

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 12.05.2023 17:25:15

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Материаловедение

Закреплена за подразделением

Кафедра физического материаловедения

Направление подготовки

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **8 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 288

в том числе:

аудиторные занятия 136

самостоятельная работа 80

часов на контроль 72

Формы контроля в семестрах:  
экзамен 5, 6

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		6 (3.2)		Итого	
	Неделя		Неделя			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34	68	68
Лабораторные	34	34	34	34	68	68
Итого ауд.	68	68	68	68	136	136
Контактная работа	68	68	68	68	136	136
Сам. работа	40	40	40	40	80	80
Часы на контроль	36	36	36	36	72	72
Итого	144	144	144	144	288	288

Программу составил(и):  
*кфмн, доцент, Перминов А.С.*

Рабочая программа  
**Материаловедение**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 02.04.2015 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-22.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании  
**Кафедра физического материаловедения**

Протокол от 11.04.2022 г., №8-04

Руководитель подразделения Савченко А.Г.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель освоения дисциплины – формирование компетенций, в соответствие с учебным планом, а так же получение студентами базовых знаний и навыков в области формирования фазового равновесия, структуры и структурных элементов материалов, определяющих их свойства.
1.2	Задачи дисциплины - научить:
1.3	- представлениям об основных группах металлических и неметаллических материалов;
1.4	- устанавливать связи между фазовым составом, фазовыми превращениями и микро- и макроструктурой материалов, формирующей их свойства;
1.5	- использовать закономерности процессов кристаллизации, пластической деформации и фазовых превращений с использованием диаграмм фазового равновесия реальных систем для анализа структурообразования материалов и формирования их свойств;
1.6	- использовать представления об отклонениях от фазового равновесия для анализа структур и общего уровня свойств в реальных металлах и сплавах;
1.7	- анализу структурообразования в процессе термической обработки сталей и чугунов, цветных сплавов;
1.8	- основам теории термической, химико-термической и термомеханической обработок;

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.05
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Кристаллография	
2.1.2	Практическая кристаллография	
2.1.3	Электротехника	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Атомное строение фаз	
2.2.2	Биохимия наноматериалов	
2.2.3	Инженерия поверхности	
2.2.4	Квантовая и оптическая электроника	
2.2.5	Методы исследования физических свойств полупроводниковых структур	
2.2.6	Методы получения наночастиц и наноматериалов	
2.2.7	Мехатроника	
2.2.8	Наноструктурные термоэлектрики	
2.2.9	Основы компьютерной металлографии	
2.2.10	Основы магнетизма. Часть 1. Физика магнетизма	
2.2.11	Основы физики поверхности	
2.2.12	Термодинамика и кинетика аморфизирующихся систем	
2.2.13	Физика и техника высоких давлений, фазовые превращения в углероде и нитриде бора	
2.2.14	Физика полупроводниковых приборов	
2.2.15	Физика прочности	
2.2.16	Физико-химия металлов и неметаллических материалов	
2.2.17	Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ	
2.2.18	Высокотемпературные материалы	
2.2.19	Композиционные и керамические материалы	
2.2.20	Композиционные материалы	
2.2.21	Компьютерное моделирование материалов и процессов	
2.2.22	Компьютерное моделирование процессов получения материалов	
2.2.23	Математические методы моделирования физических процессов	
2.2.24	Металловедение сварки	
2.2.25	Методы исследования структур и материалов. Часть 2	
2.2.26	Объемные наноматериалы	
2.2.27	Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия	
2.2.28	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.29	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.30	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

2.2.31	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.32	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.33	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.34	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.35	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.36	Специальные сплавы
2.2.37	Структура и свойства функциональных наноматериалов
2.2.38	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы
2.2.39	Функциональные материалы электроники
2.2.40	Экстремальные технологии получения наноматериалов

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

#### **ПК-1: Способен осуществлять обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований**

##### **Знать:**

ПК-1-32 Основные зависимости эксплуатационных свойств материалов от технологических факторов типовых режимов термической и химико-термической обработки

ПК-1-31 Закономерности, описывающие связи между параметрами структуры и параметрами физических, химических и механических свойств

#### **ПК-3: Способен участвовать в реализации типовых технологических процессов**

##### **Знать:**

ПК-3-32 Металлические и неметаллические конструкционные и инструментальные материалы, их свойства, типовые способы объемного и поверхностного упрочнения

ПК-3-31 Закономерности, описывающие связи между параметрами обработки и параметрами строения (состава и структуры):

- теории эволюции структуры и состава материалов при внешних термических, термомеханических и др. воздействиях;
- эволюции дефектной структуры кристаллов;
- возврата и рекристаллизации;
- фазовых превращений и др.

#### **ОПК-6: Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии**

##### **Знать:**

ОПК-6-33 Стандарты на инструментальные и конструкционные материалы;

ОПК-6-32 Закономерности влияния технологических факторов типовых режимов термической и химико-термической обработки на химический и фазовый состав, а также эксплуатационные свойства обрабатываемых материалов;

ОПК-6-31 Основы теории и технологии термической и химико-термической обработки;

#### **ПК-3: Способен участвовать в реализации типовых технологических процессов**

##### **Уметь:**

ПК-3-У1 Применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологических процессов

#### **ОПК-6: Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии**

##### **Уметь:**

ОПК-6-У1 Сочетать теорию и практику материаловедения для решения инженерных задач:

- Готовить объекты металлографических исследований;
- Работать с металлографическим микроскопом;
- Исследовать макро- и микроструктуру металлических материалов;
- Измерять твердость материалов;

#### **ПК-1: Способен осуществлять обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований**

##### **Уметь:**

ПК-1-У1 Использовать в исследованиях знания о строении и структуре материалов, о методах исследования материалов

#### **ПК-3: Способен участвовать в реализации типовых технологических процессов**

##### **Владеть:**

ПК-3-В1 Владеет навыком обоснования выбора конструкционных и инструментальных материалов, способа их термической обработки для изготовления основных типов изделий
<b>ОПК-6: Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-6-В1 Владеет навыками сочетания теории и практики материаловедения для решения инженерных задач: - опытом анализа фазовых превращений в металлах и сплавах для обоснования выбора материалов; - опытом практического применения методов обработки и анализа экспериментальной информации о структуре материалов;
<b>ПК-1: Способен осуществлять обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 Практическими навыками проведения металлографических исследований, анализа полученных результатов.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Структура материалов.</b>							
1.1	Введение. Место и роль дисциплины в подготовке. Связь химического, фазового и структурного состава со свойствами. Металлы простые и переходные. Кристаллические решетки металлов. Анизотропия, текстура. /Лек/	5	2	ПК-3-31	Л1.1			
1.2	Точечные дефекты. Краевые, винтовые, смешанные дислокации. Возможности световой микроскопии в определении плотности дислокаций. Роль дислокаций в фазовых превращениях. /Лек/	5	2	ПК-3-31	Л1.1Л2.2 Э1			
1.3	Энергия дислокаций, взаимодействие дислокаций. Скольжение и переползание дислокаций. /Лек/	5	2	ПК-3-31	Л1.1Л2.2			
1.4	Моно- и поликристаллы. Роль поверхностных дефектов в фазовых превращениях. /Лек/	5	2	ПК-3-31	Л1.1			
1.5	Изучение металлографического микроскопа. /Лаб/	5	4	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2			Р1
1.6	Освоение материала лабораторной работы "Изучение металлографического микроскопа". /Ср/	5	1	ОПК-6-32 ПК-1-31	Л1.2			
1.7	Подготовка к лабораторной работе "Приготовление образца для изучения микроструктуры с помощью светового микроскопа". /Ср/	5	1	ОПК-6-У1 ПК-1-31	Л1.2			

1.8	Приготовление образца для изучения микроструктуры с помощью светового микроскопа. /Лаб/	5	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2				Р2
1.9	Подготовка к лабораторной работе "Количественный металлографический анализ". /Ср/	5	1	ПК-1-31 ПК-3-31	Л1.2				
1.10	Количественный металлографический анализ. /Лаб/	5	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2				Р3
1.11	Подготовка к лабораторной работе "Изучение дефектов кристаллического строения с помощью светового микроскопа". /Ср/	5	1	ОПК-6-32	Л1.2Л2.2				
1.12	Изучение дефектов кристаллического строения с помощью светового микроскопа. /Лаб/	5	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2				Р4
1.13	Освоение теоретического материала раздела 1. /Ср/	5	1	ОПК-6-31	Л1.1Л2.3				
	<b>Раздел 2. Фазовые превращения в однокомпонентных системах.</b>								
2.1	Кристаллизация металлов. Гомогенная кристаллизация, модель И.Л. Миркина, образование центров кристаллизации. Критический размер. /Лек/	5	2	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-3-31	Л1.1 Л1.7				
2.2	Рост кристаллов. Кривые Таммана. Влияние параметров кристаллизации на структуру материалов. Выращивание монокристаллов. Получение аморфных металлов. Структура слитка. /Лек/	5	2	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-3-31	Л1.1 Л1.7				
2.3	Аллотропические превращения. Диффузионный и сдвиговой (мартенситный) механизмы превращения. Массивное превращение. Фазовые переходы I и II рода. Магнитные превращения. /Лек/	5	4	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-3-31	Л1.1 Л1.7				
2.4	Освоение теоретического материала раздела 2. /Ср/	5	2	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-3-31	Л1.1Л2.3				
	<b>Раздел 3. Влияние пластической деформации на структуру и свойства металлов.</b>								
3.1	Основные механические свойства материалов. Испытание на растяжение, твердость, ударную вязкость. Механизмы холодной пластической деформации. /Лек/	5	2	ОПК-6-32 ПК-1-32 ПК-3-31	Л1.1Л2.4				

3.2	Структурные изменения при холодной пластической деформации. Изменение свойств металла при деформации. Возврат и рекристаллизация. Нормальный и аномальный рост зерна. Динамическая рекристаллизация. /Лек/	5	2	ОПК-6-32 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-3-31	Л1.1Л2.4			
3.3	Подготовка к лабораторной работе "Микроструктура и свойства деформированного и рекристаллизованного металла". /Ср/	5	1	ОПК-6-32 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-3-31	Л1.2			
3.4	Микроструктура и свойства деформированного и рекристаллизованного металла. /Лаб/	5	6	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2			Р5
3.5	Освоение теоретического материала раздела 3 /Ср/	5	1	ОПК-6-32 ПК-1-32 ПК-3-31 ПК-3-32	Л1.1Л2.4			
	<b>Раздел 4. Двухкомпонентные системы.</b>							
4.1	Диаграмма с неограниченной растворимостью в твердом и жидком состояниях. Нонвариантные превращения в двухкомпонентных сплавах. Перитектическое, эвтектическое, монотектическое, синтектическое и метатектическое превращения. /Лек/	5	2	ОПК-6-32	Л1.1 Л1.7Л3.2			
4.2	Эвтектическая кристаллизация. Типы эвтектик. Квазиэвтектика. Аномальная эвтектика. Дендритная и зональная ликвация. /Лек/	5	2	ОПК-6-32	Л1.1 Л1.7			
4.3	Твердые растворы и промежуточные фазы. Распад и упорядочение твердых растворов. /Лек/	5	2	ОПК-6-32	Л1.1 Л1.7			
4.4	Эвтектоидное превращение. Перитектоидное превращение. /Лек/	5	2	ОПК-6-32	Л1.1 Л1.7			
4.5	Анализ сложных диаграмм фазового равновесия. Методы построения диаграмм фазового равновесия. /Лек/	5	2	ОПК-6-32	Л1.1 Л1.7			
4.6	Подготовка к лабораторной работе "Микроструктура двойных сплавов". /Ср/	5	1	ОПК-6-32	Л1.2 Л1.7			
4.7	Микроструктура двойных сплавов. /Лаб/	5	4	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-В1	Л1.2			Р6

4.8	Подготовка к лабораторной работе "Изучение простых диаграмм фазового равновесия двойных систем с неограниченной растворимостью в жидком состоянии". /Ср/	5	1	ОПК-6-32	Л1.2 Л1.7			
4.9	Изучение простых диаграмм фазового равновесия двойных систем с неограниченной растворимостью в жидком состоянии. /Лаб/	5	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-В1	Л1.2			Р15
4.10	Подготовка к лабораторной работе "Изучение сложных диаграмм фазового равновесия двойных систем с превращениями в твердом состоянии". /Ср/	5	1	ОПК-6-32	Л1.2 Л1.7			
4.11	Изучение сложных диаграмм фазового равновесия двойных систем с превращениями в твердом состоянии. Коллоквиум ""Структурообразование в двухкомпонентных сплавах" /Лаб/	5	6	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-В1	Л1.2		КМ1	Р16
4.12	Выполнение домашнего задания "Структурообразование в двухкомпонентных сплавах" /Ср/	5	10	ОПК-6-В1	Л1.7Л2.5			
4.13	Освоение теоретического материала раздела, подготовка к защите домашнего задания и сдаче коллоквиума "Структурообразование в двухкомпонентных сплавах" /Ср/	5	4	ОПК-6-В1	Л1.1 Л1.7Л2.5			
	<b>Раздел 5. Трехкомпонентные системы.</b>							
5.1	Тройные диаграммы фазового равновесия. Построение и анализ политермических и изотермических сечений. /Лек/	5	2	ОПК-6-32	Л1.1 Л1.7Л3.2 Э2 Э3			
5.2	Подготовка к лабораторной работе "Микроструктура тройных сплавов". /Ср/	5	1	ОПК-6-32	Л1.2			
5.3	Микроструктура тройных сплавов. Коллоквиум "Структурообразование в трехкомпонентных сплавах" /Лаб/	5	6	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.2		КМ2	Р7
5.4	Выполнение домашнего задания "Структурообразование в тройных сплавах" /Ср/	5	10	ОПК-6-В1	Л1.5 Э2 Э3			



5.5	Освоение теоретического материала раздела, подготовка к защите домашнего задания "Структурообразование в тройных сплавах" и сдаче коллоквиума "Структурообразование в трехкомпонентных сплавах" /Ср/	5	2	ОПК-6-32	Л1.1 Л1.5 Э2 Э3			
	<b>Раздел 6. Неметаллические и композиционные материалы</b>							
6.1	Материалы из органических веществ. Полимеры. Резина. Пластмассы. Композиционные материалы /Лек/	5	2		Л1.6			
6.2	Освоение теоретического материала раздела и подготовка с сдаче контрольной работы "Неметаллические и композиционные материалы" /Ср/	5	1		Л1.6			
	<b>Раздел 7. Структурообразование в системе Fe-C</b>							
7.1	Стабильные и метастабильные фазы системы Fe-C. Твердые растворы и их равновесие. Графит, цементит. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-3-32	Л1.1			
7.2	Стабильная и метастабильная диаграммы Fe-C. Классификация сплавов. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ОПК-6-33 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-3-31 ПК-3-32	Л1.1			
7.3	Перлитное превращение, механизм превращения, квазиперлит и вырожденный перлит. Дефектные структуры в сталях, причины образования. Полосчатая структура. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК-1-32 ПК-3-32	Л1.1			
7.4	Формирование структуры белых чугунов. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ОПК-6-32	Л1.1			
7.5	Формирование структуры серых и половинчатых чугунов /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ОПК-6-32	Л1.1			
7.6	Подготовка к лабораторной работе "Микроструктура отожженной, литой и горячедеформированной углеродистой сталей" /Ср/	6	4	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК-1-32 ПК-3-32	Л1.1 Л1.2			
7.7	Микроструктура отожженной, литой и горячедеформированной углеродистой сталей /Лаб/	6	6	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.2			Р8

7.8	Подготовка к лабораторной работе "Микроструктура белых и серых чугунов". /Ср/	6	4	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК-1-32	Л1.2			
7.9	Подготовка к коллоквиуму "Структурообразование в сталях и чугунах" /Ср/	6	6	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК-1-32	Л1.1 Л1.4 Л1.8Л3.3			
7.10	Микроструктура белых и серых чугунов. Коллоквиум "Структурообразование в сталях и чугунах" /Лаб/	6	8	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2		КМ4	Р9
7.11	Освоение теоретического материала раздела 7. /Ср/	6	2	ОПК-6-31 ОПК-6-32	Л1.1			
7.12	Выполнение домашнего задания "Структурообразование в углеродистых сталях и чугунах" /Ср/	6	8	ОПК-6-32 ОПК-6-В1 ПК-3-У1	Л1.4 Л1.8Л3.3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9			Р20
<b>Раздел 8. Структурообразование при термической обработке стали</b>								
8.1	Аустенизация. Кинетика распада аустенита. С-образные диаграммы Отжиг стали. Виды отжига стали. Формирование структуры. Отжиг чугунов. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-3-31 ПК-3-32	Л1.1Л2.4			
8.2	Мартенситное превращение. Природа и свойства мартенсита. Закалка стали. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-3-31 ПК-3-32	Л1.1Л2.4			
8.3	Превращения при отпуске. Бейнитное превращение. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л2.4			
8.4	Химико-термическая и термомеханическая обработки. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ПК-1-32 ПК-3-31 ПК-3-32	Л1.1Л2.4			
8.5	Микроструктура закаленной и отпущенной стали /Лаб/	6	4	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2			Р10
8.6	Освоение теоретического материала раздела 8 и подготовка к лабораторной работе "Микроструктура закаленной и отпущенной стали" /Ср/	6	6	ОПК-6-31	Л1.1Л2.4			
<b>Раздел 9. Структурообразование в легированных сталях</b>								

9.1	Классификация легирующих элементов по влиянию на аллотропическое превращение железа, по склонности к карбидообразованию. Виды классификации легированных сталей. Маркировка легированных сталей. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ОПК-6-33 ПК-1-32 ПК-3-32	Л1.1Л2.3			
9.2	Формирование структуры легированных сталей аустенитного и ферритного класса. Примеры. Нержавеющая и электротехнические стали. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ОПК-6-33 ПК-1-32 ПК-3-31 ПК-3-32	Л1.1			
9.3	Формирование структуры легированных сталей перлитного и карбидного классов. Конструкционные и инструментальные стали. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ОПК-6-33 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-3-31 ПК-3-32	Л1.1			
9.4	Микроструктура легированных сталей /Лаб/	6	4	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2			P11
9.5	Освоение теоретического материала раздела 9 и подготовка к лабораторной работе "Микроструктура легированных сталей" /Ср/	6	4	ОПК-6-31 ОПК-6-32 ОПК-6-33 ПК-1-32 ПК-3-32	Л1.1			
	<b>Раздел 10. Структурообразование в цветных и легких сплавах</b>							
10.1	Легкие сплавы. Формирование структуры при старении сплавов типа дюралюмина, в литейных сплавах алюминия, САП, композитах. /Лек/	6	2	ОПК-6-33 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-3-31 ПК-3-32	Л1.1Л2.3			
10.2	Формирование структуры сплавов на основе титана. Классификация, структуры и методы управления ею. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-3-31 ПК-3-32	Л1.1Л2.3			
10.3	Сплавы на основе меди, латуни, бронзы оловянистая, бериллиевая, кадмиевая, алюминиевая. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-32	Л1.1Л2.3			
10.4	Освоение теоретического материала раздела 10 и подготовка к лабораторным работам "Микроструктура сплавов на основе меди, алюминия и олова", "Измерение твердости при старении дюралюминия" и "Микроструктура сплавов на основе титана" /Ср/	6	3	ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-3-31 ПК-3-32	Л1.1Л2.4			

10.5	Микроструктура сплавов на основе меди, алюминия и олова /Лаб/	6	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2			Р12
10.6	Измерение твердости при старении дюралюминия /Лаб/	6	4	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2			Р13
10.7	Микроструктура сплавов на основе титана /Лаб/	6	4	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2			Р14
<b>Раздел 11. Промышленные сплавы</b>								
11.1	Промышленные сплавы. Типичные конструкционные, инструментальные материалы с особыми свойствами. /Лек/	6	4	ОПК-6-31 ОПК-6-33 ПК-1-32 ПК-3-32	Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.1 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9		КМ5	
11.2	Промышленные сплавы. Стандарты на материалы и изделия. /Лаб/	6	2	ОПК-6-31 ОПК-6-33 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-3-32	Л1.3			Р17
11.3	Освоение теоретического материала раздела 11. /Ср/	6	3	ОПК-6-33	Л1.3			

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Коллоквиум № 1 "Структурообразование в двухкомпонентных сплавах"	ОПК-6-В1;ПК-1-32;ПК-3-31	<p>Условия задач (к каждому варианту коллоквиума приложена диаграмма с обозначенными X, Y и конкретными данными для задач). Примеры диаграмм и билема коллоквиума № 1 размещен в приложении к РПД.</p> <p>1 Расставить фазы на диаграмме.</p> <p>2 Описать растворимость компонентов в жидком и твердом состоянии.</p> <p>3 Указать фазовые переходы второго рода и аллотропические превращения.</p> <p>4 Записать трехфазные реакции с указанием температуры и химического состава фаз. В сплаве X определить массу фаз, вступающих в реакцию или образующихся в процессе трехфазной реакции при указанной температуре.</p> <p>5 Найти интервал составов сплавов, в которых при низких температурах фазовые составляющие отличаются от структурных.</p> <p>6 Для сплава состава точки Y построить кривую термического анализа при охлаждении, нарисовать структуру при низкой температуре, рассчитать массу и определить химический состав фазовых и структурных составляющих при низкой температуре.</p> <p>7 По заданному количеству фазовых или структурных составляющих определить химический состав сплава.</p> <p>8. Проследить за изменением количества и химического состава фаз и структурных составляющих в сплавах указанного состава (от т. А до т. В) при выделенной температуре.</p>

КМ2	Коллоквиум № 2 "Структурообразование в трехкомпонентных сплавах"	ОПК-6-В1;ПК-1-32;ПК-3-31	<p>Условия задач (к каждому варианту коллоквиума приложена диаграмма с обозначенными X, Y и конкретными данными для задач). Примеры диаграмм и билета коллоквиума № 2 размещен в приложении к РПД.</p> <p>1 На рис. 1 найти область существования сплавов, в которых при низкой температуре присутствуют только первичные кристаллы А и двойная эвтектика (А+В).</p> <p>2 Даны лигатуры I, II и III, химический состав которых указан ниже. В каком соотношении надо соединить эти лигатуры, чтобы получить сплав состава X – 20 %А, 50 %В, 30 %С.? I) 15 %А, 25 % В, 60 %С; II) 30 %А, 40 %В, 30 %С; III) 20 %А, 70 %В, 10 %С. Для построений воспользуйтесь рис.2.</p> <p>3 Указать изменение химического состава фаз при кристаллизации сплава X.</p> <p>4 Постройте изотермическое сечение при температуре 650 оС.</p> <p>5 Постройте политермическое сечение, указанное преподавателем на рис. 2.</p>
КМ3	Контрольная работа № 1 по неметаллическим и композиционным материалам	ПК-3-32	<p>Проводится в форме теста с выбором варианта ответа. Пример варианта контрольной работы размещен в приложении к РПД. Проводится в тестовой форме в среде LMS Canvas</p> <p>Примеры вопросов:</p> <p>1 К термопластичным полимерам относится... .</p> <p>2 Наполнитель вводят в состав пластмасс...(ПК-2.2-31).</p> <p>3 Вулканизация – это....</p> <p>4 Поливинилхлорид имеет формулу....</p> <p>5 Процесс соединения молекул мономеров с образованием макромолекул полимеров без выделения побочных продуктов называется....</p> <p>6 Листовой слоистой пластик, получаемый горячим прессованием нескольких листов бумаги, предварительно пропитанных фенолформальдегидной смолой, называется ....</p> <p>7 В качестве наполнителя в текстолитах используют .....</p> <p>8 К терморезистивным пластмассам относится....</p> <p>9 Для резин характерна....</p> <p>10 Гетинакс может быть использован для...</p> <p>11 В качестве наполнителей волокнистых используют ....</p> <p>12 Термопластичной пластмассой является .....</p> <p>13 Наибольшей теплостойкостью обладают пластмассы на основе .....</p> <p>14 Для изготовления подшипников скольжения используют .....</p> <p>15 Полиметилметакрилат можно использовать для изготовления.....</p> <p>16 Износостойкие резины получают на основе ... каучуков..</p> <p>17 При вулканизации каучука ... (изменяется свойство)..</p> <p>18 Наполнителем в углерод-углеродных композиционных материалах являются .....</p>
КМ4	Коллоквиум "Структурообразование в сталях и чугунах"	ОПК-6-31;ОПК-6-32;ПК-1-32;ПК-3-32;ПК-3-31	<p>Коллоквиум "Структурообразование в сталях и чугунах"</p> <p>1 Нарисовать диаграмму Fe-C с указанием температур и буквенных обозначений.</p> <p>2 Определить фазовые и структурные составляющие, дать название сплавам, фотографии микроструктур сталей и чугунов представлены ниже .</p> <p>3 Для сплава на рис.1 определить объемные доли структурных составляющих, найти химический состав сплава, построить кривую термического анализа при охлаждении (нагреве). При низкой температуре рассчитать массу фазовых и структурных составляющих .</p>

КМ5	Контрольная работа по термической обработке сталей, легированным сталям, цветным сплавам и промышленным сплавам в форме теста	ОПК-6-31;ОПК-6-32;ОПК-6-33;ПК-1-32;ПК-3-32	<p>Контрольная работа по термической обработке сталей, легированным сталям, цветным сплавам и промышленным сплавам в форме теста</p> <p>Вопросы по разделам:</p> <p>- термическая обработка:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Построение С-образных кривых.</li> <li>2 Что такое мартенсит. Почему у него большая твердость.</li> <li>3 Фазовые и структурные превращения при отпуске закаленной стали.</li> <li>4 ХТО стали. Цианирование .</li> <li>5 Закалочное старение технического железа.</li> </ol> <p>- легированные стали:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Дайте определение сталей ферритного и ледебуритного классов.</li> <li>2 Влияние легирующих элементов на критическую скорость закалки.</li> <li>3 Эффект вторичного твердения.</li> <li>4 Марганцевые стали.</li> <li>5 Определите класс стали (классификация по фазовому равновесию) по политермическому разрезу. Разрез прилагается .</li> </ol> <p>- цветные сплавы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Фазы, выделяющиеся при старении дюралюминия .</li> <li>2 Объясните изменение свойств при искусственном и естественном старении дюралюминия .</li> <li>3 Баббиты. Структура и свойства.</li> <li>4 Какое отклонение от фазового равновесия приводит к появлению эвтектоида в БрО10. Дайте объяснения.</li> <li>5 Оцените (качественно) жидкотекучесть в латунях с 5 и 20 %Zn.</li> </ol> <p>Диаграмма фазового равновесия прилагается.</p> <p>- промышленные сплавы (тест):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Среди нижеперечисленных высокоуглеродистой является сталь... .</li> <li>2 Среди нижеперечисленных сталей наилучшей обрабатываемостью резанием обладает... .</li> <li>3 Из приведенных сталей высококачественной является ... .</li> <li>4 Из перечисленных сталей наилучшей свариваемостью обладает сталь... .</li> <li>5 Чугун с включениями графита пластинчатой формы, имеющий временное сопротивление при растяжении не менее 250 МПа, маркируется...</li> <li>6 ВТ5Л представляет собой ... .</li> <li>7 Сплав БрОЗЦ12С5 это ... .</li> <li>8 Упрочняется термической обработкой (закалкой и старением) бронза ....</li> <li>9 Оловянным баббитом является ... .</li> <li>10 АЛ4 представляет собой ... .</li> <li>11 Сталь марки 40ХФА содержит около ... .</li> <li>12 После цементации детали обычно подвергают ... .</li> </ol>
-----	---	--	--

КМ6	Экзамен за 6 семестр	ОПК-6-31;ОПК-6-32;ОПК-6-33;ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-3-32;ПК-3-31	<p>Экзаменационные вопросы к экзамену 6 семестра.</p> <p>1 Сплавы на основе меди (обзор: составы; основные особенности структурообразования; область применения: составы; основные особенности структурообразования; область применения).</p> <p>2 Сплавы на основе Al (обзор: составы; основные особенности структурообразования; область применения).</p> <p>3 Легированные стали карбидного класса (обзор: составы; основные особенности структурообразования; область применения).</p> <p>4 Мартенситное превращение в углеродистых сталях: механизм, кинетика, ориентационные соотношения.</p> <p>5 Классификация легирующих элементов стали.</p> <p>6 Аустенитные нержавеющие стали.</p> <p>7 Принципы классификации легированных сталей.</p> <p>8 Литейные сплавы (обзор: составы; основные особенности структурообразования; область применения).</p> <p>9 Механизм коалесценции и сфероидизации частиц "второй" фазы.</p> <p>10 Механизм и кинетика перлитного превращения.</p> <p>11 Механизм бейнитного превращения.</p> <p>12 Превращение остаточного аустенита при отпуске.</p> <p>13 Механизм графитизации.</p> <p>14 Механизм распада мартенсита при отпуске.</p> <p>15 С-образные диаграммы изотермического распада аустенита: физический смысл и экспериментальное построение.</p> <p>16 Механизм превращения мартенсита закалки при отпуске.</p> <p>17 Образцы стали У12 закаливались в воде после нагрева до различных температур Тзак в интервале от 500 до 1000 оС. Как будет выглядеть график зависимости твердости образцов от температуры закалки Тзак? Дайте обоснование.</p> <p>18 Образцы стали 40 закаливались в воде после нагрева до различных температур в интервале от 500 до 1000 оС. Как будет выглядеть зависимость твердости образцов от этой температуры (температуры закалки)? Дайте обоснование.</p> <p>19 У партии металла утерян сертификат, известно лишь, что это или конструкционная или инструментальная сталь. Вам предложено установить назначение стали. Как это сделать максимально быстро и просто? В Вашем распоряжении находятся лабораторная нагревательная печь и твердомер. Составьте и обоснуйте план своих действий по решению этой проблемы.</p> <p>20 У партии металла утерян сертификат, известно лишь, что это легированная инструментальная сталь. Вам предложено установить класс стали. В Вашем распоряжении находятся лабораторная нагревательная печь и твердомер. Составьте и обоснуйте план своих действий по решению этой проблемы.</p> <p>21 Предложите способ определения предела растворимости углерода в аустените (при 900 оС), легированном 1 %Cr. В Вашем распоряжении находятся: набор образцов сталей с одинаковым содержанием Cr (1 %) и разным содержанием C, изменяющимся от 0.5 до 2 %C (с шагом 0.1 %C); лабораторная нагревательная печь и твердомер. Составьте и обоснуйте план своих действий по решению этой проблемы.</p> <p>22 У партии металла утерян сертификат, известно лишь, что это легированная инструментальная сталь. Вам предложено установить класс стали. В Вашем распоряжении находятся лабораторная нагревательная печь и твердомер. Составьте и обоснуйте план своих действий по решению этой проблемы.</p> <p>23 О некотором образце известно лишь, что это или дюралюминий или силумин дешевых марок. Вам предложено разобраться в этом, используя лишь нагревательную печь и твердомер. Составьте и обоснуйте план своих действий.</p> <p>24 Образцы стали с различным содержанием углерода (от 0.3 до 1.3 %C) закалены с температуры 750 оС в воде. Как будет выглядеть график зависимости твердости образцов от содержания углерода? Дайте обоснование.</p> <p>25 Сталь... (указана марка) нагрета до... (указана температура) и закалена в... (указана среда охлаждения).</p> <p>а) Нарисуйте микроструктуру стали после этой термообработки.</p> <p>б) Определите химический состав каждой структурной</p>
-----	----------------------	--	---

			<p>составляющей.</p> <p>в) Определите массовую долю феррита.</p> <p>г) Не ошибочна ли эта термообработка, и если ошибочна, то почему?</p> <p>26 На нетравленном шлифе образца чугуна установлено, что ....% площади шлифа занято включениями графита .... формы. Химический анализ показал, что чугун содержит ....% С (по массе).</p> <p>а) Нарисуйте микроструктуру этого чугуна.</p> <p>б) Определите массовую долю (указана фаза или структурная составляющая).</p>
--	--	--	---



КМ7	Экзамен за 5 семестр	ОПК-6-32;ОПК-6-33;ОПК-6-В1;ПК-1-31;ПК-3-31;ПК-3-32	<p>Экзаменационные вопросы к экзамену 5 семестра .  Экзаменационный билет состоит из 5 вопросов:  Вопрос 1 - теоретический вопрос по разделам курса 1-4.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Как и почему скорость охлаждения жидкого металла влияет на размер зерен, получаемых в результате кристаллизации?</li> <li>2 Опишите процесс (термодинамику, механизм и кинетику) нормального роста зерен .</li> <li>3 Опишите взаимодействие дислокаций друг с другом. Какие дислокационные конфигурации и другие типы дефектов при этом могут возникать?</li> <li>4 Как возникает дендритная (внутризеренная) ликвация. Как ее можно использовать в интересах технологии и как с ней бороться, если она вредна ?</li> <li>5 Опишите процесс формирования эвтектической структуры при охлаждении. В чем особенность процесса формирования эвтектоидной структуры?</li> <li>6 Опишите процесс формирования зародыша кристаллизации. Какие практические выводы можно сделать исходя из теоретического анализа этого процесса?</li> <li>7 Опишите процесс первичной рекристаллизации. Что является движущей силой этого процесса ?</li> <li>8 Способы получения крупных монокристаллов .</li> <li>9 Что такое диаграммы рекристаллизации; как объяснить их вид ?</li> <li>10 Как можно получить мелкие зерна в результате холодной пластической деформации и последующего отжига ?</li> <li>11 Каковы особенности перитектического превращения ?</li> <li>12 Какими способами можно получить однородные твердые растворы?</li> <li>13 Что такое спинодальный распад? Какие структуры при этом образуются ?</li> <li>14 Какие факторы определяют форму кристаллов, образующихся при фазовых превращениях ?</li> <li>15 Опишите процесс формирования структуры слитка и возможные методы влияния на нее .</li> </ol> <p>Вопрос 2 - вопрос на остаточные знания курса "Кристаллография" и раздел 1 курса.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Укажите индексы позиции в центре наибольшей по объему поры ГЦК решетки .</li> <li>2 Укажите кристаллографические индексы позиции центра наибольшей по объему поры ОЦК решетки .</li> <li>3 Укажите кристаллографические индексы позиции центра наибольшей по объему поры ГП решетки .</li> <li>4 Какая плоскость является наиболее плотно упакованной в ГЦК решетке? Какую роль играют такие плоскости ?</li> <li>5 Какая плоскость является наиболее плотно упакованной в ОЦК решетке? Какую роль играют такие плоскости ?</li> <li>6 Какая плоскость является наиболее плотно упакованной в ГП решетке? Какую роль играют такие плоскости ?</li> <li>7 В чем различие октаэдрических междуузлий в ОЦК и ГЦК решетках? К каким следствиям это приводит ?</li> <li>8 Какое направление является наиболее плотно упакованным в ГЦК решетке ?</li> <li>9 Какое направление является наиболее плотно упакованным в ОЦК решетке?</li> <li>10 Какое направление является наиболее плотно упакованным в ГП решетке?</li> <li>11 Сколько октаэдрических междуузлий приходится на одну элементарную ячейку ОЦК решетки ?</li> <li>12 Сколько атомов приходится в среднем на одну элементарную ячейку ГЦК решетки ?</li> <li>13 Сколько атомов приходится в среднем на одну элементарную ячейку ОЦК решетки ?</li> <li>14 Сколько атомов приходится в среднем на одну элементарную ячейку ГП решетки ?</li> <li>15 Сколько атомов приходится в среднем на одну элементарную ячейку ОЦТ решетки?</li> </ol> <p>Вопрос 3 - вопрос по разделу 3 курса:  1 Оцените величину уменьшения энергии кристалла в результате</p>
-----	----------------------	--	---

			<p>аннигиляции двух дислокаций .</p> <p>2 Оцените концентрацию атомов, “принадлежащих” границам фаз, при среднем поперечнике сферических включений фазы <math>D \approx 10</math> нм и объемной доле фазы <math>v \approx 1\%</math> .</p> <p>3 Как зависит скорость роста кристаллов при аллотропическом превращении от температуры? Какие факторы необходимо учитывать ?</p> <p>4 Почему критическое напряжение уменьшается после небольшой пластической деформации ОЦК металлов, содержащих примеси внедрения ?</p> <p>5 Почему критическое напряжение возрастает с течением времени, прошедшего после небольшой пластической деформации ОЦК металлов, содержащих примеси внедрения ?</p> <p>6 Что такое теоретическая прочность кристаллов ?</p> <p>7 Почему чистые металлы имеют более низкое значение критического напряжения, чем металлы с примесями ?</p> <p>8 Почему монокристаллы имеют более низкое значение критического напряжения, чем поликристаллы ?</p> <p>9 Почему однофазные сплавы имеют более низкое значение критического напряжения, чем двухфазные ?</p> <p>10 Почему металлы с низкой плотностью дислокаций имеют более низкое значение критического напряжения, чем металлы с высокой плотностью дислокаций ?</p> <p>11 Оцените атомную концентрацию примеси внедрения в ОЦК решетке, соответствующую насыщенную атмосферу Коттрелла при плотности дислокаций ....(дано значение) .</p> <p>12 Оцените концентрацию атомов, “принадлежащих” дислокациям при их плотности .... (дано значение) .</p> <p>13 Оцените концентрацию атомов, “принадлежащих” границам зерен, при среднем поперечнике зерна <math>D=1</math> мкм .</p> <p>14 Оцените числовое значение величины движущей силы первичной рекристаллизации .</p> <p>15 При каком расположении трех одинаковых дислокаций в кристалле (см. рис.) их энергия достигнет первого минимума? Почему? .</p> <p>Вопрос 4 (задача по фазовому равновесию и структурообразованию в двойных сплавах). Расставьте фазы на диаграмме. Постройте графики зависимости равновесного состава фаз (<math>x_i</math>) и их массы (<math>m_i</math>) от состава сплавов (<math>x</math>) в интервале от 0 до 100% при <math>T=200</math>.</p> <p>Вопрос 5 (задача по фазовому равновесию и структурообразованию в тройных сплавах). Нарисуйте три двойные системы и расставьте фазы на диаграмме. Опишите фазовые превращения при медленном охлаждении сплава X из жидкого состояния до <math>T=200</math>. Нарисуйте возможную микроструктуру, определите хим. состав и массу каждой фазы и каждой структурной составляющей в этом сплаве при <math>T=200</math>. Постройте политермическое сечение I - I и изотермическое сечение при 650.</p>
--	--	--	---

## 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Лабораторная работа 1 Изучение металлографического микроскопа	ОПК-6-В1;ОПК-6-У1;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Ознакомление с устройством и оптической схемой металлографического микроскопа. Освоение методов выбора оптики, настройки микроскопа, приобретение навыков изучения микроструктуры
P2	Лабораторная работа 2 Приготовление образца для изучения микроструктуры с помощью светового микроскопа.	ОПК-6-В1;ОПК-6-У1;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Освоение основных методов подготовки образцов для исследования микроструктуры на световом микроскопе. Освоение методов выявления микроструктуры.

P3	Лабораторная работа 3 Количественный металлографический анализ	ОПК-6-В1;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Освоение основных методов количественной металлографии: определение величины зерна, объемной доли структурных составляющих.
P4	Лабораторная работа 4 Изучение дефектов кристаллического строения металлов с помощью светового микроскопа	ОПК-6-У1;ОПК-6-В1	Ознакомление с основами металлографического метода выявления дислокаций и границ зерен. Освоение методов определения плотности дислокаций и угла разориентировки субзерен по ямкам травления. Ознакомление с методом определения разориентировки зерен по фигурам травления.
P5	Лабораторная работа 5 Микроструктура и свойства пластически деформированного и рекристаллизованного металла	ОПК-6-У1;ОПК-6-В1;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-3-У1;ПК-3-В1	Изучение влияния холодной пластической деформации на структуру и прочность металла. Изучение влияния отжига на структуру и прочность деформированного металла. Ознакомление с методами измерения твердости.
P6	Лабораторная работа 6 Микроструктура сплавов двойных систем с эвтектическим и перитектическим превращениями	ОПК-6-У1;ОПК-6-В1;ПК-1-В1	Научиться распознавать структурные составляющие в сплавах после завершения их затвердевания. Научиться предсказывать морфологию первичных кристаллов и эвтектики в зависимости от условий охлаждения и состава сплава. Освоение метода количественной оценки состава сплава по соотношению структурных составляющих. Закрепление навыков анализа фазовых и структурных изменений при охлаждении двойных сплавов разных систем.
P7	Лабораторная работа 7 Микроструктура тройных сплавов	ОПК-6-У1;ОПК-6-В1;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Научиться анализировать фазовые превращения и описывать формирование микроструктуры тройных сплавов.
P8	Лабораторная работа 8 Микроструктура отожженной, литой и горячедеформированной углеродистой стали	ОПК-6-У1;ОПК-6-В1;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Изучить характерные структурные составляющие углеродистых сталей. Закрепить знания о связи микроструктуры и фазовых превращений в сталях. Изучить типичные дефектные структуры в сталях.
P9	Лабораторная работа 9 Микроструктура чугунов	ОПК-6-У1;ОПК-6-В1;ПК-1-У1;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-1-В1	Научиться распознавать характерные структурные составляющие чугунов. Установить связь между составом, условиями получения и микроструктурой чугунов.
P10	Лабораторная работа 10 Изучение микроструктуры и твердости углеродистой стали после закалки и отпуска	ОПК-6-У1;ОПК-6-В1;ПК-3-У1;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-3-В1	Изучить типичные структуры закаленной и отпущенной стали. Установить влияние режима термообработки и состава сталей на твердость.
P11	Лабораторная работа 11 Микроструктура легированных сталей и их классификация по фазовым превращениям	ОПК-6-У1;ОПК-6-В1;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-3-У1;ПК-3-В1	Классификация легированных сталей на основе диаграмм фазового равновесия. Ознакомление с типичными микроструктурами легированных сталей. Установление класса сталей.

P12	Лабораторная работа 12 Микроструктура сплавов на основе меди, алюминия и олова	ОПК-6-У1;ОПК-6-В1;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-3-У1;ПК-3-В1	Ознакомление с характерными микроструктурами цветных сплавов. Выявление влияния на микроструктуру неравновесного состояния
P13	Лабораторная работа 13 Измерение твердости при старении дюралюминия	ОПК-6-У1;ОПК-6-В1;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-3-У1;ПК-3-В1	Изучение влияния температуры и продолжительности старения на твердость дюралюминия
P14	Лабораторная работа 14 Микроструктура сплавов на основе титана	ОПК-6-У1;ОПК-6-В1;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-3-У1;ПК-3-В1	Изучить принципы легирования и фазовые превращения в титановых сплавах. Ознакомиться с типичными микроструктурами титановых сплавов после различных обработок.
P15	Лабораторная работа 15 Изучение простых диаграмм фазового равновесия двойных систем с неограниченной растворимостью в жидком состоянии	ОПК-6-У1;ОПК-6-В1;ПК-1-В1	Изучение простых диаграмм фазового равновесия двойных систем с неограниченной растворимостью в жидком состоянии
P16	Лабораторная работа 16 Изучение сложных диаграмм фазового равновесия двойных систем с превращениями в твердом состоянии.	ОПК-6-У1;ОПК-6-В1;ПК-1-В1	Изучение сложных диаграмм фазового равновесия двойных систем с превращениями в твердом состоянии.
P17	Лабораторная работа 17 Промышленные сплавы. Стандарты на материалы и изделия.	ОПК-6-33;ПК-1-У1	Изучение стандартов на промышленные сплавы
P18	РГР. Домашнее задание 1 Структурообразование в двухкомпонентных сплавах	ОПК-6-В1	Решение задач. Структурообразование в двухкомпонентных сплавах
P19	РГР. Домашнее задание 2 Структурообразование в тройных сплавах	ОПК-6-В1	Решение задач. Структурообразование в тройных сплавах
P20	РГР. Домашнее задание 3. Структурообразование в углеродистых сталях и чугунах	ОПК-6-В1;ПК-3-У1	Решение задач. Структурообразование в углеродистых сталях и чугунах

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

В семестре 5 предусмотрен экзамен.

Экзаменационный билет семестра 5 состоит из 5 вопросов. Типовые вопросы экзамена приведены в вопросах самоподготовки. Пример экзаменационного билета размещен в приложении к РПД.

Вопрос 1 - вопрос по теории разделов 1-4.

Вопрос 2 - вопрос по разделу 1 курса.

Вопрос 3 - вопрос по разделу 3 курса.

Вопрос 4 - задача по фазовому равновесию и структурообразованию в двойных сплавах.

Вопрос 5 - задача по фазовому равновесию и структурообразованию в тройных сплавах.

В семестре 6 предусмотрен экзамен.

Экзаменационный билет семестра 6 состоит из 5 вопросов. Типовые вопросы экзамена приведены в вопросах самоподготовки. Пример экзаменационного билета размещен в приложении к РПД.

Вопрос 1. Теоретический вопрос по разделам 7-11.

Вопрос 2. Вопрос на механизмы фазовых и структурных превращений при термических и химико-термических обработках. Разделы 8-10.

Вопрос 3. Влияние термической обработки на свойства стали. Раздел 8.

Вопрос 4. Влияние термической обработки и её технологических факторов на фазовое состояние, структуру и свойства стали. Разделы 8-9.

Вопрос 5. Задача по структурообразованию в сталях и чугунах. Раздел 7.

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Шкала оценивания знаний обучающихся на экзамене:

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Лившиц Б. Г.	Металлография: учебник для студ. металлург. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1990
Л1.2	Малинина Р. И., Введенский В. Ю., Малютина Е. С., др., Малинина Р. И., Введенский В. Ю.	Микроструктура металлических сплавов: лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2007
Л1.3	Гольдштейн М. И., Грачев С. В., Векслер Ю. Г.	Специальные стали: Учебник для вузов по спец. 'Металловедение и термическая обработка металлов'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 1999
Л1.4	Введенский В. Ю., Малинина Р. И., Ушакова О. Ю., Шуваева Е. А.	Структурообразование и анализ фазовых превращений в сплавах железо-углерод: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Металлургия и 150700 - Физ. материаловедение	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010
Л1.5	Лилеев А. С., Малютина Е. С.	Фазовые равновесия и структурообразование: сб. задач	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2009

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.6	Шуваева Е. А., Перминов А. С.	Материаловедение. Неметаллические и композиционные материалы: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. - Metallurgy	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013
Л1.7	Столяров В. Л., Малютина Е. С., Введенский В. Ю.	Фазовые превращения и структурообразование: учебник	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2018
Л1.8	Малютина Е. С.	Фазовые равновесия и структурообразование. Диаграмма фазового равновесия Fe-C (N 2795): сб. задач	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2016

### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Солнцев Ю. П., Ермаков Ю. П., Пирайнен В. Ю.	Технология конструкционных материалов: учебник	Электронная библиотека	Санкт-Петербург: Химиздат, 2020
Л2.2	Новиков И. И., Розин К. М.	Кристаллография и дефекты кристаллической решетки: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1990
Л2.3	Новиков И. И., Строганов Г. Б., Новиков А. И.	Металловедение, термообработка и рентгенография: Учебник для студ. металлург. и машиностроит. спец. вузов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 1994
Л2.4	Новиков И. И.	Теория термической обработки металлов: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1986
Л2.5	Лилеев А. С., Малютина Е. С.	Фазовые равновесия и структурообразование. Двухкомпонентные диаграммы фазового равновесия: сб. задач: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150400 - 'Metallurgy'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Солнцев Ю. П., Борзенко Е. И., Вологжанина С. А.	Материаловедение: применение и выбор материалов: учебное пособие	Электронная библиотека	Санкт-Петербург: Химиздат, 2020
Л3.2	Захаров А. М.	Диаграммы состояния двойных и тройных систем: учеб. пособие для студ. металлург. и машиностроит. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1990
Л3.3	Малинина Р. И., Шуваева Е. А., Ушакова О. А., др.	Материаловедение. Сплавы Fe-C: сб. задач: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. Metallurgy	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Видеофильм "Дефекты, дислокации кристаллической структуры". <a href="https://www.youtube.com/watch?v=76qW6gm6cV0">https://www.youtube.com/watch?v=76qW6gm6cV0</a>	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=76qW6gm6cV0">https://www.youtube.com/watch?v=76qW6gm6cV0</a>
----	---	---

Э2	Электронное пособие Малютин Е.С. Трехкомпонентные диаграммы фазового равновесия. Часть 1. <a href="https://misis.ru/files/-/8eeb312de00d8560beec848ece0f3981/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%B5_%D0%BF%D0%BE_%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D0%BD%D1%8B%D0%BC.pdf">https://misis.ru/files/-/8eeb312de00d8560beec848ece0f3981/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%B5_%D0%BF%D0%BE_%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D0%BD%D1%8B%D0%BC.pdf</a>	<a href="https://misis.ru/files/-/8eeb312de00d8560beec848ece0f3981/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%B5_%D0%BF%D0%BE_%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D0%BD%D1%8B%D0%BC.pdf">https://misis.ru/files/-/8eeb312de00d8560beec848ece0f3981/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%B5_%D0%BF%D0%BE_%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D0%BD%D1%8B%D0%BC.pdf</a>
Э3	Электронные тренажеры по тройным диграммам. <a href="https://misis.ru/files/-/50ee949feee1e318a7b251790cbac451/Malutina.pdf">https://misis.ru/files/-/50ee949feee1e318a7b251790cbac451/Malutina.pdf</a>	<a href="https://misis.ru/files/-/50ee949feee1e318a7b251790cbac451/Malutina.pdf">https://misis.ru/files/-/50ee949feee1e318a7b251790cbac451/Malutina.pdf</a>
Э4	ГОСТ 1215-79 Отливки из ковкого чугуна. Общие технические условия (с Изменениями N 1, 2). Техноэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. <a href="http://docs.cntd.ru/document/1200011539">http://docs.cntd.ru/document/1200011539</a>	<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200011539">http://docs.cntd.ru/document/1200011539</a>
Э5	ГОСТ 1412-85 Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки. Техноэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. <a href="http://docs.cntd.ru/document/1200008656">http://docs.cntd.ru/document/1200008656</a>	<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200008656">http://docs.cntd.ru/document/1200008656</a>
Э6	ГОСТ 1585-85 Чугун антифрикционный для отливок. Марки (с Изменением N 1). Техноэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. <a href="http://docs.cntd.ru/document/1200008850">http://docs.cntd.ru/document/1200008850</a>	<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200008850">http://docs.cntd.ru/document/1200008850</a>
Э7	ГОСТ 7293-85 Чугун с шаровидным графитом для отливок. Марки. Техноэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. <a href="http://docs.cntd.ru/document/1200008852">http://docs.cntd.ru/document/1200008852</a>	<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200008852">http://docs.cntd.ru/document/1200008852</a>
Э8	ГОСТ 7769-82 Чугун легированный для отливок со специальными свойствами. Марки (с Изменением N 1). Техноэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. <a href="http://docs.cntd.ru/document/1200011542/">http://docs.cntd.ru/document/1200011542/</a>	<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200011542/">http://docs.cntd.ru/document/1200011542/</a>
Э9	ГОСТ 28394-89 Чугун с вермикулярным графитом для отливок. Марки. Техноэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. <a href="http://docs.cntd.ru/document/1200008853">http://docs.cntd.ru/document/1200008853</a>	<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200008853">http://docs.cntd.ru/document/1200008853</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.2	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.3	Microsoft Office
П.4	LMS Canvas
П.5	MS Teams
П.6	ESET NOD32 Antivirus

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
И.3	— Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям <a href="https://polpred.com/news">https://polpred.com/news</a>
И.4	Иностраные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.5	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.6	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
И.7	— наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.8	— научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------

Б-416	Учебная аудитория	проектор; экран; маркерная доска; компьютер преподавателя; микроскоп Carl Zeiss Axio Scope A1, компьютерный класс на 12 компьютеров, комплект учебной мебели
Б-420	Учебная аудитория	проектор; мультимедийная доска; маркерная доска, документ-камера; компьютер преподавателя; микроскопы металлографические 11 шт., комплект учебной мебели
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Проведение лекций и практических занятий осуществляется исключительно в аудиториях, обеспеченных мультимедийным оборудованием, с возможностью показа презентаций и видеofilмов.

Проведение лабораторных работ осуществляется в специализированных лабораториях (Б-416, Б-420), при проведении занятий группы разбиваются на подгруппы, численностью обучающихся не более 12 студентов.

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами общих вопросов металловедения.

Лабораторные и практические занятия должны быть нацелены на практическое изучение особенностей структуры и фазового равновесия изучаемых металлов, особенностей их термической обработки, технологии формирования эксплуатационных свойств.

Предусматриваются домашние задания, включающие задачи по фазовым превращениям, структурообразованию.

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);

- использование при проведении занятий специализированной (см. выше) лаборатории с возможностью проведения занятий в интерактивной форме (База данных «Микроструктура»);

- использование при проведении лекционных занятий активных форм обучения учебных видеоматериалов и компьютерных тренажеров.

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.

В рамках учебного курса возможно привлечение представителей российских компаний, государственных и общественных организаций материаловедческой направленности: ФГУП «ЦНИИЧермет» им. И.П. Бардина, ИМЕТ РАН им. А.А. Байкова, ОАО НИИ РЖД.

Подготовка к контрольным работам проводится в часы самостоятельной работы и, при необходимости, в часы консультаций лектора.

По курсу предусмотрены экзамены в 5 и 6 семестрах.

Материалы курса (презентации лекций, рекомендуемая литература, видеоматериалы и др.) выложены в системе LMS Canvas.