

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

Направление подготовки/специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Наименование образовательной программы: Радиоэлектронные системы и комплексы

Уровень образования: высшее образование - специалитет

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
РАДИОМАТЕРИАЛЫ И РАДИОКОМПОНЕНТЫ

| | |
|--|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Обязательная |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.О.14 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 3 семестр - 2; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 72 часа |
| Лекции | 3 семестр - 16 часов; |
| Практические занятия | не предусмотрено учебным планом |
| Лабораторные работы | 3 семестр - 16 часов; |
| Консультации | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| Самостоятельная работа | 3 семестр - 39,7 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: | |
| Лабораторная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Зачет с оценкой | 3 семестр - 0,3 часа; |

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

| | | |
|--|--|------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Зайцев Ю.В. |
| | Идентификатор | Rb7a6cef7-ZaitsevYV-c77407dc |

Ю.В. Зайцев

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Сизякова А.Ю. |
| | Идентификатор | R4eb30863-SiziakovaAY-83831ea7 |

А.Ю. Сизякова

Заведующий выпускающей
кафедрой

| | | |
|--|--|------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Куликов Р.С. |
| | Идентификатор | R7ef0b374-KulikovRS-e851162c |

Р.С. Куликов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Целью освоения дисциплины является формирование знаний по классификации, назначению и применению радиоматериалов и радиокомпонентов. Понимание физической сущности процессов, протекающих в проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалах в различных условиях эксплуатации. Изучение основных электрофизических, оптических, материалов. Изучение физических процессов и явлений, протекающих в радиоматериалах и радиокомпонентах

Задачи дисциплины

- изучение студентами основных явлений и процессов, происходящих в радиоматериалах и радиокомпонентах;;
- приобретение студентами знаний о различных классах материалов, используемых в электронике и нанoeлектронике;
- научить студентов выявлять наиболее существенные физические процессы, протекающие в радиоматериалах и радиокомпонентах;;
- изучение свойств материалов при изменении внешних условий или воздействий: температуры, электрических и магнитных полей и освещения;;
- изучение студентами методов измерения электрофизических характеристик радиоматериалов и радиокомпонентов;
- 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 представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики | ИД-2 _{ОПК-1} Применяет естественнонаучные знания, физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера | знать: - различные классы материалов, используемых в электронике и нанoeлектронике; - основные параметры и физические свойства диэлектрических, проводящих и полупроводниковых материалов. уметь: - использовать физические законы и математические модели для описания процессов, происходящих в различных материалах; - рассчитывать электрофизические параметры материалов электронной техники по данным измерений. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиоэлектронные системы и комплексы (далее – ОПОП), направления подготовки 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, уровень образования: высшее образование - специалитет.

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 2 зачетных единицы, 72 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 | 18 | 3 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <p><u>Проведение исследований:</u> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы: Лабораторная установка</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Изучение материалов по разделу Диэлектрические материалы и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Диэлектрические материалы"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Диэлектрические материалы" материалу.</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе</p> |
| 1.1 | Диэлектрические материалы | 18 | | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 10 | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | <p>"Диэлектрические материалы" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Проведение эксперимента:</u> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее оборудование:</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Диэлектрические материалы"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 2-7</p> |
| 2 | Проводниковые материалы | 18 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Изучение материалов по разделу Проводниковые материалы и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Проводниковые материалы". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Проводниковые материалы"</p> <p><u>Проведение исследований:</u> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы:</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе</p> | |
| 2.1 | Проводниковые материалы | 18 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Проводниковые материалы". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Проводниковые материалы"</p> <p><u>Проведение исследований:</u> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы:</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе</p> | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|--|
| | | | | | | | | | | | | | | необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Проводниковые материалы" материалу. <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Проводниковые материалы" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Проведение эксперимента:</u> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее оборудование: <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Проводниковые материалы" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 51-64 |
| 3 | Магнитные материалы | 18 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Изучение материалов по разделу Магнитные материалы и подготовка к контрольной работе | |
| 3.1 | Магнитные материалы | 18 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Изучение материала по разделу "Магнитные материалы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Задания ориентированы на решения минизадч по разделу "Магнитные | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----------------------------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | <p><u>Подготовка доклада, выступления:</u> Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты: <u>Проведение эксперимента:</u> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее оборудование: <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Магнитные материалы" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 43-48</p> |
| 4 | Полупроводниковые материалы | 17.7 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 9.7 | - | <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка домашнего задания:</u> Изучение материалов по разделу Полупроводниковые материалы и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Изучение материала по разделу "Полупроводниковые материалы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Полупроводниковые материалы". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания</p> | |
| 4.1 | Полупроводниковые материалы | 17.7 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 9.7 | - | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------|-----------|-----------|---|---|---|---|------------|-------------|-------------|---|---|
| Зачет с оценкой | 0.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | - | - |
| Всего за семестр | 72.0 | 16 | 16 | - | - | - | - | - | 0.3 | 39.7 | - | |
| Итого за семестр | 72.0 | 16 | 16 | - | - | - | - | 0.3 | 39.7 | | | |

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

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. 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. Пробой диэлектриков. Физические процессы в диэлектриках при электрическом, тепловом, и электрохимическом механизмах пробоя..

2. Проводниковые материалы

2.1. Проводниковые материалы

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. 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. 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..

3. Магнитные материалы

3.1. Магнитные материалы

Классификация веществ по магнитным свойствам. Ферро-, антиферро- и ферримагнетизм. Физическая природа ферромагнетизма. Доменные структуры.

Намагничивание ферромагнетика. Обменное взаимодействие. Петля гистерезиса. Магнитная проницаемость и ее зависимость от напряженности магнитного поля и температуры. Температура Кюри. 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). 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. 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. Алюмоиттриевые 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

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. Макроскопическая электродинамика. Единицы измерения частот электромагнитных волн. Экспериментальное определение оптических параметров. Соотношения Крамерса-Кронига. Спектр поглощения света. Микроскопическая теория диэлектрической функции. Собственное поглощение света при прямых переходах. Прямой край поглощения. Собственное поглощение света при не прямых переходах Экситонное поглощение света. Поглощение света свободными носителями заряда. Примесное поглощение. Решеточное поглощение и отражение. Спектроскопия рассеяния света. Спонтанное и вынужденное излучение атомов. Спектроскопия излучения. Люминесценция полупроводников. Стимулированное излучение в полупроводниках. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. Внутренний фотоэффект. Фотопроводимость. Релаксация фотопроводимости..

3.3. Темы практических занятий не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Лабораторная работа № 4 – Определение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь твердых диэлектриков (электроизоляционных материалов) на высоких частотах;
2. Лабораторная работа № 5 – Исследование электрической прочности твердых диэлектриков;
3. Лабораторная работа № 7 – Определение температурных зависимостей электрических сопротивлений проводниковых и полупроводниковых материалов;
4. Лабораторная работа № 8 – Исследование магнитных материалов.

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПП)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Магнитные материалы"

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Диэлектрические материалы"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Проводниковые материалы"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Магнитные материалы"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Полупроводниковые материалы"

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Диэлектрические материалы"
2. Консультации проводятся по разделу "Магнитные материалы"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Диэлектрические материалы"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Проводниковые материалы"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Магнитные материалы"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Полупроводниковые материалы"

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 параметры и физические свойства диэлектрических, проводящих и полупроводниковых материалов | ИД-2ОПК-1 | + | | | | Лабораторная работа/КМ-1. Определение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь |
| различные классы материалов, используемых в электронике и нанoeлектронике | ИД-2ОПК-1 | | + | | | Лабораторная работа/КМ-2 Лабораторная работа. Исследование электрической прочности твердых диэлектриков. |
| Уметь: | | | | | | |
| рассчитывать электрофизические параметры материалов электронной техники по данным измерений | ИД-2ОПК-1 | | | | + | Лабораторная работа/км-3 – Определение температурных зависимостей электрических сопротивлений проводниковых и полупроводниковых материалов |
| использовать физические законы и математические модели для описания процессов, происходящих в различных материалах | ИД-2ОПК-1 | | | + | | Лабораторная работа/км-4. Исследование магнитных материалов |

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: Выполнение задания

1. КМ-1. Определение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь (Лабораторная работа)
2. КМ-2 Лабораторная работа. Исследование электрической прочности твердых диэлектриков. (Лабораторная работа)
3. км-3 – Определение температурных зависимостей электрических сопротивлений проводниковых и полупроводниковых материалов (Лабораторная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. км-4. Исследование магнитных материалов (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №3)

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. 14-я Международная конференция по Микроволновым ферритам. Гиромагнитная электроника и электродинамика/ Эгер, Венгрия, 11-15 октября 1988 г. Т.1 = XIV International Conference on Microwave ferrites. Gyromagnetic Electronics and Electrodynamics : доклады / Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ), [и др.] . – М. : Изд-во МЭИ, 1998 . – 276 с. - Книга на англ. языке .;
2. "Acta Naturae", Издательство: "Парк-Медиа", Москва, 2019 - (96 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=563379>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
4. GNU Octave.

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 ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>

5. 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 | Н-202, Лекционная учебная аудитория | парта со скамьей, стул, трибуна, доска меловая, экран, колонки |
| | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| 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 |
| 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-201, Компьютерный читальный зал | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| 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

Радиоматериалы и радиокомпоненты

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 КМ-1. Определение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь (Лабораторная работа)
- КМ-2 КМ-2 Лабораторная работа. Исследование электрической прочности твердых диэлектриков. (Лабораторная работа)
- КМ-3 км-3 – Определение температурных зависимостей электрических сопротивлений проводниковых и полупроводниковых материалов (Лабораторная работа)
- КМ-4 км-4. Исследование магнитных материалов (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|-----------------------------|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 | 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, %: | | | 25 | 25 | 25 | 25 |