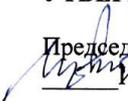


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 25.04.2024 17:06:33  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**УТВЕРЖДАЮ**

Председатель КСН  
 И. М. Ковенский

« 30 » 08 2021г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины: Основы кристаллохимии

направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы

направленность (профиль) Наноматериалы

форма обучения: очная

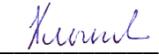
Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 30.08.2021 г. и требованиями ОПОП ВО по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы, направленность (профиль) Наноматериалы к результатам освоения дисциплины Основы кристаллохимии.

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры «Общей и физической химии»

Протокол № 1 от «30» августа 2021 г.

И.о. заведующего кафедрой ОФХ  Н. М. Хлынова

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего кафедрой ОФХ  Н.М. Хлынова

Рабочую программу разработал:  
Исмагилова А.В., доцент, к.х.н.



А. В. Исмагилова

## 1. Цели и задачи изучения дисциплины

Целью изучения данной дисциплины является формирование представлений об основах теории симметрии кристаллов и элементах теории рентгеновской дифракции, об основных понятиях и категориях теоретической кристаллохимии, знакомство с базовыми структурным типам неорганических соединений.

Задачи дисциплины:

- изучение принципов современных методов моделирования и предсказания кристаллических структур и их физических свойств;
- обучение студентов приемам грамотной кристаллохимической интерпретации минералообразующих и геохимических процессов;

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Основы кристаллохимии относится к блоку элективных дисциплин учебного плана.

Дисциплина Основы кристаллохимии необходимы обучающимся данного направления подготовки для усвоения знаний по следующим дисциплинам: Методы контроля и качества наноматериалов; Преддипломной практики.

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Осуществляет выбор актуальных российских и зарубежных источников, а также поиск, сбор и обработку информации, необходимой для решения поставленной задачи.	Знать: 31 пути поиска информационных источников Уметь: У1 работать с базами данных о симметрии и строении кристаллических материалов, минералов и горных пород; Владеть: В1 основными принципами и способами определения внутреннего строения
	УК-1.2. Систематизирует и критически анализирует информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи	Знать: 32. каким образом систематизировать информацию полученную из разных источников Уметь: У2 формулировать научные гипотезы при обсуждении литературных и собственных данных Владеть: В2 методиками системного подхода к решению задач по кристаллохимии
	УК-1.3. Использует методики системного подхода при решении поставленных задач	Знать: 33 как строить кристаллографическую проекцию, описывать кристаллические структуры с точки зрения теоретической кристаллохимии Уметь: У3 выполнять стандартные действия (определять элементы симметрии молекул, многогранников и кристаллических структур Владеть: В3 методиками определения связи строения с физическими свойствами веществ и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках дисциплины, кристаллохимия.
ПКС-1. Прогнозировать влияние микро- и наномасштаба на механические, физические, химические и другие свойства веществ и материалов	ПКС-1.1. Прогнозирует вклад микро- и наномасштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов	Знать: 34 влияние микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов Уметь: У4 прогнозировать вклад микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов Владеть: В4 навыками прогнозирования вклада микро- и наномасштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов.
	ПКС-1.2. Прогнозирует структуру и свойства наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размернозависимых эффектах	Знать: 35 структуру и свойства наноматериалов Уметь: У5 прогнозировать структуры и свойства наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размернозависимых эффектах Владеть: В5 навыками прогнозирования структуры и свойства

		наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размерно-зависимых эффектах.
ПКС-2. Выбирать основные типы наноматериалов и наносистем различной природы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности	ПКС-2.1. Управляет структурой и свойствами металлических и неметаллических материалов путем выбора оптимальных условий эксплуатации	Знать: 36 структуру и свойства металлических и неметаллических материалов Уметь: У6 управлять структурой и свойствами металлических и неметаллических материалов Владеть: В6 навыками выбора оптимальных условий эксплуатации.
	ПКС-2.2. Выбирает основные типы наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, надежности и долговечности	Знать: 37 основные типы наноматериалов и наносистем Уметь: У7 выбирать основные типы наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности Владеть: В7 навыками выбора основных типов наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности.

#### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.		Самостоятельная работа/контроль, час	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Лабораторные занятия		
Очная	4/7	16	30	35/27	Экзамен

#### 5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины.

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС час.	Контроль	Всего час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр	Лаб					
1	1	Введение. Предмет, задачи и основные понятия кристаллохимии.	2	-	-	2		4	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3 ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-2.1, ПКС-2.2	Письменный опрос
2	2	Группы симметрии и структурные классы	4	-	8	4		10		письменный опрос
3	3	Основы рентгеноструктурного анализа	2	-	8	4		10		письменный опрос
4	4	Основные понятия кристаллохимии	2		-	4		10		письменный опрос
5	5	Основные категории теоретической кристаллохимии	2	-	6	7		8		Письменный опрос коллоквиум
6	6	Важнейшие структурные типы	2	-	6	7		14		Коллоквиум
7	7	Прикладные аспекты кристаллохимии	2	-	2	7		9		Письменный опрос, реферат
		Промежуточная аттестация					27	27	Вопросы к экзамену	
		<b>Итого</b>	16		30	35	27	108		

## 5.2. Содержание дисциплины

### 5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

#### Раздел 1. Предмет, задачи и основные понятия кристаллохимии

Предмет и задачи кристаллохимии. Кристаллохимия как часть химии и как метод исследования химических веществ. Кристаллическое вещество и его основные свойства (однородность, анизотропия, способность к самоограничению, симметрия). Основные законы кристаллографии: законы Стенона и Гаюи.

#### Раздел 2. Группы симметрии и структурные классы

Понятия о симметрии. Закрытые операции и элементы симметрии. Взаимодействие элементов симметрии. 32 вида симметрии. Понятие точечной группы, их классификация, изображение на стереографической проекции. Кристаллографические координатные системы. Международные обозначения классов симметрии (символика Германа-Могена) и символы Шенфлиса. Простые формы кристаллов. Трансляционная симметрия и кристаллическая решетка, параметры элементарной ячейки. Кристаллографические категории и сингонии. Типы решеток (типы Бравэ). Индексы кристаллографических направлений и кристаллографических плоскостей в решетке. Открытые элементы симметрии. Винтовые оси, плоскости скользящего отражения, их обозначения по Герману-Могену и их действие. Взаимодействие закрытых и открытых операций симметрии кристалла между собой и с трансляциями решетки. Пространственные (федоровские) группы симметрии, их классификация и обозначение. Симморфные и несимморфные группы. Общие и частные правильные системы точек. Интернациональные таблицы и содержащаяся в них информация о пространственных группах.

#### Раздел 3. Основы рентгеноструктурного анализа

Дифракция рентгеновских лучей на кристалле, принцип работы и спектр рентгеновской трубки. Тормозное излучение и характеристические линии. Уравнение Брегга-Вульфа. Межплоскостные расстояния и индексы рефлексов. Связь индексов Миллера с межплоскостными расстояниями, расчет параметров элементарной ячейки. Порошковые дифрактограммы в рентгенофазовом анализе, относительные интенсивности рефлексов. Банк порошковых данных ICDD и содержащаяся в нем информация.

#### Раздел 4. Основные понятия кристаллохимии

Типы химической связи в кристаллах. Ионная модель кристалла и энергия решетки. Уравнение Борна-Ланде и Борна-Майера. Цикл Борна-Габера. Ковалентные кристаллы. Правило Юм-Розери. Молекулярные кристаллы. Металлические кристаллы. Описание структур в терминах плотнейших шаровых упаковок (ПШУ). Координационные числа и пустоты в ПШУ. Слоистость ПШУ. Координационный полиэдр и координационное число. Кристаллохимические радиусы атомов. Металлические, ковалентные, ионные радиусы, Ван-дер-ваальсовы радиусы. Систематика кристаллических структур по типу связи. Гомо- и гетеродесмичные структуры. Характер кристаллической структуры. Координационные, островные, цепочечные, слоистые, каркасные структуры.

#### Раздел 5. Основные категории теоретической кристаллохимии

Морфотропия. Критерии устойчивости структурного типа. Правила Магнуса-Гольдшмидта, Полинга (ионные кристаллы). Правила Юма-Розери, Грима-Зоммерфельфа, Пирсона (ковалентные кристаллы). Структурная гомология. Фазы вычитания и внедрения. Псевдосимметрия. Производные и вырожденные структуры. Полиморфизм и политипизм. Классификация полиморфизма. Фазовые переходы. Механизм полиморфных превращений. Изоморфизм. Типы изоморфизма. Правила изоморфизма. Твердые растворы замещения, внедрения и вычитания. Дефекты в кристаллах. Классификация дефектов. Точечные дефекты. Вакансии и межузельные атомы. Дефекты Шоттки и Френкеля. Понятие дислокации. Геометрические свойства дислокаций.

## Раздел 6. Важнейшие структурные типы неорганических веществ.

Простые вещества. Кристаллические структуры простых веществ – неметаллов. Изменение характера структуры в группах Периодической системы, сравнение структур, относящихся к разным группам (правило октета). Общая характеристика кристаллических структур бинарных соединений. Кристаллические структуры интерметаллических соединений. Кристаллические структуры бинарных соединений АХ, описываемые в терминах ПШУ (анионные упаковки и кладки). Общая характеристика кристаллических структур бинарных соединений АХ и ХУ. Примеры структур различного характера. Структуры солей кислородсодержащих кислот и сложных оксидов. Структурный тип перовскита. Перовскитоподобные структуры. Структурный тип шпинели. Нормальная и обращенная шпинель. Ферриты и их свойства. Кристаллические структуры силикатов. Их классификация. Алумосиликаты и силикаты алюминия. Зависимость физических свойств силикатов от их структуры. Цеолиты.

## Раздел 7. Прикладные аспекты кристаллохимии.

Механические (твердость, спайность, двойникование), оптические (двулучепреломление, оптическая активность, показатель преломления), электрические (пьезо-, пиро- и сегнето-эффекты) и магнитные свойства кристаллов. Зависимость физических свойств кристаллов от их строения. Современные источники кристаллохимической информации. Проблемы современной кристаллохимии.

### 5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

#### Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема лекции
1	1	2	Введение. Предмет, задачи и основные понятия кристаллохимии.
2	2	2	Группы симметрии и структурные классы
3	3	2	Основы рентгеноструктурного анализа
4	4	2	Основные понятия кристаллохимии. Типы химической связи в кристаллах.
	5	2	Основные категории теоретической кристаллохимии.
	6	2	Важнейшие структурные типы неорганических веществ. Простые вещества.
	6	2	Важнейшие структурные типы неорганических веществ. Структуры солей кислородсодержащих кислот и сложных оксидов.
	7	2	Прикладные аспекты кристаллохимии.
Итого:		16	

#### Практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены

## Лабораторные работы

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Наименование лабораторной работы
1	1-8	4	Определение элементов симметрии на моделях кристаллов
2	2,4	4	Классификация кристаллов по классам сингонии
3	2	4	Определение физических свойств минералов
4	2,4	4	Изучение минералов по классам. Самородные элементы, сульфиды
5	4,5	4	Галогениды, оксиды
6	6	8	Карбонаты, бораты, фосфаты, сульфаты
7	6	2	Силикаты
Итого:		30	

### Самостоятельная работа студента

Самостоятельная работа осуществляется студентами во внеаудиторное время по заданиям преподавателя. Она представляет собой самостоятельное изучение теоретических разделов курса и оформляется в виде реферата (доклада, презентации) на выбранные темы и заключается в сдаче индивидуального домашнего задания с соответствующим опросом по теории.

Таблица 5.2.4

№ п/п	Номер раздела дисциплины самостоятельно-го изучения	Объем, час.	Тема	Вид СРС
1	1	2	Предмет, задачи и основные понятия кристаллохимии	Подготовка к практическим занятиям, выполнение письменных домашних заданий
2	2	4	Группы симметрии и структурные классы	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, оформление отчетов к лабораторным работам, выполнение письменных домашних заданий
3	3	4	Основы рентгеноструктурного анализа	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, оформление отчетов к лабораторным работам, выполнение письменных домашних заданий
4	4	4	Типы химической связи в кристаллах	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам,

№ п/п	Номер раздела дисциплины самостоятельного изучения	Объем, час.	Тема	Вид СРС
				оформление отчетов к лабораторным работам, выполнение письменных домашних заданий
5	5	7	Дефекты в кристаллах. Классификация дефектов. Точечные дефекты. Вакансии и межузельные атомы. Дефекты Шоттки и Френкеля. Понятие дислокации. Геометрические свойства дислокаций.	Реферат №1
6	6	7	Важнейшие структурные типы неорганических веществ.	Реферат №2
7	7	7	Прикладные аспекты кристаллохимии.	Реферат №3
Экзамен		27		Подготовка к экзамену
Итого:		62		

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- компьютерное тестирование (для проведения промежуточного контроля усвоения знаний);
- демонстрация мультимедийных материалов (для иллюстрации и закрепления нового материала);
- объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, проблемный, исследовательский методы (для объяснения нового материала).

## 6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены

## 7. Контрольные работы

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены

## 8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№	Виды контрольных мероприятий текущего контроля	Баллы	№ недели
1	Лабораторная работа «Определение элементов симметрии на моделях кристаллов»	7	1-6
2	Лабораторная работа «Классификация кристаллов по классам сингонии»	7	1-6
	Лабораторная работа «Определение физических свойств минералов»	7	
3	Письменный опрос по лекционному материалу	10	1-6
<b>ИТОГО за первую текущую аттестацию:</b>		<b>31</b>	
4	Лабораторная работа «Изучение минералов по классам. Самородные элементы, сульфиды»	7	7-12

№	Виды контрольных мероприятий текущего контроля	Баллы	№ недели
5	Лабораторная работа «Галогениды, оксиды»	6	7-12
6	Лабораторная работа «Карбонаты, бораты»	6	7-12
7	Письменный опрос по лекционному материалу	10	7-12
<b>ИТОГО за вторую текущую аттестацию:</b>		<b>29</b>	
8	Лабораторная работа «Фосфаты, сульфаты»	8	13-16
9	Лабораторная работа «Силикаты»	7	13-16
10	Письменный опрос по лекционному материалу	10	13-16
11	Поощрительные баллы за участие в научных конференциях, написание рефератов	15	13-16
<b>ИТОГО за третью текущую аттестацию:</b>		<b>40</b>	
<b>ВСЕГО:</b>		<b>100</b>	
<b>12</b>	<b>Итоговое тестирование для задолжников</b>	<b>100</b>	<b>-</b>

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru), [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru) и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.
2. [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;
3. <http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «Бином», «НОТ»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);
4. [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;
5. [www.scopus.com](http://www.scopus.com) - База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier;
6. <http://webofknowledge.com> - Универсальная реферативная база данных научных публикаций Web of Science компании Thomson Reuters;
7. <http://iopscience.iop.org/journals?type=archive>, <http://iopscience.iop.org/page/subjects> - Издательство IOP (Великобритания);
8. [www.oxfordjournals.org](http://www.oxfordjournals.org) - Архив научных журналов издательства Oxford University Press;
9. <http://www.sciencemag.org/> - Полнотекстовый доступ к журналу Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS));
10. <http://www.nature.com> - Доступ к журналу Nature (Nature Publishing Group);
11. <http://pubs.acs.org> - Доступ к коллекции журналов Core + издательства American Chemical Society;
12. <http://journals.cambridge.org> - Полнотекстовый доступ к коллекции журналов Cambridge University Press.

9.3. Лицензионное программное обеспечение дисциплины

1. Windows 7, 8.1 Enterprise (Условия доступа: регистрационный ключ, автоматическая авторизация; Срок действия: бессрочно).

2. Microsoft Office 10 Professional Plus (Условия доступа: регистрационный ключ, автоматическая авторизация; Срок действия: бессрочно).

3. Adobe Acrobat Reader DC (Условия доступа: регистрационный ключ, автоматическая авторизация; Срок действия: бессрочно).

### 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 13.1

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Кол-во	Назначение
Лаборатория электронной микроскопии и рентгеновской дифрактометрии	Комплекс программно-аппаратный на базе растрового электронного микроскопа JEOL-650	1	Определение морфологии, элементный анализ
	Компьютер IntelPentiumIV, IntelCore 2 Duo	2	Обработка и анализ данных, выполнение лабораторных, курсовых, выпускных и учебно-научных работ
	Рентгеновский дифрактометр ДРОН-7	1	Определение фазового состава материалов

### Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Учебная дисциплина «Основы кристаллохимии»

Код, направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы

Направленность (профиль): Наноматериалы

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
УК-1.	УК-1.1. Осуществляет выбор актуальных российских и зарубежных источников, а также поиск, сбор и обработку информации, необходимой для решения поставленной задачи.	Знать: 31, пути поиска информационных источников	Не знает навыки работы с базами данных.	Слабо знает навыки работы с базами данных.	Знает не в полном объеме навыки работы с базами данных.	Знает в полном объеме пути поиска информационных источников
		Уметь: У1. работать с базами данных о симметрии и строении кристаллических материалов, минералов и горных пород;	Не умеет работать с базами данных о симметрии и строении кристаллических материалов, минералов и горных пород.	Умеет систематизировать информацию, полученную из разных источников, но делает ряд ошибок	Хорошо умеет работать с базами данных о симметрии и строении кристаллических материалов, минералов и горных пород;	Умеет работать с базами данных о симметрии и строении кристаллических материалов, минералов и горных пород
		Владеть: В1. основными принципами и способами определения внутреннего строения	Не владеет основными принципами и способами определения внутреннего строения	Слабо владеет основными принципами и способами определения внутреннего строения	Владеет не в полном объеме основными принципами и способами определения внутреннего строения	Владеет в полном объеме основными принципами и способами определения внутреннего строения кристаллических материалов, минералов и горных пород
	УК-1.2. Систематизирует и критически анализирует информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи	Знать: 32. каким образом систематизировать информацию, полученную из разных источников	Не знает каким образом систематизировать информацию, полученную из разных источников	Знает не в полном объеме каким образом систематизировать информацию, полученную из разных источников	Знает каким образом систематизировать информацию, полученную из разных источников, но делает незначительные ошибки	Знает в полном объеме каким образом систематизировать информацию, полученную из разных источников
		Уметь: У2. формулировать научные гипотезы при обсуждении литературных и собственных данных	Не умеет формулировать научные гипотезы при обсуждении литературных и собственных данных	Умеет формулировать только некоторые научные гипотезы, систематизировать информацию, полученную из разных источников	Хорошо умеет формулировать научные гипотезы при обсуждении литературных и собственных данных,	Умеет формулировать научные гипотезы при обсуждении литературных и собственных данных
		Владеть: В2. методиками системного подхода к решению задач по кристаллохимии	Не владеет методиками системного подхода к решению задач по кристаллохимии	Слабо владеет методиками системного подхода к решению задач по кристаллохимии	Хорошо владеет методиками системного подхода к решению задач по кристаллохимии	Владеет методиками системного подхода к решению задач по кристаллографии и минералогии

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
УК-1.3. Использует методики системного подхода при решении поставленных задач.		Знать: З3 как строить кристаллографическую проекцию, описывать кристаллические структуры с точки зрения теоретической кристаллохимии	Не знает методики выполнения стандартных действий, методики определения связи строения с физическими свойствами веществ	Знает только некоторые методики определения элементов симметрии молекул, многогранников и кристаллических структур	Хорошо знает, как строить кристаллографическую проекцию, описывать кристаллические структуры с точки зрения теоретической кристаллохимии	Знает, как строить кристаллографическую проекцию, как описывать кристаллические структуры с точки зрения теоретической кристаллохимии
		Уметь: У3. выполнять стандартные действия (определять элементы симметрии молекул, многогранников и кристаллических структур	Не умеет определять взаимосвязь внутреннего строения, генезиса и свойств; - прогнозировать свойства материала, исходя из его строения.	Умеет не в полном объеме определять взаимосвязь внутреннего строения, генезиса и свойств; - прогнозировать свойства материала, исходя из его строения.	Хорошо умеет определять взаимосвязь внутреннего строения, генезиса и свойств; - прогнозировать свойства материала, исходя из его строения.	Умеет в полном объеме определять взаимосвязь внутреннего строения, генезиса и свойств; - прогнозировать свойства материала, исходя из его строения.
		Владеть: В3 методиками определения связи строения с физическими свойствами веществ и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках дисциплины, кристаллография.	Не владеет определять взаимосвязь внутреннего строения, генезиса и свойств; - прогнозировать свойства материала, исходя из его строения.	Владеет не в полном объеме методиками определения связи строения с физическими свойствами веществ и т.п.	Владеет методиками определения связи строения с физическими свойствами веществ и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, но допускает незначительные ошибки.	Владеет в полном объеме методиками определения связи строения с физическими свойствами веществ и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках дисциплины, кристаллография.
ПКС-1.	ПКС-1.1. Прогнозирует вклад микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов	Знать: З4 влияние микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов	Не знает влияние микро- и нано-масштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов	Знает влияние микро- и нано-масштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов, допуская ряд ошибок	Знает влияние микро- и нано-масштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов, допуская незначительные ошибки	В совершенстве знает влияние микро- и нано-масштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов
		Уметь: У4 прогнозировать вклад микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов	Не умеет прогнозировать вклад микро- и нано-масштаба на свойства наноматериалов	Умеет прогнозировать вклад микро- и нано-масштаба на свойства наноматериалов, допуская ряд ошибок	Умеет прогнозировать вклад микро- и нано-масштаба на свойства наноматериалов, допуская незначительные ошибки	В совершенстве умеет прогнозировать вклад микро- и нано-масштаба на свойства наноматериалов

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
ПКС-1.2. Прогнозирует структуру и свойства наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размернозависимых эффектах	ПКС-1.2. Прогнозирует структуру и свойства наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размернозависимых эффектах	Владеть: В4 навыками прогнозирования вклада микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов.	Не владеет навыками прогнозирования при моделировании и оптимизации процессов изготовления наноматериалов	Владеет навыками прогнозирования при моделировании и оптимизации процессов изготовления наноматериалов, допуская ряд ошибок	Владеет навыками прогнозирования при моделировании и оптимизации процессов изготовления наноматериалов, допуская незначительные ошибки	В совершенстве владеет навыками прогнозирования при моделировании и оптимизации процессов изготовления наноматериалов
		Знать: З5 структуру и свойства наноматериалов	Не знает структуру и свойства наноматериалов	Знает структуру и свойства наноматериалов, допуская ряд ошибок	Знает структуру и свойства наноматериалов, допуская незначительные ошибки	В совершенстве знает структуру и свойства наноматериалов
		Уметь: У5 прогнозировать структуру и свойства наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размерно-зависимых эффектах	Не умеет прогнозировать структуру и свойства наноматериалов	Умеет прогнозировать структуру и свойства наноматериалов, допуская ряд ошибок	Умеет прогнозировать структуру и свойства наноматериалов, допуская незначительные ошибки	В совершенстве умеет прогнозировать структуру и свойства наноматериалов
		Владеть: В5 навыками прогнозирования структуры и свойства наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размернозависимых эффектах.	Не владеет навыками образного мышления и интерпретации данных физико-химических явлений и процессов	Владеет навыками образного мышления и интерпретации данных физико-химических явлений и процессов, допуская ряд ошибок	Владеет навыками образного мышления и интерпретации данных физико-химических явлений и процессов, допуская незначительные ошибки	В совершенстве владеет навыками образного мышления и интерпретации данных физико-химических явлений и процессов
ПКС-2.	ПКС-2.1. Управляет структурой и свойствами металлических и неметаллических материалов путем выбора оптимальной условий	Знать: З6 структуру и свойства металлических и неметаллических материалов	Не знает закономерности и связь структуры и свойств химических элементов соединений при выборе параметров материалов.	Знает только некоторые закономерности и связь структуры и свойств химических элементов соединений при выборе параметров материалов.	Хорошо знает закономерности и связь структуры и свойств химических элементов соединений при выборе параметров материалов.	Знает в полном объеме закономерности и связь структуры и свойств химических элементов соединений при выборе параметров материалов.
		Уметь: У6 управлять структурой и свойствами металлических и неметаллических материалов	Не умеет выбирать оптимальные режимы термической и химико-термической обработки	Умеет выбирать оптимальные режимы термической и химико-термической обработки, но допускает ряд ошибок	Умеет выбирать оптимальные режимы термической и химико-термической обработки, допуская незначительные ошибки	В совершенстве умеет выбирать оптимальные режимы термической и химико-термической обработки

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
		Владеть: В6 навыками выбора оптимальных условий эксплуатации	Не владеет стандартными методиками работы при моделировании и оптимизации химико-технологических процессов	Владеет стандартными методиками работы при моделировании и оптимизации химико-технологических процессов, но допускает ряд ошибок	Владеет стандартными методиками работы при моделировании и оптимизации химико-технологических процессов, допуская незначительные ошибки	В совершенстве владеет стандартными методиками работы при моделировании и оптимизации химико-технологических процессов
		Знать: 37 основные типы наноматериалов и наносистем	Не знает основные типы наноматериалов и наносистем	Знает основные типы наноматериалов и наносистем, но допускает ряд ошибок	Знает основные типы наноматериалов и наносистем, допуская незначительные ошибки	В совершенстве основные типы наноматериалов и наносистем
	ПКС-2.2. Выбирает основные типы наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, надежности и долговечности	Уметь: У7 выбирать основные типы наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности	Не умеет определять основные факторы, влияющие на свойства материалов; - прогнозировать параметры службы материалов и изделий.	Умеет не в полном объеме определять основные факторы, влияющие на свойства материалов; - прогнозировать параметры службы материалов и изделий.	Хорошо умеет определять основные факторы, влияющие на свойства материалов; - прогнозировать параметры службы материалов и изделий.	Умеет в полном объеме определять основные факторы, влияющие на свойства материалов; - прогнозировать параметры службы материалов и изделий.
		Владеть: В7 навыками выбора основных типов наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности.	Не владеет навыками работы с основными типами наноматериалов и наносистем	Владеет навыками работы с основными типами наноматериалов и наносистем, но допускает ряд ошибок	Владеет навыками работы с основными типами наноматериалов и наносистем, но допускает ряд ошибок	В совершенстве владеет навыками работы с основными типами наноматериалов и наносистем

## КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ УЧЕБНОЙ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРОЙ

Учебная дисциплина «Основы кристаллографии»

Кафедра: «Общей и физической химии»

Код, направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы направленность (профиль) Наноматериалы

Форма обучения: очная

очная: 4курс 7семестр

### Фактическая обеспеченность дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Учебная, учебно-методическая литература по рабочей программе	Название учебной и учебно-методической литературы, автор, издательство	Год издания	Вид издания	Вид занятий	Кол-во экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Место хранения	Наличие эл. варианта в электронно-библиотечной системе ТюмГНГУ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Основная	Егоров-Тисменко, Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия [Электронный ресурс] : электронный учебник : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Геология» / Ю.К. Егоров-Тисменко; ред. В.С. Урусов. – 2-е изд. – Электрон. Текстовый дан. – М.: КДУ, 2010	2010	У	Л, ЛР	30+	30	100	БИК	+
	Матухин, В.Л. Физика твердого тела [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Л. Матухин, В.Л. Ермаков. – М.: Лань, 2010. – 218 с.	2010	УП	Л, ЛР	30+	30	100	БИК	+
Дополнительная	Моргун, И.Д. Простые формы кристаллов и их элементы симметрии. Часть I [Текст] : методические указания для лабораторных (практических) занятий / И.Д. Моргун, А.И. Моргун, Е.В. Корешкова – Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. – 40 с.	2014	МУ	ЛР	15+	15	100	БИК/ кафедра МТКМ	+
	Моргун, И.Д. Простые формы кристаллов и их элементы симметрии. Часть II [Текст] : методические указания для лабораторных (практических) занятий / И.Д. Моргун, А.И. Моргун, Е.В. Корешкова – Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. – 48 с.	2014	МУ	ЛР	15+	15	100	БИК/ кафедра МТКМ	+

<p>Установление вещества по данным о межплоскостных расстояниях методом рентгеноструктурного анализа: методические указания к лабораторным работам и практическим занятиям по дисциплинам «Материаловедение», «Материаловедение и технология конструкционных материалов», «Электротехническое и конструкционное материаловедение», «Основы строения материалов», «Основы теории строения материалов», «Кристаллография», «Методы исследования материалов и процессов» для обучающихся всех специальностей и направлений подготовки очной и заочной форм обучения / сост. И. М. Ковенский, А. И. Моргун; Тюменский индустриальный университет. – Тюмень: Издательский центр БИК, ТИУ, 2017. – 19 с. - Электронная библиотека ТИУ.</p>	2017	МУ	ЛР	ЭР	15	100	БИК	+
<p><b>Сергеева, В. В.</b>  <b>Кристаллография и минералогия</b> : учебно-методическое пособие / В. В. Сергеева ; под редакцией Ф. Л. Капустина. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2017. - 152 с. - URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/107047.html">http://www.iprbookshop.ru/107047.html</a>. - Режим доступа: для автор. пользователей. - ЭБС "IPR BOOKS".</p>	2017	УМП	ЛР	ЭР	15	100	БИК	+

ЭР – электронный ресурс для автор. пользователей доступен через Электронный каталог/Электронную библиотеку ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>

И. о. заведующего кафедрой ОФХ Хлынова Н. М. Хлынова

« 30 » 08 2021г.

Директор БИК Каюкова Д. Х. Каюкова

« 30 » 08 2021г.

М.П.

Проверила Ситницкая Л. И.

