

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования

"Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Козорез Д.А.

3 июля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (000196819)

Физическое металловедение

(указывается наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
Квалификация выпускника	Бакалавр
Профиль подготовки	Материаловедение и технологии металлических материалов
Форма обучения	очная (очно, очно-заочное, заочное)
Выпускающая кафедра	ТАОМ
Обеспечивающая кафедра	ТАОМ
Кафедра-разработчик рабочей программы	ТАОМ

Семестр	З.Е.	Трудоемкость, час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час	Экзамен-нов, час.	Форма промежуточног о контроля
4	2	72	16	16	8	32	0	Зч
5	3	108	16	16	8	32	36	Э
Итого	5	180	32	32	16	64	36	

Москва

2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы рабочей программы

1. Цели освоения дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения.
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
3. Структура и содержание дисциплины.
4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Приложения к рабочей программе дисциплины

Приложение 1. Аннотация рабочей программы

Приложение 2. Прикрепленные файлы

Программа составлена в соответствии с требованиями СУОС МАИ, разработанного на основе ФГОС ВО (3++) по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Авторы программы:

Габидуллин Э. Р.

Заведующий обеспечивающей кафедрой ТАОМ

Программа одобрена:

Заведующий выпускающей кафедрой
ТАОМ

Директор выпускающего филиала СТ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ.

Целью освоения дисциплины Физическое металловедение является достижение следующих результатов освоения(РО):

N	Шифр	Результат обучения
1	З-1(ПКР-6.4)	Знать параметры, влияющие на диффузию в твердых, жидких и газообразных телах
2	З-2(ПКР-6.4)	Знать электронное строение металлов, типы атомных связей и свойства твердых тел
3	У-2(ПКР-6.4)	Уметь анализировать взаимодействие различных компонентов с учетом термодинамики этих процессов
4	В-2(ПКР-6.4)	Владеть навыком по установлению причин отклонений результирующих эксплуатационных свойств от заданных параметров, на основе изучения диффузионных процессов
5	З-1(ПКР-9.3)	Знать методики проведения испытаний материалов и процессов их обработки
6	У-1(ПКР-9.3)	Уметь использовать методы определения качественных и количественных характеристик испытаний и исследований
7	В-1(ПКР-9.3)	Владеть техникой проведения экспериментов и статистической обработки данных

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций:

N	Шифр	Компетенция
1	ПКР-6	Способен к разработке, сопровождению и интеграции типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов
2	ПКР-9	Способен участвовать в проведении исследований и разработок новых процессов получения и обработки материалов и изделий

Индикаторы достижения компетенций, служащие для проверки сформированности части соответствующей компетенции:

N	Шифр	Индикатор компетенций
1	ПКР-6.4	Использует в исследованиях и расчетах знания о методах анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, а так же о физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации
2	ПКР-9.3	Выполняет комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, процессов их производства, обработки и модификации
3	ПКР-6.4	Использует в исследованиях и расчетах знания о методах анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, а так же о физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации

4	ПКР-9.3	Выполняет комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, процессов их производства, обработки и модификации
---	---------	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина Физическое металловедение является предшествующей и последующей для следующих дисциплин:

N	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1		Физика и механика деформируемых тел
2		Научно-исследовательская работа
3		Итоговая гос. аттестация
4		Материаловедение и технологии конструкционных материалов 2
5		Технологическое оборудование в процессах обработки металлических материалов
6		Новые конструкционные и функциональные материалы (Материалы с особыми физико-химическими и физическими свойствами)
7		Научные основы материаловедения

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость практики составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы), 180 часа(ов).

Модуль	Раздел	Лекции	Практич. занятия	Лаборат. работы	СРС	Всего часов	Всего с экзаменами и курсовыми
ФМ 4 семестр	Введение	2	0	0	0	2	72
	Теория чистых металлов	2	0	0	2	4	
	Кристаллизация металлов	2	0	4	2	8	
	Теория металлических сплавов	2	0	0	2	4	
	Диаграммы состояния (ДС) и структура двойных сплавов	2	4	0	2	8	
	Диаграммы состояния (ДС) и структура сплавов различного типа	2	12	0	20	34	
	Железоуглеродистые сплавы — стали и чугуны	2	0	4	2	8	

	Диаграмма состояния «Железо-цементит»	2	0	0	2	4	
ФМ 5 семестр	Физические свойства металлов и сплавов	2	0	4	4	10	108
	Теплофизические свойства металлов и сплавов	2	0	0	2	4	
	Электрические и термоэлектрические свойства металлов	2	0	0	4	6	
	Механические свойства металлов при статических испытаниях	2	6	4	4	16	
	Физическая природа разрушения металлов и сплавов	2	0	0	6	8	
	Усталость и выносливость металлов и сплавов	2	6	0	4	12	
	Жаропрочность металлов и сплавов	2	0	0	4	6	
	Твердость металлов	2	4	0	4	10	
Всего		32	32	16	64	144	180

3.1. Лекции

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Тема лекции
1	1.1.Введение	2	Введение
2	1.2.Теория чистых металлов	2	Теория чистых металлов
3	1.3.Кристаллизация металлов	2	Кристаллизация металлов
4	1.4.Теория металлических сплавов	2	Теория металлических сплавов
5	1.5.Диаграммы состояния (ДС) и структура двойных сплавов	2	Диаграммы состояния (ДС) и структура двойных сплавов
6	1.6.Диаграммы состояния (ДС) и структура сплавов различного типа	2	Диаграммы состояния (ДС) и структура сплавов различного типа
7	1.7.Железоуглеродистые сплавы — стали и чугуны	2	Железоуглеродистые сплавы — стали и чугуны
8	1.8.Диаграмма состояния «Железо-цементит»	2	Диаграмма состояния «Железо-цементит»

9	2.1.Физические свойства металлов и сплавов	2	Физические свойства металлов и сплавов
10	2.2.Теплофизические свойства металлов и сплавов	2	Теплофизические свойства металлов и сплавов
11	2.3.Электрические и термоэлектрические свойства металлов	2	Электрические и термоэлектрические свойства металлов
12	2.4.Механические свойства металлов при статических испытаниях	2	Механические свойства металлов при статических испытаниях
13	2.5.Физическая природа разрушения металлов и сплавов	2	Физическая природа разрушения металлов и сплавов
14	2.6.Усталость и выносливость металлов и сплавов	2	Усталость и выносливость металлов и сплавов
15	2.7.Жаропрочность металлов и сплавов	2	Жаропрочность металлов и сплавов
16	2.8.Твердость металлов	2	Твердость металлов
Итого:		32	

3.2. Содержание лекций

1.1.1. Введение (АЗ: 2, СРС: 0)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Металлические материалы как фундамент цивилизации. Влияние новейших достижений научно-технического прогресса на различные отрасли металлургии. Требования к качеству и расширение сортамента изделий. Прогрессивные методы получения и обработки металлов.

1.2.1. Теория чистых металлов (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Классификация металлов. Строение и свойства чистых металлов. Кристаллическое строение металлов. Изотропия и анизотропия тел. Дефекты кристаллического строения. Полиморфизм металлов.

1.3.1. Кристаллизация металлов (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Энергетические условия процесса кристаллизации. Законы кристаллизации. Механизм процесса кристаллизации: теория Чернова Д.К., атомный механизм формирования кристаллов. Дендритные кристаллы. Строение реального слитка. Модифицирование расплавов.

1.4.1. Теория металлических сплавов (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Общие сведения о сплавах. Правила фаз Гиббса (понятия о компонентах, фазах). Виды взаимодействия между компонентами: твёрдые растворы, химические соединения, механические смеси.

1.5.1. Диаграммы состояния (ДС) и структура двойных сплавов (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Общие понятия. Правила отрезков. ДС системы, в которой два металла образуют непрерывный ряд твёрдых растворов. ДС эвтектического типа. Классификация этих сплавов. Кристаллизация различных сплавов. Кривые охлаждения и схемы структур.

1.6.1. Диаграммы состояния (ДС) и структура сплавов различного типа (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: ДС сплавов с перитектическим превращением, химическим соединением и полиморфным превращением. Диаграммы «Состав-свойства» металлических систем. Закон Н.С.Курнакова.

1.7.1. Железоуглеродистые сплавы — стали и чугуны (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Физико-химические свойства железа и углерода. Полиморфизм. Виды взаимодействия железа с углеродом: аустенит, феррит, цементит, механические смеси (перлит, ледебурит).

1.8.1. Диаграмма состояния «Железо-цементит» (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Характерные линии и точки диаграммы состояния, неинвариантные превращения, кривые охлаждения и схемы структур различных сплавов. Классификация железоуглеродистых сплавов: 1) по структуре; 2) по назначению; 3) по способу производства.

2.1.1. Физические свойства металлов и сплавов (АЗ: 2, СРС: 4)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Плотность и сжимаемость металлов. Магнитные свойства металлов: диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики. Влияние легирования, наклепа, полиморфного превращения и термической обработки на эти свойства.

2.2.1. Теплофизические свойства металлов и сплавов (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Тепловое расширение металлов. Природа теплового расширения металлов. Закон Грюнайзена. Теплопроводность металлов и сплавов. Температуропроводность. Закон Видемана-Франца. Влияние технологических факторов на эти свойства металлов.

2.3.1. Электрические и термоэлектрические свойства металлов (АЗ: 2, СРС: 4)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Электропроводность и электросопротивление. Закон Матиссена. Влияние легирования, наклепа и термообработки на электросопротивление. Термоэлектрические свойства металлов и сплавов. Эффекты Зеебека, Пельтье и Томсона. ТЭДС однофазных и двухфазных сплавов.

2.4.1. Механические свойства металлов при статических испытаниях (АЗ: 2, СРС: 4)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Механизмы пластической деформации металлов. Прочностные и пластические свойства при испытаниях на растяжение, сжатие, изгиб.

2.5.1. Физическая природа разрушения металлов и сплавов (АЗ: 2, СРС: 6)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Механизмы зарождения и развития трещин. Вязкое и хрупкое разрушение. Хладноломкость. Замедленное разрушение.

2.6.1. Усталость и выносливость металлов и сплавов (АЗ: 2, СРС: 4)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Природа усталостного разрушения. Методы испытания и разновидности циклов напряжений. Малоцикловая и многоцикловая усталость. Диаграмма усталостного разрушения. Особенности усталостного излома.

2.7.1. Жаропрочность металлов и сплавов (АЗ: 2, СРС: 4)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Явление ползучести. Физическая природа ползучести. Диаграмма ползучести. Виды ползучести. Длительная прочность и долговечность. Методы испытания.

2.8.1. Твердость металлов (АЗ: 2, СРС: 4)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Физический смысл твердости. Классификация методов испытания твердости. Твердость по Бринеллю, твердость по Виккерсу, твердость по Роквеллу, микротвердость. Взаимосвязь между значениями твердости, полученными различными методами испытания твердости.

3.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Наименование практического занятия
1	1.5. Диаграммы состояния (ДС) и структура двойных сплавов	4	Двойная диаграмма состояния сплавов с неограниченной растворимостью компонентов
2	1.6. Диаграммы состояния (ДС) и структура сплавов различного типа	4	Двойные диаграммы состояния сплавов с эвтектическим и перитектическим превращением
3	1.6. Диаграммы состояния (ДС) и структура сплавов различного типа	4	Двойные диаграммы состояния сплавов с химическим соединением
4	1.6. Диаграммы состояния (ДС) и структура сплавов различного типа	4	Двойные диаграммы состояния сплавов с полиморфным превращением одного и обоих компонентов
5	2.4. Механические свойства металлов при статических испытаниях	6	Первичная статистическая обработка результатов механических испытаний с помощью программы "STADIA 6.2"
6	2.6. Усталость и выносливость металлов и сплавов	6	Расчетно-экспериментальная оценка характеристик сопротивления усталости
7	2.8. Твердость металлов	4	Определение твердости стали по сечению прутка.
Итого:		32	

3.4. Содержание практических занятий

1.5.1. Двойная диаграмма состояния сплавов с неограниченной растворимостью компонентов (АЗ: 4, СРС: 0)

Форма организации: Практическое занятие

1.6.1. Двойные диаграммы состояния сплавов с эвтектическим и перитектическим превращением (АЗ: 4, СРС: 0)

Форма организации: Практическое занятие

1.6.2. Двойные диаграммы состояния сплавов с химическим соединением (АЗ: 4, СРС: 0)

Форма организации: Практическое занятие

1.6.3. Двойные диаграммы состояния сплавов с полиморфным превращением одного и обоих компонентов (АЗ: 4, СРС: 0)

Форма организации: Практическое занятие

2.4.1. Первичная статистическая обработка результатов механических испытаний с помощью программы "STADIA 6.2" (АЗ: 6, СРС: 0)

Форма организации: Практическое занятие

2.6.1. Расчетно-экспериментальная оценка характеристик сопротивления усталости (АЗ: 6, СРС: 0)

Форма организации: Практическое занятие

2.8.1. Определение твердости стали по сечению прутка. (АЗ: 4, СРС: 0)

Форма организации: Практическое занятие

3.5. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Наименование лабораторной работы
1	1.3.Кристаллизация металлов	4	Кристаллизация
2	1.7.Железоуглеродистые сплавы — стали и чугуны	4	Микроструктура железоуглеродистых сплавов в равновесном состоянии
3	2.1.Физические свойства металлов и сплавов	4	Определение плотности металлов
4	2.4.Механические свойства металлов при статических испытаниях	4	Определение прочностных и пластических характеристик металлов и сплавов
Итого:		16	

3.6.Содержание лабораторных работ

1.3.1. Кристаллизация (АЗ: 4, СРС: 0)

Форма организации: Лабораторная работа

1.7.1. Микроструктура железоуглеродистых сплавов в равновесном состоянии (АЗ: 4, СРС: 0)

Форма организации: Лабораторная работа

2.1.1. Определение плотности металлов (АЗ: 4, СРС: 0)

Форма организации: Лабораторная работа

2.4.1. Определение прочностных и пластических характеристик металлов и сплавов (АЗ: 4, СРС: 0)

Форма организации: Лабораторная работа

3.7. Курсовые работы и проекты по дисциплине

3.8. Промежуточная аттестация

1. Зачет (4 семестр)

Прикрепленные файлы: Зачет (4 семестр).pdf

2. Экзамен (5 семестр)

Прикрепленные файлы: Экзамен (5 семестр).pdf

4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Основная и дополнительная литература по дисциплине
2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
3. Ресурсы научно-технической библиотеки МАИ.
4. Информационные стенды кафедры.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Описание показателей, критерии оценивания компетенций и описание шкал оценивания осуществляются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки результатов обучения студентов по дисциплине (Приказ №42 от 04.04.2014 «Об утверждении положения «Рейтинг по дисциплине»).

Для оценивания интегрированных и практико-ориентированных заданий обучающихся используются следующие критерии по 100-балльной шкале:

1. Формулирование представленной информации в виде проблемы;
2. Предложение способа решения проблемы;
3. Обоснование способа решения проблемы;
4. Демонстрация способа решения проблемы.

Оценивание осуществляется по следующей шкале:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 40	Критерий не сформирован
41-70	Критерий четко не выражен
71-100	Критерий выражен четко

Для оценивания ситуационных заданий используется следующая шкала:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 30	обучающийся не может сформулировать проблему, представленную в задании
31-50	обучающийся формулирует поставленную задачу, у него сформированы изолированные знания и умения, однако отсутствуют интегрированные понятия и навыки, в результате чего допущены ошибки в решении и задание не выполнено
51-80	задание выполнено, обучающийся применяет знания для решения поставленной проблемы, однако не сформированы компетенции, вследствие чего обучающийся испытывает затруднения в демонстрации способов решения задачи

81-100	задание выполнено как в теоретическом, так и в практическом плане, обучающийся легко демонстрирует свою компетентность по данному вопросу
--------	---

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения, включают в себя:

- вопросы к промежуточной аттестации.

Перечень компетенций и этапы их формирования приведены в следующей таблице:

N	Шифр	Компетенция	Этапы формирования компетенции
1	ПКР-6	Способен к разработке, сопровождению и интеграции типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов	Знать параметры, влияющие на диффузию в твердых, жидких и газообразных телах Знать электронное строение металлов, типы атомных связей и свойства твердых тел Уметь анализировать взаимодействие различных компонентов с учетом термодинамики этих процессов Владеть навыком по установлению причин отклонений результирующих эксплуатационных свойств от заданных параметров, на основе изучения диффузионных процессов Семестры - 4, 5
2	ПКР-9	Способен участвовать в проведении исследований и разработок новых процессов получения и обработки материалов и изделий	Знать методики проведения испытаний материалов и процессов их обработки Уметь использовать методы определения качественных и количественных характеристик испытаний и исследований Владеть техникой проведения экспериментов и статистической обработки данных Семестры - 4, 5

Комплект типовых индивидуальных заданий

N	Раздел дисциплины	Объем, часов	Наименование типового задания
1	Диаграммы состояния (ДС) и структура сплавов различного типа	18	Реальные двойные диаграммы состояния металлических систем
Итого:		18	

Содержание типовых заданий

1.6.1. Реальные двойные диаграммы состояния металлических систем (СРС: 18)

Тематика: Диаграммы состояния и структура двойных сплавов.

Диаграммы состояния и структура сплавов различного типа.

Тип: Реферат

Прикрепленные файлы:

Реальные двойные диаграммы состояния металлических систем.pdf

Вопросы к промежуточной аттестации

"Физическое материаловедение"

1. Зачет (4 семестр)

Прикрепленные файлы: Зачет (4 семестр).pdf

2. Экзамен (5 семестр)

Прикрепленные файлы: Экзамен (5 семестр).pdf

6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Основная литература:

- 1. Фетисов, Г.П. Материаловедение и технология материалов: учебник /Г.П. Фетисов, Ф.А. Гарифуллин. - М: ИНФРА-М, 2014. - 397 с.
- 2. Колачев, Б.А. Физическое материаловедение /Б.А. Колачев, А.А. Ильин, Ю.Б. Егорова – М.: ИЦ МАТИ, 2007. - 457с.
- 3. Адаскин, А.М. Материаловедение в машиностроении: учебник для бакалавров /А.М.Адаскин, Ю.Е. Седов, А.К. Онегина, В.Н. Климов. - М.: Издательство Юрайт, 2013. - 463 с.
- 4. Лившиц, Б.Г. Физические свойства металлов / Б.Г. Лившиц и [др.] – М.: Металлургия, 1980. - 320с.
- 5. Золотаревский, В.С. Механические свойства металлов. – М.: МИСИС, 1998. - 400с.

б) Дополнительная литература:

- 1. Арзамасов, В.Н. Материаловедение / В.Н. Арзамасов и [др.] – М.: изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. - 648с.
2. Лахтин, Ю.М. Материаловедение / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. – М.: Машиностроение, 1990. - 528с.
3. Мальков, А.В. Кристаллизация (методические указания к лабораторной работе)/ А.В. Мальков, И.Д. Низкин. – М.: ИЦ МАТИ, 2006. - 14с.
4. Шевченко, В.В. Микроструктура железоуглеродистых сплавов в равновесном состоянии (методические указания к лабораторной работе)/ В.В. Шевченко В.В., И.Д. Низкин. – М.: ИЦ МАТИ, 2006. – 30с.
5. Мальков, А.В. Физические свойства металлов: лабораторный практикум / А.В. Мальков, И.Д. Низкин. – М.: ИЦ МАТИ, 2005. – 40с.
6. Мамонова, Ф.С. Механические испытания на растяжение. Определение прочностных и пластических характеристик (методические указания к лабораторной работе) / Ф.С. Мамонова, Ю.Б. Егорова, А.В. Драницин. – М.: ИЦ МАТИ, 2006. – 23с.
7. Егорова, Ю.Б. Первичная статистическая обработка результатов механических испытаний в программе STADIA (методические указания к практическому занятию) / Ю.Б. Егорова, Ф.С. Мамонова, А.В. Драницин. – М.: ИЦ МАТИ, 2006. – 15с.
8. Драницин, А.В. Диаграммы состояния двойных металлических систем (методические указания к практическому занятию). – М.: МАТИ, 2013. – 30с.
9. Драницин, А.В. Расчетно-экспериментальная оценка характеристик сопротивления усталости (методические указания к практическому занятию). – М.: МАТИ, 2013. – 21с.

**7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ
ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ
«ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ
ДИСЦИПЛИНЫ**

Для обеспечения образовательного процесса по дисциплине обучающимся предоставляется возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа к электронным библиотечным системам из любой точки, в которой имеется доступ к сети «Интернет».

Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
"ZNANIUM.COM"	
Договор № 4855 эбс/027-1-3200-20 от 08.12.2020 с ООО "ЗНАНИУМ" С «18»12.2020 г. по «17»12.2021 г	http://znanium.com
Договор № эбс/027-1-3026-21 от 22.12.2021 с ООО "ЗНАНИУМ" С «15»12.2021 г. по «31»12.2022 г	https://znanium.com/
Договор № эбс/027-1-2586-22 от 07.12.2022 с ООО "ЗНАНИУМ" С «20»12.2022 г. по «31»12.2023 г	

ООО "Издательство Лань"	
Договор № 027-1-0234-21 от 18.02.2021 года с ООО "Издательство Лань" С «22»_02. 2021г. по « 21» 02.2022 г	e.lanbook.com
Договор № 027-1-0234-21 от 18.02.2021 года с ООО "ЭБС Лань" С «22»_02. 2021г. по « 21» 02.2022	
Договор № СЭБ 027-0-0400-21 от 15.09.2021 года с ООО "ЭБС Лань" С «15»_09. 2021г. по « 14» 09.2024	
Договор № 027-1-0169-22 от 07.02.2022 года с ООО "Издательство Лань" С «22»_02. 2022г. по « 21» 02.2023 г	
Договор № 027-1-0168-22 от 07.02.2022 года с ООО "ЭБС Лань" С «22»_02. 2022г. по « 21» 02.2023	
ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ"	
Электронная библиотечная система ЮРАЙТ. ЭБС "Легендарные книги"	http://biblio-online.ru , https://biblio-online.ru/catalog/legendary
Договор № 027-1-3191-20 от 04.12.2020г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО С «04»12.2020 г. по «03»12.2021	https://urait.ru/
Договор № 027-1-3194-20 от 04.12.2020г. с ООО "Электронное издательства ЮРАЙТ" С «04»12.2020 г. по «03»12.2021 г	https://urait.ru/
Договор № 027-1-3034-21 от 03.12.2021г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2021 г. по «03»12.2022 г	https://urait.ru/
Договор № 150-1-3269-21 от 10.12.21 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО	https://urait.ru/
Договор № 027-1-2554-22 от 01.12.2022г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2022 г. по «03»12.2023 г	
Договор № 5537 от 25.11.2022 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО	
Электронная библиотека МАИ	
Электронная библиотека МАИ (собственность МАИ). Лицензионный договор № 0267-НИЧ-13 от 11.12.2013 г. с ООО "Дата Экспресс "на право использования программы для ЭВМ Автоматизированная интегрированная библиотечная система (АИБС) «МегаПро» (для размещения Электронной библиотеки МАИ)	https://elibrary.mai.ru/MegaPro/Web
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России	
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России. Соглашение о создании Консорциума вузов России "Национальный объединенный аэрокосмический университет" от 03.09.2012 г. Договор о сетевом взаимодействии от 15.12.2014 г. Соглашение от «03»09.2012 г. бессрочно	

Библиотека РФФИ	
Библиотека РФФИ	http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/
Polpred.com	
Polpred.com. Обзор СМИ	http://polpred.com
ООО "РУНЭБ"	
Договор № 027-1-3051-20 от 07.12.2020 с ООО "РУНЭБ" С «07»12.2020 г. по «06»12.2028	http://elibrary.ru
Договор № 027-1-2895-21 от 03.12.2021 с ООО "РУНЭБ" С «03»12.2021 г. по «02»12.2039	
Договор № 027-133215-22 от 20.12.2022 с ООО "НЭБ" С «20»12.2022 г. по «19»12.2030	
ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт"	
Договор № РКТ-054/20/027-1-1129-20 от 30.05.2020 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2020 г. по «31»05.2021 г	http://text.rucont.ru/
Договор № 027-1-1235-21 от 01.06.2021 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2021 г. по «31»05.2022 г	https://text.rucont.ru/
Договор № 027-1-1467-22 от 09.06.2022 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2022 г. по «31»05.2023 г	https://text.rucont.ru/
ФГБУ "РГБ"	
Договор о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке (НЭБ) №101/НЭБ/2139 от 13.11.2018г. с ФГБУ" РГБ" С «13»11. 2018 г. по «12» 11. 2023	http://нэб.рф
НП НЭИКОН	
Соглашение № 715 ДС-2011 от 16.05.2011 о сотрудничестве в Консорциуме НЭИКОН С «16» 05.2011 г с автоматическим продлением Национальная подписка на-2021 г с РФФИ Государственного задания № 075-00011-20-00 Web Of Science- https://apps.webofknowledge.com Scopus- http://scopus.com Elsevier- http://www.sciencedirect.com , http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct , https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections , https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections	http://archive.neicon.ru https://apps.webofknowledge.com http://scopus.com http://www.sciencedirect.com , http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct , https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections , https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections
	http://rd.springer.com , http://www.springerprotocols.com

<p>Математическая база данных zbMATH: http://zbMATH.org</p> <p>American Chemical Society (ACS)- https://www.acs.org/content/acs/en.html</p> <p>American Institute of Physics (AIP)- https://www.scitation.org/</p> <p>American Physical Society- https://journals.aps.org/about</p> <p>EBSCO Publishing (База CASC)- http://search.ebscohost.com</p> <p>Cambridge University Press (CUP)- https://www.cambridge.org/core</p> <p>IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers , Inc.)- https://ieeexplore.ieee.org</p> <p>INSPEC компании EBSCO- INSPEC</p> <p>Institute of Physics (IOP) издательства IOP Publishing- https://iopscience.iop.org/</p> <p>MathSciNet American Mathematical Society- https://www.ams.org/home/page</p> <p>Optical Society of America (OSA)- https://www.osapublishing.org/about.cfm</p> <p>Oxford University Press- https://academic.oup.com/journals/</p> <p>ProQuest Dissertations & Theses Global- https://search.proquest.com/index</p> <p>ORBIT Intelligence - база данных QUESTEL- https://www.orbit.com/</p> <p>SAGE Publication- https://journals.sagepub.com/</p> <p>Annual Reviews Science Collection (AR)- https://www.annualreviews.org</p> <p>JSTOR- www.jstor.org</p> <p>Wiley. John Wiley & Sons.- https://onlinelibrary.wiley.com/</p> <p>Национальная подписка на 2022 г с РФФИ Государственного задания</p>	<p>http://zbMATH.org</p> <p>https://www.acs.org/content/acs/en.html</p> <p>https://www.scitation.org/</p> <p>https://journals.aps.org/about</p> <p>http://search.ebscohost.com</p> <p>https://www.cambridge.org/core</p> <p>https://ieeexplore.ieee.org</p> <p>https://iopscience.iop.org/</p> <p>https://www.ams.org/home/page</p> <p>https://www.osapublishing.org/about.cfm</p> <p>https://academic.oup.com/journals/</p> <p>https://search.proquest.com/index</p> <p>https://www.orbit.com/</p> <p>https://journals.sagepub.com/</p> <p>https://www.annualreviews.org</p> <p>www.jstor.org</p> <p>https://onlinelibrary.wiley.com</p>
<p>Springer Nature:</p> <p>1. eBoock Collection: журналы, книги - https://link.springer.com</p> <p>2. Коллекция журналов и базы данных Springer Nature: https://link.springer.com</p> <p>Begell House Inc. https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html</p> <p>China Academic Journals (CD Edition) Electronic Publishing House Co., Ltd: https://ar.cnki.net/ACADREF</p> <p>Institute of Electrical and Electronics Engineers:</p>	<p>https://link.springer.com</p> <p>https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html</p> <p>https://ar.cnki.net/ACADREF</p> <p>https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/</p>
<p>https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp; https://ieeexplore.ieee.org</p>	<p>home.jsp; https://ieeexplore.ieee.org</p>

EBSCO.	https://www.search.ebscohost.com/	https://www.search.ebscohost.com/
INSPEC:		
1. База данных Academic Search Premier		
2. База данных eBook Academic Collection		
3. eBook EngineeringCore Collection		
ORBIT Intelligence	- база данных QUESTEL:	https://www.orbit.com/
https://www.orbit.com/		
SAGE	https://journals.sagepub.com/	https://journals.sagepub.com/
Publication:		
Wiley:	https://onlinelibrary.wiley.com/	https://onlinelibrary.wiley.com/

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Эффективным способом развития творческих способностей студентов при изучении дисциплины является самостоятельная работа, которая нацелена на проработку студентами материала прошедших контактных занятий и подготовку к предстоящим занятиям.

Самостоятельная работа студентов проводится ими в соответствии с собственными возможностями. Можно, однако, рекомендовать групповое изучение материалов, обеспечивающее совместную работу нескольких студентов, что положительно влияет на качество проработки программы курса.

В то же время высокая степень усвоения изучаемой дисциплины достигается при постоянной работе студентов над текущим материалом. В этой связи желательна проработка лекционного материала в день его прочтения, что позволяет, во-первых, оперативно (на следующей лекции) снимать возникающие вопросы и, во-вторых, создавать багаж знаний по дисциплине задолго до промежуточной аттестации.

При подготовке к практическим занятиям также необходима проработка лекционного материала. Это позволит осознанно работать с предлагаемым материалом преподавателем на практическом занятии, а, следовательно, закладывать базу методик и приемов при решении практических задач.

При изучении материала необходимо делать акцент не на зазубривании материала, а на понимании его физической сути, что развивает мышление и позволяет понять методологию изучаемой дисциплины.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Дисциплина ориентирована на применение компьютерной техники, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", электронной библиотеки МАИ для поиска, сбора, хранения, обработки и представления информации.

Программное обеспечение, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:

Microsoft Windows, Microsoft Office, Kaspersky Security

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия

- 1.1. Конспект лекций по дисциплине в электронном виде;
- 1.2. Комплект электронных презентаций/слайдов;
- 1.3. Аудитория кафедры «Технология и автоматизация обработки материалов», оснащенная презентационной техникой (видеопроектор, экран, ноутбук).

2. Лабораторные работы

- 2.1. Лаборатория «Металловедение и термическая обработка», оснащенная оптическими металлографическими микроскопами и комплектом микрошлифов, стендом: "Диаграмма состояния железо-цементит".

3. Практические занятия

- 3.1. Компьютерный класс кафедры «Технология и автоматизация обработки материалов»;
- 3.2. Презентационная техника (видеопроектор, экран, ноутбук);
- 3.3. Пакеты программного обеспечения общего назначения (текстовый редактор Word 2007, табличный процессор Excel 2007, программа создания и демонстрации презентаций PowerPoint 2007).

Аннотация рабочей программы

Дисциплина "Физическое металловедение" является частью "Блока 1 Дисциплины" дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов". Дисциплина реализуется на "Московского авиационного института (национального исследовательского университета)" кафедрой (кафедрами) .

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ПКР-6, ПКР-9.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с: теорией чистых металлов, теорией процесса кристаллизации металлов и строением металлического слитка, теорией двойных диаграмм состояния металлических систем, анализом диаграммы состояния "железцо-цементит" и микроструктуры сталей и белых чугунов, теоретическим рассмотрением основных физических и механических свойств металлических материалов, наиболее распространенными на практике методами определения физико-механических свойств металлов и сплавов, физическими основами разрушения металлов и сплавов. теорией чистых металлов, теорией процесса кристаллизации металлов и строением металлического слитка, теорией двойных диаграмм состояния металлических систем, анализом диаграммы состояния "железцо-цементит" и микроструктуры сталей и белых чугунов, теоретическим рассмотрением основных физических и механических свойств металлических материалов, наиболее распространенными на практике методами определения физико-механических свойств металлов и сплавов, физическими основами разрушения металлов и сплавов.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: Лекция, Практическое занятие, Лабораторная работа.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: промежуточная аттестация в форме Зачет (4 семестр), Экзамен (5 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (32 часов), практические (32 часов), лабораторные (16 часов) занятия и (64 часов) самостоятельной работы студента.

Прикрепленные файлы

Реальные двойные диаграммы состояния металлических систем.pdf

Экзамен (5 семестр).pdf

Зачет (4 семестр).pdf

Блок №6 ФМ 4 семестр

Раздел №1 Диаграммы состояния (ДС) и структура сплавов различного типа

**Типовое задание №1 Реальные двойные диаграммы состояния
металлических систем**

Тип: Реферат

Трудоемкость(объем часов): 28

Тематика: Диаграммы состояния и структура двойных сплавов.

Диаграммы состояния и структура сплавов различного типа.

Типовые варианты:

1. Диаграмма состояния Al – Fe. Сплавы на основе системы Al – Fe.
2. Диаграмма состояния Al – Si. Литейные алюминиевые сплавы на основе системы Al – Si.
3. Диаграмма состояния Al – Mn. Деформируемые сплавы на основе системы Al – Mn.
4. Диаграмма состояния Al – Mg. Деформируемые сплавы на основе системы Al – Mg.
5. Диаграмма состояния Al – Cu. Дуралюмины.
6. Диаграмма состояния Al – Li. Алюминиево-литиевые сплавы.
7. Диаграмма состояния Al – Mg. Литейные алюминиевые сплавы на основе системы Al – Mg.
8. Диаграмма состояния Al – Cu. Литейные алюминиевые сплавы на основе системы Al – Cu.
9. Диаграмма состояния Al – Be. Сплавы на основе бериллия.
10. Диаграмма состояния Ti – Al. Сплавы на основе алюминидов титана.
11. Диаграмма состояния Ti – H₂. Влияние водорода на свойства титана и его сплавов.
12. Диаграмма состояния Ti – Al. Деформируемые α-сплавы титана.
13. Диаграмма состояния Ti – Al. Деформируемые псевдо-α-сплавы титана.
14. Диаграмма состояния Ti – Mo. Деформируемые β-сплавы титана.
15. Диаграмма состояния Cu – Zn. Латунь.
16. Диаграмма состояния Cu – Sn. Оловянные бронзы.
17. Диаграмма состояния Cu – Al. Алюминиевые бронзы.
18. Диаграмма состояния Cu – Be. Бериллиевые бронзы.
19. Диаграмма состояния Cu – Cu₂O. Влияние примесей на структуру и свойства меди.
20. Диаграмма состояния Cu – Ni. Медноникелевые сплавы.
21. Диаграмма состояния Ni – Cr. Нихромы и ферронихромы.
22. Диаграмма состояния Ni – Cr. Жаростойкие никелевые сплавы.
23. Диаграмма состояния Ni – Al. Деформируемые жаропрочные никелевые сплавы.
24. Диаграмма состояния Ni – Al. Литейные жаропрочные никелевые сплавы.
25. Диаграмма состояния системы Mo – O₂. Хладноломкость тугоплавких металлов.

Промежуточная аттестация №2

Экзамен (5 семестр)

Семестр: 5

Вид контроля: Э

Вопросы:

1. Плотность и сжимаемость металлов.
2. Магнитные свойства металлов: диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики.
3. Влияние легирования, наклепа, полиморфного превращения и термической обработки на эти свойства.
4. Тепловое расширение металлов. Природа теплового расширения металлов.
5. Закон Грюнайзена. Теплопроводность металлов и сплавов.
6. Температуропроводность металлов.
7. Закон Видемана-Франца.
8. Влияние технологических факторов на теплофизические свойства металлов.
9. Электропроводность и электросопротивление.
10. Закон Матиссена.
11. Влияние легирования, наклепа и термообработки на электросопротивление.
12. Термоэлектрические свойства металлов и сплавов. Эффект Зеебека.
13. Термоэлектрические свойства металлов и сплавов. Эффект Пельтье.
14. Термоэлектрические свойства металлов и сплавов. Эффект Томсона.
15. ТЭДС однофазных и двухфазных сплавов.
16. Механизмы пластической деформации металлов.
17. Прочностные и пластические свойства при испытаниях на растяжение.
18. Испытания на сжатие и изгиб.
19. Механизмы зарождения и развития трещин.
20. Вязкое и хрупкое разрушение.
21. Хладноломкость.
22. Замедленное разрушение.
23. Природа усталостного разрушения.
24. Методы испытания и разновидности циклов напряжений.
25. Малоцикловая и многоцикловая усталость.
26. Диаграмма усталостного разрушения. Особенности усталостного излома.
27. Явление ползучести. Физическая природа ползучести.
28. Диаграмма ползучести. Виды ползучести.
29. Длительная прочность и долговечность. Методы испытания.
30. Физический смысл твердости. Классификация видов твердости.
31. Твердость по Бринеллю, твердость по Виккерсу, твердость по Роквеллу, микротвердость.
32. Взаимосвязь между различными видами твердости.

Промежуточная аттестация №1

Зачет (4 семестр)

Семестр: 4

Вид контроля: Зч

Вопросы:

1. Классификация металлов. Строение и свойства чистых металлов.
2. Кристаллическое строение металлов. Изотропия и анизотропия тел.
3. Дефекты кристаллического строения.
4. Полиморфизм металлов.
5. Энергетические условия процесса кристаллизации. Законы кристаллизации.
6. Строение реального слитка. Модифицирование расплавов.
7. Общие сведения о сплавах. Правила фаз Гиббса.
8. Виды взаимодействия между компонентами: твёрдые растворы, химические соединения, механические смеси.
9. Диаграммы состояния. Общие понятия. Правила отрезков.
10. Двойные ДС системы, с неограниченной растворимостью компонентов.
11. ДС эвтектического типа. Классификация этих сплавов.
12. Кристаллизация различных сплавов. Кривые охлаждения и схемы структур.
13. ДС сплавов с перитектическим превращением.
14. ДС сплавов химическим соединением и полиморфным превращением.
15. Диаграммы «Состав-свойства» металлических систем. Законы Н.С.Курнакова.
16. Физико-химические свойства железа и углерода.
17. Полиморфизм железа.
18. Взаимодействие железа с углеродом: аустенит, феррит, цементит, механические смеси (перлит, ледебурит).
19. Значение линий и точек диаграммы состояния, невариантные превращения.
20. Кривые охлаждения и схемы структур различных железных сплавов.
21. Классификация железоуглеродистых сплавов: 1) по структуре; 2) по назначению; 3) по способу производства.