

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 12.05.2023 17:25:06

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 дефекты структуры

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, Введенский В.Ю.

Рабочая программа

Фазовые равновесия и дефекты структуры

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 Александр Григорьевич

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Сформировать компетенции, предусмотренные учебным планом, сформировать знания и навыки по фазовым равновесиям и процессам формирования структуры и свойств материалов.
1.2	Задачи дисциплины - научить:
1.3	- устанавливать связи между химическим и фазовым составом, фазовыми превращениями и микро- и макроструктурой материалов, определяющей их свойства;
1.4	- использовать закономерности процессов структурных и фазовых превращений с использованием диаграмм фазового равновесия реальных систем для анализа структурообразования материалов и формирования их свойств;
1.5	- использовать представления об отклонениях от фазового равновесия для анализа структуры и свойств в различных материалах;
1.6	- анализу структурообразования в процессе механической и термической обработки сталей, чугунов, цветных металлов и сплавов.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.05
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Кристаллография	
2.1.2	Практическая кристаллография	
2.1.3	Электротехника	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
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-3: Способен участвовать в реализации типовых технологических процессов	
Знать:	
ПК-3-31	Основные типы современных материалов
ПК-1: Способен осуществлять обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований	
Знать:	
ПК-1-31	Основные методы исследования структуры и свойств материалов
ОПК-6: Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	
Знать:	
ОПК-6-31	Традиционные технологии материалов
ПК-3: Способен участвовать в реализации типовых технологических процессов	
Уметь:	
ПК-3-У1	Выбирать химический состав, структуру и свойства материалов для заданных условий эксплуатации
ПК-1: Способен осуществлять обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований	
Уметь:	
ПК-1-У1	Использовать экспериментальные данные о химическом составе, структуре и свойствах материалов для исследования физических и химических процессов, протекающих в материалах при их получении и обработке
ОПК-6: Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	
Уметь:	
ОПК-6-У1	Определять на основе представлений о фазовых равновесиях и структурообразовании факторы, влияющие на эффективность и безопасность технологий материалов
ПК-3: Способен участвовать в реализации типовых технологических процессов	
Владеть:	
ПК-3-В1	Опытом изучения процессов структурообразования и их влияния на свойства материалов, применяемых в разных условиях эксплуатации
ПК-1: Способен осуществлять обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований	
Владеть:	
ПК-1-В1	Опытом применения результатов моделирования фазовых равновесий и структурообразования, а также экспериментальных данных методов исследования материалов для диагностики состояния и изучения процессов, протекающих в материалах при получении и обработке
ОПК-6: Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	
Владеть:	
ОПК-6-В1	Опытом анализа эффективности технологий получения и обработки материалов

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. 1 Атомная структура фаз и дефекты							

1.1	Предмет и задачи материаловедения. Виды структуры в твердом теле: атомная структура, субструктура, микро- и макроструктура. Дефекты кристаллического строения. Классификация дефектов. /Лек/	5	2	ОПК-6-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.6			
1.2	Точечные дефекты; вакансии и межузельные атомы. Равновесная и неравновесная концентрация точечных дефектов. Рождение, миграция и сток вакансий. Связь точечных дефектов с диффузией. /Лек/	5	2	ПК-1-У1 ПК-3-31	Л1.1Л2.2			
1.3	Дислокации. Вектор Бюргера. Плотность дислокаций. Краевая, винтовая и смешанная дислокации. Поле напряжений и энергия дислокаций. Взаимодействие дислокаций. Скольжение и переползание дислокаций. Образование и размножение дислокаций. Источник Франка-Рида. Атмосфера Коттрелла. /Лек/	5	2	ПК-1-У1 ПК-3-31	Л1.1Л2.2 Э1			
1.4	Двумерные дефекты. Границы зерен и субзерен. Собирательная рекристаллизация (нормальный рост зерна). Факторы, влияющие на миграцию границ зерен. Структурные изменения при пластической деформации. Линии и полосы скольжения. Волокнистая микроструктура. Наклеп. Текстура деформации. /Лек/	5	2	ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-3-31	Л1.1Л2.2 Л2.3 Э2			
1.5	Изменения структуры и свойств при нагреве холоднодеформированного металла. Возврат (отдых, полигонизация). Первичная рекристаллизация. Правило Бочвара. Природа критической деформации. Диаграмма рекристаллизации. Рекристаллизационный отжиг. Горячая деформация. /Лек/	5	2	ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-3-31	Л1.1Л2.3 Э3			

1.6	Граничные твердые растворы и промежуточные фазы. Твердые растворы замещения, внедрения и вычитания. Условия неограниченной растворимости в твердом состоянии. Типы промежуточных фаз. /Лек/	5	2	ПК-3-31	Л1.1Л2.3			
1.7	Изучение металлографического микроскопа /Лаб/	5	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-3-31	Л1.2			Р1
1.8	Приготовление металлографического шлифа /Лаб/	5	2	ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-3-31	Л1.2			Р2
1.9	Методы количественной металлографии /Лаб/	5	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-3-31	Л1.2			Р3
1.10	Изучение дефектов кристаллического строения с помощью светового микроскопа /Лаб/	5	2	ПК-1-У1 ПК-3-31	Л1.2			Р4
1.11	Микроструктура и свойства холодно деформированного и рекристаллизованного металла /Лаб/	5	4	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.2			Р5
1.12	Подготовка к лабораторным работам раздела 1 /Ср/	5	10	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.2			
	Раздел 2. 2 Формирование структуры при фазовых превращениях одно- и двухкомпонентных материалов							
2.1	Равновесие фаз в многокомпонентных системах. Правило фаз. Диаграммы состояния двойных систем с непрерывным рядом твердых растворов, с эвтектическими, перитектическими и монотектическими равновесиями, с конгруэнтно и неконгруэнтно плавящимися промежуточными фазами, с полиморфизмом компонентов. /Лек/	5	2	ОПК-6-У1 ПК-1-31 ПК-3-31	Л1.6Л2.1Л3.1			
2.2	Связь вида диаграммы состояния с характером межатомного взаимодействия в сплаве. Энергия смешения. Идеальные, распадающиеся и упорядочивающиеся растворы. Использование геометрической термодинамики для анализа диаграмм состояния. /Лек/	5	2	ПК-1-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.6Л3.1			

2.3	Кристаллизация. Гомогенное зарождение кристаллов в расплаве. Критический размер зародыша. Скорость образования и скорость роста кристаллических зародышей. Кривые Таммана. Кинетика кристаллизации. Уравнение Колмогорова. Гетерогенное зарождение. /Лек/	5	2	ОПК-6-31 ПК-3-31	Л1.6Л2.3Л3.1 Э5			
2.4	Атомные механизмы роста кристаллов (непрерывный, ступенчатый, дислокационный). Влияние атомного строения границ раздела между кристаллом и жидкостью на механизм роста. Равновесная форма кристаллов. Принцип Гиббса-Кюри. /Лек/	5	2	ОПК-6-31 ПК-3-31	Л1.6Л2.3Л3.1			
2.5	Отклонения от равновесия при кристаллизации. Влияние скорости охлаждения на микроструктуру. Размер зерен. С-образная диаграмма кристаллизации. Критическая скорость охлаждения расплава. Аморфное состояние. Влияние градиента температуры расплава на форму кристаллов. Ячеистая и дендритная формы роста кристаллов. /Лек/	5	2	ОПК-6-31 ПК-3-31	Л1.6Л3.1 Э4			
2.6	Кристаллизация твердых растворов. Неравновесный солидус. Дендритная ликвация. Гомогенизационный отжиг. Ликвация по плотности. Концентрационное переохлаждение и его влияние на микроструктуру. Бездиффузионная кристаллизация. Структура слитка. /Лек/	5	2	ОПК-6-31 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.6Л3.1 Э4 Э5			
2.7	Эвтектическая кристаллизация двойных сплавов. Механизмы совместного роста, отдельного роста, повторного зарождения, обволакивания. Классификация эвтектик по морфологии и механизму превращения. Нормальная, аномальная, разделенная, вырожденная эвтектики. Квазиэвтектика. /Лек/	5	2	ОПК-6-31 ПК-3-31	Л1.6Л2.1Л3.1 Э4			

2.8	Перитектическая кристаллизация двойных сплавов. Механизмы обволакивания и раздельного роста. Образование метастабильных фаз при кристаллизации. /Лек/	5	2	ОПК-6-31 ПК-3-31	Л1.6Л3.1 Э4			
2.9	Полиморфные превращения. Диффузионный и мартенситный механизмы. Термодинамика и кинетика. Фазовая перекристаллизация. Принцип структурного и размерного соответствия. /Лек/	5	2	ОПК-6-31 ПК-3-31	Л1.6Л3.1 Э6			
2.10	Упорядочение твердых растворов и промежуточных фаз. Распад пересыщенных твердых растворов. Гомогенное и гетерогенное зарождение. Когерентные, частично когерентные и некогерентные выделения. /Лек/	5	2	ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.6Л3.1			
2.11	Анализ первичной кристаллизации двойных сплавов с помощью диаграмм состояния /Лаб/	5	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.6Л2.1Л3.1			Р6
2.12	Анализ эвтектического превращения с помощью диаграмм состояния /Лаб/	5	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.6Л2.1Л3.1			Р7
2.13	Анализ перитектического превращения с помощью диаграмм состояния /Лаб/	5	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.6Л2.1Л3.1			Р8
2.14	Анализ полиморфного превращения с помощью диаграмм состояния /Лаб/	5	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.6Л2.1Л3.1			Р9
2.15	Микроструктура двойных сплавов с эвтектическим и перитектическим превращениями /Лаб/	5	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.2Л3.1			
2.16	Использование диаграмм фазового равновесия для изучения упорядочения твердых растворов и промежуточных фаз /Лаб/	5	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.6Л2.1Л3.1			Р11
2.17	Структурообразование двойных сплавов со сложными диаграммами состояния. Коллоквиум по фазовым равновесиям и структурообразованию двойных сплавов /Лаб/	5	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.6Л3.1		КМ1	Р12
2.18	Изучение лекционных материалов по разделу 2, подготовка к коллоквиуму по фазовым равновесиям и структурообразованию двойных сплавов /Ср/	5	2	ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.1 Л1.6Л2.1 Л2.3Л3.1			

2.19	Подготовка домашнего задания по фазовым превращениям и структурообразованию двойных сплавов /Ср/	5	4	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2Л3.1			P30
2.20	Подготовка к лабораторным работам раздела 2 /Ср/	5	7	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.2 Л1.6Л3.1			
	Раздел 3.3 Структурообразование в тройных сплавах							
3.1	Методы построения и анализа диаграмм фазового равновесия тройных систем. Концентрационный треугольник. Правило центра тяжести. Первичная кристаллизация твердых растворов в тройных системах. Структурообразование тройных сплавов с двойными эвтектическими и перитектическими превращениями. Тройное эвтектическое превращение. /Лек/	5	2	ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-3-31	Л1.6Л2.1			
3.2	Анализ фазовых равновесий и превращений в тройных сплавах. Расчеты с помощью концентрационного треугольника. /Лаб/	5	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.2 Л1.6Л2.1 Э11 Э12			P13
3.3	Двойные эвтектические и перитектические превращения в тройных сплавах /Лаб/	5	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.2Л2.1 Э11			P14
3.4	Микроструктура тройных сплавов /Лаб/	5	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.2 Л1.6Л2.1 Э11			P15
3.5	Микроструктура тройных сплавов со сложными диаграммами состояния. Коллоквиум по фазовым равновесиям и структурообразованию тройных сплавов /Лаб/	5	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.2 Л1.6Л2.1 Э11		КМ2	
3.6	Подготовка к лабораторным работам раздела 3 и коллоквиуму по фазовым равновесиям и структурообразованию тройных сплавов /Ср/	5	4	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.2 Л1.6Л2.1 Э11			
3.7	Подготовка домашнего задания по фазовым равновесиям и структурообразованию тройных сплавов /Ср/	5	3	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.4Л2.1 Э11			P31
3.8	Подготовка к экзамену за 5 семестр /Ср/	5	10	ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э11 Э12		КМ5	

	Раздел 4. 4 Структурообразование сталей и чугунов							
4.1	Стабильное и метастабильное равновесие в системе железо-углерод. Причины реализации метастабильного равновесия. Классификация сплавов на основе железа. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-3-31	Л1.1Л2.3			
4.2	Эвтектоидное превращение в сталях. Строение перлита. Сфероидизирующий отжиг. Нормализация. Диаграммы изотермических превращений. Термокинетические диаграммы. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-3-31	Л1.1Л2.3			
4.3	Эвтектическое превращение в белых, серых и половинчатых чугунах. Структурообразование в белых чугунах. Графитизирующий отжиг. Ковкие чугуны. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-3-31	Л1.1Л2.3 Э10			
4.4	Серые чугуны. Влияние скорости охлаждения и содержания углерода и кремния на микроструктуру чугунов. Высокопрочные чугуны. Чугуны с вермикулярным графитом. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1Л2.3			
4.5	Мартенситное превращение в углеродистых сталях. Строение и свойства мартенсита. Фазовый наклеп. Полная и неполная закалка стали, влияние на свойства. Обработка холодом. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1Л2.3 Э7			
4.6	Бейнитное превращение. Верхний и нижний бейнит. Изотермическая (бейнитная) закалка. Фазовые и структурные превращения при отпуске. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1Л2.3			
4.7	Классификация легирующих элементов по влиянию на полиморфизм железа и склонность к карбидообразованию. Классификация легированных сталей по фазовому равновесию, по Гийе, по уровню легированности и по назначению. Термическая обработка, микроструктура. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1Л2.3			

4.8	Строительные стали. Способы упрочнения путем легирования. Свариваемость. Холодные и горячие трещины. Литейные стали. Факторы, влияющие на жидкотекучесть. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1Л2.3 Л2.4			
4.9	Конструкционные легированные стали. Низколегированные стали повышенной прочности. Улучшаемые стали. Прокаливаемость. Высокопрочные стали. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1Л2.3 Л2.4			
4.10	Нержавеющие аустенитные и ферритные стали. Жаростойкие и жаропрочные стали. Инструментальные стали. Быстрорежущие стали. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1Л2.3 Л2.4			
4.11	Анализ формирования микроструктуры углеродистой стали с помощью метастабильной диаграммы Fe-C /Лаб/	6	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.2 Л1.3			P16
4.12	Формирование микроструктуры белых чугунов /Лаб/	6	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.2 Л1.3			P17
4.13	Формирование микроструктуры серых чугунов /Лаб/	6	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.2 Л1.3			P18
4.14	Микроструктура отожженных углеродистых сталей /Лаб/	6	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.2			P19
4.15	Микроструктура литых и горячедеформированных углеродистых сталей /Лаб/	6	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.2			P20
4.16	Микроструктура белых, серых, ковких и высокопрочных чугунов /Лаб/	6	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.2			P21
4.17	Распознавание микроструктур сталей и чугунов. Коллоквиум по фазовым равновесиям и структурообразованию в сплавах Fe-C /Лаб/	6	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.2		КМ4	P22
4.18	Анализ превращений переохлажденного аустенита в углеродистых сталях /Лаб/	6	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.2			P23
4.19	Микроструктура углеродистых сталей после закалки и отпуска /Лаб/	6	4	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.2			P24
4.20	Анализ превращений и классификация легированных сталей по диаграммам состояния /Лаб/	6	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.2			P25
4.21	Микроструктура легированных сталей /Лаб/	6	4	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.2			P26

4.22	Изучение лекционных материалов по разделу 4, подготовка к коллоквиуму по фазовым равновесиям и структурообразованию в сплавах Fe-C /Cr/	6	10	ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.1 Л1.3Л2.3 Л2.4			
4.23	Подготовка к лабораторным работам раздела 4 /Cr/	6	10	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.2			
4.24	Подготовка домашнего задания по структурообразованию сталей и чугунов /Cr/	6	4	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.3 Л1.7			P32
	Раздел 5. 5 Цветные сплавы, композиционные и неметаллические материалы							
5.1	Сплавы на основе алюминия. Старение дюралюминия. Зоны Гинье-Престона. Причины появления метастабильных фаз при старении. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ПК-3-31	Л1.1Л2.3 Л2.5 Э2			
5.2	Сплавы на основе меди. Латунь. Микроструктура оловянных бронз в равновесном и неравновесном состоянии. Бериллиевые и алюминиевые бронзы; микроструктура, термическая обработка, свойства. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ПК-3-31	Л1.1Л2.3 Л2.5			
5.3	Титановые сплавы. Влияние легирования на полиморфизм титана. Мартенситные превращения в сплавах титана. Закалка, старение и отпуск титановых сплавов. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1Л2.3 Л2.5 Э9			
5.4	Никелевые сплавы. Жаростойкие и жаропрочные никелевые сплавы. Принципы легирования стареющих жаропрочных сплавов, роль упорядочения и коалесценции. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1Л2.3 Л2.5			
5.5	Композиционные материалы, классификация по форме наполнителя и схеме армирования. Композиционные материалы на металлической и неметаллической основе. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.5			
5.6	Керамические материалы. Порошковая технология. Способы грануляции. Спекание. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.5 Э8			

5.7	Полимеры. Молекулярное строение. Классификация полимеров. Пластмассы. /Лек/	6	2	ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.5			
5.8	Микроструктура сплавов на основе меди, олова и алюминия /Лаб/	6	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.2Л2.5			P27
5.9	Старение дюралюминия /Лаб/	6	4	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.2Л2.5			P28
5.10	Микроструктура сплавов на основе титана /Лаб/	6	2	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-3-31	Л1.2Л2.5			P29
5.11	Подготовка к лабораторным работам по разделу 5 /Ср/	6	6	ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-3-31	Л1.2Л2.5			
5.12	Подготовка к экзамену по курсу за 6 семестр /Ср/	6	10	ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1		КМ5	

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 "Фазовые равновесия и структурообразование в двойных сплавах".	ОПК-6-31;ПК-1-31;ПК-3-31	<p>Условия задач (к каждому варианту коллоквиума приложена диаграмма с обозначенными сплавами X, Y и конкретными данными для задач).</p> <ol style="list-style-type: none"> Расставить фазы на диаграмме. Описать растворимость компонентов в жидком и твердом состоянии. Указать фазовые переходы второго рода и аллотропические превращения. Записать трехфазные реакции с указанием температуры и химического состава фаз. В сплаве X определить массовую долю фаз, вступающих в реакцию или образующихся в процессе трехфазной реакции при указанной температуре. Найти интервал составов сплавов, в которых при низких температурах фазовые составляющие отличаются от структурных. Для сплава состава точки Y построить кривую термического анализа при охлаждении, нарисовать структуру при низкой температуре, рассчитать массовую долю и определить химический состав фазовых и структурных составляющих при низкой температуре. По заданному количеству фазовых или структурных составляющих определить химический состав сплава. 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 "Фазовые равновесия и структурообразование в тройных сплавах".	ОПК-6-31;ПК-1-31;ПК-3-31	<p>Условия задач (к каждому варианту коллоквиума приложена диаграмма с обозначенными сплавами X, Y и конкретными данными для задач).</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>
-----	--	--------------------------	--

КМЗ	Экзамен за 5 семестр	ОПК-6-31;ОПК-6-У1;ОПК-6-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1	<p>Экзаменационные вопросы и примеры задач с разбивкой по темам. Семестр 5</p> <p>I. Дефекты кристаллической решетки</p> <p>1. Точечные дефекты кристаллической решетки. Классификация. Механизмы образования. Равновесная и неравновесная концентрация точечных дефектов.</p> <p>а) Как можно получить в кристалле повышенную по сравнению с равновесной концентрацию вакансий? б) Нарисуйте график температурной зависимости равновесной концентрации вакансий. в) Нарисуйте график зависимости свободной энергии кристалла от концентрации вакансий.</p> <p>2. Дислокации. Контур и вектор Бюргерса. Плотность дислокаций, ее экспериментальное определение. Скольжение и переползание дислокаций.</p> <p>а) Докажите, что линейная цепочка вакансий не является дислокацией. б) Линия дислокации перпендикулярна плоскости (110). Каков тип дислокации, если её вектор Бюргерса параллелен направлению [001]? в) Чем скольжение дислокаций отличается от переползания?</p> <p>3. Взаимодействие дислокаций между собой и с точечными дефектами. Дислокационные стенки. Атмосфера Коттрелла. Что такое атмосфера Коттрелла? Может ли она образовываться а) в твердых растворах внедрения, б) твердых растворах замещения, в) жидких растворах, г) чистых металлах?</p> <p>II. Кристаллизация, плавление и аморфизация однокомпонентных материалов</p> <p>4. Гомогенная кристаллизация. Термодинамика и кинетика кристаллизации. С-образные кривые кристаллизации.</p> <p>а) Почему для кристаллизации необходимо переохлаждать расплав? б) Что такое критический зародыш? в) Что такое С-образные кривые кристаллизации? г) При каких условиях охлаждение расплава приводит к получению аморфного состояния? д) Запишите уравнение Колмогорова, описывающее кинетику кристаллизации.</p> <p>5. Влияние параметров зарождения и роста кристаллов на микроструктуру. Размер зерен. Получение монокристаллов. Почему при выращивании монокристалла из расплава необходимо малое переохлаждение?</p> <p>6. Атомно-гладкие и атомно-шероховатые межфазные границы. Критерий Джексона. Влияние атомного строения границ раздела между кристаллом и жидкостью на механизм роста кристалла.</p> <p>а) В каких материалах реализуется преимущественно механизм непрерывного роста кристаллов в расплаве? б) Что такое критерий Джексона?</p> <p>7. Атомные механизмы роста кристаллов в расплаве (непрерывный, ступенчатый, дислокационный).</p> <p>а) Перечислите атомные механизмы роста кристаллов в расплаве.</p> <p>8. Влияние скорости охлаждения на форму первичных кристаллов. Как скорость охлаждения влияет на форму первичных кристаллов?</p> <p>9. Гетерогенное зарождение кристаллов в расплаве. Чем гетерогенная кристаллизация отличается от гомогенной?</p> <p>10. Модифицирование. Влияние растворимых и нерастворимых примесей на кристаллизацию.</p> <p>а) Что такое модифицирование? б) Чем различаются механизмы модифицирования тугоплавкими модификаторами и модификаторами, растворяющимися в расплаве?</p> <p>11. Равновесная форма кристаллов в расплаве. Принцип Гиббса-Кюри. Почему в одних материалах равновесная форма кристаллов - многогранник, а в других - сфера?</p> <p>12. Неравновесные формы кристаллов. Дендриты. Столбчатые кристаллы.</p> <p>а) Дендритная кристаллизация металлов. б) Почему дендриты образуются как при очень малой скорости охлаждения, так и при очень большой? в) Почему при направленной кристаллизации кристаллы имеют столбчатую форму?</p> <p>13. Структура металлического слитка.</p> <p>III. Диаграммы состояния двойных сплавов</p>
-----	----------------------	--	--

		<p>14. Связь вида диаграммы состояния с характером межатомного взаимодействия в сплаве.</p> <p>а) Приведите примеры диаграмм состояния с неограниченной растворимостью в жидком состоянии и с разной величиной энергии смешения в твердом состоянии – равной нулю, имеющей большое положительное значение и имеющей большое отрицательное значение.</p> <p>б) В твердом состоянии энергия связи атомов А и В равна 1 эВ, атомов А между собой – 2 эВ, атомов В между собой – 1,5 эВ. Атомные радиусы элементов одинаковы. В жидком состоянии все энергии связи примерно одинаковы. Нарисуйте вероятный вид диаграммы состояния А - В.</p> <p>15. Условия неограниченной растворимости в твердом состоянии.</p> <p>16. Построение двойных диаграмм фазового равновесия методом термодинамического потенциала (геометрической термодинамики). Нарисуйте взаимное расположение кривых концентрационных зависимостей энергии Гиббса трех фаз (жидкой и двух твердых) при температуре ниже эвтектической. Покажите, как с помощью геометрических построений определить составы фаз, находящиеся в равновесии.</p> <p>17. Двойные системы: с непрерывным рядом твердых растворов; эвтектического типа; перитектического типа; с конгруэнтно и неконгруэнтно плавящимися промежуточными фазами; монотектического типа; с полиморфизмом компонентов; с эвтектоидным, перитектоидным или монотектоидным превращением.</p> <p>а) Нарисуйте диаграмму состояния с перитектическим превращением. Расставьте фазы. Напишите формулу превращения.</p> <p>б) Нарисуйте график температурной зависимости химического состава фаз для заэвтектического сплава.</p> <p>IV. Диаграммы состояния тройных сплавов</p> <p>18. Тройные системы: с неограниченной растворимостью в жидком и твердом состоянии; с тройной эвтектикой; с тройной эвтектикой и тройной перитектикой; с двойной эвтектикой; с двойной перитектикой.</p> <p>На тройной диаграмме с отсутствием растворимости в твердом состоянии и с тройной эвтектической реакцией укажите совокупность составов сплавов, имеющих а) 30 % избыточных кристаллов в микроструктуре; б) одинаковый тип кривой термического анализа, состоящей из точки перегиба и горизонтальной площадки.</p> <p>V. Строение фаз</p> <p>19. Атомная структура твердых растворов. Твердые растворы замещения, внедрения, вычитания.</p> <p>Как рассчитать предельную растворимость азота в металле с ГЦК решеткой, если пренебречь искажениями решетки?</p> <p>20. Классификация промежуточных фаз.</p> <p>Как классифицируют промежуточные фазы по положению на диаграмме состояния? Какие фазы называют неконгруэнтно плавящимися?</p> <p>VI. Кристаллизация сплавов</p> <p>21. Отклонения от равновесия при кристаллизации сплавов. Дендритная ликвация. Гомогенизация. Ликвация по плотности. Концентрационное переохлаждение и его влияние на микроструктуру сплавов.</p> <p>а) Перечислите факторы, способствующие дендритной ликвации.</p> <p>б) Почему в случае ликвации по плотности гомогенизирующий отжиг не применяют?</p> <p>22. Эвтектическая кристаллизация двойных сплавов. Термодинамика и кинетика.</p> <p>23. Механизмы эвтектической кристаллизации: отдельного роста, совместного роста, повторного зарождения, обволакивания. Классификация эвтектик по морфологии и механизму превращения. Нормальная, аномальная, разделённая, вырожденная эвтектики. Квазиэвтектика.</p> <p>а) Почему при образовании нормальной эвтектики кристаллы фаз растут совместно, образуя эвтектическую колонию? б) От каких факторов зависит, будет ли нормальная эвтектика пластинчатой или</p>
--	--	--

		<p>стержневой? в) При каких условиях появляется вырожденная эвтектика?</p> <p>24. Перитектическая кристаллизация двойных сплавов. Термодинамика и кинетика. Механизмы обволакивания и раздельного роста.</p> <p>VII. Фазовые превращения в твердом состоянии</p> <p>25. Упорядочение твердых растворов и промежуточных фаз. Температурное и концентрационное разупорядочение твердых растворов.</p> <p>Нарисуйте пример диаграммы состояния, где наблюдается упорядочение 1) твердого раствора, 2) промежуточной фазы по типу фазовых переходов а) I рода, б) II рода.</p> <p>Нарисуйте график зависимости степени порядка в упорядочивающемся твердом растворе от температуры для случая, когда упорядочение протекает как фазовый переход II рода.</p> <p>26. Распад и расслоение твердых растворов. Эвтектоидное превращение. Выделение вторичных кристаллов. Принцип структурного и размерного соответствия Данкова-Конобеевского. Видманштеттова микроструктура.</p> <p>а) Фазовый наклеп, условия возникновения, влияние на свойства.</p> <p>б) Как влияет объемное несоответствие фаз при превращении в твердом состоянии на скорость образования зародышей? в) От чего зависит формирование микроструктур с выделениями второй фазы в виде граничной сетки, сферических частиц или пластин (игл) в результате превращений в твердом состоянии? г) Видманштеттова структура, условия ее образования и примеры сплавов, в которых она может возникать.</p> <p>27. Полиморфные превращения. Диффузионный механизм механизм полиморфного превращения. С-образная диаграмма. Фазовая перекристаллизация. Полиморфное превращение в твердых растворах. Мартенситный механизм полиморфного превращения.</p> <p>а) В каком случае кинетика полиморфного превращения может быть описана С-образной кривой? б) Почему на полированной поверхности шлифа в результате протекания полиморфного превращения по мартенситному механизму возникает поверхностный рельеф?</p> <p>VIII. Структурные превращения в твердом состоянии.</p> <p>28. Собирательная рекристаллизация (нормальный рост зерен). Что такое нормальный рост зерен при отжиге? Какова движущая сила собирательной рекристаллизации? Какие факторы понижают скорость роста зерна при отжиге? Какова роль а) формы границ зерен и б) тройных стыков границ между зернами в нормальном росте зерна?</p> <p>29. Изменение структуры при пластической деформации. Какова микроструктура металла после приложения к нему критического напряжения? Что такое наклеп? Каковы его причины?</p> <p>30. Изменение структуры при отжиге деформированного металла. Возврат (отдых, полигонизация). Первичная рекристаллизация. Рекристаллизационный отжиг. Что такое возврат? В каком температурном интервале он происходит? Какие изменения происходят в структуре металла при возврате? Нарисуйте изображение микроструктуры металла после проведения следующих обработок: сильная холодная деформация, то же + возврат, начало первичной рекристаллизации, завершение первичной рекристаллизации.</p> <p>Нарисуйте изображение микроструктуры металла после проведения следующих обработок: холодная деформация, горячая деформация, первичная рекристаллизация.</p> <p>От чего зависит температура начала первичной рекристаллизации металла?</p> <p>Правило Бочвара.</p> <p>Что такое критическая степень деформации?</p> <p>Как после высокотемпературного отжига изменяется микроструктура металла, деформированного со степенью деформации больше и меньше критической?</p>
--	--	--

			<p>Как можно уменьшить размер зерна металла? Причины существования восходящей и нисходящей ветвей на диаграмме рекристаллизации. В чем отличие первичной и собирательной рекристаллизации? После отжига листового холодно деформированного металла была получена следующая микроструктура: у поверхностей листа крупное зерно, во внутренней зоне листа - мелкое зерно. Каковы причины формирования такой микроструктуры? После отжига листового холодно деформированного металла была получена следующая микроструктура: у поверхностей листа мелкие равноосные зерна, во внутренней зоне - вытянутые зерна. Каковы причины формирования такой микроструктуры? Каковы движущие силы процессов, протекающих при отжиге холоднодеформированного металла? В чем отличие холодной и горячей деформации? Перечислите названия структурных превращений, в ходе которых может уменьшаться а) плотность дислокаций, б) концентрация вакансий? Образцы чистых Al, Fe и Mo прокатали при комнатной температуре со степенью обжатия 80 %, затем отожгли при 300 и 600 оС. Нарисуйте изображение 6 микроструктур этих металлов после деформации и отжигов. (Температура плавления Al равна 660 оС, Fe – 1539 оС, Mo – 2610 оС).</p>
КМ4	Коллоквиум "Структурообразование в сталях и чугунах"	ОПК-6-31;ПК-1-31;ПК-1-У1	<p>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 массовую долю фазовых и структурных составляющих.</p>

КМ5	Экзамен за 6 семестр	ОПК-6-31;ОПК-6-У1;ОПК-6-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1	<p>Экзаменационные вопросы и примеры задач с разбивкой по темам.</p> <p>Семестр 6</p> <p>IX. Стали и чугуны.</p> <p>38. Стабильное и метастабильное равновесие в системе Fe-C. Почему при обычных скоростях охлаждения расплавов Fe-C с малым содержанием углерода вместо графита появляется цементит?</p> <p>Почему при 1000 оС содержание углерода в аустените при его равновесии с графитом меньше, чем при равновесии с цементитом?</p> <p>39. Эвтектоидное превращение в сплавах Fe-C. Почему феррит и цементит в перлите имеют пластинчатую форму? Чем сорбит отличается от троостита?</p> <p>Нарисовать график зависимости массовой доли перлита как структурной составляющей от содержания углерода для сплавов Fe-Fe₃C.</p> <p>В углеродистой стали толщина пластины цементита внутри эвтектоида равна 0,15 мкм. Как называется эвтектоид – перлитом, сорбитом или трооститом?</p> <p>40. Эвтектическое превращение в белых, половинчатых и серых чугунах.</p> <p>41. Влияние скорости охлаждения на микроструктуру чугунов. Перечислите названия чугунов в порядке повышения скорости охлаждения.</p> <p>42. Влияние содержания углерода и кремния на микроструктуру чугунов.</p> <p>43. Структурообразование в белых чугунах.</p> <p>Нарисуйте график зависимости массовой доли превращенного ледобурита от содержания углерода в белых чугунах.</p> <p>44. Серые чугуны.</p> <p>Как рассчитать массовую долю феррита в сером чугуне на перлитной основе, содержащем 3 % C?</p> <p>Нарисуйте кривую охлаждения серого чугуна на феррито-перлитной основе.</p> <p>В чем отличие термообработки для получения ковкого чугуна с ферритной основой от обработки для получения ковкого чугуна с перлитной основой?</p> <p>46. Высокопрочные чугуны.</p> <p>Нарисуйте микроструктуру высокопрочного чугуна на феррито-перлитной основе.</p> <p>47. Мартенситное превращение в углеродистых сталях. Почему в углеродистых сталях мартенсит имеет повышенную плотность дислокаций? Какова причина возникновения фазового наклепа при мартенситном превращении в углеродистых сталях? Влияние содержания углерода на свойства мартенсита. Почему температура начала мартенситного превращения падает с повышением содержания углерода в сталях?</p> <p>48. Бейнитное превращение в сталях. Какова причина формирования неоднородного распределения углерода в аустените на начальной стадии бейнитного превращения? В чем отличие структуры верхнего бейнита от нижнего? Как получить в стали бейнит?</p> <p>49. Термическая обработка стали. Гомогенизирующий, рекристаллизационный и сфероидизирующий отжиг. Нормализация.</p> <p>После какой термической обработки доэвтектоидной стали избыточный феррит имеет игольчатую форму? Опишите обработку. Дайте название микроструктуры.</p> <p>После какой обработки цементит в стали имеет округлую форму?</p> <p>50. Закалка стали, полная и неполная, влияние на свойства. Обработка холодом.</p> <p>Нарисуйте график зависимости содержания углерода в мартенсите от температуры закалки для стали 50.</p> <p>Почему для упрочнения доэвтектоидных сталей не используют неполную закалку?</p> <p>Углеродистую эвтектоидную сталь охлаждали от температуры 750 оС до комнатной температуры со скоростью а) ниже нижней</p>
-----	----------------------	--	---

		<p>критической и б) выше верхней критической. Каков химический состав фаз в каждом из этих двух случаев?</p> <p>51. Отпуск стали. Фазовые и структурные превращения при отпуске углеродистой стали. Чем сорбит отпуска отличается от сорбита? Каковы различия микроструктуры стали после среднего и высокого отпуска?</p> <p>Х. Легированные стали. Основные легирующие элементы, микроструктура, классификация легированных сталей и термическая обработка.</p> <p>52. Классификация легированных сталей по фазовому равновесию. Типичные микроструктуры. Нарисуйте возможный вид диаграммы состояния железа с легирующим элементом, относящимся к альфа-стабилизаторам. Чем отличаются первичные карбиды, наблюдаемые в микроструктуре легированной стали ледебуритного класса, от вторичных? Структура сталей аустенитного, ферритного, полуаустенитного, полуферритного, перлитного и ледебуритного класса. Основные легирующие элементы.</p> <p>53. Классификация легированных сталей по Гийе. Согласно классификации по Гийе, сталь относится к мартенситному классу. Может ли эта сталь относиться к аустенитному классу согласно классификации по фазовому равновесию?</p> <p>54. Легированные стали разного назначения, термическая обработка и микроструктура. Какова основная цель легирования улучшаемых машиностроительных сталей? Что такое прокаливаемость? Почему охлаждение с температуры отпуска улучшаемых легированных сталей проводят ускоренно? Что такое цементация? Как её проводят? От каких факторов зависит свариваемость сталей? Почему сталь для арматуры в железобетоне содержит мало углерода? Опишите термическую обработку и микроструктуру подшипниковых сталей. Опишите термическую обработку быстрорежущих сталей. Почему отпуск быстрорежущих сталей проводится не один раз, а трижды? Какие требования предъявляют к штампуемым сталям?</p> <p>XI. Цветные сплавы.</p> <p>55. Сплавы на основе системы медь-цинк. Типичные микроструктуры. Какова причина формирования пластинчатой формы одной из фаз в отожжённых двухфазных латунях? Опишите способ получения равноосных зерен в двухфазных латунях. Почему в латунных слитках, как правило, есть усадочная раковина и нет пор между ветвями дендритов? В чем состоит различие требований к механическим свойствам торговой и патронной латуни?</p> <p>56. Микроструктура оловянных бронз в равновесном и неравновесном состоянии.</p> <p>57. Термическая обработка бериллиевых бронз.</p> <p>58. Термическая обработка алюминиевых бронз. В чём различие упрочняющих обработок однофазных и двухфазных алюминиевых бронз? Почему мартенситное превращение в двухфазной алюминиевой бронзе практически не приводит к упрочнению в отличие от сталей?</p> <p>59. Алюминиевые сплавы. Как по химическому составу различаются деформируемые и литейные сплавы алюминия? Почему химический состав литейных сплавов чаще всего близок к эвтектическому? В чем отличие превращений, протекающих в дюралюминии при</p>
--	--	--

			<p>естественном и искусственном старении? Что такое зоны Гинье-Престона? Причины появления метастабильных фаз при старении дюралюминия. 60. Жаропрочные сплавы на основе никеля. Почему стареющие жаропрочные никелевые сплавы устойчивы к коалесценции? Для чего в нимоники вводят хром, алюминий, титан? Почему упорядоченная структура выделяющейся при старении γ'-фазы в нимониках затрудняет скольжение дислокаций? XII. Керамика и композиционные материалы. Какие химические связи между атомами существуют в керамических материалах? Почему керамические изделия, как правило, не получают из расплава традиционными металлургическими методами? Опишите технологию получения керамики методом порошковой металлургии. Почему в микроструктуре керамики, как правило, наблюдаются поры? Что такое спекание? Какие изменения микроструктуры протекают при спекании? В чём отличие твёрдофазного спекания от жидкофазного? Как классифицируют композиционные материалы? Какие схемы армирования используют для волокнистых композиционных материалов? В чём состоит возможное различие требований к матрице и армирующим элементам композита?</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-6-31	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-6-31;ПК-1-31	Освоение основных методов подготовки образцов для исследования микроструктуры на световом микроскопе (шлифование, полирование) и выявления микроструктуры (травление).
P3	Лабораторная работа 3 Количественный металлографический анализ	ПК-1-31	Освоение основных методов количественной металлографии по определению величины зерна, объемной доли структурных составляющих и химического состава материалов.
P4	Лабораторная работа 4 Изучение дефектов кристаллического строения металлов с помощью светового микроскопа	ПК-1-31	Ознакомление с основами металлографического метода выявления дислокаций и границ зерен. Освоение метода 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	ПК-1-31	Изучение влияния степени холодной пластической деформации и температуры последующего отжига на структуру и твердость металла. Ознакомление с методами измерения твердости.

P6	Лабораторная работа 6 Анализ первичной кристаллизации двойных сплавов с помощью диаграмм состояния	ОПК-6-31;ПК-1-31;ОПК-6-У1	Знакомство с основными приёмами работы с диаграммами состояния на примере изучения кристаллизации твёрдого раствора
P7	Лабораторная работа 7 Анализ эвтектического превращения с помощью диаграмм состояния	ОПК-6-31;ОПК-6-У1;ПК-1-31	Изучение методов использования диаграммы состояния для анализа эвтектического превращения и определения химического состава и массовых долей фаз и структурных составляющих в материалах с эвтектическим превращением
P8	Лабораторная работа 8 Анализ перитектического превращения с помощью диаграмм состояния	ОПК-6-31;ОПК-6-У1;ПК-1-31	Прогнозирование с помощью диаграммы состояния особенностей протекания перитектического превращения и изменения микроструктуры материалов
P9	Лабораторная работа 9 Анализ полиморфного превращения с помощью диаграмм состояния	ПК-1-31;ПК-1-У1	Применение диаграммы состояния для нахождения температур и интервала химического состава сплавов, в которых протекает полиморфное превращение
P10	Лабораторная работа 10 Микроструктура сплавов двойных систем с эвтектическим и перитектическим превращениями	ПК-1-31	Изучение с помощью светового микроскопа микроструктур двухкомпонентных сплавов с эвтектическим и перитектическим превращениями. Нахождение объёмных долей структурных составляющих и определение химического состава материалов.
P11	Лабораторная работа 11 Использование диаграмм фазового равновесия для изучения упорядочения твердых растворов и промежуточных фаз	ПК-1-31	Определение по диаграмме состояния типа упорядочения (фазовый переход первого или второго рода), температуры Курнакова и её изменения при варьировании химического состава сплава
P12	Лабораторная работа 12 Структурообразование двойных сплавов со сложными диаграммами состояния	ПК-1-31;ПК-3-31	Прогнозирование по диаграмме состояния формирования микроструктуры в двойных сплавах с несколькими фазовыми превращениями при разных температурах, в том числе с превращениями в твёрдом состоянии
P13	Лабораторная работа 13 Анализ фазовых равновесий и превращений в тройных сплавах. Расчеты с помощью концентрационного треугольника.	ПК-1-31;ОПК-6-У1;ПК-1-У1	Изучение приёмов работы с тройной диаграммой состояния на примере системы с неограниченной растворимостью в твёрдом и жидком состояниях. Нахождение химического состава и массовых долей составляющих смеси с помощью концентрационного треугольника
P14	Лабораторная работа 14 Двойные эвтектические и перитектические превращения в тройных сплавах		Использование тройной диаграммы состояния, изотермических и политермических разрезов для изучения двойных эвтектических и перитектических превращений

P15	Лабораторная работа 15 Микроструктура тройных сплавов	ОПК-6-У1;ОПК-6-В1	Изучение микроструктуры с помощью светового микроскопа тройных сплавов с тройным эвтектическим превращением. Изучение дендритной ликвации в сплаве тройной системы с неограниченной растворимостью в жидком и твёрдом состояниях.
P16	Лабораторная работа 16 Анализ формирования микроструктуры углеродистой стали с помощью метастабильной диаграммы Fe-C	ПК-3-У1;ПК-3-31;ПК-1-У1	Изучение причин различия микроструктур железа, доэвтектоидных, эвтектоидной и заэвтектоидных углеродистых сталей с помощью метастабильной диаграммы состояния железо-углерод. Проведение расчётов химического состава и массовых долей фаз и структурных составляющих в сталях.
P17	Лабораторная работа 17 Формирование микроструктуры белых чугунов	ПК-3-У1;ПК-3-31;ПК-1-У1	Анализ структурообразования в доэвтектических, эвтектическом и заэвтектических чугунах с помощью метастабильной диаграммы железо-углерод.
P18	Лабораторная работа 18 Формирование микроструктуры серых чугунов	ПК-1-У1;ПК-3-31;ПК-3-У1	Использование стабильной и метастабильной диаграмм состояния для изучения структурообразования серых чугунов с разной металлургической основы. Применение понятий свободного и связанного углерода для расчётов химического состава и массовых долей фаз и структурных составляющих серых чугунов.
P19	Лабораторная работа 19 Микроструктура отожженных углеродистых сталей	ОПК-6-У1;ОПК-6-В1	Использование светового микроскопа для изучения микроструктур технического железа и углеродистых сталей. Определение химического состава сталей по объёмным долям структурных составляющих.
P20	Лабораторная работа 20 Микроструктура литых и горячедеформированных углеродистых сталей	ОПК-6-У1;ОПК-6-В1	Использование светового микроскопа для изучения микроструктур углеродистых сталей в литом состоянии и после горячей деформации
P21	Лабораторная работа 21 Микроструктура белых, серых, ковких и высокопрочных чугунов	ОПК-6-У1;ОПК-6-В1	Использование светового микроскопа для изучения микроструктур белых, серых, ковких и высокопрочных чугунов.
P22	Лабораторная работа 22 Распознавание микроструктур сталей и чугунов	ОПК-6-У1;ОПК-6-В1	Идентификация сплавов Fe-C разного химического состава и после разных обработок по изображениям микроструктуры
P23	Лабораторная работа 23 Анализ превращений переохлажденного аустенита в углеродистых сталях	ОПК-6-У1;ОПК-6-В1	Изучение механизма превращений аустенита и процесса структурообразования углеродистых сталей при охлаждении с разными скоростями.
P24	Лабораторная работа 24 Микроструктура углеродистых сталей после закалки и отпуска	ОПК-6-У1;ОПК-6-В1	Использование светового микроскопа для изучения микроструктур углеродистых сталей разного химического состава после закалки разных видов и отпуска.

P25	Лабораторная работа 25 Анализ превращений и классификация легированных сталей по диаграммам состояния	ОПК-6-У1;ОПК-6-В1	Использование двойных диаграмм состояния железо-легирующий элемент и разрезов диаграмм многокомпонентных систем на основе железа для классификации легированных сталей и изучения структурообразования
P26	Лабораторная работа 26 Микроструктура легированных сталей	ОПК-6-У1;ОПК-6-В1	Использование светового микроскопа для изучения легированных сталей разных классов по фазовому равновесию
P27	Лабораторная работа 27 Микроструктура сплавов на основе меди, олова и алюминия	ОПК-6-У1;ОПК-6-В1	Использование светового микроскопа для изучения микроструктур цветных металлов и сплавов (на основе меди, олова и алюминия)
P28	Лабораторная работа 28 Старение дюралюминия	ОПК-6-У1;ОПК-6-В1	Изучение влияния температуры и продолжительности старения на твердость дюралюминия
P29	Лабораторная работа 29 Микроструктура сплавов на основе титана	ОПК-6-У1;ОПК-6-В1	Изучение с помощью светового микроскопа микроструктур титановых сплавов разного химического состава и после разных обработок
P30	РГР. Домашнее задание 1 Фазовые равновесия и структурообразование в двойных сплавах	ОПК-6-31;ОПК-6-У1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-3-31	Решение задач по фазовым равновесиям и структурообразованию в двойных сплавах
P31	РГР. Домашнее задание 2. Фазовые равновесия и структурообразование в тройных сплавах	ОПК-6-31;ПК-1-31;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-1-У1	Решение задач по фазовым равновесиям и структурообразованию в тройных сплавах
P32	РГР. Домашнее задание 3. Структурообразование в углеродистых сталях и чугунах	ОПК-6-31;ПК-1-31;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-1-У1	Решение задач по фазовым равновесиям и структурообразованию в сплавах Fe-C

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.

Вопрос 1 - вопрос по теории разделов 1-3.

Вопрос 2 - вопрос по механизмам фазовых превращений, раздел 2.

Вопрос 3 - вопрос по описанию фаз, структурных составляющих, фазовых или структурных превращений, разделы 1-3.

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

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

Пример экзаменационного билета семестра 5

Экзаменационный билет № 1

1 Перечислите виды точечных дефектов.

2 По каким механизмам может протекать перитектическая кристаллизация двойных сплавов?

3 Запишите уравнение Колмогорова, описывающее кинетику кристаллизации.

4 Нарисуйте диаграмму состояния с эвтектическим и эвтектоидным превращениями. Выберите сплав, в котором протекают оба превращения, и нарисуйте его микроструктуру до и после эвтектоидного превращения. Рассчитайте доли структурных составляющих.

5 На проекции тройной диаграммы А-В-С с отсутствием растворимости в твердом состоянии и с тройной эвтектической реакцией укажите интервал составов, которые может иметь двойная эвтектика (А+В).

В семестре 6 предусмотрен экзамен.

Экзаменационный билет семестра 6 состоит из 5 вопросов. Типовые вопросы экзамена приведены в вопросах самоподготовки.

Вопрос 1. Задача по сплавам Fe-C (раздел 4).

Вопрос 2. Задача по фазовым и структурным превращениям или термической обработке материалов (разделы 4, 5).

Вопрос 3. Вопрос по терминологии или классификации (разделы 4, 5).

Вопрос 4. Теоретический вопрос по разделу 4.

Вопрос 5. Теоретический вопрос по разделу 5.

Пример экзаменационного билета семестра 6

Экзаменационный билет № 1

1 Нарисуйте схему зависимости массовой доли перлита как структурной составляющей от содержания углерода в белых чугунах.

2 Сталь с 0,5 % С нагрели до 740 оС и охладили со скоростью выше верхней критической. Сколько углерода содержит мартенсит?

3 Сплав железа с 3 % С содержит 2,5 % С (масс.). Весь графит имеет хлопьевидную форму. Как называется сплав?

4 Почему в строительных сталях содержание углерода невелико?

5 Какую термическую обработку используют для упрочнения бериллиевых бронз?

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 «неявка» – 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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
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	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
Л1.4	Лилеев А. С., Малютина Е. С.	Фазовые равновесия и структурообразование: сб. задач	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2009
Л1.5	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
Л1.6	Столяров В. Л., Малютина Е. С., Введенский В. Ю.	Фазовые превращения и структурообразование: учебник	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2018
Л1.7	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	Захаров А. М.	Диаграммы состояния двойных и тройных систем: учеб. пособие для студ. металлург. и машиностроит. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Metallургия, 1990
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	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
Л2.5	Колачев Б. А., Елагин В. И., Ливанов В. А.	Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов: учебник для студ. вузов спец. 'Металловедение и терм. обработка металлов'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2005

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
--	---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.1	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
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э1	Дислокации и дефекты кристаллической решётки. Фильм. Свердловская киностудия, 1977. https://www.youtube.com/watch?v=76qW6gm6cV0		https://www.youtube.com/watch?v=76qW6gm6cV0	
Э2	Пластическая деформация металлов. Фильм по заказу "Союзвзфильм". https://www.youtube.com/watch?v=IBZwnqJ1F44		https://www.youtube.com/watch?v=IBZwnqJ1F44	
Э3	Рекристаллизация металлов и сплавов. Фильм. Киевская студия научно-популярных фильмов, 1977. https://www.youtube.com/watch?v=Iuho2uBaPgg		https://www.youtube.com/watch?v=Iuho2uBaPgg	
Э4	Кристаллизация сплавов. Фильм. Киевнаучфильм, 1983. https://www.youtube.com/watch?v=BDyvsRoNG08		https://www.youtube.com/watch?v=BDyvsRoNG08	
Э5	Кристаллизация металлов. Фильм. https://www.youtube.com/watch?v=Z591VM8w55k		https://www.youtube.com/watch?v=Z591VM8w55k	
Э6	Полиморфные превращения в металлах. Фильм. Центрнаучфильм. https://www.youtube.com/watch?v=z7uLrwXD3Ks		https://www.youtube.com/watch?v=z7uLrwXD3Ks	
Э7	Мартенситные превращения. Фильм. https://www.youtube.com/watch?v=NWO70rwlhko		https://www.youtube.com/watch?v=NWO70rwlhko	
Э8	Порошковая металлургия. Фильм. Леннаучфильм, 1985. https://www.youtube.com/watch?v=4sHOrUx7GG8		https://www.youtube.com/watch?v=4sHOrUx7GG8	
Э9	Фазовые превращения в титановых сплавах. Фильм. Киевская киностудия научно-популярных фильмов, 1979. https://www.youtube.com/watch?v=4sHOrUx7GG8		https://www.youtube.com/watch?v=4sHOrUx7GG8	
Э10	Чугуны серые, ковкие, высокопрочные. КиевНаучФильм. https://www.youtube.com/watch?v=8nP3amMfKc0		https://www.youtube.com/watch?v=8nP3amMfKc0	
Э11	Малютина Е.С. Трехкомпонентные диаграммы фазового равновесия. Часть 1. Методическое пособие по курсам "Фазовое равновесие и структурообразование", "Металлография". - М. МИСиС, 2019. 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	

Э12	<p>Малютин Е.С. Пособие по трехкомпонентным диаграммам фазового равновесия. Часть III. Диаграмма с неограниченной растворимостью компонентов в твёрдом и жидком состоянии. https://misis.ru/files/-/70a49f3d7d09196c0b1efb741aa71547/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%B5_%D0%BF%D0%BE_%D1%82%D1%80%D0%B5%D1%85%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%BC_%D0%B4%D0%B8%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B0%D0%BC_%D1%84%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%81%D0%B8%D1%8F.(%D0%BD%D0%B5%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B8_%D0%B6%D0%B8%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%B8_%D1%82%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B4%D0%BE%D0%BC_%D1%81%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D0%B8).pdf</p>	<p>https://misis.ru/files/-/70a49f3d7d09196c0b1efb741aa71547/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%B5_%D0%BF%D0%BE_%D1%82%D1%80%D0%B5%D1%85%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%BC_%D0%B4%D0%B8%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B0%D0%BC_%D1%84%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%81%D0%B8%D1%8F.(%D0%BD%D0%B5%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B8_%D0%B6%D0%B8%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%B8_%D1%82%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B4%D0%BE%D0%BC_%D1%81%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D0%B8).pdf</p>
-----	---	--

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	ESET NOD32 Antivirus
П.3	Microsoft Office
П.4	LMS Canvas
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 информагентств и прессы по 53 отраслям https://polpred.com/news
И.4	Иностраннне 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 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 и 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

- 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.

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.