

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Теплоснабжение и теплотехническое оборудование

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

**Рабочая программа дисциплины**  
**КОНСТРУКЦИОННОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Обязательная</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.О.03.06</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>6 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>6 семестр - 8 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>6 семестр - 4 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>6 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6 семестр - 128,5 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>6 семестр - 1,2 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Проверочная работа</b> <b>Тестирование</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>6 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Марченков А.Ю.
	Идентификатор	R1428e5c3-MarchenkovAY-a17968f

А.Ю.  
Марченков

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хомченко Н.В.
	Идентификатор	Rfd1b9495-KhomchenkoNV-644530

Н.В. Хомченко

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гаряев А.Б.
	Идентификатор	R75984319-GariayevAB-a6831ea7

А.Б. Гаряев

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** освоение научных основ материаловедения, закономерностей формирования структуры и свойств металлических и неметаллических конструкционных материалов.

### Задачи дисциплины

- освоение теоретических основ металловедения
- изучение особенностей атомно-кристаллического строения и структуры металлов и сплавов, применяемых при проектировании энергетического оборудования
- изучение основных методов определения характеристик механических свойств конструкционных материалов
- освоение теории анализа фазовых превращений, происходящих в конструкционных материалах, и изучение влияния этих фазовых превращений на их механические, технологические и эксплуатационные свойства
- освоение навыков принятия и обоснования конкретных технических решений по выбору конструкционных материалов при проектировании элементов энергетического оборудования.

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
ОПК-5 Способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок	ИД-1 <sub>ОПК-5</sub> Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик конструкционных и теплоизоляционных материалов, выбирает их в соответствии с требуемыми характеристиками	знать: - влияние основных видов обработки на свойства и строение конструкционных материалов и закономерности структурно-фазовых превращений в них, протекающие под воздействием эксплуатационных факторов; - изучение особенностей атомно-кристаллического строения и структуры металлов и сплавов, применяемых при проектировании энергетического оборудования; - химический состав, строение, свойства, маркировку и области применения конструкционных материалов, применяемых в энергетике.  уметь: - выбирать конструкционные материалы для изготовления элементов конструкций энергетики в зависимости от условий их эксплуатации.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Теплоснабжение и теплотехническое оборудование (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Физико-химические закономерности формирования структуры материалов	28.67	6	2.0	-	1.0 0	-	0.4	-	0.27	-	25	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Физико-химические закономерности формирования структуры материалов"</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Физико-химические закономерности формирования структуры материалов"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 6-23 [4], стр. 25-32 [5], стр. 15-20, 36-37, 44-53</p>
1.1	Основы кристаллического строения металлов. Дефекты кристаллического строения	8.94		0.5	-	0.2 5	-	0.1	-	0.09	-	8	-	
1.2	Упругая и пластическая деформация материалов	8.94		0.5	-	0.2 5	-	0.1	-	0.09	-	8	-	
1.3	Основные механические свойства материалов	10.79		1	-	0.5	-	0.2	-	0.09	-	9	-	
2	Основы теории кристаллизации. Диаграммы состояния	20.59		2	-	1.0	-	0.4	-	0.19	-	17	-	
2.1	Основы теории кристаллизации	9.79		1	-	0.5	-	0.2	-	0.09	-	8	-	
2.2	Диаграммы состояния (равновесия) двухкомпонентных систем	10.8	1	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	9	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основы теории кристаллизации. Диаграммы состояния"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p>	

													[3], стр. 44-72 [4], стр. 65-84 [5], стр. 93-104, 173-181, 184-189
3	Конструкционные материалы. Инструментальные материалы	45.86	2.0	-	1.0	-	0.6	-	0.46	-	41.8	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Конструкционные материалы. Инструментальные материалы"
3.1	Сплавы железа с углеродом	8.89	0.4	-	0.2	-	0.2	-	0.09	-	8	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b>
3.2	Углеродистые стали	8.79	0.4	-	0.2	-	0.1	-	0.09	-	8	-	Повторение материала по разделу
3.3	Чугуны	9.59	0.4	-	0.2	-	0.1	-	0.09	-	8.8	-	"Конструкционные материалы. Инструментальные материалы"
3.4	Легированные стали	8.79	0.4	-	0.2	-	0.1	-	0.09	-	8	-	
3.5	Цветные металлы и сплавы на их основе	9.8	0.4	-	0.2	-	0.1	-	0.1	-	9	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр.186-224, с.367-380, 384-387,476-479, 486-503, 535-539 [3], стр.80-127; 173-188 [4], стр. 177-190 [5], стр.328-334, 359-364
4	Термическая обработка металлов и сплавов	30.88	2.0	-	1.0 0	-	0.6	-	0.28	-	27	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Термическая обработка металлов и сплавов"
4.1	Термическая обработка металлов и сплавов	10.79	1	-	0.5	-	0.2	-	0.09	-	9	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу
4.2	Структурные превращения в сталях при термической обработке	10.04	0.5	-	0.2 5	-	0.2	-	0.09	-	9	-	"Термическая обработка металлов и сплавов" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
4.3	Технология термической обработки стали	10.05	0.5	-	0.2 5	-	0.2	-	0.1	-	9	-	[1], стр. 97-133 [3], стр. 128-172
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.00</b>	<b>8.0</b>	-	<b>4.0 0</b>	-	<b>2.0</b>	-	<b>1.20</b>	<b>0.3</b>	<b>110.8</b>	<b>17.7</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.00</b>	<b>8.0</b>	-	<b>4.0 0</b>	<b>2.0</b>		<b>1.20</b>	<b>0.3</b>		<b>128.5</b>		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам

дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## 3.2 Краткое содержание разделов

### 1. Физико-химические закономерности формирования структуры материалов

1.1. Основы кристаллического строения металлов. Дефекты кристаллического строения  
Общие сведения о металлах. Классификация металлов. Атомно-кристаллическое строение металлов. Анизотропия свойств кристаллов. Аллотропия (полиморфизм) металлов. Дефекты кристаллического строения металлов.

1.2. Упругая и пластическая деформация материалов  
Общие понятия о деформации. Влияние нагрева на строение и свойства деформированного металла (рекристаллизационные процессы)..

1.3. Основные механические свойства материалов  
Общие понятия о механических свойствах. Основные виды механических испытаний.

### 2. Основы теории кристаллизации. Диаграммы состояния

2.1. Основы теории кристаллизации  
Энергетические предпосылки процесса кристаллизации. Механизм кристаллизации. Величина зерна. Модифицирование. Кристаллизация в условиях направленного теплоотвода. Строение металлического слитка.

2.2. Диаграммы состояния (равновесия) двухкомпонентных систем  
Общие понятия о сплавах. Виды взаимодействия атомов в сплавах. Понятие о диаграммах состояния сплавов. Основные типы диаграмм состояния двойных сплавов. Правило отрезков. Правило фаз. Построение кривых охлаждения сплавов.

### 3. Конструкционные материалы. Инструментальные материалы

3.1. Сплавы железа с углеродом  
Общие сведения о сплавах железа с углеродом. Виды взаимодействия железа и углерода. Диаграмма состояния «железо - цементит»..

3.2. Углеродистые стали  
Влияние углерода на свойства сталей. Влияние примесей на свойства стали. Классификация углеродистых сталей. Стали общего назначения (обыкновенного качества). Качественные конструкционные стали. Инструментальные углеродистые стали.

3.3. Чугуны  
Общие сведения о чугунах. Процесс графитизации в чугунах. Виды чугунов. Влияние примесей на структуру и свойства чугунов.

3.4. Легированные стали  
Понятие «легированная сталь» и цели легирования. Маркировка легированных сталей. Классификация легированных сталей. Распределение легирующих элементов в стали. Виды легированных сталей.

3.5. Цветные металлы и сплавы на их основе  
Медь. Сплавы на основе меди. Алюминий. Сплавы на основе алюминия.

#### 4. Термическая обработка металлов и сплавов

##### 4.1. Термическая обработка металлов и сплавов

Основные параметры термической обработки. Классификация видов ТО. Термическая обработка и диаграмма состояния. Термическая обработка сталей..

##### 4.2. Структурные превращения в сталях при термической обработке

Основные структурные превращения в сталях при ТО. Образование аустенита из перлита при нагреве. Рост аустенитного зерна при нагреве. Распад аустенита. Превращения в сталях при отпуске.

##### 4.3. Технология термической обработки стали

Отжиг I рода. Отжиг II рода (фазовая перекристаллизация). Нормализация. Закалка. Отпуск.

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

1. Изучение процесса кристаллизации металлов;
2. Основные виды термической обработки углеродистых сталей;
3. Построение диаграмм состояния по кривым охлаждения сплавов;
4. Микроструктура и свойства легированных сталей.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Физико-химические закономерности формирования структуры материалов"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основы теории кристаллизации. Диаграммы состояния"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Конструкционные материалы. Инструментальные материалы"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Термическая обработка металлов и сплавов"

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

Курсовой проект/ работа 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	
<b>Знать:</b>						
химический состав, строение, свойства, маркировку и области применения конструкционных материалов, применяемых в энергетике	ИД-1ОПК-5		+			Тестирование/Теория кристаллизации. Теория диаграмм состояния
изучение особенностей атомно-кристаллического строения и структуры металлов и сплавов, применяемых при проектировании энергетического оборудования	ИД-1ОПК-5	+				Проверочная работа/Определение механических свойств материалов
влияние основных видов обработки на свойства и строение конструкционных материалов и закономерности структурно-фазовых превращений в них, протекающие под воздействием эксплуатационных факторов	ИД-1ОПК-5				+	Тестирование/Термическая обработка
<b>Уметь:</b>						
выбирать конструкционные материалы для изготовления элементов конструкций энергетики в зависимости от условий их эксплуатации	ИД-1ОПК-5			+		Тестирование/Углеродистые стали. Чугуны. Легированные стали

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**6 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Теория кристаллизации. Теория диаграмм состояния (Тестирование)
2. Термическая обработка (Тестирование)
3. Углеродистые стали. Чугуны. Легированные стали (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Определение механических свойств материалов (Проверочная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №6)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

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

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

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

1. Металловедение и технология металлов : Учебник для вузов по машиностроительным специальностям / Г. П. Фетисов, М. Г. Карпман, В. М. Матюнин, и др. – М. : Высшая школа, 2000. – 637 с. – ISBN 5-06-003616-2.;
2. Гуляев, А. П. Металловедение : учебник для вузов / А. П. Гуляев, А. А. Гуляев. – 7-е изд., перераб. и доп. – М. : Альянс, 2011. – 644 с. – ISBN 978-5-903034-98-7.;
3. Металловедение : учебное пособие по курсам "Конструкционное материаловедение", "Материаловедение. Технология конструкционных материалов", "Материаловедение", "Материаловедение и технология материалов и конструкций" / А. Ю. Марченков, Р. В. Родякина, М. В. Горячкина, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ"). – Москва : Изд-во МЭИ, 2021. – 192 с. – Авторы указаны на обороте тит. л. – ISBN 978-5-7046-2472-1. <http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=11788>;
4. Матюнин В. М.- "Металловедение в теплоэнергетике", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2008 - (328 с.) [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72350](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72350);
5. Болдырев Д. А., Давыдов С. В., Попова Л. И., Тюрков М. Н.- "Материаловедение", Издательство: "Инфра-Инженерия", Вологда, 2020 - (424 с.) <https://e.lanbook.com/book/148345>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;

3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
6. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
7. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
8. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
9. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
10. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
11. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер

Помещения для консультирования	Ж-200б, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Конструкционное материаловедение**

(название дисциплины)

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

КМ-1 Определение механических свойств материалов (Проверочная работа)

КМ-2 Теория кристаллизации. Теория диаграмм состояния (Тестирование)

КМ-3 Углеродистые стали. Чугуны. Легированные стали (Тестирование)

КМ-4 Термическая обработка (Тестирование)

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

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	3	6	9	12
1	Физико-химические закономерности формирования структуры материалов					
1.1	Основы кристаллического строения металлов. Дефекты кристаллического строения		+			
1.2	Упругая и пластическая деформация материалов		+			
1.3	Основные механические свойства материалов		+			
2	Основы теории кристаллизации. Диаграммы состояния					
2.1	Основы теории кристаллизации			+		
2.2	Диаграммы состояния (равновесия) двухкомпонентных систем			+		
3	Конструкционные материалы. Инструментальные материалы					
3.1	Сплавы железа с углеродом				+	
3.2	Углеродистые стали				+	
3.3	Чугуны				+	
3.4	Легированные стали				+	
3.5	Цветные металлы и сплавы на их основе				+	
4	Термическая обработка металлов и сплавов					
4.1	Термическая обработка металлов и сплавов					+

4.2	Структурные превращения в сталях при термической обработке				+
4.3	Технология термической обработки стали				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25