

**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**  
**ЭЛЕКТРОДИНАМИКА**

<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.03.06</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>5 семестр - 3;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>108 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>5 семестр - 4 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>5 семестр - 4 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>5 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>5 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>5 семестр - 0,9 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Тестирование</b> <b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>5 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крамм М.Н.
	Идентификатор	R07fd3885-KrammMN-8d6314d0

(подпись)

М.Н. Крамм

(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-f1575360

(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:** изучение и освоение методов описания и исследования электромагнитных явлений и приобретение навыков решения задач классической электродинамики

### Задачи дисциплины

- освоение фундаментальных понятий и законов электродинамики;
- овладение методами решения задач электродинамики при различных конфигурациях электромагнитного поля.

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-2 способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> Выбирает способы и средства измерений и проводит экспериментальные исследования	знать: - теорию электромагнитного поля и электромагнитного излучения и граничных условий; - основные законы и уравнения электродинамики.  уметь: - рассчитывать характеристики плоских волн; - рассчитывать характеристики волноводов; - использовать неоднородные уравнения; - анализировать поля, возбуждаемые элементарными излучателями.

## 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	Общие свойства электрических и магнитных полей. Основные законы и уравнения электродинамики. Уравнения Максвелла. Граничные условия	33.0	5	1.5	-	1.5	-	0.6	-	0.3	-	29.1	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Общие свойства электрических и магнитных полей. Основные уравнения электродинамики" <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Общие свойства электрических и магнитных полей. Основные уравнения электродинамики" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Общие свойства электрических и магнитных полей. Основные уравнения электродинамики и подготовка к контрольной работе <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Общие свойства электрических и магнитных полей. Основные уравнения электродинамики"</p>
1.1	Общие свойства электрических и магнитных полей.	10.8		0.5	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	9.5	-	
1.2	Основные законы и уравнения электродинамики. Уравнения Максвелла.	10.9		0.5	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	9.6	-	
1.3	Граничные условия	11.3		0.5	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	10	-	

														<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 9-48, стр. 70-79 [2], стр. 11-25
2	Электромагнитные волны. Направляющие системы и направляемые волны. Колебательные системы СВЧ. Объемные резонаторы.	34.0	1.5	-	1.5	-	0.6	-	0.4	-	30	-	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Система уравнений Максвелла. Потенциалы электромагнитного поля. Энергия и импульс электромагнитных полей" <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Система уравнений Максвелла. Потенциалы электромагнитного поля. Энергия и импульс электромагнитных полей" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.
2.1	Электромагнитные волны.	11.3	0.5	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	10	-	-	
2.2	Направляющие системы и направляемые волны.	11.4	0.5	-	0.5	-	0.2	-	0.2	-	10	-	-	
2.3	Колебательные системы СВЧ. Объемные резонаторы.	11.3	0.5	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	10	-	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Система уравнений Максвелла. Потенциалы электромагнитного поля. Энергия и импульс электромагнитных полей" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 49-69, стр.79-218 [2], стр. 47-85
3	Неоднородные уравнения. Элементарные излучатели	22.6	1.0	-	1.0	-	0.4	-	0.2	-	20	-	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Калибровочная инвариантность. Магнитостатика"
3.1	Неоднородные уравнения.	11.3	0.5	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	10	-	-	<b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения
3.2	Элементарные	11.3	0.5	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	10	-	-	

	излучатели													профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Калибровочная инвариантность. Магнитостатика" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></u> Изучение дополнительного материала по разделу "Калибровочная инвариантность. Магнитостатика" <u><b>Изучение материалов литературных источников:</b></u> [1], стр. 225 [2], стр. 150-157
	Зачет с оценкой	18.4	-	-	-	-	0.4	-	-	0.3	-	17.7		
	Всего за семестр	108.0	4.0	-	4.0	-	2.0	-	0.9	0.3	79.1	17.7		
	Итого за семестр	108.0	4.0	-	4.0		2.0		0.9	0.3		96.8		

**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. Общие свойства электрических и магнитных полей. Основные законы и уравнения электродинамики. Уравнения Максвелла. Граничные условия

##### 1.1. Общие свойства электрических и магнитных полей.

Введение. Экспериментальные данные, лежащие в основе электродинамики. Общая теория электромагнитного поля..

##### 1.2. Основные законы и уравнения электродинамики. Уравнения Максвелла.

Основные законы. Заряд. Основные понятия электродинамики. Свойства электростатических полей. Основные уравнения электродинамики. Уравнения Максвелла. Потенциалы электромагнитного поля. Энергия и импульс электромагнитных полей.

##### 1.3. Граничные условия

Граничные условия для векторов электромагнитного поля. Граничные условия для векторов электрического поля. Граничные условия для векторов магнитного поля. Условия для векторов электрического поля на границе раздела проводящих сред..

#### 2. Электромагнитные волны. Направляющие системы и направляемые волны. Колебательные системы СВЧ. Объемные резонаторы.

##### 2.1. Электромагнитные волны.

Плоские электромагнитные волны. Понятие волнового процесса. Уравнение Гельмгольца. Поляризация электромагнитных волн. Электромагнитные волны в средах с частотной дисперсией. Распространение электромагнитных волн. Падение плоской электромагнитной волны на границу раздела сред. Отражение электромагнитных волн. Формулы Френеля. Угол Брюстера..

##### 2.2. Направляющие системы и направляемые волны.

Классификация направляемых волн. Особенности направляемых волн. Прямоугольные и круглые волноводы. Волноводы сложного сечения. Возбуждение волноводов..

##### 2.3. Колебательные системы СВЧ. Объемные резонаторы.

Колебательные системы СВЧ. Объемные резонаторы. Способы возбуждения и включения объемных резонаторов..

#### 3. Неоднородные уравнения. Элементарные излучатели

##### 3.1. Неоднородные уравнения.

Неоднородные уравнения Максвелла. Неоднородное уравнение Гельмгольца..

##### 3.2. Элементарные излучатели

Элементарный электрический излучатель. Элементарный магнитный излучатель. Излучатель Гюйгенса..

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

1. Основные законы и уравнения электродинамики. Уравнения Максвелла.;
2. Граничные условия;
3. Электромагнитные волны.;
4. Направляющие системы и направляемые волны.;

5. Колебательные системы СВЧ. Объемные резонаторы.;
6. Неоднородные уравнения.;
7. Элементарные излучатели.

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

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общие свойства электрических и магнитных полей. Основные уравнения электродинамики"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Система уравнений Максвелла. Потенциалы электромагнитного поля. Энергия и импульс электромагнитных полей"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Калибровочная инвариантность. Магнитостатика"

### **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	
<b>Знать:</b>					
основные законы и уравнения электродинамики	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub>	+			Тестирование/Основные законы и уравнения электродинамики
теорию электромагнитного поля и электромагнитного излучения и граничных условий	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub>	+			Тестирование/Основные законы и уравнения электродинамики
<b>Уметь:</b>					
анализировать поля, возбуждаемые элементарными излучателями	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub>		+		Контрольная работа/Неоднородные уравнения и излучатели
использовать неоднородные уравнения	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub>			+	Контрольная работа/Неоднородные уравнения и излучатели
рассчитывать характеристики волноводов	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub>		+		Контрольная работа/Электромагнитные волны, волноводы, колебательные системы СВЧ и объемные резонаторы
рассчитывать характеристики плоских волн	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub>		+		Контрольная работа/Электромагнитные волны, волноводы, колебательные системы СВЧ и объемные резонаторы

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

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

#### **5 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Неоднородные уравнения и излучатели (Контрольная работа)
2. Основные законы и уравнения электродинамики (Тестирование)
3. Электромагнитные волны, волноводы, колебательные системы СВЧ и объемные резонаторы (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №5)*

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

В диплом выставляется оценка за 5 семестр.

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

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

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

1. Баскаков, С. И. Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие для радиотехнических специальностей вузов / С. И. Баскаков . – изд. стереотип . – М. : Эдиториал УРСС, 2015 . – 416 с. – (Классика инженерной мысли: радиотехника) . - ISBN 978-5-397-05023-4 .;
2. Крамм М. Н.- "Сборник задач по основам электродинамики", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2022 - (256 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/210614>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

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

### **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. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>

5. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

6. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>

7. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>

8. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

9. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru>; <http://docs.cntd.ru/>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, 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-2006, 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

## Электродинамика

(название дисциплины)

## 5 семестр

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

КМ-1 Основные законы и уравнения электродинамики (Тестирование)

КМ-2 Электромагнитные волны, волноводы, колебательные системы СВЧ и объемные резонаторы (Контрольная работа)

КМ-3 Неоднородные уравнения и излучатели (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	3	6	9
1	Общие свойства электрических и магнитных полей. Основные законы и уравнения электродинамики. Уравнения Максвелла. Граничные условия				
1.1	Общие свойства электрических и магнитных полей.		+		
1.2	Основные законы и уравнения электродинамики. Уравнения Максвелла.		+		
1.3	Граничные условия		+		
2	Электромагнитные волны. Направляющие системы и направляемые волны. Колебательные системы СВЧ. Объемные резонаторы.				
2.1	Электромагнитные волны.			+	
2.2	Направляющие системы и направляемые волны.			+	
2.3	Колебательные системы СВЧ. Объемные резонаторы.				+
3	Неоднородные уравнения. Элементарные излучатели				
3.1	Неоднородные уравнения.				+
3.2	Элементарные излучатели				+
Вес КМ, %:			33,3	33,3	33,4