

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра теоретической физики и нанотехнологий



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-методической  
и учебной работе

 Е.И. Скафа

«22» апреля 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основы кристаллографии

Направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы

Профиль подготовки:

Образовательная программа: бакалавриат

Квалификация: академический бакалавр

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Донецк 2020

## УТВЕРЖДАЮ:

Декан физико-технического факультета

С.А.Фоменко

«17» апреля 2020 г.



Программа учебной дисциплины «Основы кристаллографии» составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ГОС ВПО) Донецкой Народной Республики (ДНР) по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от 28 сентября 2016 г. № 987; Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.; учебного плана и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 28.03.03 Наноматериалы, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Профессор кафедры

теоретической физики и нанотехнологий

Н.П.Иваницын

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий

Протокол №15 от «02» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой

В.Н.Варюхин

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией физико-технического факультета

Протокол № 5 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической  
комиссии факультета

В.Н.Котенко

## 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

«Основы кристаллографии» является дисциплиной базовой части Профессионального Блока по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения предметов «Аналитическая геометрия и линейная алгебра», «Математический анализ», «Теоретическая механика», «Основы процессов микро- и нанотехнологий», «Введение в специальность» на предыдущем уровне образования. Полученные знания используются студентами во время выполнения учебной и производственной практики, при написании выпускной квалификационной работы.

## 2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	28.03.03 Наноматериалы	
Профиль		
Образовательная программа	бакалавриат	
Квалификация	академический бакалавр	
Количество содержательных модулей	2	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	дисциплина базовой части	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	МК, экзамен	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	6,5	6,5
Год подготовки	2	2
Семестр	3	
Количество часов	234	234
- лекционных	36	6
- практических, семинарских	54	12
- лабораторных	54	10
- самостоятельной работы	90	206
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	8	28
в т.ч. аудиторных	8	28

## 3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели и задачи

**Цель** - ознакомление студентов с основными направлениями в области кристаллографии.

**Задача** - дать студентам основные сведения о симметрии кристаллов и кристаллических структур, аналитическом описании решетки кристаллов в прямом и обратном пространствах.

**Требования к результатам освоения дисциплины.** Процесс изучения дисциплины

«Основы кристаллографии» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО ДНР по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 28.03.03 Наноматериалы.

**а) общекультурных (ОК):**

- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-10);

**б) общепрофессиональных (ОПК):**

- способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей (ОПК-2);
- способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3);
- способность применять основы методов исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств наноматериалов и наносистем неорганической и органической природы, в твердом, жидком, гелеобразном, аэрозольном состоянии, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия, внутренние и внешние границы раздела фаз, а также физических и химических процессов в них или с их участием (ОПК-4);

**в) профессиональных (ПК):**

**научно-исследовательская и проектная деятельность**

- способность использовать на практике современные представления наук о свойствах веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние (ноль, одно и двухмерное), о влиянии размера на свойства веществ и материалов, взаимодействии наноматериалов и наносистем с окружающей средой (ПК-2);
- способность применять навыки использования (под руководством) методов моделирования, оценки, прогнозирования и оптимизации технологических процессов и свойств наноматериалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов (ПК-4).

**В результате изучения учебной дисциплины студент должен:**

**знать:** основные типы кристаллических структур,

**уметь:** определять и анализировать их симметрию и симметрию кристаллов.

**владеть:** навыками вести аналитическое описание пространственной решетки.

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
<i>Содержательный модуль 1</i>	
<b>Тема 1.</b> Введение	Предмет и задачи кристаллографии. Понятие кристаллического состояния. Закон постоянства углов. Закон рациональных отношений.
<b>Тема 2.</b> Аналитическое описание пространственной решетки	Пространственная решетка. Период повторяемости. Элементарная ячейка. Узловые прямые. Узловая плоскость. Символ семейства узловых плоскостей. Системы координатных осей. Понятие кристаллографической зоны. Уравнение зоны.
<b>Тема 3.</b> Обратная	Определение обратной решетки. Элементарные трансляции в

решетка	обратной решетке. Радиус-вектор в обратной решетке. Применение обратной решетки к решению задач кристаллографии.
<b>Тема 4.</b> Кристаллографические проекции	Понятие кристаллического и полярного комплексов. Гномографическая проекция. Стереографическая проекция. Гомостереографическая проекция. Сетка Вульфа и приемы работы с ней. Примеры решения задач с помощью сетки Вульфа.
<b>Тема 5.</b> Симметрия кристаллов	Определение симметрии. Симметрические преобразования. Преобразования первого рода. Преобразования координат при повороте вокруг оси. Преобразования второго рода. Преобразования координат при зеркальном отражении. Преобразование координат, обусловленное инверсией. Элементы симметрии. Ось симметрии, плоскость зеркального отражения, центр инверсии. Зеркально-поворотные и инверсионные оси. Обозначения элементов симметрии. Сложение элементов симметрии (основные теоремы). Возможные сочетания непараллельных поворотных осей. Основные понятия теории групп. Вывод 32 точечных кристаллографических групп. Деление по сингониям. Понятие кристаллографической простой формы. Общие и частные формы
<b>Тема 6.</b> Симметрия кристаллических структур	Пространственные группы. Трансляционные группы. Группы Браве. Открытые симметрические преобразования. Плоскости скользящего отражения. Винтовые оси. Понятие пространственной группы. Теоремы о сочетаниях трансляций и точечных элементов симметрии. Правильная система точек. Вывод пространственных групп для триклинной и моноклинной решеток. Обозначения пространственных групп.
<b>Тема 7.</b> Элементы кристаллохимии	Элементы кристаллохимии

### Тематический план

Содержательный модуль 1 «Нанонаука, наноматериалы, нанотехнологии»												
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения					
	всего	В Т.Ч.					всего	В Т.Ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
<b>Тема 1.</b> Введение	33	5	8	8	12		31,5	0,5	1		30	
<b>Тема 2.</b> Аналитическое описание пространственной решетки	33	5	8	8	12		32,5	0,5	1	1	30	
<b>Тема 3.</b> Обратная решетка	33	5	8	8	12		34	1	2	1	30	
<b>Тема 4.</b> Кристаллографические проекции	33	5	8	8	12		34	1	2	1	30	
<b>Тема 5.</b> Симметрия кристаллов	33	5	8	8	12		35	1	2	2	30	

<b>Тема 6.</b> Симметрия кристаллических структур.	33	5	8	8	12		35	1	2	2	30	
<b>Тема 7.</b> Элементы кристаллохимии	36	6	6	6	18		31	1	2	2	26	
<b>Итого по содержательному модулю 1</b>	<b>234</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>90</b>		<b>234</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>206</b>	

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

### Темы лекционных занятий

<b>№ п/п</b>	<b>Название темы</b>	<b>Количество часов</b>
1	Введение	5
2	Аналитическое описание пространственной решетки	5
3	Обратная решетка	5
4	Кристаллографические проекции	5
5	Симметрия кристаллов	5
6	Симметрия кристаллических структур.	5
7	Элементы кристаллохимии	6
	<b>ВСЕГО</b>	<b>36</b>

### Темы практический занятий

<b>№ п/п</b>	<b>Название темы</b>	<b>Количество часов</b>
1	Кристаллический комплекс	7
2	Полярный кристаллический комплекс	7
3	Линейные , сферические , гномосферические проекции	7
4	Стереографическая и гномографическая проекции	7
5	Свойства проекций.	7
6	Гномографическая проекция. Построение гномографической проекции основных граней кубического кристалла	7
7	Сферические координаты и построение сетки Вульфа.	6
8	Решение кристаллографических задач с помощью сетки Вульфа	6
	<b>ВСЕГО</b>	<b>54</b>

### Темы лабораторных занятий

<b>№ п/п</b>	<b>Название темы</b>	<b>Количество часов</b>
------------------	----------------------	-----------------------------

1	Идентификация однофазных веществ по данным о межплоскостных расстояниях.	10
2	Определение кристаллической структуры элементов и соединений с решетками высшей сингонии	10
3	Определение кристаллической структуры элементов и соединений с решетками средних сингоний .	11
4	Прецизионное определение периодов кристаллической решетки за дифрактограммах .	12
5	Прецизионное определение периодов кристаллической решетки методом обратной съемки .	11
	<b>ВСЕГО</b>	<b>54</b>

### Темы курсовых работ

Порядковый номер	Тема курсовой работы
1	Генезис минералов. Методы выращивания кристаллов
2	Образование, свойства и добыча алмазов
3	Кристалл изумруда
4	Флюорит. Барит и виверит
5	Определение структурных параметров глинистых минералов
6	Алмаз и графит: свойства, значение, происхождение
7	Свойства пегматитов
8	Описание минерала сидерита и горных пород известняков (Структура наиболее распространенных известняков - брахиоподовых, фораминиферовых и мела)..

## 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### Организация самостоятельной работы студентов

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Закон рациональных отношений.	15
2	Понятие кристаллографической зоны. Уравнение зоны.	15
3	Применение обратной решетки к решению задач кристаллографии	15
4	Сетка Вульфа и приемы работы с ней. Примеры решения задач с помощью сетки Вульфа.	15
5	Основные понятия теории групп	15
6	Вывод пространственных групп для триклинной и моноклинной решеток. Обозначения пространственных групп.	15
	<b>ВСЕГО</b>	<b>90</b>

## 7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ *(не предусмотрено рабочим планом)*

## 8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Понятие кристаллического состояния.
2. Закон постоянства углов.
3. Закон рациональных отношений.
4. Пространственная решетка. Период повторяемости. Элементарная ячейка.
5. Узловые прямые. Узловая плоскость. Символ семейства узловых плоскостей.
6. Системы координатных осей.
7. Понятие кристаллографической зоны. Уравнение зоны.
8. Определение обратной решетки.
9. Элементарные трансляции в обратной решетке.
10. Радиус-вектор в обратной решетке.
11. Понятие кристаллического и полярного комплексов.
12. Гномографическая проекция.
13. Стереографическая проекция.
14. Гомостереографическая проекция.
15. Сетка Вульфа и приемы работы с ней.

## 9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

*(образец варианта и критерии оценивания)*

### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физико-технический

Направление подготовки: **28.03.03 Наноматериалы**

Профиль:

Программа подготовки: **бакалавриат**

Семестр **3**

Учебная дисциплина **Основы кристаллографии**

### МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

#### ВАРИАНТ №1

1. Закон рациональных отношений.
2. Радиус-вектор в обратной решетке.
3. Определение обратной решетки.

Утверждено на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий,  
протокол № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой

Преподаватель

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
Задание 1	10
Задание 2	10

Задание 3	10
<b>Всего</b>	<b>30</b>

## 10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

### *Теоретические вопросы к экзамену*

1. Предмет и задачи кристаллографии.
2. Понятие кристаллического состояния.
3. Закон постоянства углов.
4. Закон рациональных отношений.
5. Пространственная решетка.
6. Период повторяемости.
7. Элементарная ячейка.
8. Узловые прямые.
9. Узловая плоскость.
10. Символ семейства узловых плоскостей.
11. Системы координатных осей.
12. Понятие кристаллографической зоны. Уравнение зоны.
13. Определение обратной решетки.
14. Понятие кристаллического и полярного комплексов.
15. Гномографическая проекция.
16. Стереографическая проекция.
17. Гомостереографическая проекция.
18. Сетка Вульфа и приемы работы с ней.
19. Определение симметрии. Симметрические преобразования.
20. Преобразования первого рода.
21. Преобразования координат при повороте вокруг оси.
22. Преобразования второго рода.
23. Преобразования координат при зеркальном отражении.
24. Преобразование координат, обусловленное инверсией.
25. Элементы симметрии. Ось симметрии, плоскость зеркального отражения, центр инверсии. Зеркально-поворотные и инверсионные оси.
26. Обозначения элементов симметрии. Сложение элементов симметрии (основные теоремы). Возможные сочетания непараллельных поворотных осей. Основные понятия теории групп.
27. Пространственные группы. Трансляционные группы. Группы Браве. Открытые симметрические преобразования. Плоскости скользящего отражения. Винтовые оси. Понятие пространственной группы.

### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физико-технический

Направление подготовки: **28.03.03 Наноматериалы**

Профиль:

Программа подготовки: **бакалавриат**

Семестр **3**

Учебная дисциплина **Основы кристаллографии**

### БИЛЕТ №1

1. Закон постоянства углов.

2. Понятие кристаллографической зоны. Уравнение зоны.
3. Преобразования второго рода.

Утверждено на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий,  
протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой  
Экзаменатор

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### *Критерии оценивания экзамена*

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
Задание 1	15
Задание 2	15
Задание 3	20
<b>Всего</b>	<b>50 баллов</b>

## **11. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ**

По курсу «Основы кристаллографии» предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля, выполнение индивидуальной работы и экзамена. Экзамен сдают студенты с целью повышения рейтинга.

### *Распределение баллов, которые могут получить студенты в процессе изучения дисциплины*

Организационно учебная работа студента	СРС		Всего
	Индивидуальная работа	Модульный контроль	
max 10 баллов	max 10 баллов	max 30 баллов	100

### *Шкала соответствия баллов национальной шкале*

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
<b>A</b>	90-100	5 (отлично)	зачтено
<b>B</b>	80-89	4 (хорошо)	зачтено
<b>C</b>	75-79	4 (хорошо)	зачтено
<b>D</b>	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>E</b>	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>FX</b>	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
<b>F</b>	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

## **12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА**

Лекционные и практические занятия по дисциплине «Основы кристаллографии» проводится в учебной лаборатории №016 «Физика полупроводников». Лаборатория оснащена комплектом учебной мебели на 18 посадочных мест, флوماстерной доской, 1 ноутбук с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет, 1 мультимедийный проектор, 1 экран переносной, 1Вакуумный универсальный пост -2К, 1 Форвакуумный насос, 1 Спектрометр СМ - 4А. В учебной лаборатории «Электронной микроскопии» №313, оборудованной комплектом учебной мебели на 6 посадочных мест, комплект рабочего места преподавателя, 1 ноутбук с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет, 1 Электронный микроскоп вакуумный-100ЛМ, 1 Микроскоп металлографический-7, 1 Вакуумметр ионизационно-термопарный-2АП, 1Вакуумный универсальный пост-4.

Самостоятельная работа студентов проходит в читальном зале справочно-библиографической информационной работы (ауд. № 102: г. Донецк, пр. Гурова, 6), помещение оснащено комплектом учебной мебели на 23 посадочных места, компьютер в комплекте (1 шт); в зале электронной информации (Донецк, пр. Гурова, 6, № 104-а.). Помещение оснащено комплектом учебной мебели на 40 посадочных мест, компьютер в комплекте (6 шт);

Индивидуальные и групповые консультации студентам для проведения самостоятельной работы предоставляются в кабинете кафедры теоретической физики и нанотехнологий, укомплектованном комплектом мебели на 12 посадочных мест, оснащенном компьютером в комплекте (1 шт.), принтером, сканером, расположенном по адресу г. Донецк, пр. Театральный 13, ауд. 256.

### 13. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<b>Основная литература</b>			
1.	Иваницын, Н. П. Физика реальных кристаллов : Учеб. пособие для физ. и хим. фак. ун-тов, машиностроит. и металлург. спец. вузов / Донецкий гос. ун-т. - Донецк : Юго-Восток, 1997. - 205 с.	44	
2.	Иваницын, Н. П. Размерные эффекты в нанокристаллических материалах [Электронный ресурс] : для студентов, аспирантов, специализирующихся по направлению подготовки 030402 «физика» и специалистов в области физики конденсированных сред, теоретической физики и нанотехнологий. / Н. П. Иваницын, С. В. Терехов, В. М. Юрченко ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Физико-технический факультет, Кафедра теоретической физики и нанотехнологий. - Донецк : ДонНУ, 2019. - Электронные текстовые данные (1 файл).		+
3.	Лифшиц, И. М. Физика реальных кристаллов и неупорядоченных систем : избр. тр. / И. М. Лифшиц ; АН СССР, Ин-т физических проблем. - Москва : Наука, 1987. - 553 с.	6	
<b>Дополнительная литература</b>			
4.	Нанотехнологии и специальные материалы: учеб.	1	

	пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 140140 - Техн. физика / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова ; под ред. Ю. П. Солнцева. - Санкт-Петербург: Химиздат, 2009. – 334, [1] с.		
5.	Нанотехнологии: азбука для всех / Н. С. Абрамчук, С. М. Авдошенко, А. Н. Баранов и др.; под ред. Ю. Д. Третьякова. - 2-е изд. – Москва: Физматлит, 2009. – 365 с.	2	
6.	Головин Ю. И. Введение в нанотехнику. – М.: Машиностроение, 2007. – 493 с.	2	

#### 14. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

<http://donnu.ru/> – сайт ДонНУ.

<http://library.donnu.ru/> – сайт библиотеки ДонНУ.

#### 15. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ № 46484614);
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДОННУ лицензия № 46472919);
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений);
4. Лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения: FreeLab, Scilab, Free Pascal, Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий с изменениями (без изменений) на 20\_\_ год.

Протокол № \_\_ от “\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий с изменениями (без изменений) на 20\_\_ год.

Протокол № \_\_ от “\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_