

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

---

Направление подготовки/специальность: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Нанотехнология в электронике

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МАТЕРИАЛЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ**


<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.11</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>3 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>3 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>3 семестр - 16 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>3 семестр - 32 часа;</b>
<b>Консультации</b>	<b>3 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3 семестр - 97,5 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Перекрестный опрос</b> <b>Проверочная работа</b> <b>Эксперимент</b> <b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>3 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)


Д.С. Холодный

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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


(подпись)

Д.С. Холодный

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Славинский А.З.
	Идентификатор	R99b3b9ab-SlavinskyAZ-c08f5214

(подпись)

А.З. Славинский

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Целью освоения дисциплины является формирование знаний по классификации, назначению и применению материалов электронной техники. Понимание физической сущности процессов, протекающих в проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалах в различных условиях эксплуатации. Изучение основных электрофизических, оптических, физико-механических характеристик материалов. Изучение физических процессов и явлений, протекающих в материалах электронной техники

### Задачи дисциплины

- изучение студентами основных явлений и процессов, происходящих в материалах электронной техники;
- приобретение студентами знаний о различных классах материалов, используемых в электронике и нанoeлектронике;
- научить студентов выявлять наиболее существенные физические процессы, протекающие в материалах электронной техники;
- изучение свойств материалов при изменении внешних условий или воздействий: температуры, электрических и магнитных полей и освещения;
- изучение студентами методов измерения электрофизических характеристик материалов электронной техники;
- приобретение студентами знаний в области материалов электронной техники для дальнейшего их использования в специальных курсах.

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-1 способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	знать: - различные классы материалов, используемых в электронике и нанoeлектронике, их параметры и основные физические свойства.  уметь: - использовать физические законы и математические модели для описания процессов, происходящих в различных материалах.
ОПК-2 способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ИД-4 <sub>ОПК-2</sub> Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач	знать: - основные методы определения электрофизических параметров материалов электронной техники.  уметь: - рассчитывать электрофизические параметры материалов электронной техники по данным измерений.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Нанотехнология в электронике (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, 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	Диэлектрические материалы	37	3	8	8	4	-	1	-	-	-	16	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Занятие 5. Сегнетоэлектрики на основе перовскитов, стекла, лазерные кристаллы</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Занятие 4. Электропроводность диэлектриков</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Занятие 3. Поляризация диэлектриков</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Занятие 2. Строение твердых тел</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Занятие 1. Строение атома и химическая связь в веществах</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Повторение материала по разделу "Диэлектрические материалы" Контрольная работа № 1 по разделам «диэлектрические и проводниковые материалы».</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Лабораторная работа № 4 – Определение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь твердых диэлектриков (электроизоляционных материалов) на высоких частотах</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Лабораторная работа № 3 – Определение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь твердых</p>
1.1	Диэлектрические материалы.	37		8	8	4	-	1	-	-	-	16	-	

													<p>диэлектриков на переменном токе (температурные зависимости)  <u><b>Подготовка к лабораторной работе:</b></u>  Лабораторная работа № 2 Исследование проводимости проводящих композиционных материалов  <u><b>Подготовка к лабораторной работе:</b></u>  Лабораторная работа № 5 – Исследование электрической прочности твердых диэлектриков  <u><b>Изучение материалов литературных источников:</b></u>  [1], 25-56  [3], стр. 2-24</p>
2	Проводниковые материалы	36	8	8	4	-	-	-	-	-	16	-	<p><u><b>Подготовка к лабораторной работе:</b></u>  Лабораторная работа № 7 – Определение температурных зависимостей электрических сопротивлений проводниковых и полупроводниковых материалов (4 часа).  <u><b>Подготовка к практическим занятиям:</b></u>  Занятие 6. Электропроводность металлов и сплавов  <u><b>Изучение материалов литературных источников:</b></u>  [1], 57-89  [2], стр.12-43  [3], стр.25-43</p>
2.1	Проводниковые материалы	36	8	8	4	-	-	-	-	-	16	-	
3	Магнитные материалы	37	8	8	4	-	1	-	-	-	16	-	<p><u><b>Подготовка к практическим занятиям:</b></u>  Занятие 7. Магнитные материалы. Ферриты и гранаты  <u><b>Подготовка к лабораторной работе:</b></u>  Лабораторная работа № 8 – Исследование магнитных материалов (4 часа).  <u><b>Изучение материалов литературных источников:</b></u>  [1], 90-112  [2], стр. 44-78  [3], 78-98</p>
3.1	Магнитные материалы	37	8	8	4	-	1	-	-	-	16	-	
4	Полупроводниковые	36	8	8	4	-	-	-	-	-	16	-	<p><u><b>Подготовка к лабораторной работе:</b></u></p>

	материалы														
4.1	Полупроводниковые материалы	36	8	8	4	-	-	-	-	-	16	-		Лабораторная работа № 7 – Определение температурных зависимостей электрических сопротивлений проводниковых и полупроводниковых материалов <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Занятие 8. Электропроводность полупроводников <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Контрольная работа № 2 по разделам «магнитные, проводниковые и полупроводниковые материалы» <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 113-164 [2], стр.79-132 [3], 123-145	
	Экзамен	34.0	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	33.5			
	Всего за семестр	180.0	32	32	16	-	2	-	-	0.5	64	33.5			
	Итого за семестр	180.0	32	32	16	2	-	-	-	0.5	97.5				

**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. Диэлектрические материалы

#### 1.1. Диэлектрические материалы.

1. Введение в курс «Материалы электронной техники» Роль и значение материалов в производстве приборов полупроводниковой и нано-электроники. Общая классификация материалов по электрофизическим свойствам и применению. Дискретные элементы электронной техники и микросхемы. Проводники, полупроводники и диэлектрики. Особенности строения твердых тел. Виды химической связи. Строение кристаллических тел, полиморфизм. Образование и свойства энергетических зон. Классификация материалов по ширине запрещенной зоны. Распределение электронов в зонах для диэлектриков, проводников и полупроводников. Неупорядоченные среды, аморфные тела, полимерные материалы. 2. Диэлектрические материалы Классификация диэлектриков. Физические процессы в диэлектриках. Пассивные диэлектрики. Поляризация диэлектриков. Основные виды поляризации. Конденсаторные и изоляционные материалы. Электропроводность диэлектриков. Зависимость сопротивления диэлектриков от температуры, напряжения, влажности, времени выдержки в электрическом поле. 3. Диэлектрическая проницаемость и потери в диэлектриках Тангенс угла диэлектрических потерь. Виды диэлектрических потерь. Комплексная диэлектрическая проницаемость и ее связь с уравнениями Максвелла. Зависимость диэлектрической проницаемости от температуры, частоты приложенного электрического поля для различных типов диэлектриков. Схемы замещения диэлектриков. Эквивалентные схемы диэлектриков на высоких частотах. Виды диэлектрических потерь. Электропроводность диэлектриков. Основные методы исследования диэлектриков и определения их параметров. 4. Керамические диэлектрики Керамические диэлектрики, основы технологии их изготовления. Оксиды кремния, алюминия, шпинели, перовскиты и гранаты. Альтернативные диэлектрики для микросхем. Дискретные резисторы и конденсаторы. Неорганические стекла, ситаллы. Зависимость диэлектрической проницаемости от температуры, частоты приложенного поля для различных типов диэлектриков. Электропроводность керамических материалов. Сегнетоэлектрики. Титанат бария. Перовскиты. Фазовые переходы 2-го рода. Поли- и изоморфизм. Точка Кюри. Понятие доменной структуры в электро- и магнито-упорядоченных веществах. Пьезоэлектрики. 5. Пробой диэлектриков Пробой диэлектриков. Физические процессы в диэлектриках при электрическом, тепловом, и электрохимическом механизмах пробоя. Пробой газов. Закон Пашена. Неоднородные электрические поля. Неоднородные композиционные материалы. Пробой твердых диэлектриков. Основные электрофизические, физико-механические и теплофизические и общие физико-химические свойства диэлектриков. 6. Полимерные материалы Полимеры. Состав, электрофизические свойства, методы синтеза и обработки полимеров. Основы создания смесевых и наполненных полимерных изоляционных и полупроводящих композиций. Реакции полимеризации и поликонденсации. Сшивка полимеров пероксидная и силанольная. Реактопласты. Композиционные материалы. Слоистые пластики. Свойства текстолитов и гетинаксов..

### 2. Проводниковые материалы

#### 2.1. Проводниковые материалы

7. Виды проводниковых материалов Общие сведения о проводниках. Природа проводимости и основные характеристики проводниковых материалов. Классификация проводниковых материалов. Металлы высокой проводимости. Металлы и их сплавы со средним значением температуры плавления. Тугоплавкие металлы. Легкоплавкие металлы. Благородные металлы. Контактные материалы. Физическая природа электропроводности металлов. Теория Друде. Электропроводность на постоянном токе. Зависимость удельного электрического сопротивления металлов от температуры и частоты электрического поля.



Влияние структурных дефектов на удельное сопротивление металлов. Электропроводность металлов на высоких частотах. Поверхностный эффект в металлах. 8. Квантовомеханическая теория проводимости металлов Теория проводимости Зоммерфельда (модель свободных электронов). Система состояний в  $k$ -пространстве (пространстве импульсов). Система свободных электронов в основном состоянии. Характеристики основного состояния системы свободных электронов. Объяснение разделения веществ на проводники и изоляторы. Энергетический спектр электронов в металлах. Распределение частиц по энергиям. Кинетика электронов и уравнение Больцмана. Уровень Ферми. Скорость электронов в металле. 9. Сплавы металлов Электрические свойства сплавов. Зависимость удельного объемного электрического сопротивления сплава от состава. 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. Сопротивление тонких металлических пленок. Размерные эффекты. Контактная разность потенциалов, термо-ЭДС и термопары. 10. Окисление металлов Окисление металлов, стойкость к агрессивным средам. Химическая коррозия. Электрохимическая коррозия. Виды оксидных пленок и законы их роста. Тонкие металлические пленки в полупроводниковой электронике. Испарение при высоких температурах и растворимость примесей в металлах. Припой и флюсы. 11. 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. Магнитные материалы

#### 3.1. Магнитные материалы

12. Свойства ферро- и ферромагнетиков Классификация веществ по магнитным свойствам. Ферро-, антиферро- и ферромагнетизм. Физическая природа ферромагнетизма. Доменные структуры. Намагничивание ферромагнетика. Обменное взаимодействие. Петля гистерезиса. Магнитная проницаемость и ее зависимость от напряженности магнитного поля и температуры. Температура Кюри. 13. Электротехнические стали Электротехнические стали, имеющие большие индукции насыщения. Литые высококоэрцитивные сплавы. Влияние температуры и частоты на магнитные свойства ферромагнетиков. Потери энергии в магнитных материалах. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы. Сплавы на основе редкоземельных металлов (РЗМ). 14. Магнитодиэлектрики Получение, свойства и применение ферритов. Магнитные материалы специального назначения. Ферриты для устройств СВЧ. Магниты из порошков. Материалы для магнитной записи. Эффект Фарадея. Магнитооптическая запись информации. Магнитодиэлектрики, ферриты и магнитооптика. 15. Ферриты Оксидные магнитные материалы на основе шпинелей. Переходная группа железа и роль  $3d$  электронов в формировании магнитных свойств. Железоиттриевые гранаты. Лантаноиды и  $4f$ -электроны в гранатах, легированных редкоземельными элементами. Аллюмоиттриевые гранаты, образование  $2S+1LJ$  уровней и их роль в формировании магнитных и оптических свойств. Материалы для твердотельных лазеров. Лазерные кристаллы..

### 4. Полупроводниковые материалы

#### 4.1. Полупроводниковые материалы

16. Полупроводниковые материалы и их основные свойства Полупроводники. Классификация полупроводниковых материалов. Общие сведения о полупроводниках.

Кристаллические структуры. Собственные и примесные полупроводники. Легирование. Донорные и акцепторные полупроводники. Полупроводниковые и диэлектрические химические соединения. Полупроводниковые соединения АЗВ5, А2В6, А4В4 и их структура. Карбид кремния. Электропроводность полупроводников. Подвижность. Выращивание монокристаллов. Эффект Холла. Эффект Пельтье..

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

1. Электропроводность полупроводников;
2. Строение атома и химическая связь в веществах;
3. Поляризация диэлектриков;
4. Электропроводность диэлектриков;
5. Сегнетоэлектрики на основе перовскитов, стекла, лазерные кристаллы;
6. Электропроводность металлов и сплавов;
7. Магнитные материалы. Ферриты и гранаты;
8. Строение твердых тел.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Лабораторная работа № 2 – Исследование проводимости проводящих композиционных материалов (4 часа).;
2. 5Лабораторная работа № 7 – Определение температурных зависимостей электрических сопротивлений проводниковых и полупроводниковых материалов (4 часа).;
3. Лабораторная работа № 8 – Исследование магнитных материалов (4 часа).;
4. 2Лабораторная работа № 3 – Определение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь твердых диэлектриков на переменном токе (температурные зависимости) (4 часа).;
5. Лабораторная работа № 5 – Исследование электрической прочности твердых диэлектриков (4 часа).;
6. Лабораторная работа № 4 – Определение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь твердых диэлектриков (электроизоляционных).

### **3.5 Консультации**

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации проводятся по разделу "Диэлектрические материалы". Консультации направлены на получение индивидуального задания студента по разделу "Диэлектрические материалы". По результатам выполняемой самостоятельной работы в рамках индивидуальных консультаций проводится защита выполненных лабораторных работ. Консультации проводит преподаватель МЭИ, ответственный за организацию работы по текущему контролю результатов освоение программы студентом
2. Консультации проводятся по разделу "Диэлектрические материалы". Консультации направлены на получение индивидуального задания студента по разделу "Диэлектрические материалы". По результатам выполняемой самостоятельной работы в рамках индивидуальных консультаций проводится защита выполненных лабораторных работ. Консультации проводит преподаватель МЭИ, ответственный за организацию работы по текущему контролю результатов освоение программы студентом





ответственный за организацию работы по текущему контролю результатов освоения программы студентом

### **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>						
различные классы материалов, используемых в электронике и нанoeлектронике, их параметры и основные физические свойства	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub>		+			<p>Перекрестный опрос/КМ-1 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 2</p> <p>Проверочная работа/КМ-2 Семинар 1. Строение атома и химическая связь в веществах</p> <p>Эксперимент/КМ-3 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 3</p> <p>Проверочная работа/КМ-4 Тест № 2. «Поляризация диэлектриков, электропроводность диэлектриков»</p> <p>Перекрестный опрос/КМ-5 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 4</p> <p>Проверочная работа/КМ-6 Тест № 3. «Пробой диэлектриков»</p>
основные методы определения электрофизических параметров материалов электронной техники	ИД-4 <sub>ОПК-2</sub>			+		<p>Перекрестный опрос/КМ-10 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 5</p> <p>Контрольная работа/КМ-7 Контрольная работа № 1 по разделам «Диэлектрические и проводниковые материалы»</p> <p>Проверочная работа/КМ-9 Тест № 4. Электропроводность металлов и сплавов)</p>
<b>Уметь:</b>						
использовать физические законы и математические модели для описания процессов, происходящих в	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub>				+	Проверочная работа/КМ-11 Тест № 5. Основные свойства магнитных материалов

различных материалах						Проверочная работа/КМ-12 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 7 Перекрестный опрос/КМ-8 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 8
рассчитывать электрофизические параметры материалов электронной техники по данным измерений	ИД-4 <sub>ОПК-2</sub>				+	Проверочная работа/КМ-13 Тест № 6. Основные свойства полупроводниковых материалов Контрольная работа/КМ-14 Контрольная работа № 2 по разделам «магнитные, проводниковые и полупроводниковые 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**

###### **3 семестр**

Форма реализации:

1. КМ-12 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 7 (Проверочная работа)

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. КМ-14 Контрольная работа № 2 по разделам «магнитные, проводниковые и полупроводниковые материалы» (Контрольная работа)

Форма реализации: Выполнение задания

1. КМ-3 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 3 (Эксперимент)
2. КМ-8 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 8 (Перекрестный опрос)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-11 Тест № 5. Основные свойства магнитных материалов (Проверочная работа)
2. КМ-13 Тест № 6. Основные свойства полупроводниковых материалов (Проверочная работа)
3. КМ-6 Тест № 3. «Пробой диэлектриков» (Проверочная работа)
4. КМ-7 Контрольная работа № 1 по разделам «Диэлектрические и проводниковые материалы» (Контрольная работа)
5. КМ-9 Тест № 4. Электропроводность металлов и сплавов) (Проверочная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. КМ-2 Семинар 1. Строение атома и химическая связь в веществах (Проверочная работа)
2. КМ-4 Тест № 2. «Поляризация диэлектриков, электропроводность диэлектриков» (Проверочная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. КМ-1 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 2 (Перекрестный опрос)
2. КМ-10 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 5 (Перекрестный опрос)
3. КМ-5 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 4 (Перекрестный опрос)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

###### Экзамен (Семестр №3)

общепринятые правила

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

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



### 5.1 Печатные и электронные издания:

1. Пасынков, В. В. Материалы электронной техники : Учебник для вузов по специальностям электронной техники / В. В. Пасынков, В. С. Сорокин . – 6-е изд., стереотип . – СПб. : Лань-Пресс, 2004 . – 368 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 5-8114-0409-3 ;

2. Электротехнические материалы, материалы электроники и радиотехники : лабораторный практикум по направлениям 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника", 11.03.04 "Электроника и нанoeлектроника", 11.03.01 "Радиотехника" / В. Н. Гордеев, Ю. В. Зайцев, В. М. Леонов, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 95 с. - ISBN 978-5-7046-2010-5 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10320](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10320);

3. Сорокин В. С., Антипов Б. Л., Лазарева Н. П.- "Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники", (2-е изд., испр.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2016 - (384 с.)

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=71735](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71735).

### 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции.

### 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>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Б-300, Учебная аудитория	парта, парта со скамьей, рабочее место сотрудника, стол, стул, трибуна, доска меловая, колонки звуковые, микрофон, мультимедийный проектор, экран, учебно-наглядное пособие
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-302, Учебная аудитория каф. "ФТЭМК"	парта со скамьей, стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-318, Лаборатория электротехнических, радиотехнических материалов и материалов электронной техники	стол преподавателя, стол, стол учебный, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, доска маркерная передвижная, оборудование учебное, инвентарь учебный, стенд учебный
	Е-317, Учебная лаборатория	стол преподавателя, стол, стул,

	электротехнических, радиотехнических материалов и материалов электронной техники	шкаф, доска меловая, лабораторный стенд, оборудование учебное, инвентарь учебный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-302, Учебная аудитория каф. "ФТЭМК"	парта со скамьей, стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая
	Е-305, Аудитория для проведения лекционных и практических занятий	рабочее место сотрудника, стеллаж для хранения инвентаря, стол преподавателя, стул, вешалка для одежды, оборудование специализированное
Помещения для самостоятельной работы	Е-310, Дисплейный класс каф. "ФТЭМК"	стол преподавателя, стол, стул, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, ноутбук, компьютер персональный, учебно-наглядное пособие
	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Е-302, Учебная аудитория каф. "ФТЭМК"	парта со скамьей, стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-302/1, Склад "ФТЭМК"	стол

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Материалы электронной техники

(название дисциплины)

#### 3 семестр

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

- КМ-1 КМ-1 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 2 (Перекрестный опрос)  
 КМ-2 КМ-2 Семинар 1. Строение атома и химическая связь в веществах (Проверочная работа)  
 КМ-3 КМ-3 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 3 (Эксперимент)  
 КМ-4 КМ-4 Тест № 2. «Поляризация диэлектриков, электропроводность диэлектриков» (Проверочная работа)  
 КМ-5 КМ-5 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 4 (Перекрестный опрос)  
 КМ-6 КМ-6 Тест № 3. «Пробой диэлектриков» (Проверочная работа)  
 КМ-7 КМ-7 Контрольная работа № 1 по разделам «Диэлектрические и проводниковые материалы» (Контрольная работа)  
 КМ-8 КМ-8 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 8 (Перекрестный опрос)  
 КМ-9 КМ-9 Тест № 4. Электропроводность металлов и сплавов) (Проверочная работа)  
 КМ-10 КМ-10 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 5 (Перекрестный опрос)  
 КМ-11 КМ-11 Тест № 5. Основные свойства магнитных материалов (Проверочная работа)  
 КМ-12 КМ-12 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 7 (Проверочная работа)  
 КМ-13 КМ-13 Тест № 6. Основные свойства полупроводниковых материалов (Проверочная работа)  
 КМ-14 КМ-14 Контрольная работа № 2 по разделам «магнитные, проводниковые и полупроводниковые материалы» (Контрольная работа)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Инд экс КМ:	К М-1	К М-2	К М-3	К М-4	К М-5	К М-6	К М-7	К М-8	К М-9	К М-10	К М-11	К М-12	К М-13	К М-14
		Неделя КМ:	3	5	5	5	7	7	9	9	11	11	13	15	15	16
1	Диэлектрические материалы															
1.1	Диэлектрические материалы.		+	+	+	+	+	+								
2	Проводниковые материалы															
2.1	Проводниковые материалы								+		+	+				
3	Магнитные материалы															
3.1	Магнитные материалы									+			+	+		

4	Полупроводниковые материалы														
4.1	Полупроводниковые материалы													+	+
Вес КМ, %:		5	5	10	5	10	10	10	5	5	10	5	10	5	5