

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**  
**Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском**

---

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Теплоэнергетические системы и цифровые технологии, Интеллектуальная распределенная энергетика, Цифровые системы управления технологическими процессами

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ**  
**КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>Индекс дисциплины по учебному плану</b>	<b>Б1.В.02</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>2 семестр – 4</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144</b>
<b>Лекции</b>	<b>2 семестр – 16 часов</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>2 семестр – 16 часов</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>2 семестр – 16 часов</b>
<b>Консультации по курсовому проекту/ работе</b>	<b>Учебным планом не предусмотрены</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2 семестр – 78 часов</b>
<b>включая:</b> <b>РГР</b>	<b>2 семестр – 9 часов</b>
<b>Промежуточная аттестация:</b> <b>зачет с оценкой</b>	<b>2 семестр – 0,3 часа</b>
<b>Контроль:</b> <b>зачет с оценкой</b>	<b>2 семестр – 17,7 часов</b>

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Профессор кафедры ФД, д.ф.-м.н.,  
доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

В.Г. Кульков

(расшифровка подписи)

Заведующий кафедрой ФД

(название кафедры)



(подпись)

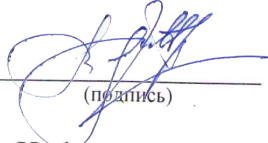
Н.Г. Ходырева

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательных программ Теплоэнергетические системы и цифровые технологии, Интеллектуальная распределенная энергетика

Заведующий НИЛ ЦТ, к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

М.М. Султанов

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Цифровые системы управления технологическими процессами

Доцент кафедры Энергетики, к.т.н.,  
доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

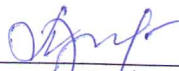
И.А. Болдырев

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий кафедрой Энергетики

(название кафедры)



(подпись)

Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины** изучение структуры и свойств различных материалов: чугунов, сталей, неорганических веществ и сплавов цветных металлов и способов их получения и обработки.

**Задачами дисциплины являются:**

- освоение теории и практики строения, свойств и обработки металлов и сплавов;
- приобретение навыков работы с лабораторным оборудованием;
- формирование устойчивых навыков владения основными приемами обработки и представления экспериментальных данных.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов, проведении расчетов и экспериментов в соответствии с типовыми методиками и средствами автоматизации, обработкой полученных результатов, соблюдении производственной и экологической безопасности, управлении, эксплуатации, обслуживании, доводке процессов и ремонте технологического оборудования	ПК-1.6. Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности.	<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- физические основы материаловедения;</li><li>- основы обработки материалов.</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- анализировать результаты наблюдений и экспериментов;</li><li>- проводить основные эксперименты по анализу качества материалов.</li></ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Химия», «Физика».

Результаты образования, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении дисциплин: «Прикладная механика (включая ДПМ)», «Теоретическая механика», «Проектирование локальных энергосистем», при прохождении преддипломной практики и выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы								Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)	
				Контактная						СР	Контроль		
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА				
1	Строение и свойства материалов. Механические свойства металлов.	27	2	3	4	6	—	—	—	14	—	Изучение теоретического материала [1] стр. 6-57. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	
2	Структура и свойства твердых фаз. Диаграммы двухкомпонентных систем.	39	2	3	6	6	—	—	—	24	—	Изучение теоретического материала [1] стр. 58-71, 176-215. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	
3	Сталь и чугун. Основы термической обработки стали	25	2	3	4	4	—	—	—	14	—	Изучение теоретического материала [1] стр. 72-133, 147-176. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	
4	Композиционные материалы и их применение в науке и технике.	13	2	3	0	0	—	—	—	10	—	Изучение теоретического материала [1] стр. 215-279.	
5	Технология конструкционных материалов.	22	2	4	2	0	—	—	—	16	—	Изучение теоретического материала [1] стр. 298-315, 390-414. Подготовка к практическим занятиям.	
6	Зачет с оценкой	18	2	—	—	—	—	—	0,3	—	17,7	Зачет по совокупности результатов текущего контроля успеваемости согласно программе зачета	
	Итого	144		16	16	16	—	—	0,3	78	17,7		

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

### 3.2 Краткое содержание разделов

#### 2 семестр

##### 1. Строение и свойства материалов. Механические свойства металлов.

Материалы и их свойства. Механические, тепловые и электрические свойства материалов. Особенности кристаллического строения вещества. Типы связей между частицами в твердых телах. Кристаллические фазы. Ближний и дальний порядок. Геометрия кристаллов. Элементарная ячейка. Типы кристаллических решеток. Нарушения и дефекты кристаллической решетки. Дефекты в кристаллах и их влияние на механические свойства материалов. Возникновение дефектов в твердых телах. Дефекты Френкеля и Шоттки. Плоскости кристаллических решеток. Механизм разрушения твердых тел. Теоретическая прочность материалов. Хрупкое разрушение. Хладноломкость металлов и сплавов. Упругая деформация в материалах. Модуль Юнга. Модуль сдвига. Твердость. Процессы упрочнения материалов. Разрушение твердых тел. Плоскости скола. Хрупкое разрушение. Упрочнение хрупких материалов. Пластическое разрушение. Переход от пластического разрушения к хрупкому. Усталостное разрушение. Предел выносливости. Ползучесть и длительная прочность. Радиационное разрушение. Коррозионное разрушение материалов. Межплоскостное расстояние. Структура металлов при охлаждении. Нарушения структуры, вызванные тепловым движением атомов. Тепловое расширение твердых тел. Дислокации. Вектор Бюргера и энергия дислокации. Зарождение дислокаций. Граница зерен в твердых телах. Упругая и пластическая деформация металлов. Сверхпластичность. Наклёп. Ползучесть. Связь между прочностью и плотностью дислокаций.

##### 2. Структура и свойства твердых фаз. Диаграммы двухкомпонентных систем

Строение внешних оболочек атомов. Растворимость металлов и сплавов в твердом состоянии. Твердые растворы внедрения и замещения. Предел растворимости. Переходы «порядок – беспорядок». Структуры дальнего и ближнего порядков. Несмешиваемость. Диффузия и коэффициент диффузии. Однокомпонентные системы. Правило фаз Гиббса. Двухкомпонентные системы. Материальный баланс и правило рычага. Диаграмма состояния двухкомпонентных систем. Ограниченные и неограниченные твердые растворы. Эвтектические системы. Диаграммы состояния систем с образованием химических соединений. Перитектическое и монотектическое равновесие. Диаграмма состояния системы «железо-углерод» и её роль в материаловедении. Связь между свойствами сплавов и диаграммой состояния. Сингулярная точка. Кривые охлаждения. Образование зародышей и центров кристаллизации. Кристаллизация металлов. Критический радиус. Возникновение эмбриона. Переохлаждение и его роль в образовании зародышей и кристаллизации.

##### 3. Сталь и чугун. Основы термической обработки стали

Жаропрочные и жаростойкие стали. Легирование сталей. Классификация и маркировка сталей. Диаграммы состояния железа с легирующими элементами. Белые и серые чугуны. Использование сплавов черных металлов в теплоэнергетике. Жаропрочные и жаростойкие стали. Цветные металлы и сплавы. Области их применения. Алюминиевые, медные, магниевые и титановые сплавы. Упорядочение. Мартенситные (сдвиговые) превращения. Гомогенное и гетерогенное образование зародышей новой фазы. Изотермическое выделение новой фазы. Изотермическое превращение аустенита. Термическая обработка и диаграмма состояния. Процессы упрочнения материалов. Закалка. Отжиг. Старение. Отпуск. Возврат и полигонизация. Рекристаллизация. Термохимическая и термомеханическая обработка материалов. Холодная и горячая обработка стали. Ржавчина. Виды коррозионных разрушений. Межкристаллитная коррозия.

##### 4. Композиционные материалы и их применение в науке и технике

Основные типы композиционных материалов. Композиционные материалы с нульмерными, одномерными и двумерными наполнителями. Композиционные материалы с алюминиевой и никелевой матрицей. Армирующие материалы и их свойства. Эвтектические и композиционные материалы. Композиционные материалы на неметаллической основе. Полимеры и их виды. Свойства полимерных материалов. Материалы с полимерной

матрицей. Обработка и соединение композиционных материалов. Наноккомпозиты. Физические свойства наноккомпозитов. Применение композиционных материалов.

#### 5. Технология конструкционных материалов

Литейное производство. Строение слитка. Литейные свойства сплавов. Ликвация и газы в литейных сплавах. Литье в песчаные формы. Специальные способы литья. Направленная кристаллизация. Обработка металлов давлением. Нагревательные устройства для обработки давлением. Листовая штамповка. Физико-химические основы образования сварного соединения. Термические виды сварки. Дуговая сварка. Плазменная сварка. Электронно-лучевая сварка. Сварка в вакууме. Лазерная сварка. Газовая сварка. Сварочное производство. Сварка пластмасс. Пайка металлов и сплавов. Флюсы и припои. Виды паяных соединений. Обработка металлов резанием. Инструментальные материалы. Металлорежущие станки и инструменты.

### **3.3. Темы практических занятий**

#### **2 семестр**

1. Коррозия сплавов черных и цветных металлов – 4 ч.
2. Механические свойства металлов – 3 ч.
3. Процесс кристаллизации – 3 ч.
4. Черные и цветные металлы и сплавы – 3 ч.
5. Термическая обработка металлов и сплавов – 3 ч.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

#### **2 семестр**

1. Изучение потерь от коррозии сплавов черных и цветных металлов – 3 ч.
2. Механические свойства материалов – 4 ч.
3. Изучение процесса кристаллизации растворов солей – 3 ч.
4. Цветные металлы и их сплавы. Сталь и чугун – 3 ч.
5. Термическая обработка сплавов черных и цветных металлов – 3 ч

### **3.5. РГР**

**Тип РГР:** расчетное задание.

**Тематика расчетных заданий**

Анализ диаграммы состояния сплавов

### **3.6. Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовые проекты и курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
<b>Знать:</b>							
физические основы материаловедения	ПК-1.6	X		X	X		Тест «Металловедение»
основы обработки материалов	ПК-1.6			X		X	Тест «Технология конструкционных материалов»
<b>Уметь:</b>							
анализировать результаты наблюдений и экспериментов	ПК-1.6	X	X	X	X	X	Расчетное задание «Анализ диаграммы состояния сплавов» Контрольные работы «Коррозия сплавов черных и цветных металлов» «Механические свойства металлов» «Процесс кристаллизации» «Черные и цветные металлы и сплавы» «Термическая обработка металлов и сплавов»
проводить основные эксперименты по анализу качества материалов	ПК-1.6		X	X	X		Выполнение и отчеты лабораторных работ

#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:**

###### **2 семестр**

1. Тест «Металловедение»
2. Тест «Технология конструкционных материалов»
3. Контрольная работа «Коррозия сплавов черных и цветных металлов»
4. Контрольная работа «Механические свойства металлов»
5. Контрольная работа «Процесс кристаллизации»
6. Контрольная работа «Черные и цветные металлы и сплавы»
7. Контрольная работа «Термическая обработка металлов и сплавов»
8. Отчет лабораторных работ
9. Выполнение и защита расчетного задания «Анализ диаграммы состояния сплавов»

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

##### **4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине:**

###### **2 семестр**

Зачет с оценкой.

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В приложение к диплому выносится оценка за 2 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

#### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Материаловедение и технология металлов: учебник для студентов вузов, обучающихся по машиностроит. специальностям / Г. П. Фетисов [и др.]; под ред. Г. П. Фетисова. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 2005. – 862 с.

2. Электротехнические и конструкционные материалы: учеб. пособие для студентов образоват. учреждений сред. проф. образования / В. Н. Бородулин [и др.]; под ред. В. А. Филикова. – 5-е изд., стер. – М.: Академия, 2009. – 280 с.

3. Гуляев, А. П. Металловедение: учебник для студентов втузов / А. П. Гуляев. – 5-е изд., перераб. – М.: Металлургия, 1977. – 647 с.

4. Колесов, С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник для студентов электротех. и электромех. специальностей вузов / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2008. – 535 с.

5. Сапунов, С. В. Материаловедение : учебное пособие / С. В. Сапунов. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 208 с. – ISBN 978-5-8114-1793-3. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/56171>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Материаловедение для транспортного машиностроения : учебное пособие / Э. Р. Галимов, Л. В. Тарасенко, М. В. Унчикова, А. Л. Абдуллин. – Санкт-Петербург : Лань, 2013. – 448 с. – ISBN 978-5-8114-1527-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/30195>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.



## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Windows / Операционные системы семейства Linux; Office / Российский пакет офисных программ.

## 5.3. Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>  
Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>  
База данных Scopus <https://www.scopus.com>  
Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>  
База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>  
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>  
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/>  
Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>  
База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>  
Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>  
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>  
Электронная база данных «Polpred.com Обзор СМИ» <https://www.polpred.com>  
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>  
ЭБС Издательства «Лань» <https://e.lanbook.com>  
ЭБС «Университетская библиотека Online» <https://biblioclub.ru/>  
Электронная библиотека НТБ МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>  
ЭБС «Консультант студента» <https://www.studentlibrary.ru/>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях, снабженных мультимедийными средствами для интерактивного обучения, оборудованных наглядными пособиями, оборудованием для показа обучающих материалов, средствами звуковоспроизведения, доской аудиторной, оборудованием для представления презентаций (плазменная панель/проектор, персональный компьютер).

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории конструкционного и электротехнического материаловедения. Лабораторное оборудование: измерения твердости по методу Бриггса ТШ-2М, измерение твердости металлов и сплавов ИТ 5010, прибор для измерения твердости по методу Роквелла ИТ-2140 ТР, микроскоп бинокулярный МБС-10; микроскоп металлографический агрегатный ЕС МЕТАМ РВ-22 - 2 шт.; микроскоп МИМ-7; камерная высокотемпературная электропечь СНОЛ-1,6,2,5.1/12; Разрывная машина МР-20М, весы лабораторные равноплечие ВЛР-200, весы технические Т-5000, станок шлифовальный Metasineх; шкаф вытяжной, наборы образцов черных и цветных металлов и сплавов, штангенциркуль, пробирки, мензурки, предметные стекла, зажимы, образцы для разрывной машины, образцы для термической обработки.

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Материаловедение, технологии конструкционных материалов

(название дисциплины)

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Тест «Металловедение»  
 КМ-2 Тест «Технология конструкционных материалов»  
 КМ-3 Контрольная работа «Коррозия сплавов черных и цветных металлов»  
 КМ-4 Контрольная работа «Механические свойства металлов»  
 КМ-5 Контрольная работа «Процесс кристаллизации»  
 КМ-6 Контрольная работа «Черные и цветные металлы и сплавы»  
 КМ-7 Контрольная работа «Термическая обработка металлов и сплавов»  
 КМ-8 Выполнение и защита лабораторной работы «Изучение потерь от коррозии сплавов черных и цветных металлов»  
 КМ-9 Выполнение и защита лабораторной работы «Механические свойства материалов»  
 КМ-10 Выполнение и защита лабораторной работы «Изучение процесса кристаллизации растворов солей»  
 КМ-11 Выполнение и защита лабораторной работы «Цветные металлы и их сплавы. Сталь и чугун»  
 КМ-12 Выполнение и защита лабораторной работы «Термическая обработка сплавов черных и цветных металлов»  
 КМ-13 Выполнение и защита расчетного задания «Анализ диаграммы состояния сплавов»

**Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой.**

Трудоемкость дисциплины = 4 з.е.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9	КМ-10	КМ-11	КМ-12	КМ-13
1	Строение и свойства материалов. Механические свойства металлов.		+			+				+					
2	Структура и свойства твердых фаз. Диаграммы двухкомпонентных систем.		+				+				+		+		+
3	Сталь и чугун. Основы термической обработки стали			+	+			+				+		+	
4	Композиционные материалы и их применение в науке и технике.		+			+									
5	Технология конструкционных материалов.			+					+						
	Минимальный балл за КМ		3	3	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	9
	Максимальный балл за КМ		5	5	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	15