. Характеристики и возможности ПО Powder Cell. Компьютерное моделирование структур и дифракционных картин рассеяния рентгеновских лучей в ПО Powder Cell. Уточнение структурных параметров реальных объектов в ПО Powder Cell. Метод полнопрофильного анализа (метод Ритвельда), его математическое описание. Практические аспекты применения ПО FullProf для обработки дифракционных данных.

		Количественный фазовый анализ реальных объектов с использованием ПО FullProf. Определение размеров кристаллитов и микронапряжений в материалах с помощью ПО FullProf.

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 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-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

Структура и кристаллохимический дизайн неорганических соединений

Электронные ресурсы (издания)

1. Болдырев, А. К.; Кристаллография; ОНТИ НКТП СССР, Ленинград, Москва, Грозный, Новосибирск; 1934; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=230330 (Электронное издание)

2. Четверикова, А. Г.; Кристаллография : учебное пособие.; Оренбургский государственный университет, Оренбург; 2012; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=260745 (Электронное издание)

3. Батаев, И. А.; Кристаллография: обозначение и вывод классов симметрии : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2015; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438293 (Электронное издание)

4. Пугачев, В. М.; Кристаллохимия : учебное пособие.; Кемеровский государственный университет, Кемерово; 2013; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232461 (Электронное издание)

5. Басалаев, Ю. М.; Кристаллофизика и кристаллохимия : учебное пособие.; Кемеровский государственный университет, Кемерово; 2014; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278304 (Электронное издание)

Печатные издания

1. Шаскольская, М. П.; Кристаллография : Учебник.; Высшая школа, Москва; 1976 (25 экз.)

2. Павлинский, Г. В.; Основы физики рентгеновского излучения; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2007 (3 экз.)

3. Чупрунов, Е. В.; Кристаллография : учебник для вузов.; Физ.-мат. лит., Москва; 2000 (3 экз.)

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

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

6. 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.)

7. Ормонт, Б. Ф.; Структуры неорганических веществ; Государственное издательство технико-теоретической литературы, Москва; 1950 (2 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

Структура и кристаллохимический дизайн 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 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 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 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	Не требуется
5	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется

		Доска аудиторная	