


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



**УТВЕРЖДАЮ:**

Первый проректор

 **Каракозов А.А.**

(подпись)

« 31 » 03 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б.1.В.08 «ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ»**

Направление подготовки: 22.03.01. «Материаловедение и технологии материалов»

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

Программа: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

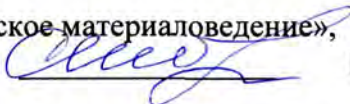
Форма обучения	очная	заочная
Семестр(ы)	4	5
Общая трудоёмкость в з.е./часах	5,5 / 198	5,5 / 198
Контактная работа (час.), в том числе	91	22
лекции (час.)	51	6
лабораторные работы (час.)	17	2
практические (семинарские) занятия (час.)	17	6
Самостоятельная работа (час.), в том числе	71	140
курсовой проект (работа) (семестр/час)	4 (27час)	5 (27 час.)
Контроль (экзамен, час./зачёт):	экзамен, 36 час	экзамен, 36 час.

Донецк, 2023г.

Рабочая программа дисциплины «Физика конденсированного состояния» 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

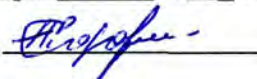


Петрущак С.В.

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

Протокол от « 23 » марта 2023 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 2023 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.

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

Цель дисциплины теоретическая подготовка в области теоретических основ материаловедения для понимания природы процессов термической обработки и обеспечения свойств металлов и сплавов в заданном направлении.

В результате освоения дисциплины студент должен:

- **знать** основы физики твердого и жидкостного состояния; взаимосвязь атомно-кристаллического и электронного строения материалов с физическими свойствами и процессами, которые происходят во время термического действия на материалы; основные понятия геометрической термодинамики, термодинамическое равновесие в бинарных и тройных системах; понятие о диффузии и фазовых превращениях;
- **уметь** анализировать атомно-кристаллическое строение разнообразных фаз, характер сил межатомной связи, атомный механизм и кинетику диффузных процессов для прогнозирования изменений свойств при легировании, фазовых переходах; применять основные положения геометрической термодинамики и закономерностей диаграмм фазовых равновесий для анализа превращений в бинарных системах.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- 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 части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

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

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении таких дисциплин - методы структурного анализа; металловедение; теория термической обработки металлов; порошковые и композиционные материалы; стали и сплавы с особыми свойствами; 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. (Семина.)	СР
<b>Тема 1.</b> Введение	2 / 5	1 / 0	0 / 0	0 / 0	1 / 5
<b>Тема 2.</b> Характеристика агрегатных состояний вещества	7 / 8	2 / 0	2 / 1	0 / 0	1 / 7
<b>Тема 3.</b> Современные представления относительно строения кристаллических твердых тел	10 / 10	2 / 0	6 / 0	0 / 0	2 / 10
<b>Тема 4.</b> Особенности строения жидкости	9 / 8	4 / 1	0 / 0	2 / 0	3 / 7
<b>Тема 5.</b> Твердение жидких веществ	7 / 7	4 / 1	0 / 0	0 / 0	3 / 7
<b>Тема 6.</b> Диаграммы состояния	12 / 16	2 / 1	0 / 0	4 / 1	6 / 15
<b>Тема 7.</b> Элементы графической термодинамики	12 / 17	4 / 1	0 / 0	2 / 1	6 / 15
<b>Тема 8.</b> Основы квантово-механической теории. Энергетические состояния в твердых телах	13 / 8	6 / 1	4 / 0	0 / 0	3 / 7
<b>Тема 9.</b> Диаграммы бинарных сплавов	21 / 20	6 / 1	5 / 1	6 / 4	4 / 14
<b>Тема 10.</b> Диаграммы состояния тройных систем	11 / 7	4 / 0	0 / 0	3 / 0	4 / 7
<b>Тема 11.</b> Типы связи в кристаллах	7 / 6	4 / 0	0 / 0	0 / 0	3 / 6
<b>Тема 12.</b> Кристаллическая структура твердых фаз	10 / 7	6 / 0	0 / 0	0 / 0	4 / 7
<b>Тема 13.</b> Диффузия	10 / 6	6 / 0	0 / 0	0 / 0	4 / 6
<b>Контактная работа (дополнительная)</b>	6 / 8				
<b>Курсовая работа (проект)</b>	27 / 27				27 / 27
<b>Итого по видам занятий</b>	<b>162 / 162</b>	<b>51 / 6</b>	<b>17 / 2</b>	<b>17 / 6</b>	<b>71 / 140</b>
<b>Контроль</b>	36 / 36				
<b>ИТОГО</b>	<b>198 / 198</b>	<b>51 / 6</b>	<b>17 / 2</b>	<b>17 / 6</b>	<b>71 / 140</b>

#### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
<b>ПК-1</b>	Темы 1, 2, 4, 5, 7, 8, 11, 13.
<b>ПК-2</b>	Темы 3, 6, 9, 10, 12.

#### 3.2. Лекции

##### Тема 1 Введение.

Содержание темы 1. Связь теоретических основ материаловедения с последующими курсами и практическими вопросами.

Литература темы 1: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 10]



## **Тема 2 Характеристика агрегатных состояний вещества**

Содержание темы 2. Общие характеристики плазменного и газового состояний. Жидкое состояние. Бесструктурная, решетчатая и двухструктурная модели. Дальний и ближний порядок. Жидкие кристаллы. Твердое состояние. Кристаллы, металлическое стекло, действительно аморфные и рентгеноаморфные фазы.

Литература темы 2: [\[1, 2, 3, 4, 5, 6, 10\]](#)

## **Тема 3. Современные представления относительно строения кристаллических твердых тел**

Содержание темы 3. Особенности кристаллического строения реальных кристаллов. Взаимодействие дефектов кристаллического строения и их влияние на структуру и свойства металлических кристаллов. Изучение структуры кристаллов дифракционными методами.

Литература темы 3: [\[1, 2, 3, 4, 5, 6, 10\]](#)

## **Тема 4. Особенности строения жидкости.**

Содержание темы 4. Структурные изменения во время плавления. Функция радиального распределения атомов. Парный потенциал взаимодействия. Модельные теории жидкости: жестких сфер, Дж.Бернала, теория сиботаксисов, квазиполикристаллическая модель.

Литература темы 4: [\[1, 2, 3, 4, 5, 6, 10\]](#)

## **Тема 5. Твердение жидких веществ.**

Содержание темы 5. Кристаллизация, стеклование, аморфизация. Свойства и применение аморфных материалов. Жидкие кристаллы и типы их структур

Литература темы 5: [\[1, 2, 3, 4, 5, 6, 10\]](#)

## **Тема 6. Диаграммы состояния.**

Содержание темы 6. Диаграммы состояния. Термодинамические потенциалы и условия равновесия. Классификация фазовых преобразований. Диаграммы фазовых равновесий однокомпонентных систем.

Литература темы 6: [\[1, 2, 3, 4, 5, 6, 10\]](#)

## **Тема 7. Элементы графической термодинамики**

Содержание темы 7. Энергия упорядочения. Концентрационная зависимость термодинамических потенциалов твердых растворов. Анализ формы и взаимного расположения кривых термодинамического потенциала.

Литература темы 7: [\[1, 2, 3, 4, 5, 6, 10\]](#)

## **Тема 8. Основы квантово-механической теории. Энергетические состояния в твердых телах**

Содержание темы 8. Соотношение Гейзенберга, Ейнштейна, Де-Бройля, их концептуальная суть и значение. Квантование энергии, квантовые числа. Заполнение электронных уровней атомов. Электронные состояния в твердых телах. Энергетические полосы. Подвижность электронов и энергия Ферми. Эффективная масса электрона. Методы подходов к рассмотрению электронных состояний в металлах. Электронная и дырочная проводимость.

Литература темы 8: [\[1, 2, 3, 4, 5, 6, 10\]](#)

## **Тема 9. Диаграммы бинарных сплавов**

Содержание темы 9. Сплавы с неограниченной растворимостью. Системы с эвтектикой и перитектикой. Диаграммы состояния с промежуточными фазами. Диаграммы с

полиморфными превращениями компонентов. Диаграммы с ограниченной растворимостью в жидком состоянии.

Литература темы 9: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 10]

### **Тема 10. Диаграммы состояния тройных систем**

Содержание темы 10. Геометрические основы диаграмм тройных систем. Диаграммы с неограниченной и ограниченной растворимостью компонентов. Изо- и политермические разрезы.

Литература темы 10: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 10]

### **Тема 11 Типы связи в кристаллах**

Содержание темы 11. Общая характеристика. Связь Ван-дер-Ваальса. Ионные кристаллы. Ковалентная связь. Металлические кристаллы.

Литература темы 11: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 10]

### **Тема 12 Кристаллическая структура твердых фаз**

Содержание темы 12. Твердые растворы. Типы твердых растворов. Взаимная растворимость металлов. Упорядоченные твердые растворы. Сверхструктуры. Ближний порядок в твердых растворах. Структура промежуточных фаз. Электронные соединения. Фазы Лавеса. Сигма фазы. Промежуточные фазы внедрения.

Литература темы 12: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 10]

### **Тема 13 Диффузия**

Содержание темы 13. Общие понятия. Особенности диффузии в кристаллах. Диффузия в сплавах типа твердого раствора внедрения. Вакансионный механизм диффузии. Перемещение атомов на большие расстояния. Макроскопическая диффузия. Законы Фика. Диффузия в поле напряжений. Зернограничная диффузия. Экспериментальные исследования диффузионных процессов.

Литература темы 13: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 10]

## **3.3 Практические занятия**

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн/заочн	Литература
1	Изучение процессов кристаллизации	2 / 1	[6, 8, 10]
2	Анализ диаграмм состояния различных двух- и трехкомпонентных систем	15 / 5	[6, 8, 10]
<b>ИТОГО</b>		<b>17 / 6</b>	

## **3.4. Лабораторные работы**

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очн/заочн	Литература
1	Основные типы металлических структур и плотность упаковки	2 / 1	[6, 7, 10]
2	Взаимодействие краевых дислокаций	2 / 0	[6, 7, 10]
3	Взаимодействие дислокаций с точечными дефектами	4 / 0	[6, 7, 10]
4	Точечные дефекты. Определение концентрации вакансий методом измерения электросопротивления	4 / 1	[6, 7, 10]
5	Экспериментальное построение диаграммы двойной металлической системы эвтектического типа методом термического анализа	5 / 0	[6, 7, 10]
<b>ИТОГО</b>		<b>17 / 2</b>	

### 3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/заочн
1	Изучение лекционного материала	27 / 58
2	Подготовка к практическим занятиям	9 / 30
3	Подготовка к лабораторным работам	8 / 25
4	Выполнение курсового проекта	0 / 0
5	Выполнение курсовой работы	27 / 27
6	Выполнение индивидуального задания	0 / 0
<b>Итого:</b>		<b>71 / 140</b>

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

Тема курсовой работы: «Анализ диаграммы фазовых равновесий двойной системы (указать систему)»

При выполнении курсовой работы студент должен:

- охарактеризовать заданную диаграмму состояния реальной двойной системы наиболее полно;
- построить кривые охлаждения и описать происходящие изменения фазовых равновесий при охлаждении из жидкого состояния для двух предложенных сплавов заданной системы;
- для каждого из указанных сплавов определить относительное количество фаз, их равновесные составы и, по возможности, количество структурных составляющих при температурах  $T_{1i}$  для сплава 1 и  $T_{2i}$  для сплава 2;
- при двух указанных температурах  $T_3$  и  $T_4$  необходимо построить схему кривых концентрационной зависимости термодинамического потенциала для всех возможных в системе фаз в том же масштабе по концентрациям, что и у изображенной диаграммы. На схеме необходимо указать концентрационные интервалы существования различных фазовых равновесий, а в тексте пояснительной записки - привести границы этих областей в массовых процентах и, на основании термодинамических закономерностей, дать этому пояснения.

Объем курсовой работы – не более 50 страниц сброшюрованных рукописного или машинописного текста. Студент обязан оформить курсовую работу строго в соответствии с установленными требованиями ДСТУ 3008-95 на листах формата А4.

## 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 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

1. Общая сравнительная характеристика агрегатных состояний вещества.
2. Определение плотности упаковки кристаллических структур (на примере ГЦК-решетки).
3. Современные представления относительно строения кристаллических тел.
4. Классификация, свойства и применение жидких кристаллов
5. Линейные дефекты кристаллического строения
6. Охарактеризовать особенности строения кристаллической решетки ГЦК
7. Понятие об элементарной ячейке и условиях ее выбора.
8. Общая характеристика процесса кристаллизации
9. Сравнение парной функции распределения атомов (ПФРРА) для расплавов и кристаллических тел
10. Объяснить, почему взаимодействие между собой краевых дислокаций и краевых дислокаций с атомами внедрения проявляют себя после пластической деформации
11. Квазиполикристаллическая модельная теория строения жидких металлов
12. Склонность расплавов к переохлаждению
13. Условия образования неограниченных твердых растворов
14. Типы твердых растворов
15. Электронные соединения.
16. Взаимная растворимость металлов
17. Структуры промежуточных фаз
18. Ограниченные твердые растворы
19. Промежуточные  $\sigma$ -фазы.
20. Упорядоченные твердые растворы
21. Промежуточные фазы внедрения.
22. Промежуточные фазы со структурой  $\beta$ -вольфрама.
23. Соотношение Гейзенбергу
24. Соотношение Эйнштейна и Де-Бройля
25. Энергия Ферме.
26. Фазы Лавеса.
27. Квантование энергии. Квантовые числа.
28. Макроскопическая диффузия. Первый закон Фика
29. Второй закон Фика.
30. Распределение Ферми
31. Заполнение электронных оболочек
32. Металлическая связь в кристаллах
33. Ионные кристаллы
34. Основные особенности зонной теории твердого тела
35. Особенности диффузии в кристаллах
36. Примитивная ячейка. Зоны Бриллюэна
37. Зернограничная диффузия.
38. Ближний порядок в твердых растворах
39. Типы связей в кристаллах
40. Диффузия в твердых растворах внедрения
41. Представление об обратной решетке
42. Экспериментальное изучение диффузных процессов
43. Дать характеристику полученной диаграммы состояния двойной системы, для заданного сплава построить кривую охлаждения и охарактеризовать процессы, которые происходят при этом, привести схему концентрационной зависимости термодинамических потенциалов фаз, которая отвечает заданной температуре.

## Пример экзаменационного билета

<b>ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»</b>	
Уровень высшего профессионального образования:	<b>бакалавриат</b> (бакалавриат, специалитет, магистратура)
Направление подготовки : . <b>22.03.01</b>	<b>Материаловедение и технологии материалов</b> (код, название)
Направленность (профиль):	<b>Прикладное материаловедение, Металловедение и термическая обработка металлов</b> (название)
Семестр:	<b>четвертый</b>
Учебная дисциплина:	<b>Физика конденсированного состояния</b>

### БИЛЕТ № 1

1. Тестовая компьютерная задача по разделу «Фазовые равновесия в двойных системах».
2. Общая характеристика промежуточных фаз.
3. Сравнительная характеристика строения типичных металлических структур. Какие общие свойства металлов обеспечиваются особенностями таких структур?
4. Начертить схему диаграммы состояния двойной системы, которая приведенная в приложении к билету. Дать характеристику диаграммы состояния и фаз, существование которых возможно в сплавах системы. Для сплава с указанным содержанием компонентов в соответствии с диаграммой состояния построить кривые охлаждения, проанализировать процессы, которые при этом происходят. Дать количественную оценку фазового состояния при температурах $T_1 + \Delta T$ и $T_1 - \Delta T$ , сделать выводы о характере преобразования, которое состоялось.

Утверждено на заседании кафедры	<b>«Физическое материаловедение»</b> (наименование кафедры полностью)
Протокол	№ _____ от _____ 20__ г.
Зав. кафедрой	(подпись) _____ Егоров Н.Т. (Ф.И.О.)
Экзаменатор	(подпись) _____ Петрущак С.В.. (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 и защиты курсовой работы, лабораторных работ и практических заданий, которые относятся к соответствующей теме.

Максимальное суммарное количество баллов, которые студент может получить при своевременной защите лабораторных работ и заданий практических занятий, составляет 20 баллов.

Максимальное количество баллов, которые студент может получить при своевременном выполнении курсовой работы, 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 лабораторных и 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	Удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно
0-34	F*	

\* – 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 и лабораторных работах

Практическое занятие «Изучение процесса кристаллизации»

Контрольные вопросы:

1. Что такое кристаллизация?
2. Движущая сила кристаллизации.
3. Параметры кристаллизации.
4. Форма образующихся кристаллов.
5. Гомогенная кристаллизация.
6. Гетерогенная кристаллизация.
7. Модифицирование сплавов.

Лабораторная работа «Взаимодействие краевых дислокаций».

Контрольные вопросы:

1. Какие силы действуют на дислокацию?
2. Как определить величину этой силы?
3. Как распределяются напряжения вокруг краевой дислокации?
4. Как взаимодействуют краевые дислокации в параллельных плоскостях скольжения?

5. Укажите положения устойчивого и неустойчивого равновесия дислокаций.
6. Как взаимодействуют винтовые дислокации?
7. Существует ли положение устойчивого и неустойчивого равновесия винтовых дислокаций?
8. Как взаимодействуют краевые дислокации, лежащие в одной плоскости скольжения?

#### 4.5 Курсовое проектирование

Согласно учебному плану по дисциплине "Физика конденсированного состояния" предусмотрено выполнение курсовой работы.

Тематика курсовой работы связана с анализом диаграммы фазовых равновесий реальной двойной системы.

При оценивании результатов курсовой работы руководствуются следующим распределением максимально возможного количества баллов по основным разделам работы:

№ п/п	Наименование раздела	Максимально возможное количество баллов
1	ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕМЕНТОВ	10
2	ХАРАКТЕРИСТИКА ДИАГРАММЫ НИКЕЛЬ-ИНДИЙ - растворимость элементов - преобразования при трехфазных равновесиях - характеристика фаз - наличие полиморфизма компонентов и фаз - характеристика преобразований	60 (по 12 баллов для каждого вопроса раздела)
3	АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ, КОТОРЫЕ ПРОИСХОДЯТ ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ СПЛАВОВ - сплав с содержанием XX,XX% А - сплав с содержанием XX,XX% В	30 (по 15 баллов для каждого вопроса раздела)
<b>ИТОГО</b>		<b>100</b>

Оценивание раздела производится исходя из следующего:

- полная характеристика приведенной диаграммы с указанием характеристики компонентов, их физических и химических свойств, атомных или ионных радиусов, строения электронной оболочки – максимально возможное количество баллов;
- растворимость компонентов в жидком и твердом состоянии с анализом причин на основании приведенных ранее данных о компонентах; наличие характерных превращений при трехфазных равновесиях и краткое описание каждого из них; полная характеристика каждой из фаз, в том числе промежуточных, с указанием ее кристаллического строения, параметров, типа, возможностей ее образования; наличие полиморфизма компонентов и наиболее полная характеристика полиморфных модификаций на диаграмме состояния заданной системы – от 1/3 до 2/3 от максимально возможного количества баллов;
- кривые охлаждения заданных сплавов с указанием фазового состава и возможных характерных превращений; описание фазовых равновесий и возможных характерных процессов в данных сплавах при охлаждении – от 1/3 до 2/3 от максимально возможного количества баллов;
- результаты расчета относительного количества фаз и их химического состава при заданных температурах с необходимыми комментариями, исходными предпосылками и выводами; схемы кривых зависимостей термодинамических потенциалов фаз указанной системы при заданных температурах с соответствующими пояснениями – от 1/3 до 2/3 от максимально возможного количества баллов;
- неверный анализ, неумение выполнить расчет для принятия решения, получения необходимых результатов – ноль баллов.

Итоговая оценка по курсовому проектированию определяется суммированием набранных по разделам баллов.

## 5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### *I. 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. Жданов Г.С., Хунджуа А.Г. Лекции по физике твердого тела. Принципы строения, реальная структура, фазовые превращения. - М.: МГУ, 1988. - 231 с. (доступ через личный кабинет студента).
4. Захаров А.М. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. - М.: Metallurgia, 1990. - 240 с. (доступ через личный кабинет студента).
5. Жуков А.А. Геометрическая термодинамика сплавов железа. - М.: Metallurgia, 1978. - 295 с. (доступ через личный кабинет студента).

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

6. Физика конденсированного состояния (конспект лекций) для студентов направления 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» / Сост.: Марчук С.И., Петрушак С.В. – Донецк: ДОННТУ, 2017. – 40 с. (доступ через личный кабинет студента).
7. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Физика конденсированного состояния» : 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. – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. (доступ через личный кабинет студента).
8. Методические указания к выполнению практических занятий по дисциплине «Физика конденсированного состояния» : 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.. – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: AcrobatReader. - Загл. с титул. экрана. (доступ через личный кабинет студента).
9. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Физика конденсированного состояния» : 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. – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. (доступ через личный кабинет студента).
10. Методические указания к самостоятельной работе студентов по изучению дисциплины «Физика конденсированного состояния» : для обучающихся по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» / ГОУВПО «ДОННТУ»,



Каф. физического материаловедения ; сост.: С. И. Марчук. – Электрон. дан. – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: AcrobatReader. – Загл. с титул. экрана. (доступ через личный кабинет студента).

### **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:**

– учебная лаборатория термической обработки - аудитория № 5.359, учебный корпус 5, для проведения практических работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы студентов (камерные печи - 14 шт.; шахтные печи - 3 шт.; установка для определения прокаливаемости, закалочные баки -3 шт.; стенды - 3 шт.; плакаты - 95 шт.; трубчатые печи - 6 шт.).

### **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.