

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 25.09.2023 15:15:41

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)

Фазовые равновесия и структурообразование

Закреплена за подразделением

Кафедра физического материаловедения

Направление подготовки

03.03.02 ФИЗИКА

Профиль

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **7 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 252

в том числе:

аудиторные занятия 136

самостоятельная работа 80

часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:

экзамен 6

зачет с оценкой 5

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		6 (3.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП		
Неделя	18		18			
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
Итого	108	108	144	144	252	252

Программу составил(и):

к.ф.-м.н., доц., Перминов А.С.

Рабочая программа

Фазовые равновесия и структурообразование

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 03.03.02 ФИЗИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

03.03.02 ФИЗИКА, 03.03.02-БФ3-23.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

03.03.02 ФИЗИКА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

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.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Кристаллография	
2.1.2	Математическая статистика и анализ данных	
2.1.3	Методы математической физики	
2.1.4	Теоретическая механика и основы теории упругости.	
2.1.5	Физика	
2.1.6	Физическая химия	
2.1.7	Электротехника	
2.1.8	Математика	
2.1.9	Органическая химия	
2.1.10	Информатика	
2.1.11	Химия	
2.1.12	Инженерная и компьютерная графика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Введение в физику полупроводников	
2.2.2	Введение в физику твердого тела	
2.2.3	Квантовая механика. Спецглавы.	
2.2.4	Компьютерные методы в физике	
2.2.5	Методы физико-химических исследований	
2.2.6	Нелинейная физика	
2.2.7	Оформление результатов научной деятельности	
2.2.8	Специальный физический практикум	
2.2.9	Статистическая физика	
2.2.10	Строение некристаллических систем	
2.2.11	Теория химической связи	
2.2.12	Термодинамика металлических растворов	
2.2.13	Физика конденсированного состояния	
2.2.14	Физические свойства твердых тел	
2.2.15	Квантовые вычисления	
2.2.16	Методы вычислительной физики	
2.2.17	Нормы и правила оформления ВКР	
2.2.18	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.19	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.20	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.21	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	

2.2.22	Статистические расчеты равновесий
2.2.23	Теоретическая нанофотоника
2.2.24	Термодинамика неравновесных процессов
2.2.25	Термодинамика сложных систем
2.2.26	Физика низкоразмерных систем
2.2.27	Фотоника

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-2: Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные, демонстрировать навыки работы в лаборатории / мастерской, способность разрабатывать и проводить экспериментальные исследования, интерпретировать данные и делать выводы в соответствующей области исследования

Знать:

ОПК-2-32 Основные металлические и неметаллические конструкционные и инструментальные материалы, их свойства, структура и типовые технологии получения

ОПК-2-31 Теории эволюции структуры и состава материалов при внешних термических, термомеханических и других типах воздействия

ОПК-2-33 Закономерности, описывающие связи между параметрами обработки и параметрами строения материалов

ОПК-2-35 Основные методики механических испытаний

ОПК-2-34 Основные технологии получения и обработки материалов

ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности, осуществлять моделирование и анализ для проведения детальных исследований и поиска решения технических вопросов в соответствующей области исследования

Знать:

ОПК-1-34 Закономерности влияния фазовых переходов первого и второго рода на функции термодинамического состояния

ОПК-1-31 Основные законы и явления, объясняющие закономерности фазовых превращений

ОПК-1-32 Типы и особенности химической связи

ОПК-1-35 Основные типы металлических и неметаллических материалов, закономерности изменения их структуры и свойств при термической обработке

ОПК-1-33 Основные кристаллохимические характеристики атомной структуры

ОПК-2: Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные, демонстрировать навыки работы в лаборатории / мастерской, способность разрабатывать и проводить экспериментальные исследования, интерпретировать данные и делать выводы в соответствующей области исследования

Уметь:

ОПК-2-У1 Применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации при решении задач профессиональной деятельности и проведении научных исследований

ОПК-2-У2 Анализировать термокинетические и изотермические диаграммы превращений (С-образные диаграммы)

ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности, осуществлять моделирование и анализ для проведения детальных исследований и поиска решения технических вопросов в соответствующей области исследования

Уметь:

ОПК-1-У2 Использовать двойные и тройные диаграммы фазового равновесия для построения кривых термического анализа при нагреве и охлаждении, для прогнозирования возможной структуры при заданной температуре для разных видов термической обработки и в состоянии равновесия, а также для расчета массы и определения химического состава фазовых и структурных составляющих при заданной температуре.

ОПК-1-У1 Сочетать теорию и практику материаловедения для технических решений в профессиональной деятельности.:

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

ОПК-2: Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные, демонстрировать навыки работы в лаборатории / мастерской, способность разрабатывать и проводить экспериментальные исследования, интерпретировать данные и делать выводы в соответствующей области исследования

Владеть:

ОПК-2-В2 Навыками проведения научных исследований при подборе основных параметров технологических процессов получения материалов с заданными характеристиками

ОПК-2-В1 Владеет навыками научных исследований конструкционных и инструментальных материалов, способов их получения, термической обработки для изготовления основных типов изделий и решения задач профессиональной деятельности;

ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности, осуществлять моделирование и анализ для проведения детальных исследований и поиска решения технических вопросов в соответствующей области исследования

Владеть:

ОПК-1-В1 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;
- практическими навыками проведения металлографических исследований.

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
	Раздел 1. Структура материалов.							
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	ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-2-31	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	ОПК-1-31 ОПК-1-33 ОПК-2-31 ОПК-2-32	Л1.1Л2.2 Э1			
1.3	Энергия дислокаций, взаимодействие дислокаций. Скольжение и переползание дислокаций. /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-33 ОПК-2-31	Л1.1Л2.2			
1.4	Моно- и поликристаллы. Роль поверхностных дефектов в фазовых превращениях. /Лек/	5	2	ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-2-31	Л1.1			
1.5	Изучение металлографического микроскопа. /Лаб/	5	4	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2			Р1
1.6	Приготовление образца для изучения микроструктуры с помощью светового микроскопа. /Лаб/	5	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-У2	Л1.1 Л1.2			Р2

1.7	Количественный металлографический анализ. /Лаб/	5	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Л1.1 Л1.2			Р3
1.8	Изучение дефектов кристаллического строения с помощью светового микроскопа. /Лаб/	5	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2			Р4
1.9	Освоение теоретического материала раздела 1 и подготовка к лабораторным работам 1-4 /Ср/	5	5	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-2-31 ОПК-2-32	Л1.2Л2.3			
	Раздел 2. Фазовые превращения в однокомпонентных системах.							
2.1	Кристаллизация металлов. Гомогенная кристаллизация, модель И.Л. Миркина, образование центров кристаллизации. Критический размер. /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-2-33 ОПК-2-34	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-1-31 ОПК-1-34 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-34	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-1-31 ОПК-2-31	Л1.1 Л1.7			
	Раздел 3. Влияние пластической деформации на структуру и свойства металлов.							
3.1	Основные механические свойства материалов. Испытание на растяжение, твердость, ударную вязкость. Механизмы холодной пластической деформации. /Лек/	5	2	ОПК-1-35 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-34	Л1.1Л2.5			
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-1-35 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-34	Л1.1Л2.5			

3.3	Микроструктура и свойства деформированного и рекристаллизованного металла. /Лаб/	5	6	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-35 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Л1.1 Л1.2			Р5
3.4	Освоение теоретического материала разделов 2-3 и подготовка к лабораторной работе 5 /Ср/	5	5	ОПК-1-31 ОПК-1-35 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33	Л1.1 Л1.2Л2.3			
	Раздел 4. Двухкомпонентные системы.							
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-1-31 ОПК-1-34 ОПК-2-31	Л1.1 Л1.7Л3.2			
4.2	Эвтектическая кристаллизация. Типы эвтектик. Квазиэвтектика. Аномальная эвтектика. Дендритная и зональная ликвация. /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-34 ОПК-2-31	Л1.1 Л1.7			
4.3	Твердые растворы и промежуточные фазы. Распад и упорядочение твердых растворов. /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-2-31	Л1.1 Л1.7			
4.4	Эвтектоидное превращение. Перитектоидное превращение. /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-2-31	Л1.1 Л1.7			
4.5	Анализ сложных диаграмм фазового равновесия. Методы построения диаграмм фазового равновесия. /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-34 ОПК-2-31	Л1.1 Л1.7			
4.6	Микроструктура двойных сплавов. /Лаб/	5	4	ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-В1	Л1.2			Р6
4.7	Изучение простых диаграмм фазового равновесия двойных систем с неограниченной растворимостью в жидком состоянии. /Лаб/	5	2	ОПК-1-У2	Л1.2			Р15
4.8	Изучение сложных диаграмм фазового равновесия двойных систем с превращениями в твердом состоянии. Коллоквиум ""Структурообразование в двухкомпонентных сплавах" /Лаб/	5	6	ОПК-1-У2	Л1.2		КМ1	Р16

4.9	Выполнение домашнего задания "Структурообразование в двухкомпонентных сплавах" /Ср/	5	10	ОПК-1-У2 ОПК-1-В1	Л1.5 Л1.7Л2.3			
4.10	Освоение теоретического материала раздела 5 и подготовка к лабораторным работам 6-8 /Ср/	5	6	ОПК-1-31 ОПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л3.2			
	Раздел 5. Трехкомпонентные системы.							
5.1	Тройные диаграммы фазового равновесия. Построение и анализ политермических и изотермических сечений. /Лек/	5	4	ОПК-1-31 ОПК-1-34 ОПК-2-31	Л1.1 Л1.7Л3.2 Э2 Э3			
5.2	Микроструктура тройных сплавов. Коллоквиум "Структурообразование в трехкомпонентных сплавах" /Лаб/	5	6	ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-В1	Л1.2		КМ2	Р7
5.3	Выполнение домашнего задания "Структурообразование в тройных сплавах" /Ср/	5	6	ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-31	Л1.4 Э2 Э3			Р18
5.4	Освоение теоретического материала раздела и подготовка к лабораторной работе 9 /Ср/	5	8	ОПК-1-31 ОПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л3.2			
	Раздел 6. Структурообразование в системе Fe-C							
6.1	Стабильные и метастабильные фазы системы Fe-C. Твердые растворы и их равновесие. Графит, цементит. /Лек/	6	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-34 ОПК-2-35	Л1.1Л2.4			
6.2	Стабильная и метастабильная диаграммы Fe-C. Классификация сплавов. /Лек/	6	2	ОПК-1-31 ОПК-1-34 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-34 ОПК-2-35	Л1.1			
6.3	Перлитное превращение, механизм превращения, квазиперлит и вырожденный перлит. Дефектные структуры в сталях, причины образования. Полосчатая структура. /Лек/	6	2	ОПК-1-35 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-34 ОПК-2-35	Л1.1			
6.4	Формирование структуры белых чугунов. /Лек/	6	2	ОПК-1-35 ОПК-2-31 ОПК-2-32	Л1.1			
6.5	Формирование структуры серых и половинчатых чугунов /Лек/	6	2	ОПК-1-35 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33	Л1.1			

6.6	Подготовка к лабораторной работе "Микроструктура отожженной, литой и горячедеформированной углеродистой сталей" /Ср/	6	2	ОПК-1-35 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33	Л1.1 Л1.2			
6.7	Микроструктура отожженной, литой и горячедеформированной углеродистой сталей /Лаб/	6	6	ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-В1	Л1.2			Р8
6.8	Подготовка к лабораторной работе "Микроструктура белых и серых чугунов". /Ср/	6	2	ОПК-1-35 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-34	Л1.2			
6.9	Подготовка к коллоквиуму "Структурообразование в сталях и чугунах". /Ср/	6	5	ОПК-1-35 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-34 ОПК-2-35	Л1.1 Л2.4 Л1.8Л3.3			
6.10	Микроструктура белых и серых чугунов. Коллоквиум "Структурообразование в сталях и чугунах" /Лаб/	6	8	ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-В1	Л1.2		КМ3	Р9
6.11	Освоение теоретического материала раздела 6. /Ср/	6	6	ОПК-1-35 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-34 ОПК-2-35	Л1.1			
6.12	Выполнение домашнего задания "Структурообразование в углеродистых сталях и чугунах" /Ср/	6	8	ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-34	Л2.4 Л1.8Л3.3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9			
	Раздел 7. Структурообразование при термической обработке стали							
7.1	Аустенизация. Кинетика распада аустенита. С-образные диаграммы Отжиг стали. Виды отжига стали. Формирование структуры. Отжиг чугунов. /Лек/	6	2	ОПК-1-35 ОПК-2-31	Л1.1Л2.5			
7.2	Мартенситное превращение. Природа и свойства мартенсита. Закалка стали /Лек/	6	2	ОПК-1-31 ОПК-1-35 ОПК-2-31 ОПК-2-33 ОПК-2-34 ОПК-2-35	Л1.1Л2.5			
7.3	Превращения при отпуске. Бейнитное превращение. /Лек/	6	2	ОПК-1-31 ОПК-1-35 ОПК-2-31	Л1.1Л2.5			
7.4	Химико-термическая и термомеханическая обработки. /Лек/	6	2	ОПК-1-31 ОПК-1-35 ОПК-2-34	Л1.1Л2.5			

7.5	Микроструктура закаленной и отпущенной стали /Лаб/	6	4	ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Л1.2			P10
7.6	Освоение теоретического материала раздела 7 и подготовка к лабораторной работе "Микроструктура закаленной и отпущенной стали" /Ср/	6	6	ОПК-1-31 ОПК-1-35 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-34	Л1.1Л2.5			
	Раздел 8. Структурообразование в легированных сталях							
8.1	Классификация легирующих элементов по влиянию на аллотропическое превращение железа, по склонности к карбидообразованию. Виды классификации легированных сталей. Маркировка легированных сталей. /Лек/	6	2	ОПК-1-31 ОПК-1-35 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-34	Л1.1Л2.3			
8.2	Формирование структуры легированных сталей различных классов. Конструкционные и инструментальные стали. Нержавеющая и электротехнические стали. /Лек/	6	2	ОПК-1-31 ОПК-1-35 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-34	Л1.1			
8.3	Микроструктура легированных сталей /Лаб/	6	4	ОПК-1-35 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1	Л1.2			P11
8.4	Освоение теоретического материала раздела 9 и подготовка к лабораторной работе "Микроструктура легированных сталей" /Ср/	6	4	ОПК-1-31 ОПК-1-35 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-34	Л1.1			
	Раздел 9. Структурообразование в цветных сплавах							
9.1	Легкие сплавы. Формирование структуры при старении сплавов типа дюралюмина, в литейных сплавах алюминия, САП, композитах. /Лек/	6	2	ОПК-1-35 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-34	Л1.1Л2.3			
9.2	Формирование структуры сплавов на основе титана. Классификация, структуры и методы управления ею. /Лек/	6	2	ОПК-1-35 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-34	Л1.1Л2.3			
9.3	Сплавы на основе меди, латуни, бронзы оловянистая, бериллиевая, кадмиевая, алюминиевая. Медно-никелевые сплавы /Лек/	6	2	ОПК-1-35 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-34	Л1.1Л2.3			

9.4	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	4	ОПК-1-31 ОПК-1-35 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-33 ОПК-2-34	Л1.1Л2.5			
9.5	Микроструктура сплавов на основе меди, алюминия и олова /Лаб/	6	4	ОПК-1-У1 ОПК-1-У2	Л1.2			Р12
9.6	Измерение твердости при старении дюралюминия /Лаб/	6	4	ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-2-35 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Л1.2			Р13
9.7	Микроструктура сплавов на основе титана /Лаб/	6	4	ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1	Л1.2			Р14
	Раздел 10. Промышленные сплавы							
10.1	Промышленные сплавы. Типичные конструкционные, инструментальные материалы и материалы с особыми свойствами. /Лек/	6	4	ОПК-1-35 ОПК-2-32	Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.1 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9			
10.2	Материалы из органических веществ. Полимеры. Резина. Пластмассы. Композиционные материалы. /Лек/	6	2	ОПК-1-35 ОПК-2-32	Л1.6			
10.3	Освоение теоретического материала раздела 10. /Ср/	6	3	ОПК-1-35 ОПК-2-32	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-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-1-34;ОПК-1-31;ОПК-2-31;ОПК-2-32;ОПК-2-33	<p>Условия задач (к каждому варианту коллоквиума приложена диаграмма с обозначенными X, Y и конкретными данными для задач). Примеры диаграмм и билета коллоквиума № 1 размещены в приложении к РПД.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Расставить фазы на диаграмме. 2 Описать растворимость компонентов в жидком и твердом состоянии. 3 Указать фазовые переходы второго рода и аллотропические превращения. 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. 5 Найти интервал составов сплавов, в которых при низких температурах фазовые составляющие отличаются от структурных. 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. 7 По заданному количеству фазовых или структурных составляющих определить химический состав сплава. 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.
КМ2	Коллоквиум № 2 "Структурообразование в трехкомпонентных сплавах"	ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-1-34;ОПК-1-31;ОПК-2-31	<p>Условия задач (к каждому варианту коллоквиума приложена диаграмма (-ы) с обозначенными X, Y и конкретными данными для задач). Примеры диаграмм и билета коллоквиума № 2 размещены в приложении к РПД.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 На рис. 1 найти область существования сплавов, в которых при низкой температуре присутствуют только первичные кристаллы А и двойная эвтектика (А+В). 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. 3 Указать изменение химического состава фаз при кристаллизации сплава X . 4 Постройте изотермическое сечение при температуре 650 оС. 5 Постройте политермическое сечение, указанное преподавателем на рис. 2
КМ3	Коллоквиум "Структурообразование в сталях и чугунах"	ОПК-1-34;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-1-35	<p>Коллоквиум "Структурообразование в сталях и чугунах"</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Нарисовать диаграмму Fe-C с указанием температур и буквенных обозначений. 2 Определить фазовые и структурные составляющие, дать название сплавам, фотографии микроструктур сталей и чугунов представлены ниже . 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.

КМ4	Экзамен за 6 семестр	ОПК-1-31;ОПК-1-34;ОПК-1-35;ОПК-2-31;ОПК-2-32;ОПК-2-33;ОПК-2-34;ОПК-2-35	<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 ин-тервале 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 С, изменяющимся от 0.5 до 2 %С (с шагом 0.1 %С); 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 %С) 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> <p>27 Основные классы неметаллических материалов. Полимеры, пластмассы, резины и композиционные материалы на их основе.</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-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-2-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-1-У1;ОПК-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-1-В1;ОПК-1-У1;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-2-В2	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-1-У1;ОПК-1-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-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-2-35;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-2-В2	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-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-2-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-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-2-В1	Научиться анализировать фазовые превращения и описывать формирование микроструктуры тройных сплавов.

P8	Лабораторная работа 8 Микроструктура отожженной, литой и горячедеформированной углеродистой стали	ОПК-1-В1;ОПК-1-У2;ОПК-2-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-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-2-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-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-2-У1;ОПК-2-У2;ОПК-2-В2;ОПК-2-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-1-У2;ОПК-1-У1;ОПК-1-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-1-У1;ОПК-1-У2	Ознакомление с характерными микроструктурами цветных сплавов. Выявление влияния на микроструктуру неравновесного состояния
P13	Лабораторная работа 13 Измерение твердости при старении дюралюминия	ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-2-35;ОПК-2-У1;ОПК-2-В2;ОПК-2-В1	Изучение влияния температуры и продолжительности старения на твердость дюралюминия
P14	Лабораторная работа 14 Микроструктура сплавов на основе титана	ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-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-1-У2	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-1-У2	Изучение сложных диаграмм фазового равновесия двойных систем с превращениями в твердом состоянии.

P17	РГР. Домашнее задание 1 Структурообразование в двухкомпонентных сплавах	ОПК-1-У2;ОПК-1-В1	Решение задач. Структурообразование в двухкомпонентных сплавах
P18	РГР. Домашнее Решение задач. Структурообразование в тройных сплавах	ОПК-1-У2;ОПК-1-В1	Решение задач. Структурообразование в тройных сплавах
P19	РГР. Домашнее задание 3. Структурообразование в углеродистых сталях и чугунах	ОПК-1-У2;ОПК-1-В1	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 зачет с оценкой. Оценка зачета проставляется на основе среднего балла за два домашних задания и два коллоквиума.

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 6-7.

Вопрос 2. Теоретический вопрос по разделам 8-10.

Вопрос 3. Влияние термической обработки на свойства стали. Раздел 7.

Вопрос 4. Влияние термической обработки и её технологических факторов на фазовое состояния, структуру и свойства стали. Разделы 6-8.

Вопрос 5. Теоретический вопрос по разделу 9.

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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.4	Лилеев А. С., Малютина Е. С.	Фазовые равновесия и структурообразование: сб. задач	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2009
Л1.5	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 - 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012
Л1.6	Шуваева Е. А., Перминов А. С.	Материаловедение. Неметаллические и композиционные материалы: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. - Metallургия	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.: Metallургия, 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	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 - Metallургия и 150700 - Физ. материаловедение	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010
Л2.5	Новиков И. И.	Теория термической обработки металлов: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Metallургия, 1986

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.: Metallургия, 1990

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.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". https://www.youtube.com/watch?v=76qW6gm6cV0	https://www.youtube.com/watch?v=76qW6gm6cV0		
Э2	Электронное пособие Малютин Е.С. Трехкомпонентные диаграммы фазового равновесия. Часть 1. 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		
Э3	Электронные тренажеры по тройным диграммам. https://misis.ru/files/-/50ee949fee1e318a7b251790cbac451/Malutina.pdf	https://misis.ru/files/-/50ee949fee1e318a7b251790cbac451/Malutina.pdf		
Э4	ГОСТ 1215-79 Отливки из ковкого чугуна. Общие технические условия (с Изменениями N 1, 2). Техноэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. http://docs.cntd.ru/document/1200011539	http://docs.cntd.ru/document/1200011539		
Э5	ГОСТ 1412-85 Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки. Техноэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. http://docs.cntd.ru/document/1200008656	http://docs.cntd.ru/document/1200008656		
Э6	ГОСТ 1585-85 Чугун антифрикционный для отливок. Марки (с Изменением N 1). Техноэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно- технической документации. http://docs.cntd.ru/document/1200008850	http://docs.cntd.ru/document/1200008850		
Э7	ГОСТ 7293-85 Чугун с шаровидным графитом для отливок. Марки. Техноэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. http://docs.cntd.ru/document/1200008852	http://docs.cntd.ru/document/1200008852		
Э8	ГОСТ 7769-82 Чугун легированный для отливок со специальными свойствами. Марки (с Изменением N 1). Техноэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. http://docs.cntd.ru/document/1200011542/	http://docs.cntd.ru/document/1200011542/		
Э9	ГОСТ 28394-89 Чугун с вермикулярным графитом для отливок. Марки. Техноэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. http://docs.cntd.ru/document/1200008853	http://docs.cntd.ru/document/1200008853		

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

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/
И.3	— Полнотекстовые деловые публикации информгентств и прессы по 53 отраслям https://polpred.com/news
И.4	Иностраные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.5	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com

И.6	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/
И.7	— наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com
И.8	— научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
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.
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, ПКс 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 видеофильмов.

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 материаловедения.

Лабораторные 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.