

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
1161433	Неорганическое материаловедение

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Химия и физика новых функциональных материалов	Код ОП 1. 04.04.02/33.01
Направление подготовки 1. Химия, физика и механика материалов	Код направления и уровня подготовки 1. 04.04.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Зуев Андрей Юрьевич	доктор химических наук, доцент	профессор	кафедра 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 Неорганическое материаловедение

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль является модулем по выбору студента и состоит из дисциплин: «Избранные главы физической химии твердого тела», «Элементы теоретической неорганической химии». Задачей модуля является формирование у студентов знаний о теоретических основах строения вещества, принципах описания химической связи, теоретическими представлениями о неорганических материалах. Изучение модуля способствует пониманию закономерностей, присущих реальному строению кристаллических веществ с учетом разупорядочения структуры; позволяет применять современные методы исследования и моделирования для установления дефектной структуры твёрдых тел.

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	Избранные главы физической химии твердого тела	3
2	Элементы теоретической неорганической химии	3
ИТОГО по модулю:		6

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	
Постреквизиты и кореквизиты модуля	

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
Избранные главы физической химии твердого тела	ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и	З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов

<p>осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты</p>	<p>П-1 - Иметь опыт проведения фундаментальных и прикладных исследований, модельных или реальных экспериментов с использованием современной методологии, методов, оборудования и техники</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p>
<p>ОПК-3 - Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области</p> <p>П-1 - Формулировать обоснованные заключения и выводы по результатам анализа научной литературы, собственных экспериментальных данных и расчетно-теоретических работ</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умения анализировать и обобщать информацию, делать логические умозаключения</p>
<p>ПК-1 - Способен проводить синтез и комплексные исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, модифицировать имеющиеся экспериментальные методики, выбирая оптимальный способ решения поставленной задачи</p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение и возможности модифицирования методов синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов</p> <p>У-1 - Выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Составлять общий план научно-исследовательской работы и детальные планы ее отдельных стадий</p> <p>П-1 - Иметь опыт выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p>

<p>ПК-2 - Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии, физики и/или смежных наук</p>	<p>З-1 - Представлять возможности существующих поисковых систем и электронных библиотек, используемые для поиска химической, в том числе патентной информации</p> <p>У-1 - Анализировать и обобщать результаты информационного/патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии физики и/или смежных наук</p>
<p>ПК-3 - Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии и физики</p>	<p>З-1 - Представлять актуальные направления теоретических и экспериментальных исследований и областей практического применения результатов в выбранной области химии и физики</p> <p>У-1 - Определять возможные направления развития теоретических и экспериментальных работ и перспективы практического применения полученных результатов в своей профессиональной области</p> <p>У-2 - Систематизировать информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализировать ее и сопоставлять с литературными данными</p> <p>П-1 - Иметь опыт прогнозирования направления собственных исследований с учетом практического применения результатов</p>
<p>ПК-4 - Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР</p>	<p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов организации и планирования материально-технического сопровождения НИР и НИОКР</p> <p>У-1 - Предлагать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР</p> <p>У-2 - Планировать отдельные стадии и работу в целом, организовать материально-техническое сопровождение прикладных НИР и НИОКР</p> <p>П-1 - Иметь опыт выбора методов решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР с учетом глобальных вызовов и неопределенностей</p>

Элементы теоретической неорганической химии	ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов</p> <p>У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований</p> <p>Д-2 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</p>
	ОПК-3 - Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области</p> <p>У-1 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов, корректно интерпретировать их для формулирования заключений и выводов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умения анализировать и обобщать информацию, делать логические умозаключения</p>
	ПК-1 - Способен проводить синтез и комплексные исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, модифицировать имеющиеся экспериментальные методики, выбирая оптимальный способ решения поставленной задачи	<p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов планирования научно-исследовательской работы</p> <p>У-1 - Выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Составлять общий план научно-исследовательской работы и детальные планы ее отдельных стадий</p> <p>П-2 - Иметь опыт планирования НИР в целом и отдельных стадий НИР</p>
	ПК-2 - Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области	<p>У-1 - Анализировать и обобщать результаты информационного/патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии физики и/или смежных наук</p> <p>П-1 - Иметь опыт работы с поисковыми системами, электронными библиотеками,</p>

	химии, физики и/или смежных наук	базами данных по химии, физике и смежным областям
	ПК-3 - Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии и физики	<p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов анализа и систематизации результатов НИР и НИОКР</p> <p>У-1 - Определять возможные направления развития теоретических и экспериментальных работ и перспективы практического применения полученных результатов в своей профессиональной области</p> <p>У-2 - Систематизировать информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализировать ее и сопоставлять с литературными данными</p> <p>П-2 - Иметь опыт анализа полученных экспериментальных и/или теоретических результатов собственного исследования в сравнении с литературными данными</p>
	ПК-4 - Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения технологических задач</p> <p>У-1 - Предлагать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР</p> <p>У-2 - Планировать отдельные стадии и работу в целом, организовать материально-техническое сопровождение прикладных НИР и НИОКР</p> <p>П-2 - Иметь опыт планирования отдельных стадий НИР и НИОКР и работы в целом, материально-технического сопровождения прикладных НИР и НИОКР</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Избранные главы физической химии
твёрдого тела

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Зуев Андрей Юрьевич	доктор химических наук, профессор	Профессор	физической и неорганической химии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 2 от 30.01.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Зуев Андрей Юрьевич, 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. Предмет и задачи дисциплины. Элементы кристаллохимии.	Предмет курса, его связь с наукой и практикой. Особенности кристаллического состояния вещества. Процессы упорядочения и разупорядочения в веществе. Химическая связь в кристаллах. Основные понятия и определения. Операции и элементы симметрии. Пространственная решетка. Трансляция, вектор трансляции и период трансляции. Точечные группы (классы) симметрии. Пространственные группы симметрии. Решётки Бравэ. Источники рентгеновского излучения. Уравнение Брэгга – Вульфа. Рентгеновский фазовый и структурный анализ. Метод Ритвельда.
2	Термодинамика кристаллов. Сумма по состояниям и её связь с термодинамическими функциями. Термодинамические свойства идеального кристалла. Структурные дефекты кристаллической решётки. Термодинамика кристалла с дефектами. Квазихимический метод описания реальной (дефектной) структуры кристалла. Полное термическое равновесие дефектов в кристалле.	Молекулярная и статистическая сумма по состояниям. Определение и связь с наиболее важными термодинамическими свойствами: внутренней энергией, теплоёмкостью, энтропией, функциями Гельмгольца и Гиббса. Идеальный кристалл, как система гармонических осцилляторов. Расчет статистической суммы по состояниям идеального кристалла. Внутренняя энергия, энтропия, функции Гельмгольца и Гиббса идеального кристалла. Теплоёмкость идеального кристалла. Модели Эйнштейна и Дебая. Определение и классификация типов структурных дефектов. Точечные дефекты, линейные дефекты, двумерные дефекты, трёхмерные дефекты. Сумма по состояниям дефектного кристалла. Термическое равновесие кристалла. Химический потенциал точечного дефекта. Номенклатура точечных дефектов по Крёгеру-Винку. Структурно чувствительные

	Равновесие твёрдое тело – газ.	свойства кристаллов. Правила записи квазихимических уравнений. Закон действия масс в применении к квазихимическим реакциям. Донорные и акцепторные дефекты. Термодинамическое описание термического равновесия дефектов в произвольном кристалле. Метод Броуэра. Применение метода Броуэра к анализу равновесия кристалла с окружающей газовой фазой. Влияние примесей на равновесие дефектов в кристалле.
3	Методы исследования термодинамики процессов в твёрдом теле и дефектной структуры. Калориметрия. Метод ЭДС. Термогравиметрия. Кулонометрическое титрование. Исследование электропроводности.	Исследование твердофазных реакций. Теоретические основы метода ЭДС, конструкция измерительной ячейки. Определение термодинамической стабильности оксидов в атмосферах с различным содержанием кислорода. Термогравиметрия для изучения кислородной нестехиометрии оксидов в зависимости от температуры и парциального давления кислорода. Восстановление оксидов в токе водорода. Кулонометрия, как наиболее прецизионный метод изучения кислородной нестехиометрии в зависимости от парциального давления кислорода и температуры. Переход из относительной шкалы нестехиометрии в абсолютную. Определение парциально-молярных свойств кислорода в оксидах. Конструкция измерительной ячейки.
4	Использование зависимости различных свойств оксидов от парциального давления кислорода и температуры для анализа дефектной структуры.	Зависимости общей электропроводности и кислородной нестехиометрии от парциального давления кислорода при постоянной температуре в применении к анализу дефектной структуры. Основные приёмы и методы анализа дефектной структуры.
5	Практическое приложение физической химии твёрдого тела.	Физическая химия твёрдого тела в науке и технике: мембраны для парциального окисления газов, катализаторы, твердооксидные топливные элементы, датчики парциального давления газов.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Избранные главы физической химии 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. Вест, Антони Р., А. Р.; Химия твердого тела. Теория и приложения : В 2 ч. : Пер. с англ. Ч. 1. ; Мир,

Москва; 1988 (10 экз.)

2. Жуковский, В. М., Конев, В. Н.; Введение в химию твердого тела : учеб. пособие.; Изд-во Урал. гос. ун-та, Свердловск; 1978 (40 экз.)

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

4. Жуковский, В. М.; Термодинамика и кинетика реакций в твердых телах : Учеб. пособие. Ч. 1. ; Издательство Уральского университета, Свердловск; 1987 (58 экз.)

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

6. Чеботин, В. Н., Козлова, В. И., Михайлов, А. Я.; Физическая химия твердого тела; Химия, Москва; 1982 (23 экз.)

7. Ковтуненко, П. В.; Физическая химия твердого тела: Кристаллы с дефектами : Учеб. для вузов по спец. "Хим. технология материалов и изделий электрон. техники".; Высш.шк., Москва; 1993 (14 экз.)

8. Третьяков, Ю. Д.; Твердофазные реакции; Химия, Москва; 1978 (7 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

American Chemical Society

eLibrary

ООО Научная электронная библиотека

Elsevier

ScienceDirect Freedom Collection

Scopus

SpringerLink

Springer Nature

Web of Science Core Collection

Web of Science

Материалы для лиц с ОВЗ

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

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Избранные главы физической химии твердого тела

Сведения об оснащении 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 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	OriginPro Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Maple 11
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	OriginPro Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Maple 11
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	OriginPro Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Maple 11
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	OriginPro Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Maple 11

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Элементы теоретической неорганической
химии

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	физической и неорганической 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	Современные представления о периодическом законе и Периодической системе элементов	<p>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.</p> <p>Этапы развития научных представлений о структуре нижней границы Периодической системы Д.И. Менделеева. Химический этап. Развитие Периодической системы химических элементов в области её верхней границы.</p> <p>Периодичность изменения свойств элементов. 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.</p>

2	Химическая связь и ее характеристики	<p>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.</p> <p>Соотношение энергий. Соотношение между энергиями атомизации, разрыва молекул на атомы и энергиями фазовых переходов (сублимация, испарение, плавление, модификационные переходы), его смысл.</p> <p>Методы расчета и оценки энергии связей. Степень ионности связей, ее оценка по Полингу, Филлипсу, Брауну-Шэннону.</p> <p>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. Полярзуемость атомов и ионов. Теория поляризации.</p>
3	Кристаллическое строение вещества	<p>Размерные характеристики атомов, ионов, молекул. Радиус иона, причины неопределенности понятия и размерных характеристик. Системы радиусов ионов.</p> <p>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.</p> <p>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 $\text{Э}_2\text{O}_3$ для d- и f-элементов. Структурные типы сложных оксидов: структуры перовскита, шпинели, граната и шеелита.</p> <p>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.</p>

4	Кристаллоэнергетика оксидов	Кристаллоэнергетика оксидов, подход Резницкого. Понятие энергии предпочтения. Калориметрическое определение энергий предпочтения. Расчет энергий предпочтения из диаграмм состояния. Расчет энергий предпочтения ионов из термодинамических данных. Обобщенная структурно-термодинамическая характеристика кислородного координационного полиэдра. Система согласованных энергий предпочтения в шпинелях. Уравнения регрессии для шпинелей и их использование для априорной оценки энергий предпочтения. Энергетические соотношения в перовскитах. Система согласованных энергий предпочтения. Уравнения регрессии для перовскитов и их использование для априорной оценки энергий предпочтения. Энергетическая толерантность оксидов.
5	Кристаллохимический дизайн неорганических соединений	Принципы кристаллохимического дизайна неорганических соединений на примере структурного типа перовскита. Факторы, обуславливающие формирование структур неорганических соединений: природа химической связи, координационные предпочтения, размерный фактор. Условия формирования структурного типа перовскита АВО ₃ (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 AnBnO _{3n-m} , структурный типа браунмиллерита A ₂ B ₂ O ₅ . Катионодефицитные перовскиты. Изо- и гетеровалентные замещения в перовскитоподобных структурах. Гомологические ряды, образуемые структурами срastания. Факторы, определяющие возможность образования структур срastания.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Элементы теоретической неорганической химии

Электронные ресурсы (издания)

1. Менделеев, Д. И.; Периодический закон : сборник научных трудов.; Издательство Академии Наук СССР, Москва; 1958; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427193> (Электронное издание)
2. 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. Дей, К. М., Клайд М., Иванова, Е. К., Астахов, К. В.; Теоретическая неорганическая химия; Химия, Москва; 1976 (12 экз.)
2. Дей, К. М., Клайд М., Лидин, Р. А., Селиванова, А. С., Иванова, Е. К., Астахов, К. В.; Теоретическая неорганическая химия; Химия, Москва; 1969 (21 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.php?page=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

Элементы теоретической неорганической химии

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения

1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
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 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	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 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
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 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Не требуется