

**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: Электроэнергетические системы и цифровые технологии, Цифровые системы релейной защиты и автоматики, Гидроэлектростанции и цифровые технологии, Интеллектуальная возобновляемая энергетика

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

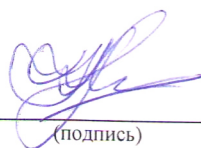
**Рабочая программа дисциплины**  
**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ И КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

<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 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)



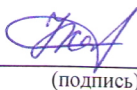
(подпись)

В.Г. Кульков

(расшифровка подписи)

И.о. заведующего кафедрой ФД

(название кафедры)



(подпись)

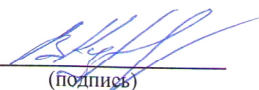
Н.Г. Ходырева

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Электроэнергетические системы и цифровые технологии

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

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

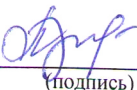
В.Н. Курьянов

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Цифровые системы релейной защиты и автоматики

Заведующий кафедрой Энергетики,  
к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

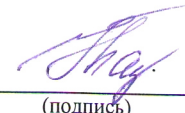
Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательных программ Гидроэлектростанции и цифровые технологии, Интеллектуальная возобновляемая энергетика

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

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Н.В. Байдакова

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой Энергетики

(название кафедры)



(подпись)

Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины** Изучение различных свойств электротехнических материалов – проводников, диэлектриков, полупроводников, магнитных 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> <ul style="list-style-type: none"><li>– физические основы металловедения;</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– анализировать результаты наблюдений и экспериментов.</li></ul>
	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> <ul style="list-style-type: none"><li>– физические процессы в электротехнических материалах;</li><li>– основные электротехнические материалы, используемые в энергетике.</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– проводить основные эксперименты по исследованию свойств электротехнических 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 следующих дисциплин: «Теоретическая механика», «Прикладная механика (включая ДПМ)», «Конструкция оборудования электрических сетей, воздушных и кабельных линий, автоматизированное проектирование», «Техника высоких напряжений и СВН», «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 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, электрические и магнитные свойства металлов.	21	2	3	4	-	-	-	-	14	-	Изучение теоретического материала [1] стр. 8-49. [2] стр. 6-57. [3] стр. 495-509. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	
2	Структура и свойства твердых фаз. Сталь и чугун. Основы термической обработки стали	39	2	3	6	6	-	-	-	24	-	Изучение теоретического материала [2] стр. 58-71, 176-215, 72-133, 147-176. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	
3	Проводниковые и полупроводниковые материалы.	27	2	3	4	6	-	-	-	14	-	Изучение теоретического материала [1] стр. 50-123. [3] стр. 265-280, 430-470. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	
4	Электрическое поле в диэлектриках.	17	2	3	0	4	-	-	-	10	-	Изучение теоретического материала [1] стр. 124-174. [3] стр. 171-237. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям	
5	Магнитные свойства материалов.	22	2	4	2	-	-	-	-	16	-	Изучение теоретического материала [1] стр. 175-210. [3] стр. 495-524. Подготовка к практическим занятиям.	
6	Зачет с оценкой	18	2	-	-	-	-	-	0,3	-	17,7	Зачет по совокупности результатов текущего контроля успеваемости согласно программе зачета	
	<b>Итого</b>	<b>144</b>		<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>			<b>0,3</b>	<b>78</b>	<b>17,7</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 семестр

#### 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. Коэрцитивная 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**

**2 семестр**

1. Механические свойства материалов – 4 ч.
2. Свойства проводниковых материалов – 3 ч.
3. Свойства диэлектриков – 3 ч.
4. Магнитные свойства материалов – 3 ч.
5. Термическая обработка сплавов черных и цветных металлов – 3 ч.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

**2 семестр**

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

### **3.5. РГР**

**Тип РГР:** расчетное задание

**Тематика расчетного задания:** Анализ диаграммы состояния сплавов.

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

Не предусмотрено учебным планом

### 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 металловедения	ОПК-4.1	X					Тест «Металловедение»
физические процессы в электротехнических материалах	ОПК-4.2		X	X			Тест «Строение и общие свойства электротехнических материалов. Проводниковые материалы»
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	X	X	Расчетное задание Анализ диаграммы состояния сплавов» Контрольные работы «Механические свойства материалов» «Свойства проводниковых материалов» «Свойства диэлектриков» «Магнитные свойства материалов» «Термическая обработка сплавов черных и цветных металлов»
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 семестр**

1. Тест «Металловедение»
2. Тест «Строение и общие свойства электротехнических материалов. Проводниковые материалы»
3. Тест «Свойства диэлектриков, полупроводников и магнетиков»
4. Контрольная работа «Механические свойства материалов»
5. Контрольная работа «Свойства проводниковых материалов»
6. Контрольная работа «Свойства диэлектриков»
7. Контрольная работа «Магнитные свойства материалов»
8. Контрольная работа «Термическая обработка сплавов черных и цветных металлов»
9. Отчет по лабораторным работам
10. 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 филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском.

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. 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. 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. Дудкин, А. Н. Электротехническое материаловедение : учебное пособие / А. Н. Дудкин, В. С. Ким. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 200 с. — ISBN 978-5-



8114-2275-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75509>. — 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 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, 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 Контрольная работа «Свойства диэлектриков»  
 КМ-7 Контрольная работа «Магнитные свойства материалов»  
 КМ-8 Контрольная работа «Термическая обработка сплавов черных и цветных металлов»  
 КМ-9 Выполнение и защита лабораторной работы «Измерение удельного электрического сопротивления нихрома»  
 КМ-10 Выполнение и защита лабораторной работы «Механические свойства материалов»  
 КМ-11 Выполнение и защита лабораторной работы «Термическая обработка сплавов черных и цветных металлов»  
 КМ-12 Выполнение и защита лабораторной работы Исследование температурной зависимости сопротивления металлов и полупроводников»  
 КМ-13 Выполнение и защита лабораторной работы «Измерение электрической прочности диэлектриков»  
 КМ-14 Выполнение и защита расчетного задания

**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	КМ-10	КМ-11	КМ-12	КМ-13	КМ-14
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		2	2	2	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	9
	Максимальный балл за КМ		5	5	5	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	15