

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

---

Направление подготовки/специальность: 11.03.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Беспроводные технологии и интернет вещей

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

**Рабочая программа дисциплины**  
**РАДИОМАТЕРИАЛЫ И РАДИОКОМПОНЕНТЫ**

|   |  |
|---|--|
| <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.03.05</b>                      |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>                            | <b>2 семестр - 3;</b>                  |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>                             | <b>108 часов</b>                       |
| <b>Лекции</b>   | <b>2 семестр - 4 часа;</b>             |
| <b>Практические занятия</b>   | <b>2 семестр - 4 часа;</b>             |
| <b>Лабораторные работы</b>  | <b>не предусмотрено учебным планом</b> |
| <b>Консультации</b>   | <b>2 семестр - 2 часа;</b>             |
| <b>Самостоятельная работа</b>                                       | <b>2 семестр - 96,8 часа;</b>          |
| <b>в том числе на КП/КР</b>   | <b>не предусмотрено учебным планом</b> |
| <b>Иная контактная работа</b>                                       | <b>2 семестр - 0,9 часа;</b>           |
| <b>включая:</b><br><b>Контрольная работа</b><br><b>Тестирование</b> |  |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>                                    |  |
| <b>Зачет</b>  | <b>2 семестр - 0,3 часа;</b>           |

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

|   |  |                                  |
|---|--|----------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                  |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                  |
|   | Владелец   | Владимиров С.В.                  |
|   | Идентификатор                                      | R1aесbade-VladimirovSerV-5140f78 |

(подпись)

С.В. Владимиров

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

|   |  |                                |
|---|--|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|   | Владелец   | Крутских В.В.                  |
|   | Идентификатор                                      | R49539849-KrutskikhVV-f1575369 |

(подпись)

В.В. Крутских

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

|   |  |                                |
|---|--|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|   | Владелец   | Шалимова Е.В.                  |
|   | Идентификатор                                      | Rf4bb1f0c-ShalimovaYV-f267ebd6 |

(подпись)

Е.В. Шалимова

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

### Задачи дисциплины

- изучение основных явлений и процессов, происходящих в радиоматериалах и радиокомпонентах;
- изучение методов измерения электрофизических характеристик радиоматериалов и радиокомпонентов;
- приобретение 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-3 <sub>ОПК-1</sub> Применяет общеинженерные знания в инженерной деятельности для анализа и проектирования радиоэлектронных устройств и систем | знать:<br>- основные параметры и физические свойства диэлектрических и полупроводниковых материалов.<br><br>уметь:<br>- рассчитывать электрофизические параметры материалов электронной техники по данным измерений;<br>- 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 Беспроводные технологии и интернет вещей (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.01 Радиотехника, 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 3 зачетных единицы, 108 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                              | 22.8                  | 2       | 1  | -   | 1  | -            | 0.5 | -   | 0.2 | -  | 20.1              | -                                 | <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br/>Повторение материала по разделу "Диэлектрические материалы"</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br/>Изучение материалов по разделу Диэлектрические материалы и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br/>Изучение материала по разделу "Диэлектрические материалы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Диэлектрические материалы"</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизадоч по разделу "Диэлектрические 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><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], стр.20-70</p> |
| 1.1   | Диэлектрические потери                                 | 22.8                  |         | 1  | -   | 1  | -            | 0.5 | -   | 0.2 | -  | 20.1              | -                                 |   |

|     |   |      |  |   |   |   |   |     |   |     |   |    |   |   |
|-----|---|------|--|---|---|---|---|-----|---|-----|---|----|---|---|
| 2   | Проводниковые и полупроводниковые материалы | 45.4 |  | 2 | - | 2 | - | 1.0 | - | 0.4 | - | 40 | - | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Проводниковые и полупроводниковые материалы"  |
| 2.1 | Общие сведения о проводниках                | 22.7 |  | 1 | - | 1 | - | 0.5 | - | 0.2 | - | 20 | - | <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b>  |
| 2.2 | Полупроводники                              | 22.7 |  | 1 | - | 1 | - | 0.5 | - | 0.2 | - | 20 | - | Изучение материалов по разделу Проводниковые и полупроводниковые материалы и подготовка к контрольной работе<br><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Проводниковые и полупроводниковые материалы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Проводниковые и полупроводниковые материалы"<br><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Проводниковые и полупроводниковые 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:<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[2], стр. 70-100 |
| 3   | Магнитные материалы                         | 21.8 |  | 1 | - | 1 | - | 0.5 | - | 0.3 | - | 19 | - | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Магнитные материалы"  |
| 3.1 | Магнитные материалы                         | 21.8 |  | 1 | - | 1 | - | 0.5 | - | 0.3 | - | 19 | - | <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Магнитные материалы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях   |



## **3.2 Краткое содержание разделов**

### 1. Диэлектрические материалы

#### 1.1. Диэлектрические потери

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..

### 2. Проводниковые и полупроводниковые материалы

#### 2.1. 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..

#### 2.2. 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 А3В5, А2В6, А4В4 и их структура. Карбид кремния. Электропроводность полупроводников. Подвижность. Выращивание монокристаллов. Эффект Холла. Эффект Пельтье..

### 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..

## **3.3. Темы практических занятий**

1. Диэлектрические потери;
2. Общие сведения о проводниках;
3. Магнитные материалы.

## **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

## **3.5 Консультации**

### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Диэлектрические материалы"

2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Проводниковые и полупроводниковые материалы"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "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 и полупроводниковые материалы"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Магнитные 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<br>(в соответствии с разделом 1)                                 | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) |   |   | Оценочное средство<br>(тип и наименование)  |
|--|------------------|---|---|---|---|
|  |                  | 1   | 2 | 3 |   |
| <b>Знать:</b>  |                  |   |   |   |   |
| основные параметры и физические свойства диэлектрических и полупроводниковых материалов                            | ИД-3ОПК-1        |   |   | + | Тестирование/Исследование магнитных материалов  |
| <b>Уметь:</b>  |                  |   |   |   |   |
| использовать физические законы и математические модели для описания процессов, происходящих в различных материалах | ИД-3ОПК-1        | +   |   |   | Контрольная работа/Диэлектрическая проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь                                |
| рассчитывать электрофизические параметры материалов электронной техники по данным измерений                        | ИД-3ОПК-1        |   | + |   | Контрольная работа/Температурные зависимости электрических сопротивлений проводниковых и полупроводниковых 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**

**2 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Диэлектрическая проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь (Контрольная работа)
2. Исследование магнитных материалов (Тестирование)
3. Температурные зависимости электрических сопротивлений проводниковых и полупроводниковых материалов (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет (Семестр №2)*

Зачет определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

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

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

1. 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. 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. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

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

## 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, Компьютерный читальный зал  | 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****Радиоматериалы и радиокомпоненты**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Диэлектрическая проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь (Контрольная работа)
- КМ-2 Температурные зависимости электрических сопротивлений проводниковых и полупроводниковых материалов (Контрольная работа)
- КМ-3 Исследование магнитных материалов (Тестирование)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет.**

| Номер раздела | Раздел дисциплины                           | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 |
|---------------|---|------------|------|------|------|
|               |   | Неделя КМ: | 4    | 8    | 12   |
| 1             | Диэлектрические материалы                   |            |      |      |      |
| 1.1           | Диэлектрические потери                      |            | +    |      |      |
| 2             | Проводниковые и полупроводниковые материалы |            |      |      |      |
| 2.1           | Общие сведения о проводниках                |            |      | +    |      |
| 2.2           | Полупроводники                              |            |      | +    |      |
| 3             | Магнитные материалы                         |            |      |      |      |
| 3.1           | Магнитные материалы                         |            |      |      | +    |
| Вес КМ, %:    |   |            | 30   | 40   | 30   |