

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Гидроэнергетика

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ 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.03.02</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>7 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>7 семестр - 8 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>7 семестр - 8 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>7 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7 семестр - 160,2 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>7 семестр - 1,5 часа;</b>
<b>включая:</b>	
<b>Тестирование</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>7 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2024**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Серебрянников С.С.
	Идентификатор	R7593b58d-SerebriannikSS-1e94810

С.С.  
Серебрянников

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Холодный Д.С.
	Идентификатор	R0bac9dac-KholodnyDS-6393810f

Д.С. Холодный

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шиндина Т.А.
	Идентификатор	Rd0ad64b2-ShindinaTA-e12224c9

Т.А. Шиндина

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение физических процессов и явлений, протекающих в электротехнических материалах, изучение методик с контроля изоляции.

### Задачи дисциплины

- 1. дать информацию о строении вещества и его свойств;
- 2. разъяснить свойства проводников, диэлектриков и полупроводниковых материалов;
- 3. разъяснить свойства магнитных и оптоволоконных материалов;
- 4. научить студентов использовать знания и умения, полученные при изучении дисциплины, в процессе производственной деятельности;
- 5. изучение свойств материалов при изменении внешних условий или воздействий: температуры, электрических и магнитных полей и освещения.

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-6 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ИД-2 <sub>ОПК-6</sub> Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками	знать: - 4. структуру ферромагнетиков; - 3. материаловедение и технологии конструкционных материалов; - 2. основные свойства электротехнических материалов и области их применения; - 1. электротехнические материалы в качестве компонентов электротехнического и электроэнергетического оборудования.  уметь: - 1. определять допустимые режимы работы оборудования с учетом свойств используемых материалов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Гидроэнергетика (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 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 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ 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	Диэлектрики	28.70	7	1.6	-	1.6	-	0.4	-	0.30	-	24.8	-	<p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Диэлектрики." материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 12-439 [2], 43-63 [3], 17-27</p>
1.1	Классификация диэлектрических материалов. Пассивные диэлектрики	14.35		0.8	-	0.8	-	0.2	-	0.15	-	12.4	-	
1.2	Активные диэлектрики	14.35		0.8	-	0.8	-	0.2	-	0.15	-	12.4	-	
2	Проводники	28.70		1.6	-	1.6	-	0.4	-	0.30	-	24.8	-	
2.1	Классификация проводниковых материалов. Природа электропроводности металлов	14.35		0.8	-	0.8	-	0.2	-	0.15	-	12.4	-	
2.2	Проводниковые материалы на основе сплавов металлов. Неметаллические проводниковые материалы	14.35		0.8	-	0.8	-	0.2	-	0.15	-	12.4	-	

													<b>источников:</b> [1], 12-439 [2], 409-429 [3], 198-219
3	Полупроводники	28.70	1.6	-	1.6	-	0.4	-	0.30	-	24.8	-	<b>Подготовка домашнего задания:</b>
3.1	Электропроводность полупроводников	14.35	0.8	-	0.8	-	0.2	-	0.15	-	12.4	-	Определение величины энергии ширины запрещенной зоны кремния по температурным зависимостям электропроводности.
3.2	Элементарные полупроводники	14.35	0.8	-	0.8	-	0.2	-	0.15	-	12.4	-	<b>Изучение материалов литературных источников:</b> [1], 12-439 [2], 265-285
4	Магнитные материалы	28.70	1.6	-	1.6	-	0.4	-	0.30	-	24.8	-	<b>Подготовка домашнего задания:</b> обработка результатов измерений петли гистерезиса
4.1	Магнитомягкие и магнитотвердые материалы	14.35	0.8	-	0.8	-	0.2	-	0.15	-	12.4	-	<b>Изучение материалов литературных источников:</b>
4.2	Магнитные материалы. Ферро-антиферро- и ферромагнетизм.	14.35	0.8	-	0.8	-	0.2	-	0.15	-	12.4	-	[1], 12-439 [2], 471-491 [3], 275-295
5	Диэлектрические оптические волокна	29.20	1.6	-	1.6	-	0.4	-	0.30	-	25.3	-	<b>Подготовка домашнего задания:</b>
5.1	Проводниковые и полупроводниковые структуры	14.35	0.8	-	0.8	-	0.2	-	0.15	-	12.4	-	Определение затухания в оптическом волокна по данным измерений
5.2	Диэлектрики и конструкционные материалы	14.85	0.8	-	0.8	-	0.2	-	0.15	-	12.9	-	<b>Изучение материалов литературных источников:</b> [1], 12-439
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	-	-	0.3	-	35.7	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>180.00</b>	<b>8.0</b>	-	<b>8.0</b>	-	<b>2.0</b>	-	<b>1.50</b>	<b>0.3</b>	<b>124.5</b>	<b>35.7</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>180.00</b>	<b>8.0</b>	-	<b>8.0</b>	<b>2.0</b>			<b>1.50</b>	<b>0.3</b>	<b>160.2</b>		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Диэлектрики

1.1. Классификация диэлектрических материалов. Пассивные диэлектрики  
Общие положения. Поляризация диэлектриков. Диэлектрическая  
проницаемость. Электропроводность диэлектриков. Диэлектрические потери в диэлектриках.  
Пробой диэлектриков.

1.2. Активные диэлектрики  
Качество изоляции. Испытание изоляции повышенным напряжением. Методы контроля  
изоляции.

### 2. Проводники

2.1. Классификация проводниковых материалов. Природа электропроводности металлов  
Классификация проводников. Электропроводность металлов. ТермоЭДС проводников.  
Материалы высокой проводимости. Криопроводники и сверхпроводники. Материалы  
высокого сопротивления. Тензометры. Контактные материалы. Припой, флюсы,  
контакты.

2.2. Проводниковые материалы на основе сплавов металлов. Неметаллические  
проводниковые материалы  
Сплавы металлов. Электрические свойства сплавов. Зависимость удельного объемного  
электрического сопротивления сплава от состава, ТКР сплава. Сплавы высокого  
сопротивления. Металлы, используемые в качестве нагревательных элементов при  
высокотемпературном выращивании кристаллов. Сплавы с полной взаимной  
растворимостью в твердом состоянии и эвтектические сплавы. Физические ограничения для  
электропроводности металлов и сплавов. Контактная разность потенциалов, термо-ЭДС и  
термопары. Сверхпроводимость. Сверхпроводимость и ее применение в науке и технике.  
Сверхпроводники в магнитных полях. Криопроводники. Лондоновская глубина  
проникновения, длина когерентности, куперовские пары. Высокотемпературные  
сверхпроводящие материалы. Эффект Джозефсона. Текстурированная ВТСП керамика..

### 3. Полупроводники

3.1. Электропроводность полупроводников  
Терминология и основные понятия. Зонная структура полупроводников. Жидкие  
полупроводники. Проводимость полупроводников. Примесная проводимость. Токи в  
полупроводниках. Использование полупроводников. Полупроводниковые диоды.  
Характеристик.

3.2. Элементарные полупроводники  
Элементарные полупроводники. Виды. Свойства, Применение.

### 4. Магнитные материалы

4.1. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы  
Природа ферромагнетизма Доменная структура. Структура ферромагнетиков.  
Магнотриксционная деформация. Магнитная проницаемость. Потери в магнитных  
материалах. Электрические свойства магнитных материалов.

4.2. Магнитные материалы. Ферро- антиферро- и ферромагнетизм.  
Классификация магнитных материалов, их свойства. Применение магнитных материалов.

### 5. Диэлектрические оптические волокна

5.1. Проводниковые и полупроводниковые структуры  
Проводниковые и полупроводниковые структуры, их свойства, применение.

5.2. Диэлектрики и конструкционные материалы  
Диэлектрики и конструкционные материалы, их свойства, применение.

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

1. Влияние окружающей среды на изоляционные свойства.;
2. Влияние параметров электрического поля на диэлектрические свойства материалов.;
3. Свойства проводников..

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Диэлектрики."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Проводники."
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Полупроводники."
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Ферромагнетизм."
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Оптическое волокно."

### **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	5	
<b>Знать:</b>							
1. электротехнические материалы в качестве компонентов электротехнического и электроэнергетического оборудования	ИД-2ОПК-6	+					Тестирование/Электропроводность диэлектриков
2. основные свойства электротехнических материалов и области их применения	ИД-2ОПК-6		+				Тестирование/Поляризация и потери
3. материаловедение и технологии конструкционных материалов	ИД-2ОПК-6			+			Тестирование/Пробой диэлектриков
4. структуру ферромагнетиков	ИД-2ОПК-6				+		Тестирование/Проводниковые материалы
<b>Уметь:</b>							
1. определять допустимые режимы работы оборудования с учетом свойств используемых материалов	ИД-2ОПК-6					+	Тестирование/Полупроводниковые материалы. Магнитные материалы

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

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

7 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Полупроводниковые материалы. Магнитные материалы (Тестирование)
2. Поляризация и потери (Тестирование)
3. Пробой диэлектриков (Тестирование)
4. Проводниковые материалы (Тестирование)
5. Электропроводность диэлектриков (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Экзамен (Семестр №7)*

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 7 семестр.

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

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

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

1. Сорокин В. С., Антипов Б. Л., Лазарева Н. П. - "Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики", (2-е изд., испр.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (448 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/168852>;
2. Колесов, С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебник для элетротехнических и электромеханических специальностей вузов / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 2008. – 535 с. – ISBN 978-5-06-005950-2.;
3. Богородицкий, Н. П. Электротехнические материалы : Учебник для электротехнических и энергетических специальностей вузов / Н. П. Богородицкий, В. В. Пасынков, В. М. Тареев. – 7-е изд., перераб. и доп. – Л. : Энергоатомиздат, 1985. – 304 с..

### **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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
6. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
7. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
8. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
9. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
10. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
11. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;>  
<http://docs.cntd.ru/>

## 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

## Электротехническое материаловедение

(название дисциплины)

## 7 семестр

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

КМ-1 Электропроводность диэлектриков (Тестирование)

КМ-2 Поляризация и потери (Тестирование)

КМ-3 Пробой диэлектриков (Тестирование)

КМ-4 Проводниковые материалы (Тестирование)

КМ-5 Полупроводниковые материалы. Магнитные материалы (Тестирование)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	6	8	12	15
1	Диэлектрики						
1.1	Классификация диэлектрических материалов. Пассивные диэлектрики		+				
1.2	Активные диэлектрики		+				
2	Проводники						
2.1	Классификация проводниковых материалов. Природа электропроводности металлов			+			
2.2	Проводниковые материалы на основе сплавов металлов. Неметаллические проводниковые материалы			+			
3	Полупроводники						
3.1	Электропроводность полупроводников				+		
3.2	Элементарные полупроводники				+		
4	Магнитные материалы						
4.1	Магнитомягкие и магнитотвердые материалы					+	
4.2	Магнитные материалы. Ферро- антиферро- и ферромагнетизм.					+	
5	Диэлектрические оптические волокна						
5.1	Проводниковые и полупроводниковые структуры						+

5.2	Диэлектрики и конструкционные материалы					+
	Вес КМ, %:	20	20	20	20	20