

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Первый проректор

А.А.Каракозов  
(И.О.Фамилия)

« 31 » 03 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б.1.О.23 КРИСТАЛЛОГРАФИЯ И ДЕФЕКТЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО  
СТРОЕНИЯ**

Направление подготовки: 22.03.01. «Материаловедение и технологии материалов»

Направленность (профиль): Прикладное материаловедение  
Металловедение и термическая обработка металлов

Программа: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

<b>Форма обучения</b>	<b>очная</b>	<b>заочная</b>
Семестр(ы)	3	4
Общая трудоёмкость в з.е./часах	6,0 / 216	6,0 / 216
Контактная работа (час.), в том числе	89	16
лекции (час.)	34	4
лабораторные работы (час.)	-	-
практические (семинарские) занятия (час.)	51	6
Самостоятельная работа (час.), в том числе	73	164
курсовой проект/работа (семестр)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт):	экзамен. 54 час	экзамен. 36 час

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Кристаллография и дефекты кристаллического строения» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 22.03.01. «Материаловедение и технологии материалов», направленность (профили) «Прикладное материаловедение», «Металловедение и термическая обработка металлов» для 2023 года приёма.

Составитель:

Доцент кафедры «Физическое материаловедение»,  
к.т.н., доцент



Петрушак С.В.

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Физическое материаловедение».

Протокол от « 23 » марта 20 23 года № 6

Заведующий кафедрой

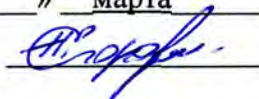


Егоров Н.Т.

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО ДОННТУ по направлению подготовки 22.03.01. «Материаловедение и технологии материалов»

Протокол от « 23 » марта 20 23 года № 6

Председатель



Егоров Н.Т.

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Физическое материаловедение»

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Егоров Н.Т.

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Физическое материаловедение»

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Егоров Н.Т.

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Физическое материаловедение»

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Егоров Н.Т.

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Физическое материаловедение»

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Егоров Н.Т.

## 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы кристаллической структуры и кристаллической решетки, параметры кристаллической решетки, определение символов узлов, направлений и плоскостей, основные типы структур, дефекты кристаллического строения и их классификацию.

Целью изучения дисциплины является углубленное усвоение фундаментальных знаний в области строения материалов на атомарном уровне, которые широко используются в практической работе специалиста по инженерному материаловедению.

В результате освоения дисциплины студент должен:

- **знать** – основные закономерности кристаллического строения веществ и параметры, которые его характеризуют; способы обозначений узлов, направлений и плоскостей в кристаллах; точечные и пространственные элементы симметрии кристаллов, закономерности их взаимодействия и способы обозначений классов симметрии и пространственных групп симметрии; основные положения кристаллохимии и кристаллофизики; влияние размерных факторов и внешних факторов (температуры и давления) на тип кристаллической структуры и характер межатомных связей; основные тенденции и направления развития современной кристаллографии, механизмы образования собственных точечных дефектов и влияние внешних факторов на их количество; типы дислокаций и характер их поведения; механизмы взаимодействия и размножения дислокаций; способы и степень влияния дефектов на физические и механические свойства материалов;
- **уметь:** определять кристаллографические символы узлов, направлений и плоскостей в кристаллах; строить стереографические и гномостереографические проекции направлений и плоскостей в кристаллах; определять полную совокупность элементов симметрии кристаллов и записывать формулу симметрии; определять основные характеристики типичных кристаллических структур металлов и сплавов, определять концентрацию вакансий и межузельных атомов и энергию их образования; определять тип дислокаций, рассчитывать их энергию и плотность; записывать дислокационные реакции в кристаллографических индексах и делать выводы о возможности их протекания; определять тип и величину порогов, которые возникают на дислокациях при их пересечении друг с другом; рассчитывать напряжения, необходимые для скольжения дислокаций;
- **владеть:** навыками работы с диаграммами состояния металлов и сплавов, диаграммами фазовых и структурных превращений в материалах разных классов, диаграммами, отражающими взаимосвязь между составом или структурой и свойствами материала; основными методиками металлографического, рентгеноструктурного, рентгеноспектрального и электронномикроскопического анализа.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общетехнические знания (ОПК-1);
- способен на основе системного подхода применять основные методы исследования, анализа, диагностики и моделирования структуры и свойств металлических, неметаллических, композиционных и порошковых материалов в научно-исследовательской и производственной деятельности (ПК-1);
- способен выполнять качественный и количественный структурный и фазовый анализ, анализ состава фаз в материалах с использованием методов оптической, электронной, ионной микроскопии, рентгеноструктурного и рентгеноспектрального анализа (ПК-2).

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: высшая математика, физика, химия.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении таких дисциплин – структурный анализ материалов; рентгенография и электронная микроскопия; металловедение; материаловедение; теория термической обработки металлов; неметаллические материалы; специальные стали и сплавы; цветные металлы и сплавы, а также при выполнении курсового проекта, прохождении учебной и производственной практик, прохождении государственной итоговой аттестации.

## 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная / заочная форма обучения)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор.	Практ. (Семин.).	СР
<u>Тема 1.</u> Кристаллическая структура и кристаллическая решетка	21 / 16	4 / 0	0 / 0	10 / 1	7 / 15
<u>Тема 2.</u> Кристаллографические проекции. Элементы симметрии кристаллов	23 / 18	4 / 1	0 / 0	12 / 2	7 / 15
<u>Тема 3.</u> Решетка Бравэ. Элементы кристаллохимии	8 / 20	4 / 0	0 / 0	0 / 0	4 / 20
<u>Тема 4.</u> Основные типы структур. Обратная кристаллическая решетка	24 / 18	4 / 0	0 / 0	8 / 1	12 / 17
<u>Тема 5.</u> Точечные дефекты	17 / 21	4 / 1	0 / 0	4 / 1	9 / 19
<u>Тема 6.</u> Линейные дефекты.	19 / 21	4 / 1	0 / 0	6 / 1	9 / 19
<u>Тема 7.</u> Классификация дислокаций. Частичные дислокации Шокли и Франка	15 / 15	2 / 0	0 / 0	6 / 0	7 / 15
<u>Тема 8.</u> Поведение дислокаций в кристаллах	20 / 24	6 / 1	0 / 0	5 / 0	9 / 23
<u>Тема 9.</u> Дисклинация	11 / 21	2 / 0	0 / 0	0 / 0	9 / 21
Контактная работа (дополнительная)	4 / 6	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0
Курсовая работа (проект)	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0
Итого по видам занятий:	162 / 180	34 / 4	0 / 0	51 / 6	73 / 164
Контроль	54 / 36	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0
<b>ИТОГО:</b>	<b>216 / 216</b>	<b>34 / 4</b>	<b>0 / 0</b>	<b>51 / 6</b>	<b>73 / 164</b>

**Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины**



Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
<b>ОПК-1</b>	Темы 1 - 9
<b>ПК-1</b>	Темы 1 - 9
<b>ПК-2</b>	Темы 1 - 9

### 3.2. Лекции.

#### Тема 1. Кристаллическая структура и кристаллическая решетка

Содержание темы 1. Исторический обзор развития кристаллографии и современные его достижения. Кристаллическое состояние вещества. Кристаллическая структура и кристаллическая решетка. Параметры кристаллической решетки. Определение символов узлов, направлений и плоскостей. Параметры Вейса и индексы Миллера. Простые формы и зоны в кристаллах. Структурная эквивалентность. Причины введения четырех индексов. Формулы перехода на четырехиндексную систему и обратно. Индексы Бравэ.

Литература к теме 1. [1, 2, 3, 4, 5]

#### Тема 2. Кристаллографические проекции. Элементы симметрии кристаллов

Содержание темы 2. Кристаллический и полярный комплексы. Сферические проекции. Стереографические проекции. Гномостереографические проекции. Сетка Вульфа.

Точечные элементы симметрии. Плоскости симметрии, простые и инверсионные оси симметрии, центр симметрии. Теоремы о взаимодействии точечных элементов симметрии. Классы симметрии. Низшая, средняя и высшая категории симметрии. Сингонии. Формула симметрии. Международные символы классов симметрии. Методы вывода классов симметрии. Пространственные элементы симметрии. Трансляция, плоскости скользящего отражения, винтовые оси симметрии. Теоремы о взаимодействии пространственных элементов симметрии.

Литература к теме 2. [1, 2, 3, 4, 5]

#### Тема 3. Решетка Бравэ. Элементы кристаллохимии

Содержание темы 3. Принципы образования пространственных групп. Примитивная, базоцентрированная, объемноцентрированная и гранецентрированная элементарные ячейки, 14 типов решетки Бравэ.

Эффективный радиус атома или иона. Закономерности изменения радиусов элементов таблицы Д.И.Менделеева. Координационные многогранники. Координационные числа. Количество атомов в ячейке. Стехиометрическая формула вещества. Ионные, ковалентные, металлические, Ван-дер-Ваальсовские водородные типы связей. Характерные особенности строения этих кристаллов и их физические свойства. Влияние температуры и давления на изменения кристаллической структуры. Принцип Данкова-Конобеевского. Характеристики плотнейших шаровых упаковок.

Литература к теме 3. [1, 2, 3, 4, 5]

#### Тема 4. Основные типы структур. Обратная кристаллическая решетка

Содержание темы 4. Изоструктурность. Принципы обозначения структурных типов. Краткие характеристики наиболее распространенных структурных типов. Изоморфизм, полиморфизм. Тетра- и октапустоты в кристаллах.

Принципы введения обратной кристаллической решетки. Основные свойства обратной кристаллической решетки. Строение Эвальда.

Литература к теме 4. [1, 2, 3, 4, 5]

### Тема 5. Точечные дефекты

Содержание темы 5. Общие сведения. Классификация дефектов кристаллического строения по геометрическим признакам. Виды точечных дефектов. Механизмы образования собственных точечных дефектов. Термодинамика собственных точечных дефектов.

Миграция вакансий. Миграция межузельных атомов. Миграция примесных атомов. Комплексы точечных дефектов. Поведение вакансий при закалке и отпуске.

Рентгеноструктурные методы. Метод измерения электросопротивления.

Литература к теме 5. [\[1\]](#), [\[2\]](#), [\[3\]](#), [\[4\]](#), [\[5\]](#), [\[6\]](#)

### Тема 6. Линейные дефекты

Содержание темы 6. Общие сведения. Краевые дислокации. Образование краевых дислокаций в кристаллах. Схема искажения решетки вблизи краевой дислокации. Скольжение и переползание краевой дислокации.

Винтовые дислокации. Образование винтовых дислокаций. Схема искривления решетки вокруг винтовой дислокации. Скольжение и множественное поперечное скольжение винтовой дислокации. Смешанные дислокации.

Вектор Бюргерса дислокаций. Определение вектора Бюргерса дислокаций и его свойства. Плотность дислокаций и методы их определения.

Упругие свойства дислокаций. Энергия дислокаций. Сила, действующая на единицу длины дислокации. Упругое взаимодействие двух параллельных дислокаций.

Литература к теме 6. [\[1\]](#), [\[2\]](#), [\[3\]](#), [\[4\]](#), [\[5\]](#), [\[6\]](#)

### Тема 7. Классификация дислокаций. Частичные дислокации Шокли и Франка

Содержание темы 7. Полные и частичные дислокации. Характерные полные и частичные дислокации в типовых кристаллических структурах металлов. Энергетический критерий Франка дислокационных реакций в кристаллах.

Частичные дислокации Шокли. Частичные дислокации Шокли в ГП, ГЦК и ОЦК решетках. Дефекты упаковки. Растянутые дислокации и их ширина. Частичные дислокации Франка.

Дислокационные реакции в ГЦК решетках. Стандартный тетраэдр Томпсона. Запись дислокационных реакций в символах Томпсона и в кристаллографических индексах. Вершинные дислокации и дислокации Ломер-Коттрелла.

Дислокационные реакции в ГП и ОЦК решетках. Стандартная бипирамида и характерные дислокационные реакции в ГП и ОЦК решетках. Поперечное скольжение и переползание растянутых дислокаций.

Литература к теме 7. [\[1\]](#), [\[2\]](#), [\[3\]](#), [\[4\]](#), [\[5\]](#), [\[6\]](#)

### Тема 8. Поведение дислокаций в кристаллах

Содержание темы 8. Пересечение дислокаций. Пересечение одиночных краевых, краевой и винтовой и двух винтовых дислокаций. Движение дислокаций с порогами. Пересечение растянутых дислокаций.

Взаимодействие дислокаций с точечными дефектами. Атмосферы Коттрелла, Снука и Сузуки. Взаимодействие дислокаций с вакансиями и межузельными атомами.

Механизмы образования дислокаций. Образование дислокаций при кристаллизации. Размножение дислокаций при пластической деформации. Источник Франка-Рида и Бардина-Херинга.

Торможение дислокаций. Сила Пайерлса. Торможение дислокаций при их взаимодействии с другими дислокациями, торможение дисперсными частицами и атмосферами Коттрелла, Снука и Сузуки.

Литература к теме 8. [\[1\]](#), [\[2\]](#), [\[3\]](#), [\[4\]](#), [\[5\]](#), [\[6\]](#)

### Тема 9. Дислокации

Содержание темы 9. Дисклинации в непрерывной упругой среде. Дисклинации в кристаллических решетках.

Литература к теме 9. [1, 2, 3, 4, 5, 6]

### 3.3. Практические занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн/заочн	Литература
1.	Определение индексов узлов, направлений и плоскостей в пространственной решетке	10 / 1	[3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
2.	Кристаллографические проекции. Сетка Вульфа	8 / 2	[3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
3.	Элементы симметрии кристаллов	4 / 0	[3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
4.	Основные типы металлических структур и плотность упаковки	8 / 1	[3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
5.	Точечные дефекты	4 / 1	[3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
6.	Взаимодействие дислокаций	6 / 0	[3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
7.	Дислокационные реакции	6 / 0	[3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
8.	Взаимодействие дислокаций с точечными дефектами	5 / 1	[3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
Итого		<b>51 / 6</b>	

### 3.4. Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очн/заочн	Литература
	Лабораторные занятия по дисциплине <b>не планируются</b>		

### 3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/заочн
1	Изучение лекционного материала	25 / 45
2	Подготовка к практическим занятиям	48 / 110
3	Подготовка к лабораторным работам	0 / 0
4	Выполнение курсового проекта	0 / 0
5	Выполнение курсовой работы	0 / 0
6	Выполнение индивидуального задания	9 / 9
Итого:		<b>73 / 164</b>

### 3.6. Курсовой проект (работа) или индивидуальное задание

Предусмотрено выполнение индивидуального задания (контрольной работы). Цель – обучение основам расчета; закрепление, углубление и обобщение знаний, приобретенных при изучении теории этой дисциплины. Индивидуальное задание оказывает содействие развитию навыков самостоятельного решения технических и/или технологических задач. Развивает конструктивное отношение к методам расчетов, совершенствует навыки ведения и оформление проектной документации. О выполнении индивидуального задания сообщается студентам в начале семестра, а условия к заданию предоставляется в течение месяца после начала учебного

семестра после изучения соответствующего лекционного материала и/или изучении материала, который не рассматривается на лекциях. Объем учебной нагрузки при выполнении индивидуального задания – не менее 9 часов. Сдача индивидуального задания осуществляется не позднее чем за две недели до окончания учебного семестра. Выполнение индивидуального задания осуществляется в часы СРС.

Индивидуальное домашнее задание состоит из двух частей [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]:

- часть 1 – задания по разделу «Кристаллография»;
- часть 2 – задания по разделу «Дефекты кристаллического строения».

Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – 5-15 страниц формата А4 (210×297 мм), шрифт Times New Roman 12 пт, межстрочный интервал – одинарный.

## **4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

### **4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций**

#### *Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

#### *Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую литературу, нормативно-правовые акты;



- высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую научную литературу, нормативно-правовые акты.

#### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;
- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

#### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

## **4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета**

### **Раздел 1 «Кристаллография»**

1. Что такое элементарная ячейка и как ее выбирают?
2. Указать элементы симметрии кристалла и что они обозначают.
3. Указать характеристики плотности упаковки.
4. Как определяют индексы направлений?
5. Как определяют индексы плоскостей?
6. Что такое анизотропия и с чем она связана?
7. Чем сложные кристаллические решетки отличаются от примитивных?
8. Изобразить элементарную ячейку решетки ОЦК, указать индексы и количество наиболее плотноупакованных плоскостей и направлений.
9. Изобразить элементарную ячейку решетки ОЦК, рассчитать коэффициент заполнения объема. Как он еще называется?
10. Изобразить элементарную ячейку решетки ГЦК, указать индексы и количество наиболее плотноупакованных плоскостей и направлений.
11. Изобразить элементарную ячейку решетки ГЦК, рассчитать коэффициент заполнения объема. Как он еще называется?
12. Чем отличаются друг от друга разные по строению кристаллы? Какими параметрами и в каком количестве?
13. Определить индексы узлов А и В, направления АВ и заштрихованной плоскости в кубическом кристалле.
14. В кубическом кристалле построить направление и плоскость с индексами [XXX] и (XXX).
15. С помощью сетки Вульфа построить гномостереографические проекции плоскостей

(XXX) и (XXX), определить угол между ними и построить их стереографические проекции.

## Раздел 2 «Дефекты кристаллического строения»

1. Классификация дефектов кристаллического строения.
2. Причины деформационного старения.
3. Линейные дефекты кристаллической структуры и их характеристика.
4. Точечные дефекты и их характеристика.
5. Краевые и винтовые дислокации.
6. Следствия взаимодействия краевых дислокаций с атомами внедрения.
7. Принцип классификации дефектов кристаллического строения.
8. Механизмы пластической деформации.
9. Деформационное старение.
10. Взаимодействие краевых дислокаций и его последствия.
11. Механизмы пластической деформации.
12. Классификация дефектов кристаллического строения.
13. Полигонизация и ее причины.
14. Точечные дефекты и их характеристика.
15. Взаимодействие краевых дислокаций с атомами внедрения и его последствия.
16. Деформационное старение и его причины.
17. Характеристика точечных дефектов.

### Пример экзаменационного билета

#### ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

Уровень высшего профессионального образования:

**бакалавриат**

(бакалавриат, специалитет, магистратура)

Направление подготовки: **22.03.01**

**Материаловедение и технологии материалов**

(код, название)

Направленность (профиль):

**Прикладное материаловедение,  
Металловедение и термическая обработка  
металлов**

(название)

Семестр:

**третий**

Учебная дисциплина:

**Кристаллография и дефекты кристаллического строения**

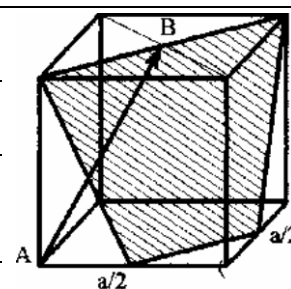
БИЛЕТ № 1

1 Определить индексы узлов А и В, направления АВ и заштрихованной плоскости в кубическом кристалле.

2 В кубическом кристалле построить направление и плоскость с индексами [211] и (111).

3 С помощью сетки Вульфа построить гномостереографические проекции плоскостей (112) и (011), определить угол между ними и построить их стереографические проекции.

4 Чем отличаются друг от друга разные по строению кристаллы? Какими параметрами и в каком количестве?



Утверждено на заседании кафедры

«Физическое материаловедение»

(наименование кафедры полностью)

Протокол № от 20 г.

Зав. кафедрой

Егоров Н.Т.

(подпись)

(Ф.И.О.)

Экзаменатор

Петрушак С.В.

(подпись)

(Ф.И.О.)

### 4.3 Критерии оценивания

**Промежуточная аттестация** по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена в соответствии с «Положением об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете», утвержденном приказом ДонНТУ от 02.05.2018г. № 337-14.

Для определения уровня знаний студентов используются такие методы контроля:

1. Текущий опрос по всем темам программы.
2. Оценка качества и своевременности выполнения индивидуального домашнего задания и защиты заданий практических занятий.

Максимальное суммарное количество баллов, которые студент может получить при текущих опросах составляет 20 баллов.

Максимальное количество баллов, которые студент может получить при своевременном выполнении индивидуального домашнего задания составляет 10 баллов.

Максимальное количество баллов, которые студент может получить при выполнении письменной части промежуточной аттестации (экзамена) 70 баллов.

Итоговая семестровая оценка по дисциплине по шкалам ECTS и национальной выставляется на основании суммарного количества баллов, которые набрал студент в соответствии с таблицей "Соотношение между суммой баллов по 100-бальной шкале и оценками по шкале – государственной и ECTS".

**Текущий контроль** знаний студентов очного обучения производится по результатам практических занятий и контрольных опросов в ходе их проведения.

Сумма баллов по 100-бальной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	Удовлетворительно
35-59	FX	
0-34	F*	
		Неудовлетворительно

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

**"Отлично" (A)** - Студент на все вопросы экзаменационного задания ответил верно. Ответы аргументированы и обоснованы.

**"Хорошо" (B)** - Студент ответил правильно на все вопросы экзаменационного билета, но допустил незначительные ошибки при обосновании и аргументировании отдельных ответов.

**"Хорошо" (C)** - Студент на отдельные вопросы экзаменационного билета ответил недостаточно аргументировано, допустил ошибки при обосновании принятых решений.

**"Удовлетворительно" (D)** - Студент в целом ответил правильно на большинство вопросов экзаменационного задания, но ответы достаточно не аргументированы, много ошибок при обосновании и объяснении ответов.

**"Удовлетворительно" (E)** - Студент ответил правильно не на все вопросы экзаменационного задания, ответы не аргументированы, много ошибок при ответе на теоретическую часть экзаменационного билета.

**"Неудовлетворительно" (FX)** - Студент не ответил или не верно ответил на большинство вопросов экзаменационного задания, ответы не обоснованы и не аргументированы.

#### 4.4 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях

Практическое занятие «Определение индексов узлов, направлений и плоскостей в пространственной решетке».

Контрольные вопросы:

1. Что такое "пространственная решетка" и в чем состоит расхождение понятий "пространственная решетка" и "кристаллическая структура"?
2. Что называют элементарной ячейкой и какими являются правила ее выбора?
3. Что называют индексами узла?
4. Как определяют индексы направления в пространственной решетке?
5. Что называют параметрами кристаллографической плоскости?
6. Как определяют индексы кристаллографической плоскости?
7. С чем связано использование четырехосной системы координат при индексировании гексагональных кристаллов?
8. Какое соотношение между индексами плоскости в гексагональном кристалле имеет место при использовании четырехосной системы координат?
9. Какое соотношение между индексами направления в гексагональном кристалле имеет место при использовании четырехосной системы координат?

#### 4.5 Курсовое проектирование

Согласно учебному плану, по дисциплине «Кристаллография и дефекты кристаллического строения» не предусмотрены курсовая работа и курсовой проект.

### 5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

#### *1. Основная литература*

1. Горбатенко В.П. Материаловедение [Электронный ресурс] : учебник для технологических и механических специальностей вузов / В. П. Горбатенко, Т. В. Новоселова ; В.П. Горбатенко, Т.В. Новоселова. - 9 Мб. - Невинномысск : ЭльДирект, 2018. - 1 файл. - Автограф. - Систем.требования: ZIP-архиватор.<http://ed.donntu.org/books/18/cd8367.zip>
2. Материаловедение. Технология композиционных материалов [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А. Г. Кобелев [и др.] ; А.Г. Кобелев, М.А. Шаронов, О.А. Кобелев, В.П. Шаронова. - 17 Мб. - М. : КНОРУС, 2015. - 1 файл. - Систем.требования: AcrobatReader.<http://ed.donntu.org/books/cd3818.pdf>

#### **II. Дополнительная литература**

3. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник для вузов / В.Б.Арзамасов [и др.]; В.Б.Арзамасов, А.Н.Волчков, В.А.Головин и др.; под ред. В.Б.Арзамасова, А.А.Черепашина. - 2-е изд., стер. - М.: ИЦ "Академия", 2009. - 448с.
4. Новиков И.И. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки: учебник для вузов / И.И.Новиков, К.М.Розин. - М.: Металлургия, 1990. - 335с.

### 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:**

5. Марчук С.И. Кристаллография и дефекты кристаллического строения. Конспект лекций. Часть 1 «Кристаллография» [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов" / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. физического материаловедения; сост. С. И. Марчук, С. В. Петрушак. –

Электрон. дан. (1 файл: 566 Кб). – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: AcrobatReader. - Загл. с титул. экрана.

**6.** Марчук С.И. Кристаллография и дефекты кристаллического строения. Конспект лекций. Часть 2. «Дефекты кристаллического строения» [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов" / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. физического материаловедения; сост. С. И. Марчук, С. В. Петрущак. – Электрон. дан. (1 файл: 938 Кб). – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: AcrobatReader. - Загл. с титул. экрана.

**7.** Методические указания к выполнению практических занятий по дисциплине «Кристаллография и дефекты кристаллического строения» : для обучающихся по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. физического материаловедения ; сост. С. И. Марчук. - Электрон. дан. (1 файл: 542 Кб) – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: AcrobatReader. – Загл. с титул. экрана.

**8.** Методические указания к самостоятельной работе студентов по изучению дисциплины «Кристаллография и дефекты кристаллического строения» [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов" / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. физического материаловедения; сост. С. И. Марчук. – Электрон. дан. (1 файл: 111 Кб). – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: AcrobatReader. - Загл. с титул. экрана.

**9.** Методические указания к выполнению индивидуального домашнего задания по дисциплине «Кристаллография и дефекты кристаллического строения» [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов" / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. физического материаловедения; сост. С. И. Марчук. – Электрон. дан. (1 файл: 211 Кб). – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: AcrobatReader. - Загл. с титул. экрана.

#### **Электронно-информационные ресурсы**

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>

ЭБС IPR SMART - <http://iprbookshop.ru>

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1. Лекционные занятия:**

– учебная аудитория № 5.362, учебный корпус 5, для проведения занятий лекционного типа, а также групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы студентов (компьютеры: Celeron - 1 ГГц /HDD 20 Gb/ 256 Mb, монитор 17 - 3 шт.; Celeron – 400/64/4,3 Gb, монитор 17 – 1 шт., IBM 6x-233/32/3?2/2, монитор 17 – 2 шт., P-166, монитор 17 – 1 шт., P Dual Core 2,7 GHz/2Gb/500 Gb, монитор 34 LG; выход в Internet, специализированная мебель. Пакет программ «OpenOffice» (открытый доступ).

### **2. Практические занятия:**

– учебная аудитория № 5.351, учебный корпус 5, для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы студентов.

### **3. Лабораторные работы:**

– не планируются.



#### **4. Самостоятельная работа студента:**

- помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL.