

**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: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электроснабжение

Уровень образования: бакалавр

Форма обучения: заочная

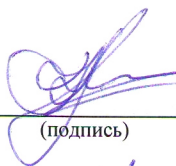
**Рабочая программа дисциплины**  
**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ И КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Обязательная</b>
<b>Индекс дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.О.09</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>2 курс – 4</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144</b>
<b>Лекции</b>	<b>2 курс – 4 часа</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>учебным планом не предусмотрены</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>2 курс – 4 часа</b>
<b>Консультации по курсовому проекту/ работе</b>	<b>учебным планом не предусмотрены</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2 курс – 124,5 часа</b>
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>экзамен</b>	<b>2 курс – 2,5 часа</b>
<b>Контроль:</b>	
<b>экзамен</b>	<b>2 курс – 9 часов</b>

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

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

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

В.Г. Кульков

(расшифровка подписи)

И.о. заведующего кафедрой ФД

(название кафедры)



(подпись)

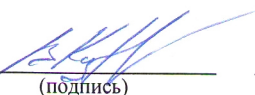
Ж.А. Лысакова

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Электроснабжение

Доцент кафедры ЭиЭ, к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

В.Н. Курьянов

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

И.о. заведующего кафедрой ЭиЭ

(название кафедры)



(подпись)

Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины состоит** в изучении различных свойств электротехнических и конструкционных материалов.

### **Задачи дисциплины**

- освоение теории и практики строения, свойств и обработки металлов и сплавов электротехнического и конструкционного назначения;
- 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
ОПК-4. Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-4.1. 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> - физические основы металловедения; <b>уметь:</b> - анализировать результаты наблюдений и экспериментов
	ОПК-4.2. Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками.	<b>знать:</b> - физические процессы в электротехнических материалах; - основные электротехнические материалы, используемые в энергетике. <b>уметь:</b> - проводить основные эксперименты по исследованию свойств электротехнических материалов

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

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

Результаты образования, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Техническая механика», «Конструкция оборудования электрических сетей, воздушных и кабельных линий, автоматизированное проектирование», «Техника высоких напряжений», «Электрическая часть электростанций и подстанций», «Электроэнергетические системы и сети», при прохождении преддипломной практики и выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации <i>(по семестрам)</i>	Всего часов на раздел	Курс	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, электрические и магнитные свойства металлов.	31	2	1	–	–	–	–	–	30	–	Изучение теоретического материала [1] стр. 8-49. [2] стр. 6-57. [3] стр. 495-509.	
2	Структура и свойства твердых фаз. Сталь и чугун. Основы термической обработки стали	36,5	2	1	–	2	–	–	–	33,5	–	Изучение теоретического материала [2] стр. 58-71, 176-215, 72-133, 147-176. Подготовка к лабораторным занятиям..	
3	Проводниковые и полупроводниковые материалы.	30	2	1	–	1	–	–	–	28	–	Изучение теоретического материала [1] стр. 50-123. [3] стр. 265-280, 430-470. Подготовка к лабораторным занятиям..	
4	Электрическое поле в диэлектриках.	17,5	2	0,5	–	1	–	–	–	16	–	Изучение теоретического материала [1] стр. 124-174. [3] стр. 171-237. Подготовка к лабораторным занятиям.	
5	Магнитные свойства материалов.	17,5	2	0,5	–	–	–	–	–	17	–	Изучение теоретического материала [1] стр. 175-210. [3] стр. 495-524..	
6	Экзамен	11,5	2	–	–	–	–	–	2,5	–	9	Экзамен проводится в устной форме по билетам согласно программе экзамена	
	<b>Итого</b>	<b>144</b>	–	<b>4</b>	–	<b>4</b>	–	–	<b>2,5</b>	<b>124,5</b>	<b>9</b>		

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 курс

##### 1. *Строение и свойства материалов. Механические, электрические и магнитные 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. Геометрия кристаллов. Элементарная ячейка. Типы кристаллических решеток. Нарушения и дефекты кристаллической решетки. Теоретическая прочность материалов. Упругая деформация в материалах. Модуль Юнга. Модуль сдвига. Твердость. Процессы упрочнения материалов. Разрушение твердых тел. Дислокации. Вектор Бюргерса и энергия дислокации. Зарождение дислокаций. Граница зерен в твердых телах. Упругая и пластическая деформация металлов. Сверхпластичность. Электрические свойства материалов. Полупроводники и полупроводниковые материалы.

##### 2. *Структура и свойства твердых фаз. Сталь и чугун. Основы термической обработки стали*

Правило фаз Гиббса. Двухкомпонентные системы. Правило рычага. Диаграмма состояния двухкомпонентных систем. Ограниченные и неограниченные твердые растворы. Эвтектические системы. Диаграммы состояния систем с образованием химических соединений. Перитектическое превращение. Диаграмма состояния системы «железо-углерод» и её роль в материаловедении. Связь между свойствами сплавов и диаграммой состояния. Кривые охлаждения. Образование зародышей и центров кристаллизации. Кристаллизация металлов. Критический радиус. Белые и серые чугуны. Использование сплавов черных металлов в теплоэнергетике. Жаропрочные и жаростойкие стали. 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.

##### 3. *Проводниковые и полупроводниковые материалы.*

Проводники электрического тока. Классическая электронная теория проводимости Друде. Квантовая теория проводимости. Закон Видемана - Франца - Лоренца. Температурная зависимость удельного сопротивления металлов. Температурная зависимость удельного сопротивления сплавов. Материалы высокой и низкой проводимости. Сверхпроводимость. Свойства сверхпроводников. Термоэлектрические явления. Материалы высокого сопротивления. Припои и флюсы. Элементы зонной теории полупроводников. Электронная и дырочная проводимость. Примеси акцепторного и донорного типа. Температурная зависимость удельного сопротивления полупроводников. Полупроводниковые соединения. Технология полупроводниковых материалов.

##### 4. *Электрическое поле в диэлектриках.*

Поляризация диэлектриков. Диполи. Электрическое поле диполя. Полярные и неполярные диэлектрики. Электронная упругая поляризация. Ионная упругая поляризация. Дипольная упругая поляризация. Дипольная релаксационная поляризация. Ионная релаксационная поляризация. Электронная релаксационная поляризация. Миграционная и резонансная поляризации. Доменная поляризация. Петля диэлектрического гистерезиса. Применение сегнетоэлектриков. Частотная зависимость диэлектрической проницаемости. Электропроводность диэлектриков. Электрический ток в газах. Электропроводность жидких и твердых диэлектриков. Пробой диэлектриков. Виды пробоя. Потери в диэлектриках. Нефтяные, синтетические и растительные масла их свойства и применение.. Электроизоляционные лаки, эмали и компаунды их разновидности и применение. Композиционные материалы. классификация композитов по структуре и материалам матрицы и включений

### *5. Магнитные свойства материалов.*

Магнитные свойства атомов. Диамагнетизм. Парамагнетизм твердых тел. Магнитное упорядочение. Ферро- антиферро- и ферримагнетики. Природа ферромагнетизма. Петля магнитного гистерезиса. Остаточная намагниченность. Козрцитивная сила. Магнитомягкие и магнитотвердые ферромагнетики. Основы теории ферромагнетизма. Рассеяние энергии при перемагничивании ферромагнетика. Релаксационные процессы в магнетиках. Применение ферромагнетиков в электроэнергетике.

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

Учебным планом не предусмотрены

#### **3.4. Темы лабораторных работ**

##### **2 курс**

1. Измерение удельного электрического сопротивления нихрома – 1 ч.
2. Термическая обработка сплавов черных и цветных металлов – 1 ч.
3. Исследование температурной зависимости сопротивления металлов и полупроводников – 1 ч.
4. Измерение электрической прочности диэлектриков – 1 ч.

#### **3.5. Темы рефератов**

Рефераты учебным планом не предусмотрены

#### **3.6. Темы расчетных заданий**

Учебным планом не предусмотрены

#### **3.7. Темы курсовых проектов или курсовых работ**

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 процессы в электротехнических материалах	ОПК-4.2			X	X		Тест «Строение и общие свойства электротехнических материалов. Проводниковые материалы»
физические основы металловедения	ОПК-4.1	X	X				Тест «Металловедение»
основные электротехнические материалы, используемые в энергетике.	ОПК-4.2			X	X	X	Тест «Свойства диэлектриков, полупроводников и магнетиков»
<b>Уметь:</b>							
анализировать результаты наблюдений и экспериментов.	ОПК-4.1	X		X			Контрольные работы «Свойства проводниковых материалов» «Механические свойства материалов»
проводить основные эксперименты по исследованию свойств электротехнических материалов.	ОПК-4.2		X	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 курс**

1. Тест «Строение и общие свойства электротехнических материалов. Проводниковые материалы»
2. Тест «Металловедение»
3. Тест «Свойства диэлектриков, полупроводников и магнетиков»
4. Контрольная работа «Механические свойства материалов»
5. Контрольная работа «Свойства проводниковых материалов»
6. Отчет по лабораторным работам

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

###### **2 курс**

Экзамен.

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

В приложение к диплому выносится оценка за 2 курс.

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

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

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

1. Кульков, В. Г. Физика конденсированного состояния в электротехническом материаловедении: учеб. пособие / В. Г. Кульков. – СПб.: Лань, 2017. – 272 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-2379-8 : 910-80.
2. 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.
3. 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.
4. Дудкин, А. Н. Электротехническое материаловедение : учебное пособие / А. Н. Дудкин, В. Ким. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-2275-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/96677> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Тимофеев, И. А. Электротехнические материалы и изделия : учебное пособие / И. А. Тимофеев. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-1304-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3733>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

Microsoft Word, Microsoft Excel, Power Point.



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

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>  
Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>  
Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>  
База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>  
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/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>  
Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>  
База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>  
Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>  
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/>  
Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории, снабженной мультимедийными средствами для представления презентаций. Необходимое программное обеспечение: пакет Microsoft Office.

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории конструкционного и электротехнического материаловедения. Лабораторное оборудование: измерения твердости по методу Бригелля 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, установка для измерения температурной зависимости сопротивления металлов и полупроводников, установка для измерения электрической прочности жидких диэлектриков, установка для измерения удельного сопротивления нихрома, рабочее место для соединения металлов методом пайки, 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

## Электротехнические и конструкционные материалы

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Тест «Металловедение»
- КМ-2 Тест «Строение и общие свойства электротехнических материалов. Проводниковые материалы»
- КМ-3 Тест «Свойства диэлектриков, полупроводников и магнетиков»
- КМ-4 Контрольная работа «Механические свойства материалов»
- КМ-5 Контрольная работа «Свойства проводниковых материалов»
- КМ-6 Выполнение и защита лабораторной работы «Измерение удельного электрического сопротивления нихрома»
- КМ-7 Выполнение и защита лабораторной работы «Термическая обработка сплавов черных и цветных металлов»
- КМ-8 Выполнение и защита лабораторной работы «Исследование температурной зависимости сопротивления металлов и полупроводников»
- КМ-9 Выполнение и защита лабораторной работы «Измерение электрической прочности диэлектриков»

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

Трудоемкость дисциплины = 4 з.е.

№ разд.	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9	Экзамен
1	Строение и свойства материалов. Механические, электрические и магнитные свойства металлов.		+			+						+
2	Структура и свойства твердых фаз. Сталь и чугун. Основы термической обработки стали		+						+			+
3	Проводниковые и полупроводниковые материалы.			+	+		+	+		+	+	+
4	Электрическое поле в диэлектриках.				+						+	+
5	Магнитные свойства материалов.				+							+
	Минимальный балл за КМ		4	4	4	6	6	4	4	4	4	20
	Максимальный балл за КМ		6	6	6	9	9	6	6	6	6	40