

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
1159473	Кристаллохимия

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Нанотехнологии и микросистемная техника	Код ОП 1. 28.03.01/33.01
Направление подготовки 1. Нанотехнологии и микросистемная техника	Код направления и уровня подготовки 1. 28.03.01

Программа модуля составлена авторами:

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

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Кристаллохимия

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль направлен на формирование и закрепление знаний в области физической химии, которые необходимы при исследовании наноматериалов, и дает представление о законах формирования и описания кристаллической структуры, связи между свойствами и строением вещества.

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	Кристаллохимия	3
ИТОГО по модулю:		3

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Основы современной химии 2. Теоретические основы профессиональной деятельности
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
Кристаллохимия	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей	З-1 - Привести примеры основных закономерностей развития природы, человека и общества З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний

	<p>развития природы, человека и общества</p>	<p>У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p> <p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p>
	<p>ПК-1 - Способен проводить экспериментальные исследования по получению и измерению характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники</p>	<p>З-2 - Сделать обзор научно-технической информации по поставленной профессиональной задаче для оптимального планирования экспериментального исследования</p> <p>У-2 - Систематизировать полученные экспериментальные результаты</p>
	<p>ПК-2 - Способен проводить анализ результатов измерений параметров наноматериалов и наноструктур и готовить научно-технические отчеты</p>	<p>З-1 - Определить методы обработки и анализа результатов измерений</p> <p>У-2 - Правильно интерпретировать результаты проведенных измерений</p> <p>У-3 - Соотносить результаты измерений с современным мировым состоянием дел в области нанотехнологий на основе актуальных литературных данных</p> <p>П-1 - Сделать вывод о параметрах наноматериалов и наноструктур на основе анализа результатов измерений</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Кристаллохимия

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

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

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 3 от 17.03.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

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

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

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

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

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

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение	Особенности кристаллического состояния вещества. Процессы упорядочения и разупорядочения в веществе. Закон постоянства углов.
2	Элементы геометрической кристаллографии	Операции и элементы симметрии. Символы Грота (формулы симметрии), международные символы и символы Шенфлиса. Принцип Кюри. Стереографическая и гномостереографическая проекции. Основные (порождающие) и порожденные элементы симметрии. Шесть основных теорем о сочетании. Обратные теоремы. Пространственная решетка. Трансляция, вектор трансляции и период трансляции. Бесконечная пространственная решетка. Одномерные ряды. Плоские сетки. Операции и элементы симметрии пространственных решеток. Точечные группы (классы) симметрии. Пространственные группы симметрии. Соотношение между точечными и пространственными группами симметрии. Категории симметрии. Сингонии. Правила кристаллографической установки. Требования к выбору элементарных решеток. Примитивные (ромбоэдрические), базо- или бокоцентрированные, объемоцентрированные, гранецентрированные решетки. Описание координат узлов, положение рядов и плоскостей. Индексы Миллера. Межплоскостное расстояние и ретикулярная плотность.

3	Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ	Источники излучения. Сплошной и характеристический спектры. Поглощение и рассеяние рентгеновского излучения. Монохроматизация, подбор фильтров, регистрация рентгеновского излучения. Уравнения Лауэ. Уравнение Брэгга - Вульфа. Методы рентгенографии: метод Лауэ, метод вращения, метод порошка. Регистрация дифракционных лучей. Качественный РФА. Справочная литература. Базы данных (JCPDS, PDF-2, ICDD). Количественный РФА: фундаментальное уравнение, метод внутреннего стандарта, метод добавляемой фазы, прямой метод. Индексирование рентгенограмм. Определение параметров элементарной ячейки.
4	Основные положения кристаллохимии	Химические связи в кристаллах. Ионная связь. Энергия кристаллической решетки. Ковалентная связь. Метод МО ЛКАО. Кристаллы с ковалентной связью. Правило Юм-Розери. Металлическая связь. Этапы развития теории металлической связи. Молекулярные кристаллы. Ориентационные, индукционные и дисперсионные взаимодействия. Энергии связи в молекулярных кристаллах. Систематика кристаллических структур по типу связи. Эффективные радиусы атомов и ионов. Критерий Ланде. Система Гольдшмидта. Система Шеннона и Прюита. Плотнейшие упаковки и полиэдрические модели. Правила Полинга. Связь между отношением ионных радиусов, координационным числом и типом полиэдра. Валентные усилия связей. Изоструктурность и изотипия. Изоморфизм, типы изоморфизма, условия проявления, правила изоморфизма, модели твердых растворов, правила Вегарда, дефектность кристаллической решетки. Полиморфизм. Типы и правила изоморфизма. Фазовые переходы I и II рода. Примеры систематической кристаллохимии.

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-1 - Способен проводить экспериментальные исследования по получению и измерению характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	3-2 - Сделать обзор научно-технической информации по поставленной профессиональной задаче для оптимального планирования экспериментального исследования У-2 - Систематизировать

				ь полученные экспериментальные результаты
--	--	--	--	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Кристаллохимия

Электронные ресурсы (издания)

1. Бокий, Г. Б.; Практический курс рентгеноструктурного анализа : монография.; Издательство МГУ, Москва; 1951; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=475622> (Электронное издание)
2. Бокий, Г. Б.; Рентгеноструктурный анализ : монография.; Издательство МГУ, Москва; 1964; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=475623> (Электронное издание)
3. Келли, А., А., Шаскольский, М. П.; Кристаллография и дефекты в кристаллах; Мир, Москва; 1974; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447893> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Бокий, Г. Б.; Практический курс рентгеноструктурного анализа; Изд-во Моск. ун-та, Москва; 1951 (3 экз.)
2. Шаскольская, М. П.; Кристаллография : Учеб. пособие.; Высшая школа, Москва; 1984 (52 экз.)
3. Егоров-Тисменко, Ю. К.; Кристаллография и кристаллохимия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Геология".; КДУ, Москва; 2010 (99 экз.)
4. Петров, А. Н.; Кристаллохимия твердого состояния : учебное пособие.; Уральский государственный университет, Свердловск; 1987 (14 экз.)
5. Жуковский, В. М., Буянова, Е. С.; Задачник по кристаллохимии : Метод. указания по реш. задач по кристаллохимии.; Изд-во Урал. гос. ун-та, Екатеринбург; 2000 (84 экз.)
6. Ормонт, Б. Ф., Глазов, В. М.; Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников : Учеб. пособие для вузов.; Высш. шк., Москва; 1982 (16 экз.)
7. Горелик, С. С., Расторгуев, Л. Н., Скаков, Ю. А.; Рентгенографический и электронно-оптический анализ : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям 550500-Металлургия, 651300-Металлургия, 651800-Физ. материаловедение.; МИСИС, Москва; 2002 (38 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

- Электронная библиотека УрФУ [<https://opac.urfu.ru>]
- Электронный научный архив УрФУ [<https://elar.urfu.ru>]
- Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ [<https://study.urfu.ru>]
- Зональная научная библиотека УрФУ [<https://lib.urfu.ru>]
- Реферативно-поисковая база данных Scopus [<http://www.scopus.com>]
- Реферативно-поисковая база данных Web of Science [<https://www.webofscience.com/>]
- Научная электронная библиотека издательства Springer [<https://link.springer.com>]

Научная электронная библиотека eLibrary [<https://elibrary.ru>]

Базы стандартных рентгенографических данных открытого доступа:

COD: Open-access database [<http://www.crystallography.net/cod/>]

BCS: Bilbao Crystallographic Server of crystallographic symmetry information [<http://www.cryst.ehu.es/#retrievaltop>]

AMCSD: American Mineralogist Crystal Structure Database [<http://rruff.info/AMS/amcsd.php>]

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

Российская государственная библиотека. [<http://www.rsl.ru>]

Государственная публичная научно-техническая библиотека России. [<http://www.gpntb.ru>]

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Кристаллохимия

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 Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	OriginPro Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM