

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

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор



(подпись)

А.А. Каракозов

« 31 » 03 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.09 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

Направление подготовки: 22.03.01- Материаловедение и технологии материалов

Направленность (профиль): "Прикладное материаловедение"

Программа: бакалавриат

Форма обучения: Очная, заочная

Форма обучения	Очная	Заочная
Семестр(ы)	5	6
Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах	5,5 / 198	5,5 / 198
Контактная работа (час.)	106	24
Лекции (час.)	51	8
Практические (семинарские) занятия (час.)	17	6
Лабораторные работы (час.)	34	4
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	56	138
Курсовой проект (работа) (семестр / час.)	-	-
Контроль (экзамен, час. / зачёт):	Экзамен, 36 час.	Экзамен, 36 час.

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Материаловедение» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 22.03.01- «Материаловедение и технологии материалов» (направленность (профиль) "Прикладное материаловедение") для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

профессор кафедры «Физическое  
материаловедение», доктор технических  
наук, профессор



Горбатенко

В.П.

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

Протокол от 23.03.2023 года № 10.

Заведующий кафедрой



Егоров Н.Т.

(подпись)

(Ф.И.О.)

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

Протокол от 23.03.2023 года № 6.

Председатель



Егоров Н.Т.

(подпись)

(Ф.И.О.)

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

## 1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Материаловедение» рассматривает вопросы структурообразования в металлах и сплавах различных систем в процессе кристаллизации, последующего охлаждения в кристаллическом состоянии и под воздействием внешних факторов, строение и свойства сплавов системы «Железо-углерод» - углеродистых сталей и чугунов в зависимости от их состава и обработки, а также на уровне общих представлений – классификацию, свойства и специфику использования других материалов, таких, как легированные стали и сплавы с особыми свойствами, неметаллические, порошковые и композиционные материалы.

**Целью** дисциплины является: формирование углубленных фундаментальных знаний в области закономерностей структурообразования в металлах и сплавах при кристаллизации, охлаждении и нагреве, деформации, особенностей структуры и свойств углеродистых сталей и чугунов в зависимости от их состава и условий охлаждения и термической обработки, общих представлений о легированных сталях, сплавах с особыми свойствами, неметаллических, композиционных и порошковых материалах.

В результате освоения дисциплины студент должен **знать:** основные типы фаз в металлических материалах, основные закономерности, особенности и механизмы фазовых превращений и структурных изменений при кристаллизации, охлаждении, пластической деформации и последующем нагреве металлов и сплавов, процессы структурообразования в углеродистых сталях и чугунах разного типа, особенности их структуры и свойств в зависимости от состава и условий термической обработки, их классификацию, маркировку, специфику применения, классификацию, принципы маркировки и основные цели легирования легированных сталей и сплавов с особыми свойствами, классификацию и основные области применения неметаллических, композиционных и порошковых материалов;

**уметь:** анализировать процессы фазовых и структурных превращений при кристаллизации и охлаждении в твердом состоянии сплавов разного состава, включая стали и чугуны разных типов; распознавать структуру сталей и чугунов разного состава при металлографическом анализе;

**владеть:** навыками работы на металлографических микроскопах, методиками макро- и микроструктурного анализа сталей и чугунов, методами подготовки объектов к исследованиям.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

ПК1 - 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;

ПК2 - 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.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к профессиональному циклу части блока дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: физическая химия, физика, физика конденсированного состояния, механические свойства и конструктивная прочность материалов, кристаллография и дефекты кристаллического строения.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при выполнении квалификационной работы в ходе государственной итоговой

аттестации, изучении последующих дисциплин («Цветные металлы и сплавы», «Специальные стали и сплавы», «Неметаллические материалы», «Порошковые и композиционные материалы», «Теория термической обработки» и др.).

### 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)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ.	Лабор.	СРС
Тема 1. Материалы в технике, их общая характеристика	18 / 12	2 / 0	2 / 0	8 / 0	6 / 12
Тема 2. Кристаллизация металлов и сплавов	18 / 20	6 / 1	4 / 2	2 / 0	6 / 17
Тема 3. Структурные и фазовые превращения в металлах и сплавах в твердом состоянии.	35 / 34	12 / 1	4 / 2	6 / 0	13 / 31
Тема 4. Формирование структуры углеродистых сталей и чугунов при кристаллизации и последующем охлаждении.	52 / 58	18 / 4	2 / 0	14 / 4	18 / 50
Тема 5. Особенности структуры и свойства сталей после термической обработки	24 / 23	6 / 1	5 / 2	4 / 0	9 / 20
Тема 6. Общая характеристика других металлических, неметаллических, композиционных и порошковых материалов.	11 / 9	7 / 1	0 / 0	0 / 0	4 / 8
Контактная работа (дополнительная)	4 / 6				
Курсовой проект (работа)					
<b>Итого по видам занятий:</b>	<b>162 / 162</b>	<b>51 / 8</b>	<b>17 / 6</b>	<b>34 / 4</b>	<b>56 / 138</b>
Контроль	<b>36 / 36</b>				
<b>Итого:</b>	<b>198 / 198</b>				

#### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
<b>ПК 1</b>	Темы 1, 2, 3, 6
<b>ПК 2</b>	Темы 3, 4, 5

#### 3.2. Лекции

##### Тема 1. Материалы в технике, их общая характеристика.

##### Содержание темы 1:

Основные классы материалов, применяемых в технике. Общая характеристика и классификация металлов. Полиморфизм металлов и его роль в формировании структуры металлических систем. Отличия в строении диаграмм состояния полиморфных металлов. Общая характеристика основных методов исследования структуры металлов и сплавов.

Общая характеристика сплавов, методы их получения, основные принципы построения диаграмм состояния сплавов. Фазы в сплавах, их основные типы и особенности строения, полиморфизм в сплавах.

Литература к теме 1: [1], [2].

##### Тема 2. Кристаллизация металлов и сплавов.

### Содержание темы 2:

Кристаллизация металлов, основные положения термодинамики и кинетики процессов кристаллизации, гомогенное и гетерогенное образование зародышей кристаллов, основные особенности их реализации при кристаллизации. Влияние степени переохлаждения расплава на критический размер и скорость образования зародышей кристаллов. Роль модифицирования при кристаллизации. Рост кристаллов, его основные закономерности. Форма кристаллов.

Основные закономерности кристаллизации сплавов, анализ процессов кристаллизации с помощью диаграмм состояния, кристаллизация твердых растворов и промежуточных фаз. Дендритная ликвация, условия и причины ее возникновения. Эвтектическая и перитектическая кристаллизация. Основные закономерности и особенности эвтектического превращения в сплавах, его основные механизмы: нормальный, абнормальный, образование структуры грубого конгломерата. Основные закономерности перитектического превращения в сплавах, его основной механизм.

Строение отливок и слитков. Типы структур отливок. Усадочные дефекты: раковины, поры, рыхлость, газовые пузыри, причины их возникновения. Зональная ликвация и ликвация по удельному весу, их причины.

Литература к теме 2: [1], [2].

### **Тема 3. Структурные и фазовые превращения в металлах и сплавах в твердом состоянии.**

#### Содержание темы 3:

Изменение структуры закристаллизованных металлов и сплавов без фазовых превращений: гомогенизация, устранение вакансий, полигонизация, рекристаллизация (грануляция и собирательная рекристаллизация), спекание.

Влияние пластической деформации на структуру и свойства металлов. Механизмы пластической деформации (диффузионный и сдвиговый). Скольжение и двойникование. Механизм упрочнения при пластической деформации. Влияние холодной пластической деформации на структуру и свойства металлов и сплавов. Структурные изменения во время нагрева холоднодеформированного металла. Влияние температуры нагрева на структуру и свойства холоднодеформированных металлов. Возврат 1 рода, полигонизация и рекристаллизация (первичная и вторичная или собирательная) в деформированных металлах и сплавах. Понятие о критической степени деформации. Влияние условий предшествующей деформации и параметров нагрева на структуру и свойства деформированных металлов и сплавов. Определение холодной и горячей пластической деформации.

Полиморфные превращения в металлах и сплавах. Особенности фазовых превращений в твердом состоянии. Полиморфные превращения, их основные закономерности и механизмы. Особенности полиморфных превращений в двухкомпонентных системах с неограниченной и ограниченной растворимостью компонентов разных типов, если полиморфизмом обладают оба компонента, или только один из них. Эвтектоидное и перитектоидное превращения в сплавах. Эвтектоидное превращение в металлических системах, его основные механизмы – нормальный и абнормальный. Перитектоидное превращение в сплавах, его основные закономерности.

Процессы распада пересыщенных твердых растворов. Процессы растворения и выделения избыточных фаз при охлаждении металлических систем. Изменение формы и размеров частиц избыточных фаз во время пребывания системы при повышенных температурах.

Литература к теме 3: [1], [2].

### **Тема 4. Формирование структуры углеродистых сталей и чугунов при кристаллизации и последующем охлаждении.**

#### Содержание темы 4:

Диаграмма состояния "Железо-углерод". Метастабильное и стабильное равновесия. Основные линии и точки диаграммы. Основные компоненты и фазы системы "Железо-углерод": основные компоненты системы – железо и углерод, их структура и свойства; основные фазы системы, их характеристика: жидкий раствор, твердые растворы (аустенит, феррит), цементит, графит. Классификация железо-углеродистых сплавов.

Кристаллизация сталей. Анализ процессов кристаллизации технического железа и сталей с разной концентрацией углерода. Особенности перитектического превращения в сталях. Фазовые

превращения в твердом состоянии технического железа, доэвтектоидных, эвтектоидной и заэвтектоидных сталей. Особенности полиморфных превращений в твердых растворах на основе железа. Перлитное превращение в сталях, его механизмы. Влияние условий превращения на структуру перлита и свойства стали. Распад пересыщенного феррита при охлаждении. Особенности структуры углеродистых сталей в зависимости от содержания углерода.

Кристаллизация и структурные изменения при охлаждении белых чугунов. Механизм эвтектической кристаллизации с формированием ледебурита. Характеристика видоизмененного ледебурита. Отличия в структуре белых чугунов с разным содержанием углерода. Структура половинчатых чугунов и условия ее получения. Основные недостатки таких чугунов и примеры формирования такой структуры в реальных производственных условиях.

Классификация серых чугунов по составу, форме графитных включений и типу металлической основы. Процесс кристаллизации серых чугунов. Особенности эвтектического превращения в серых немодифицированных чугунах. Структурные изменения в серых чугунах при охлаждении. Условия формирования разного типа металлической основы серых чугунов и их связь с механизмом развития эвтектоидного превращения при охлаждении. Обычные серые чугуны, особенности их структуры, маркировка, свойства и применение.

Особенности эвтектического превращения в серых модифицированных чугунах. Модифицированные (высокопрочные) серые чугуны, сравнение их свойств с таковыми у обычных серых чугунов, маркировка, области применения. Ковкие чугуны, особенности их структуры и метод получения. Структурные и фазовые превращения в процессе графитизирующего отжига. Маркировка, свойства и области применения ковких чугунов.

Влияние углерода на структурный и фазовый состав и механические свойства сталей. Влияние обычных примесей - Mn, Si, Al, S, P, газовых примесей (кислорода, азота, водорода) на структуру и свойства сталей и чугунов.

Классификация, маркировка, свойства и применение углеродистых сталей. Конструкционные (обыкновенного качества и качественные) и инструментальные углеродистые стали, их свойства и характерные области применения в зависимости от содержания углерода.

Общая характеристика легированных сталей: укрупненная классификация, особенности маркировки, преимущества и недостатки.

Литература к теме 4: [1], [2].

### **Тема 5. Особенности структуры и свойства сталей после термической обработки.**

Содержание темы 5:

Общая характеристика и классификация видов термической обработки.

Процесс аустенитизации в стали: обратное перлитное превращение, особенности структурообразования в доэвтектоидных и заэвтектоидных сталях при нагреве в двухфазной области. Структурные изменения в аустените с повышением температуры нагрева и удлинением выдержки в аустенитной области. Наследственное и действительное зерно аустенита. Понятие о наследственно-мелкозернистых и наследственно-крупнозернистых сталях.

Фазовые превращения при охлаждении нагретых сталей. Общая характеристика перлитного, бейнитного и мартенситного превращений. Фазовые и структурные превращения при нагреве закаленной стали (отпуске), виды отпуска. Особенности структуры сталей после отжига, закалки и отпуска.

Общие представления относительно химико – термической обработки стали и ее основных видов. Особенности фазовых превращений при цементации стали.

Литература к теме 5: [1], [2].

### **Тема 6. Общая характеристика других металлических, неметаллических, композиционных и порошковых материалов.**

Содержание темы 6:

Легированные стали, их классификация и маркировка. Основные цели легирования. Краткая характеристика основных групп конструкционных и инструментальных легированных сталей. Стали и сплавы с особыми физико-химическими свойствами, их классификация. Общая характеристика коррозионно-стойких, жаростойких и жаропрочных сталей и сплавов.

Классификация цветных металлов и сплавов. Общая характеристика основных типов сплавов: на основе меди – латуней и бронз, на основе алюминия – деформируемых, литейных и

спеченных, на основе магния – деформируемых и литейных, на основе титана различных структурных классов, подшипниковых сплавов, сплавов тугоплавких металлов.

Классификация и эффективность применения неметаллических материалов. Основные виды полимерных материалов. Общая характеристика пластических масс, термопластические и термореактивные пластмассы, их основные виды и применение.

Порошковые материалы, принципы получения изделий из них. Основные преимущества и недостатки порошковых материалов. Металлические и металлокерамические порошковые материалы.

Композиционные материалы, их классификация, преимущества и недостатки. Композиционные материалы с металлической матрицей, их общая характеристика. Композиционные материалы с неметаллической матрицей, их общая характеристика.

Литература к теме 6: [1].

### 3.3. Практические занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час., очн. / заочн.	Литература
1	Атомно-кристаллическое строение металлов и сплавов	2 / 0	[1, 2, 5]
2	Изучение процесса кристаллизации чистых металлов	2 / 0	[2, 5]
3	Изучение процесса кристаллизации сплавов системы Pb - Sb	2 / 2	[2, 5]
4	Анализ процессов фазовых превращений в твердом состоянии в двухкомпонентных сплавах различных систем	4 / 2	[2, 5]
5	Анализ диаграммы состояния сплавов системы «Железо-углерод»	2 / 2	[1, 2, 5]
6	Структурные изменения при диффузионном изменении состава сплава	5 / 0	[5]
Итого:		17 / 6	

### 3.4. Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час., очн. / заочн.	Литература
1	Макроструктурный анализ	4 / 0	[4]
2	Микроструктурный анализ	6 / 0	[4]
3	Изучение процесса кристаллизации	2 / 0	[2, 4]
4	Наклеп и рекристаллизация в металлах	4 / 0	[2, 4]
5	Диаграмма состояния системы „Железо-углерод”	2 / 0	[2, 4]
6	Изучение структуры сталей разного состава	4 / 2	[1, 2, 4]
7	Изучение структуры чугунов	4 / 2	[1, 4]
8	Дефекты структуры сталей	2 / 0	[4]
9	Коллоквиум по структурам сталей и чугунов	2 / 0	
10	Структура сталей после термической обработки	4 / 0	[1, 2, 4]
Итого:		34 / 4	

### 3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час., очн. / заочн.
1	Изучение лекционного материала	27 / 128
2	Подготовка к практическим занятиям	12 / 6
3	Подготовка к лабораторным работам	17 / 4
4	Выполнение курсового проекта (36 часов)	- / -
5	Выполнение курсовой работы (27 часов)	- / -
5	Выполнение индивидуального задания (не менее 9 часов)	- / -
Итого:		56 / 138



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

Выполнение курсового проекта или работы по дисциплине «Материаловедение» учебным планом не предусмотрено.

Выполнение индивидуального задания не предусмотрено.

## 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 неполные, неточные и недостаточно 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; слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки; решения не всегда обоснованы; умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности; способен обосновать решения; умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи; способен обосновать решения; умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, 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. Задачи, которые решают с помощью методов макроструктурного анализа.
2. Задачи, которые решают с помощью методов микроструктурного анализа.
3. Сплавы, их определение и основные методы получения.
4. Твердые растворы в сплавах, их основные типы.
5. Основные типы соединений в сплавах.
6. Процесс гомогенного образования зародышей кристаллов при кристаллизации металлов.
7. Процесс гетерогенного образования зародышей кристаллов при кристаллизации.
8. Зародыш критического размера, его определение.
9. Влияние степени переохлаждения на скорость образования зародышей и роста кристаллов.
10. Рост кристаллов в жидкости при кристаллизации. Роль дислокаций в процессе роста кристаллов.
11. Форма кристаллов, которые формируются в процессе кристаллизации металлов.
12. Основные типы структур в отливках. Строение металлического слитка.
13. Дефекты строения отливок и слитков (усадочные дефекты, ликвация), их причины и основные виды.
14. Процесс кристаллизации твердых растворов в сплавах.
15. Процесс кристаллизации промежуточных фаз в сплавах.
16. Эвтектическая кристаллизация в сплавах (на примере сплава эвтектического состава). Основные механизмы эвтектического превращения.
17. Процесс кристаллизации доэвтектического и заэвтектического сплавов.
18. Перитектическое превращение в сплавах, его основной механизм.
19. Дендритная ликвация в сплавах, ее причины. Основные факторы, способствующие ее возникновению.
20. Безизбирательная кристаллизация твердых растворов в сплавах.
21. Структурные изменения в закристаллизовавшихся металлах и сплавах при охлаждении, не связанные с фазовыми превращениями, их основные виды.
22. Влияние холодной пластической деформации на структуру и свойства металлов.
23. Общая характеристика процессов, происходящих при нагреве холоднодеформированного металла.
24. Процесс рекристаллизации в деформированных металлах при нагреве. Влияние параметров деформации и дальнейшего нагрева на размер зерна в структуре металла после рекристаллизации.
25. Общая характеристика процессов полиморфного превращения в сплавах.

26. Характеристика процессов полиморфных превращений в сплавах, компоненты которых нерастворимы друг в друге в твердом состоянии.
27. Характеристика процессов полиморфных превращений в сплавах с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии:
  - а) случай, когда оба компонента сплава обладают полиморфизмом;
  - б) случай, когда только один из компонентов сплава обладает полиморфизмом и изоморфной по отношению к другому компоненту является его высокотемпературная модификация;
  - в) случай, когда только один из компонентов сплава обладает полиморфизмом и изоморфной по отношению к другому компоненту является его низкотемпературная модификация.
28. Эвтектоидное превращение в сплавах, его основные механизмы.
29. Фазовые превращения в сплавах с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии, в которых происходит эвтектоидное превращение:
  - а) случай сплава эвтектоидного состава; б) случай доэвтектоидного сплава; в) случай заэвтектоидного сплава.
30. Перитектоидное превращение в сплавах, его основной механизм.
31. Процессы выделения избыточной фазы из пересыщенного твердого раствора при охлаждении.
32. Структурные изменения при диффузионном изменении состава сплава.
33. Основные компоненты и фазы в сплавах системы «Железо-углерод», их общая характеристика.
34. Выполнить анализ процессов структурообразования в сплаве системы "железо-углерод", содержащем  $X$  % углерода, в условиях его медленного охлаждения из жидкого состояния до комнатной температуры; изобразить схему конечной структуры сплава; определить тип сплава и классифицировать его по содержанию углерода и характеру структуры; концентрация  $X$  различна в разных билетах и составляет: 37.1 –  $X=0,02$  % C; 37.2 –  $X=0,05$  % C; 37.3 –  $X=0,13$  % C; 37.4 –  $X=0,16$  % C; 37.5 –  $X=0,3$  % C; 37.6 –  $X=0,4$  % C; 37.7 –  $X=0,6$  % C; 37.8 –  $X=0,7$  % C; 37.9 –  $X=0,8$  % C; 37.10 –  $X=1,1$  % C
35. Выполнить анализ процессов структурообразования в сплаве системы "железо-углерод", содержащем  $X$  % углерода, в условиях его ускоренного охлаждения из жидкого состояния до комнатной температуры; изобразить схему конечной структуры сплава; определить тип сплава и классифицировать его по содержанию углерода и характеру структуры; концентрация  $X$  различна в разных билетах и составляет: 38.1 –  $X=2,2$  % C;  $X=3,0$  % C;  $X=3,5$  % C;  $X=4,0$  % C.
36. Выполнить анализ процессов структурообразования в сплаве системы "железо-углерод", содержащем  $X$  % C, в условиях его медленного охлаждения из жидкого состояния до комнатной температуры; изобразить схему конечной структуры сплава; определить тип сплава и классифицировать его по содержанию углерода и характеру структуры; концентрация  $X$  различна в разных билетах и составляет: 39.1 –  $X=2,5$  % C; 39.2 –  $X=3,5$  % C.
37. Выполнить анализ процессов структурообразования в эвтектическом сером модифицированном (высокопрочном) чугуна в условиях его медленного охлаждения из жидкого состояния до комнатной температуры. Изобразить схему конечной структуры сплава.
38. Охарактеризовать условия получения структуры ковкого чугуна, фазовые превращения, которые имеют место при отжиге на ковкий чугун.
39. Влияние модифицирования на процесс эвтектического превращения в сером чугуна.
40. Высокопрочные чугуны, их структура, свойства, маркировка, области использования.
41. Обычные серые чугуны (с пластинчатым графитом), их структура, свойства, маркировка, области использования.
42. Ковкие чугуны, их структура, свойства, маркировка, области использования.
43. Классификация серых чугунов по форме графитных включений и типу металлической основы.
44. Охарактеризовать влияние условий охлаждения на тип металлической основы серых чугунов.
45. Условия получения структуры серого чугуна: а) с ферритной металлической основой; б) с феррито-перлитной металлической основой; в) с перлитной металлической основой.
46. Влияние углерода на структуру и свойства сталей.
47. Классификация и маркировка углеродистых сталей
48. Влияние постоянных примесей – а) марганца и кремния, б) серы и фосфора, в) кислорода, азота и водорода – на структуру и свойства сталей и чугунов.
49. Влияние температуры нагрева на кинетику роста зерна аустенита при нагреве сталей.

50. Фазовые превращения при нагревании сталей при термической обработке.
51. Общая характеристика бейнитного превращения в сталях.
52. Мартенситное превращение в стали. Структура и свойства мартенсита.
53. Перлитное превращение аустенита при охлаждении стали. Влияние степени переохлаждения аустенита на строение перлита.
54. Общая характеристика процессов, происходящих при отпуске закаленной стали.
55. Наследственное и действительное зерно аустенита при нагреве. Наследственно-крупнозернистые и наследственно-мелкозернистые стали.
56. Дать определение легированных сталей. Классификация легированных сталей по назначению.
57. Перечислить основные классы неметаллических материалов.
58. Термопластичные пластмассы, их общая характеристика.
59. Термореактивные пластмассы, их общая характеристика.
60. Какие материалы называют композиционными? Дать определение матрицы и армирующего компонента.
61. Порошковые материалы, их общая характеристика и классификация.

#### Пример экзаменационного билета

#### ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Уровень высшего профессионального образования:	<u>бакалавриат</u> (бакалавриат, специалитет, магистратура)
Направление подготовки (специальность):	<u>22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов</u> (код, название)
Профиль (магистерская программа, специализация):	<u>«Прикладное материаловедение»</u> (название)
Семестр:	<u>5</u>
Учебная дисциплина:	<u>Материаловедение</u>

#### БИЛЕТ №

1. Выполнить анализ процессов структурообразования в сплаве системы «Fe-C», содержащем 0,3% C, в условиях его медленного охлаждения из жидкого состояния до 20 °С. Изобразить схему конечной структуры сплава, выполнить его фазовый и структурный анализ (качественный и количественный). Определить тип сплава и классифицировать его по содержанию углерода и характеру структуры.
2. Охарактеризовать влияние условий охлаждения на тип металлической основы серых чугунов.
3. Процесс кристаллизации твердых растворов в сплавах.
4. Процесс рекристаллизации в деформированных металлах при нагреве. Влияние параметров деформации и последующего нагрева на размер зерна в структуре металла после рекристаллизации

Утверждено на заседании кафедры	<u>«Физическое материаловедение»</u> (наименование кафедры полностью)		
Протокол	<u>№</u>	<u>от</u>	<u>20</u> г.
Зав. кафедрой	<u>Егоров Н.Т.</u> (подпись) (Ф.И.О.)		
Экзаменатор	<u>Горбатенко В.П.</u> (подпись) (Ф.И.О.)		

#### 4.3. Критерии оценивания

Оценка знаний, умений и навыков студента производится путем суммирования баллов (по 100-бальной шкале), полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

**Текущий контроль** знаний студентов производится по результатам выполнения лабораторных и практических работ. Текущий контроль, по результатам которого студент может получить до 30 баллов, включает следующие его виды:

а) текущий опрос на лабораторных занятиях, в том числе при защите выполненной работы; максимальное количество баллов за все лабораторные работы составляет 20 баллов, за каждую лабораторную работу – максимум 2 балла;

б) текущий опрос на практических занятиях, в том числе при защите выполненной работы; максимальное количество баллов за все практические работы составляет 10 баллов, за каждую практическую работу начисляется максимум 2 балла.

**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. Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется по результатам сдачи письменного экзамена, исходя из максимального количества баллов, соответствующего 70.

При этом по 5-бальной шкале оцениваются ответы на каждый из вопросов экзаменационного билета с последующим определением среднеарифметической оценки ответа на вопросы билета. Полученная средняя оценка умножается на коэффициент 14, являющийся результатом деления максимального количества баллов (70) по 100-бальной шкале на высшую оценку по 5-бальной шкале (5).

Полученный результат итогового контроля суммируется с результатами текущего контроля знаний с получением итоговой оценки в баллах по 100-бальной шкале. На основании полученного результата определяется оценка по государственной шкале и ECTS. Перевод оценки из 100-бальной шкалы в государственную и ECTS осуществляется в соответствии со шкалой, приведенной в «Положении об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете», утверждённом приказом ДонНТУ №337-14 от 02.05.2018г.

Критерии оценки ответов на каждый из вопросов экзаменационного билета приведены ниже.

Оценка в 5 баллов выставляется в случае полного и обоснованного ответа на вопрос билета с достаточно детальным анализом соответствующего вида материала и/или технологии его получения или обработки, а также особенностей его использования.

Оценка в 4 балла выставляется в случае достаточно полного и обоснованного ответа на вопрос билета с отдельными недостатками в анализе особенностей строения и свойств материала и/или технологии его получения или обработки.

Оценка в 3 балла выставляется в случае верного определения основных свойств, особенностей строения и получения или обработки материала и изделий из него, но без детального обоснования ответа.

Оценка в 2 балла выставляется в случае грубых ошибок в характеристике заданной группы материалов.

При полном отсутствии ответа на соответствующий вопрос за него выставляется 0 баллов.

Полученная оценка по 100-бальной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

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.

#### 4.4. Пример текущего опроса на лабораторных и практических занятиях

Лабораторная работа № 1 «Макроструктурный анализ».

1. Укажите назначение макроструктурного анализа;
2. Назовите типы изломов и охарактеризуйте их.

3. Опишите особенности строения стального слитка.
4. Перечислите возможные дефекты слитков.
5. Что называют ликвацией и какие ее виды вы знаете?
6. Расскажите о методике выявления распределения фосфора и серы в стали.

Практическая работа № 5: «Анализ диаграммы состояния сплавов системы «Железо-углерод».

1. Назовите и охарактеризуйте основные компоненты системы «Железо-углерод»;
2. Какие типы твердых растворов присутствуют в сплавах системы «Железо-углерод»?
3. Какие сплавы системы называют сталями?
4. Какие сплавы системы называют чугунами?
5. В чем заключается принципиальное отличие процессов фазовых превращений, происходящих в сталях с 0,05 % углерода и 0,15 % углерода?
6. В чем заключается принципиальное отличие процессов фазовых превращений, происходящих в сталях с 0,8 % углерода и 1,2 % углерода?
7. В чем заключается принципиальное отличие процессов фазовых превращений, происходящих в белых чугунах с 2,5 % углерода и 4,3 % углерода?

#### **4.5. Курсовое проектирование**

Курсовое проектирование по дисциплине учебным планом не предусмотрено.

### **5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

#### **5.1 Основная литература:**

1. Горбатенко В.П. Материаловедение: Учебник для технологических и механических специальностей высших учебных заведений [Электронный ресурс] / В.П. Горбатенко, Т.В. Новоселова. - Новинномыск: ЭльДирект, 2018. – 9 Мб. - 1 файл. – Автограф. – Систем. требования: ZIP-архиватор. - <http://ed.donntu.org/books/18/cd8367.zip>

#### **5.2 Дополнительная литература:**

2. Горбатенко В.П. Металловедение: учебное пособие [Электронный ресурс] / В.П. Горбатенко. – Донецк: ДОННТУ, 2016. – 180 с. . (доступ через личный кабинет студента).
3. Горбатенко В.П. Цветные металлы и сплавы / Учебник для ВУЗов [Электронный ресурс] / В.П. Горбатенко, В.В. Горбатенко. – ГВУЗ «ДонНТУ». – (14 Мб). - Донецк: ГВУЗ «ДонНТУ», 2012.- 1 файл. - Систем. требования: ZIP-архиватор. - <http://ed.donntu.org/books/cd1058.zip>.

### **6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

4. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Материаловедение»: для обучающихся по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов». Профили подготовки: «Прикладное материаловедение», «Металловедение и термическая обработка металлов» / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. физического материаловедения; сост.: В. П. Горбатенко. – Донецк: ДОННТУ, 2021. – Системные требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана (доступ через личный кабинет студента).
5. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Материаловедение»: для обучающихся по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов». Профили подготовки: «Прикладное материаловедение», «Металловедение и

термическая обработка металлов» / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. физического материаловедения; сост.: В. П. Горбатенко. – Донецк: ДОННТУ, 2021. – Системные требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана (доступ через личный кабинет студента).

6. Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Материаловедение»: для обучающихся по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов». Профили подготовки: «Прикладное материаловедение», «Металловедение и термическая обработка металлов» / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. физического материаловедения; сост.: В. П. Горбатенко. – Донецк: ДОННТУ, 2021. – Системные требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана (доступ через личный кабинет студента).

7. Методические указания к выполнению индивидуального задания по дисциплине «Материаловедение»: для обучающихся по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов». Профили подготовки: «Прикладное материаловедение», «Металловедение и термическая обработка металлов» / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. физического материаловедения; сост.: В. П. Горбатенко. – Донецк: ДОННТУ, 2021. – Системные требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана (доступ через личный кабинет студента).

### **Электронно-информационные ресурсы**

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

ЭБС IPR SMART – <http://www.iprbookshop.ru>

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

### **7.1 Лекционные занятия:**

- в предметной аудитории кафедры «Физическое материаловедение» (комн. 5.362) согласно расписанию. Аудитория должна соответствовать стандартным требованиям, предъявляемым к лекционным аудиториям. К оснащению лекционных аудиторий дополнительные требования не предъявляются.

### **2. Практические занятия:**

- проводятся в аудиториях и лабораториях кафедры «Физическое материаловедение» согласно расписанию; аудитория должна соответствовать стандартным требованиям, предъявляемым к лекционным аудиториям; к оснащению данных аудиторий дополнительные требования не предъявляются.

### **3. Лабораторные работы:**

- проводятся в лаборатории металловедения (комн. 5.364, 24 посадочных места) оснащенная металлографическими микроскопами, демонстрационным компьютерным комплексом, включающим микроскоп и компьютер, установкой для изучения процесса кристаллизации, твердомерами ТК-2М, ТШ-2М, комплектами макро- и микрошлифов, демонстрационными стендами с фотографиями микроструктур; коллекциями микрошлифов

**Составитель рабочей программы:** \_\_\_\_\_ Горбатенко В.П.  
(подпись)