

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: Электротехника и электрификация

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.18
Трудоемкость в зачетных единицах:	4 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	4 семестр - 32 часа;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	4 семестр - 32 часа;
Консультации	4 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	4 семестр - 77,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Перекрестный опрос Эксперимент Контрольная работа Проверочная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	4 семестр - 0,5 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мирошниченко А.Ю.
	Идентификатор	Rpa1ba695-MiroshnichenAY-fd29ca

А.Ю.
Мирошниченко


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Иванов А.С.
	Идентификатор	R28e5c30d-IvanovAIS-37175ef6

А.С. Иванов

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Погребисский М.Я.
	Идентификатор	Rccf62952-PogrebisskiyMY-d58a69

М.Я.
Погребисский

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-6 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ИД-2 _{ОПК-6} Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками	знать: - различные классы материалов, используемых в электронике и нанoeлектронике, их параметры и основные физические свойства; - основные методы определения электрофизических параметров материалов электронной техники. уметь: - рассчитывать электрофизические параметры материалов электронной техники по данным измерений; - использовать физические законы и математические модели для описания процессов, происходящих в различных материалах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электротехника и электрификация (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 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	Диэлектрические материалы	27	4	8	8	-	-	-	-	-	-	11	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Занятие 5. Сегнетоэлектрики на основе перовскитов, стекла, лазерные кристаллы</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Занятие 4. Электропроводность диэлектриков</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Занятие 3. Поляризация диэлектриков</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Занятие 2. Строение твердых тел</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Занятие 1. Строение атома и химическая связь в веществах</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Повторение материала по разделу "Диэлектрические материалы" Контрольная работа № 1 по разделам «диэлектрические и проводниковые материалы».</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Лабораторная работа № 4 – Определение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь твердых диэлектриков (электроизоляционных материалов) на высоких частотах</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Лабораторная работа № 3 – Определение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь твердых</p>
1.1	Диэлектрические материалы.	27		8	8	-	-	-	-	-	-	-	11	

													<p>диэлектриков на переменном токе (температурные зависимости) <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Лабораторная работа № 2 Исследование проводимости проводящих композиционных материалов <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Лабораторная работа № 5 – Исследование электрической прочности твердых диэлектриков <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 7-523 [2], 7-345 [3], 12-428 [4], 12-428</p>
2	Проводниковые материалы	27	8	8	-	-	-	-	-	-	11	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Занятие 6. Электропроводность металлов и сплавов <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Лабораторная работа № 7 – Определение температурных зависимостей электрических сопротивлений проводниковых и полупроводниковых материалов (4 часа). <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 7-523 [2], 7-345 [3], 12-428 [4], 12-428</p>
2.1	Проводниковые материалы	27	8	8	-	-	-	-	-	-	11	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Занятие 7. Магнитные материалы. Ферриты и гранаты <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Лабораторная работа № 8 – Исследование магнитных материалов (4 часа). <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 7-523</p>
3	Магнитные материалы	27	8	8	-	-	-	-	-	-	11	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Занятие 7. Магнитные материалы. Ферриты и гранаты <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Лабораторная работа № 8 – Исследование магнитных материалов (4 часа). <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 7-523</p>
3.1	Магнитные материалы	27	8	8	-	-	-	-	-	-	11	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Занятие 7. Магнитные материалы. Ферриты и гранаты <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Лабораторная работа № 8 – Исследование магнитных материалов (4 часа). <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 7-523</p>

														[2], 7-345 [3], 12-428 [4], 12-428
4	Полупроводниковые материалы	27	8	8	-	-	-	-	-	-	-	11	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Контрольная работа № 2 по разделам «магнитные, проводниковые и полупроводниковые материалы»
4.1	Полупроводниковые материалы	27	8	8	-	-	-	-	-	-	-	11	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Занятие 8. Электропроводность полупроводников <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Лабораторная работа № 7 – Определение температурных зависимостей электрических сопротивлений проводниковых и полупроводниковых материалов <u>Изучение материалов литературных источников:</u>
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	-	33.5	[1], 7-523 [2], 7-345 [3], 12-428 [4], 12-428
	Всего за семестр	144.0	32	32	-	-	2	-	-	0.5	44	33.5		
	Итого за семестр	144.0	32	32	-	2	-	-	0.5	77.5				

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. 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 A₃B₅, A₂B₆, A₄B₄ и их структура. Карбид кремния. Электропроводность полупроводников. Подвижность. Выращивание монокристаллов. Эффект Холла. Эффект Пельтье..

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. 4. Исследование магнитных материалов (4 часа).;
2. 1. Исследование температурной зависимости проводимости композиционных материалов (4 часа).;
3. 3. Определение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь твердых диэлектриков (электроизоляционных материалов) на высоких частотах (4 часа).;
4. 5. Исследование электрической прочности твердых диэлектриков (4 часа).;
5. 6. Определение температурных зависимостей электрических сопротивлений проводниковых и полупроводниковых материалов. (4 часа).;
6. 2. Определение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь твердых диэлектриков на переменном токе (температурные зависимости) (4 часа)..

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 освоения 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 освоения программы студентом
3. 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 освоения программы студентом
4. Консультации проводятся по разделу "Диэлектрические материалы". Консультации направлены на получение индивидуального задания студента по разделу "Диэлектрические материалы". По результатам выполняемой самостоятельной

- преподаватель МЭИ, ответственный за организацию работы по текущему контролю результатов освоение программы студентом
13. 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 подготовка к семинару 6. Консультации проводит преподаватель МЭИ, ответственный за организацию работы по текущему контролю результатов освоение программы студентом
 14. 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 подготовка к семинару 7. Консультации проводит преподаватель МЭИ, ответственный за организацию работы по текущему контролю результатов освоение программы студентом
 15. 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 подготовка к семинару 8. Консультации проводит преподаватель МЭИ, ответственный за организацию работы по текущему контролю результатов освоение программы студентом
 16. 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 подготовка к семинару 7. Консультации проводит преподаватель МЭИ, ответственный за организацию работы по текущему контролю результатов освоение программы студентом
 17. Консультации проводятся по разделу "Полупроводниковые 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.
 18. 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 подготовка к семинару 8.. Консультации проводит преподаватель МЭИ, ответственный за организацию работы по текущему контролю результатов освоение программы студентом
 19. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Полупроводниковые материалы". Консультации проводятся по разделу "Полупроводниковые материалы". Консультации направлены на получение индивидуального задания студента по разделу "Полупроводниковые материалы". По результатам выполняемой самостоятельной работы в рамках индивидуальных консультаций проводится подготовка к контрольной работе 2. Консультации проводит преподаватель МЭИ, ответственный за организацию работы по текущему контролю результатов освоение 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	
Знать:						
основные методы определения электрофизических параметров материалов электронной техники	ИД-2опк-6	+				Перекрестный опрос/КМ-1 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 2 Эксперимент/КМ-2 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 3
различные классы материалов, используемых в электронике и наноэлектронике, их параметры и основные физические свойства	ИД-2опк-6		+			Перекрестный опрос/КМ-3 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 4 Контрольная работа/КМ-4 Контрольная работа № 1 по разделам «Диэлектрические и проводниковые материалы»
Уметь:						
использовать физические законы и математические модели для описания процессов, происходящих в различных материалах	ИД-2опк-6			+		Перекрестный опрос/КМ-5 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 8 Перекрестный опрос/КМ-6 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 5
рассчитывать электрофизические параметры материалов электронной техники по данным измерений	ИД-2опк-6				+	Проверочная работа/КМ-7 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 7 Контрольная работа/КМ-8 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

4 семестр

Форма реализации:

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

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. КМ-8 Контрольная работа № 2 по разделам «магнитные, проводниковые и полупроводниковые материалы» (Контрольная работа)

Форма реализации: Выполнение задания

1. КМ-2 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 3 (Эксперимент)
2. КМ-5 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 8 (Перекрестный опрос)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-4 Контрольная работа № 1 по разделам «Диэлектрические и проводниковые материалы» (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. КМ-1 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 2 (Перекрестный опрос)
2. КМ-3 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 4 (Перекрестный опрос)
3. КМ-6 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 5 (Перекрестный опрос)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №4)

общепринятые правила

В диплом выставляется оценка за 4 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Колесов, С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебник для электротехнических и электромеханических специальностей вузов / С. Н. Колесов, И. С. Колесов . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Высшая школа, 2007 . – 535 с. - ISBN 978-5-06-005817-8 .;
2. Богородицкий, Н. П. Электротехнические материалы : Учебник для электротехнических и энергетических специальностей вузов / Н. П. Богородицкий, В. В. Пасынков, В. М. Тареев . – 6-е изд., перераб . – Л. : Энергоатомиздат, 1977 . – 352 с.;
3. Антипов, Б. Л. Материалы электронной техники: Задачи и вопросы : Учебник для вузов по специальностям электронной техники / Б. Л. Антипов, В. С. Сорокин, В. А. Терехов . – 3-е изд., стереотип . – СПб. : Лань-Пресс, 2003 . – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 5-8114-0410-7 .;

4. 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>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
4. Python;
5. Physical Reference Data;
6. OpenVPN;
7. GPSS World Student;
8. 7-zip.

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
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
9. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
10. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
11. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
12. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
13. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-317, Учебная лаборатория электротехнических, радиотехнических материалов и материалов электронной техники	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, доска меловая, лабораторный стенд, оборудование учебное, инвентарь учебный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для

работы		одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-200/3, Кабинет сотрудников каф. "АЭП"	стол, стул, шкаф, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-212, Аудитория каф. "АЭП"	стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, тумба

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Электротехническое материаловедение

(название дисциплины)

4 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 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 3 (Эксперимент)
 КМ-3 КМ-3 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 4 (Перекрестный опрос)
 КМ-4 КМ-4 Контрольная работа № 1 по разделам «Диэлектрические и проводниковые материалы» (Контрольная работа)
 КМ-5 КМ-5 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 8 (Перекрестный опрос)
 КМ-6 КМ-6 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 5 (Перекрестный опрос)
 КМ-7 КМ-7 Защиты лабораторных работ: лаб. работа № 7 (Проверочная работа)
 КМ-8 КМ-8 Контрольная работа № 2 по разделам «магнитные, проводниковые и полупроводниковые материалы» (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
		Неделя КМ:	2	4	6	8	10	12	14	15
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, %:			10	15	10	15	10	15	10	15