

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ряполов Петр Алексеевич

Должность: декан ЕНФ

Дата подписания: 01.09.2023 17:01:05

Уникальный программный ключ:

efd3ecd9bd183f7649d0e3a33c230c6662946c7c99039b2b268921fde408c1fb6

## Аннотация к рабочей программе дисциплины «Кристаллография»

**Цель преподавания дисциплины:** формирование у студентов базовых знаний об основных законах кристаллографии, особенностях симметрии континуума и дисконтинуума, структуры и свойств кристаллов, способах их описания.

**Задачи изучения дисциплины:** описание, систематика кристаллических структур, установление общих закономерностей строения кристаллов и отдельных классов кристаллических веществ; интерпретация кристаллических структур; установление качественных и количественных зависимостей свойств кристаллических веществ от их строения для обеспечения интерпретации структурно-зависимых свойств, и их прогнозирование.

### Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- владеет математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических химических систем, явлений и процессов, использования в обучении и профессиональной деятельности (ОПК-1.1);

- использует экспериментальные методы определения физико-химических свойств неорганических и органических веществ (ОПК-1.3).

### Разделы дисциплины

Кристаллография как наука. Кристаллическое состояние. Гониометрия и проекции кристаллов. Симметрические операции и элементы симметрии. Кристаллографические категории, системы и сингонии. Точечные группы симметрии кристаллов. Кристаллографическое индицирование. Внутренняя симметрия кристаллов. Основные понятия кристаллохимии. Физическая кристаллография. Рентгеновские дифракционные методы исследования кристаллических структур.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан естественно-научного факультета

*(наименование ф-та полностью)*

  
*(подпись, инициалы, фамилия)*

П.А. Ряполов

«31» 08 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Кристаллография

*(наименование дисциплины)*

Направление подготовки (специальность) 28.03.01

*шифр согласно ФГОС*

Нанотехнологии и микросистемная техника

*и наименование направления подготовки (специальности)*

Инженерия микро- и наносистем

*наименование профиля, специальности или магистерской программы*

Форма обучения очная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Курск – 2019

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки (специальности) 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника на основании учебного плана ОПОП ВО 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Микро- и наносистемы», одобренного Ученым советом университета (протокол № 7 «29» марта 2019г.).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Микро- и наносистемы» на заседании кафедры нанотехнологий, общей и прикладной физики № «31» августа 2019 г.

НМО и ПФ №7

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Кузько А.Е.

Разработчик программы  
к.ф.-м.н., доцент \_\_\_\_\_ Родионов В.В.  
(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)

Согласовано: на заседании кафедры заседания кафедры нанотехнологий, общей и прикладной физики № « » 20 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Кузько А.Е.

(название кафедры, дата, номер протокола, подпись заведующего кафедрой; согласование производится с кафедрами, чьи дисциплины основываются на данной дисциплине, а также при необходимости руководителями других структурных подразделений)

Директор научной библиотеки \_\_\_\_\_ Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Микро- и наносистемы», одобренного Ученым советом университета протокол №7 «29» 03 2019г., на заседании кафедры НМО и ПФ 31.08.2020 №7

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Кузько А.Е.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Микро- и наносистемы», одобренного Ученым советом университета протокол №7 «29» 03 2019г., на заседании кафедры НМО и ПФ 31.08.2021

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Кузько А.Е.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Микро- и наносистемы», одобренного Ученым советом университета протокол №7 «25» 02 2022., на заседании кафедры НМО и ПФ №1 от 31.08.2022

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Кузько А.Е.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Микро- и наносистемы», одобренного Ученым советом университета (протокол № 9 «25» 06 2021 г. на заседании кафедры НМОиПФ протокол № от 21.08.2022

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Микро- и наносистемы», одобренного Ученым советом университета (протокол №   «  » 20   г. на заседании кафедры \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Микро- и наносистемы», одобренного Ученым советом университета (протокол №   «  » 20   г. на заседании кафедры \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Микро- и наносистемы», одобренного Ученым советом университета (протокол №   «  » 20   г. на заседании кафедры \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Микро- и наносистемы», одобренного Ученым советом университета (протокол №   «  » 20   г. на заседании кафедры \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

# 1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

## 1.1 Цель дисциплины

Формирование у студентов базовых знаний об основных законах кристаллографии, особенностях симметрии континуума и дисконтинуума, структуры и свойств кристаллов, способах их описания.

## 1.2 Задачи дисциплины

1) описание, систематика кристаллических структур, установление общих закономерностей строения кристаллов и отдельных классов кристаллических веществ;

2) интерпретация кристаллических структур;

3) установление качественных и количественных зависимостей свойств кристаллических веществ от их строения для обеспечения интерпретации структурно-зависимых свойств, и их прогнозирование.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

**Таблица 1.3 – Результаты обучения по дисциплине**

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	ОПК-1.1 Владеет математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических химических систем,	<b>Знать:</b> математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических химических систем, явлений и процессов, использования в обучении и профессиональной деятельности <b>Уметь:</b> выбирать и применять современные

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
		явлений и процессов, использования в обучении и профессиональной деятельности	программные продукты для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических, химических систем, явлений и процессов, использования в обучении и профессиональной деятельности <b>Владеть:</b> математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических химических систем, явлений и процессов, использования в обучении и профессиональной деятельности
		ОПК-1.3 Использует экспериментальные методы определения физико-химических свойств неорганических и органических веществ	<b>Знать:</b> методы определения физико-химических свойств неорганических и органических веществ <b>Уметь:</b> определять физико-химические свойства неорганических и органических веществ <b>Иметь опыт:</b> определения физико-химических свойств неорганических и органических веществ

## **2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина «Кристаллография» входит в обязательную часть блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы бакалавриата 28.03.01. Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность «Микро- и наносистемы». Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

## **3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 5 зачетных единиц (з.е.), 180 академических часов.

Таблица 3 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	180
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	55,15
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	0
практические занятия	36
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	97,85
Контроль (подготовка к экзамену)	27
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	0,1
в том числе:	
зачет	не предусмотрен
зачет с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	не предусмотрена
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	1,15

## **4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

### **4.1 Содержание дисциплины**

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Кристаллография как наука	Предмет кристаллографии. Исторические сведения. Задачи кристаллографии. Связь кристаллографии с другими науками.
2	Кристаллическое состояние	Понятие о кристалле, кристаллическом веществе, кристаллографии. Основные свойства кристаллов: анизотропность, однородность, способность самоограняться. Узлы кристаллической решётки, узловыe ряды и сетки. Элементарная ячейка.
3	Гониометрия и проекции кристаллов	Характерные свойства кристаллов. Закон постоянства углов. Методы описания кристаллов. Прямой и обратный кристаллографический комплекс кристалла. Кристаллографические проекции: линейная, сферическая, стереографическая и гномостереографическая. Стереографические сетки. Измерение кристаллов.
4	Симметрические операции и элементы симметрии	Поворотные и инверсионные оси. Зеркальноповоротные оси и символы Шенфлиса. Изображение расположения элементов симметрии с помощью обычной и стереографической проекции. Сложение элементов симметрии.
5	Кристаллографические категории, системы и сингонии	Распределение видов симметрии по сингониям (низшая, средняя, высшая категории). Определение простой формы и комбинации, общей и частной простой формы. Простые формы, их обзор по сингониям.
6	Точечные группы симметрии кристаллов	Семейства точечных групп. Таблицы Кэли. Вывод и описание 32 классов симметрии кристаллов. Предельные группы симметрии (группы Кюри).
7	Кристаллографическое индцирование	Закон целых чисел. Установка кристаллов разных сингоний. Кристаллографические индексы. Символы граней и ребер, связь между ними. Четырехиндексные оси гексагональной системы. Закон поясов. Точные методы определения символов граней (способ косинусов Вульфа). Обратная решетка. Основные формулы структурной кристаллографии. Ячейки Вигнера-Зейтца, зоны Бриллюэна.
8	Внутренняя симметрия кристаллов	Развитие теории структуры кристаллов. Пространственная решетка. Элементы симметрии бесконечных структур (трансляция, плоскости скользящего отражения и винтовые оси). Решетки Бравэ. Вывод пространственных групп симметрии. Законы пространственного расположения атомов в кристаллах (правильные системы точек).
9	Основные понятия кристаллохимии	Выделение элементарной ячейки. Определение типа решетки Бравэ. Атомные и ионные радиусы. Классификация химических связей в кристаллах. Плотнейшие шаровые упаковки. Классификация кристаллических структур: островные, цепочечные, слоистые, каркасные и координационные. Изоморфизм и полиморфизм. Структурные типы кристаллов химических элементов и соединений.
10	Физическая кристаллография	Тензорное описание физических свойств кристаллов. Механические свойства кристаллов. Электрические свойства кристаллов. Пьезоэлектрический эффект. Тепловые и оптические свойства кристаллов.

11	Рентгеновские дифракционные методы исследования кристаллических структур	Дифракция рентгеновских лучей. Уравнения Лауэ. Физический смысл обратной решетки. Три метода получения дифракционной картины и их использование. Уравнение Брэгга - Вульфа. Индексы узловых сеток. Межплоскостные расстояния. Интенсивность дифракционного луча. Структурная амплитуда. Формула электронной плотности.
----	--	--

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и ее методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Кристаллография как наука	1			У-1-3	1 КО, СР	ОПК-1.1 ОПК-1.3
2	Кристаллическое состояние	1			У-1-3	2 КО	ОПК-1.1 ОПК-1.3
3	Гониометрия и проекции кристаллов	2		№1	У-1-3 МУ-1	3-4 КО	ОПК-1.1 ОПК-1.3
4	Симметрические операции и элементы симметрии	2		№2	У-1-3 МУ-1	5-7 КО	ОПК-1.1 ОПК-1.3
5	Кристаллографические категории, системы и сингонии	2			У-1-3	8-9 КО	ОПК-1.1 ОПК-1.3
6	Точечные группы симметрии кристаллов	2		№3	У-1-3 МУ-1	10 КО	ОПК-1.1 ОПК-1.3
7	Кристаллографическое индицирование	2		№4	У-1-3 МУ-1	11-12 КО	ОПК-1.1 ОПК-1.3
8	Внутренняя симметрия кристаллов	2		№5	У-1-3 МУ-1	13-14 КО	ОПК-1.1 ОПК-1.3
9	Основные понятия кристаллохимии	2		№6	У-1-3 МУ-1	15-16 КО	ОПК-1.1 ОПК-1.3
10	Физическая кристаллография	1			У-1-3	17 КО	ОПК-1.1 ОПК-1.3
11	Рентгеновские дифракционные методы исследования кристаллических структур	1			У-1-3	18 КО	ОПК-1.1 ОПК-1.3

КО-контрольный опрос, СР-семестровая работа

## 4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

Таблица 4.2.1 – Практические занятия

№	Наименование практического (семинарского) занятия	Объем, час.
1	2	3
1	Гониометрия и проекции кристаллов	6
2	Симметрические операции и элементы симметрии	6
3	Точечные группы (классы) симметрии кристаллов	6
4	Кристаллографическое индентирование. Обратная решетка и формулы структурной кристаллографии	6
5	Решетки Бравэ. Симметрия кристаллической структуры. Пространственные группы	6
6	Основные понятия кристаллохимии . Плотнейшие шаровые упаковки и плотные шаровые кладки	6
ИТОГО:		36

### 4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	2	3	4
1	Кристаллография как наука	1 неделя	4
2	Кристаллическое состояние	2 неделя	4
3	Гониометрия и проекции кристаллов	3-4 неделя	6
4	Симметрические операции и элементы симметрии	5-7 неделя	4
5	Кристаллографические категории, системы и сингонии	8-9 неделя	6
6	Точечные группы симметрии кристаллов	10 неделя	4
7	Кристаллографическое индентирование	11-12 неделя	6
8	Внутренняя симметрия кристаллов	13-14 неделя	6
9	Основные понятия кристаллохимии	15-16 неделя	6
10	Физическая кристаллография	17 неделя	4
11	Рентгеновские дифракционные методы исследования кристаллических структур	18 неделя	4
ИТОГО:			54

### 5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

*библиотекой университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной,

периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

*кафедрой:*

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.

- путем разработки:

- методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;

- тем рефератов;

- вопросов к зачету;

- методических указаний к выполнению лабораторных работ и т.д.

*типографией университета:*

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;

- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

## **6. Образовательные технологии. Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины**

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций обучающихся. В рамках дисциплины предусмотрены встречи с экспертами и специалистами Комитета по труду и занятости населения Курской области.

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован исторический и современный научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование общей и (или) профессиональной культуры обучающихся. Содержание дисциплины способствует профессионально-трудовому воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

- целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал для практических и (или) лабораторных занятий содержания,

демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки (производства), высокого профессионализма ученых (представителей производства), их ответственности за результаты и последствия деятельности для природы, человека и общества; причастных к развитию науки,;

- применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися, представителями работодателей (командная работа, разбор конкретных ситуаций);

- личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

## **7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы**

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и наименование компетенции	Этапы* формирования компетенций и дисциплины (модули) и практики, при изучении/ прохождении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
ОПК-1.1 Владеет	Высшая математика		Физика конденсированного

математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов, использования в обучении и профессиональной деятельности	Физика Химия Прикладная механика Физика диэлектриков	Кристаллография Квантовая механика и статистическая физика Учебная ознакомительная практика	состояния
ОПК-1.3 Использует экспериментальные методы определения физико-химических свойств неорганических и органических веществ	Химия	Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем	
		Кристаллография	

## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

Код компетенции и/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5

<p>ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности и на основе применения естественно научных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования</p>	<p>ОПК-1.1 Владеет математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических химических систем, явлений и процессов, использования в обучении и профессиональной деятельности</p>	<p><b>Знать:</b> основные физические свойства кристаллов; <b>Уметь:</b> устанавливать сингонии и виды симметрии <b>Владеть:</b> навыками определения индексов кристаллографических плоскостей и направлений;</p>	<p><b>Знать:</b> основные структурные типы кристаллов и их систематику; основные понятия кристаллохимии ; <b>Уметь:</b> решать типовые кристаллографические задачи <b>Владеть:</b> навыками практического применения законов кристаллографии и</p>	<p><b>Знать:</b> математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических химических систем, явлений и процессов, использования в обучении и профессиональной деятельности <b>Уметь:</b> выбирать и применять современные программные продукты для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических, химических систем, явлений и процессов, использования в обучении и профессиональной деятельности <b>Владеть:</b> математическим аппаратом для</p>
---	---	--	--	---

	ОПК-1.3 Использует экспериментальные методы определения физико-химических свойств неорганических и органических веществ	Знать: основы моделирования и конструирования наноструктурных материалов с заданными свойствами Уметь: использовать типовые программные продукты для моделирования Владеть: навыками проведения	Знать: математические модели кристаллического строения вещества Уметь: давать оценку качества модели новой продукции с заданными свойствами Владеть: навыками моделирования изготовления материалов с заданными свойствами	<b>Знать:</b> методы определения физико-химических свойств неорганических и органических веществ <b>Уметь:</b> определять физико-химические свойства неорганических и органических веществ <b>Иметь опыт:</b> определения физико-химических свойств неорганических и органических веществ
--	--	---	--	---

**7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы**

Таблица 7.3 - Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля успеваемости

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	Кристаллография как наука	ОПК-1.1 ОПК-1.3	лекция, СРС	контр. опрос	1-4	см. табл. 7.2
2	Кристаллическое состояние	ОПК-1.1 ОПК-1.3	лекция, СРС	контр. опрос	1-4	см. табл. 7.2
3	Гониометрия и	ОПК-1.1	лекция, СРС,	контр.	1-7	см. табл. 7.2

	проекция кристаллов	ОПК-1.3	практ. занятие	опрос, практич. задание	1-8	
4	Симметрические операции и элементы симметрии	ОПК-1.1 ОПК-1.3	лекция, СРС, практич. занятие	контр. опрос, практич. задание	1-4 40-43	см. табл. 7.2
5	Кристаллографические категории, системы и сингонии	ОПК-1.1 ОПК-1.3	лекция, СРС	контр. опрос	1-3	см. табл. 7.2
6	Точечные группы симметрии кристаллов	ОПК-1.1 ОПК-1.3	лекция, СРС, практич. занятие	контр. опрос, практич. задание	1-4 29-39	см. табл. 7.2
7	Кристаллографическое индентифицирование	ОПК-1.1 ОПК-1.3	лекция, СРС, практич. занятие	контр. опрос, практич. задание	1-10 9-28	см. табл. 7.2
8	Внутренняя симметрия кристаллов	ОПК-1.1 ОПК-1.3	лекция, СРС, практич. занятие	контр. опрос, практич. задание	1-6 48-50	см. табл. 7.2
9	Основные понятия кристаллохимии	ОПК-1.1 ОПК-1.3	лекция, СРС, практич. занятие	контр. опрос, практич. задание	1-8 44-47	см. табл. 7.2
10	Физическая кристаллография	ОПК-1.1 ОПК-1.3	лекция, СРС	контр. опрос	1-5	см. табл. 7.2
11	Рентгеновские дифракционные методы исследования кристаллических структур	ОПК-1.1 ОПК-1.3	лекция, СРС	контр. опрос	1-10	см. табл. 7.2

СРС- самостоятельная работа в семестре

Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости представлены в УММ по дисциплине.

В части формирования профессиональных компетенций по теме «Гониометрия и проекция кристаллов» в качестве примера проверочных заданий (контрольного опроса) могут использоваться следующие:

1. Для кубической сингонии найти индексы плоскости  $(hkl)$ , в которой находятся направления  $[011]$  и  $[102]$ .

2. Определите кристаллографические индексы направления  $[rst]$ , по которому пересекаются плоскости  $(123)$ ,  $(456)$ .

3. Найдите индексы плоскостей, образующих зону с плоскостями (123), (456).

### **Перечень вопросов для подготовки к экзамену**

Полный перечень вопросов представлен в УМК. В качестве примера можно привести следующие:

1. Кристаллографические проекции.
2. Понятие о симметрии. Простые конечные операции и элементы симметрии.
3. Матричные преобразования симметрии.
4. Теоремы о сочетании элементов симметрии.
5. Кристаллографические категории.
6. Кристаллографические сингонии.

*Промежуточная аттестация* по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в виде бланкового тестирования.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

*Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции* проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть

умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УМК по дисциплине.

#### **7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- положение П 02.016–2018 Обально-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ;
- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
1	2	3	4	5
Контрольный опрос по теме 1	2	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	4	Ответил правильно более чем на половину вопросов
Контрольный опрос по теме 2	2	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	4	Ответил правильно более чем на половину вопросов
Контрольный опрос по теме 3	2	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	4	Ответил правильно более чем на половину вопросов
Контрольный опрос по теме 4	2	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	4	Ответил правильно более чем на половину вопросов
Контрольный опрос по теме 5	2	Ответил правильно менее чем на	4	Ответил правильно более чем на

		половину вопросов		половину вопросов
Контрольный опрос по теме 6	2	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	4	Ответил правильно более чем на половину вопросов
Контрольный опрос по теме 7	2	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	4	Ответил правильно более чем на половину вопросов
Контрольный опрос по теме 8	2	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	4	Ответил правильно более чем на половину вопросов
Контрольный опрос по теме 9	2	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	4	Ответил правильно более чем на половину вопросов
Контрольный опрос по теме 10	2	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	4	Ответил правильно более чем на половину вопросов
Контрольный опрос по теме 11	2	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	4	Ответил правильно более чем на половину вопросов
СРС	2	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	4	Ответил правильно более чем на половину вопросов
ИТОГО:	24		48	
Посещаемость			16	
Экзамен			36	
ИТОГО:	24		100	

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ –16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме – 4 балла.

Максимальное количество баллов за тестирование - 36 баллов.

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **8.1 Основная учебная литература**

1. Яльцев, В. Н. Практикум по физической кристаллографии [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Н. Яльцев, В. И. Скрытный. – М. : МИФИ, 2011. – 88 с. // Режим доступа – <http://biblioclub.ru/>

2. Умрихин, В. В. Основы кристаллографии [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. В. Умрихин ; ЮЗГУ. - Курск : ЮЗГУ. Ч. 1. Введение в геометрическую и физическую кристаллографию. – 2014. – 149 с.

3. Умрихин, В. В. Основы кристаллографии [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. В. Умрихин ; ЮЗГУ. - Курск : ЮЗГУ. Ч. 2. Введение в кристаллохимию. – 2014. – 155 с.

## 8.2 Дополнительная учебная литература

4. Введение в геометрическую кристаллографию [Электронный ресурс] : методические рекомендации по изучению дисциплины для студентов специальности 011200 «Физика» / ЮЗГУ ; сост.: Н. М. Игнатенко, Е. В. Пьянков. – Курск : ЮЗГУ, 2012. - 69 с.

5. Симметрия кристаллических многогранников. Предельные группы симметрии [Электронный ресурс] : методические рекомендации по изучению дисциплины для студентов специальности 011200 «Физика» / ЮЗГУ ; сост.: Н. М. Игнатенко, Е. В. Пьянков, Л. П. Петрова. – Курск : ЮЗГУ, 2013. - 75 с.

## 8.3 Перечень методических указаний

1. Кристаллография [Электронный ресурс]: методические указания к практическому занятию для студентов направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.М. Стороженко, И.А. Шабанова. – Курск, 2021. – 192 с.

2. Кристаллография [Электронный ресурс] : методические рекомендации для самостоятельной работы студентов направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.М. Стороженко, И.А. Шабанова. – Курск, 2021. – 10 с.

## 8.4 Другие учебно-методические материалы

В учебном процессе используются материалы, опубликованные в отраслевых научно-технических журналах и справочниках «Кристаллография», «Кристаллохимия», а также в учебных кинофильмах.

## 9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Использование информационных технологий по курсу на данный период предусматривает использование

Бесплатная библиотека StudySpace <https://studyspace.ru>

Крупнейшая база документов <https://basedoc.ru>

Электронная библиотека учебников <https://studentam.net>

## 10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины проводится на основе учебников, учебных пособий и конспекта лекций. В рабочей программе дисциплины представлены список обязательной и дополнительной литературы и методических указаний. Конспект лекций студенты обязаны вести на занятиях.

Самостоятельная работа проводится непосредственно после лекции и предназначена в основном для закрепления курса и более глубокого

самостоятельного изучения пройденного материала. Самостоятельная работа студентов включает в себя работу с конспектом лекций и чтение дополнительной литературы по изученному курсу. Работа с конспектом лекции предполагает анализ лекционного материала, внесение дополнений и разъяснений там, где это необходимо (не успел записать в аудитории, очень сложный материал, который требует уточнения по словарю или другой учебно-методической литературе и т.д.). Эту работу целесообразно проводить после лекции, пока легко можно восстановить объяснения преподавателя. Главными принципами организации самостоятельной работы должны стать регулярность и систематичность, что позволит глубоко разобраться во всех изучаемых вопросах, активно участвовать в дискуссиях на занятиях и в конечном итоге успешно сдать экзамен.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

### **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Libreoffice операционная система Windows  
 Антивирус Касперского (или ESETNOD)  
 wxMaxima – программа для построения графиков (свободно распр. ПО).

### **12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и лаборатории кафедры nano-технологии и инженерной физики, оснащенные учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска. Экран мобильный Draper Consul 60x60 152x152 (3146,40), проектор BenQ MX522P. Экран настенный 150x150, мультимедийный проектор MW533. Мобильный ПК ACER Aspire 5720-102G16Mi (32032). Персональные компьютеры 15 ПК S1155 Intel i3 (IntelRH67/i3-2130 3/40GHz/DDR III-4Gb/HDD SATA III 320Gb/DVD+R/RW/450Wt /клавиатура, мышь/23"LCD Samsung B2330(ZKfV)).

### **13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

*Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в*

визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

*Для лиц с нарушением зрения* допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

*Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата,* на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

**14 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины**

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	измененных	замененных	аннулированных	новых			