

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

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.03.06
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	5 семестр - 4 часа;
Практические занятия	5 семестр - 4 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	5 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	5 семестр - 96,8 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	5 семестр - 0,9 часа;
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	5 семестр - 0,3 часа;

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 _{ОПК-2} 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><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Общие свойства электрических и магнитных полей. Основные уравнения электродинамики" <u>Подготовка домашнего задания:</u> 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. <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Общие свойства электрических и магнитных полей. Основные уравнения электродинамики и подготовка к контрольной работе <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> 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	-	

													<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Система уравнений Максвелла. Потенциалы электромагнитного поля. Энергия и импульс электромагнитных полей" <u>Подготовка домашнего задания:</u> 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	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Система уравнений Максвелла. Потенциалы электромагнитного поля. Энергия и импульс электромагнитных полей" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Калибровочная инвариантность. Магнитостатика"
3.1	Неоднородные уравнения.	11.3	0.5	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	10	-	<u>Подготовка домашнего задания:</u> 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>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Калибровочная инвариантность. Магнитостатика" <u>Изучение материалов литературных источников:</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	
Знать:					
основные законы и уравнения электродинамики	ИД-2 _{ОПК-2}	+			Тестирование/Основные законы и уравнения электродинамики
теорию электромагнитного поля и электромагнитного излучения и граничных условий	ИД-2 _{ОПК-2}	+			Тестирование/Основные законы и уравнения электродинамики
Уметь:					
анализировать поля, возбуждаемые элементарными излучателями	ИД-2 _{ОПК-2}		+		Контрольная работа/Неоднородные уравнения и излучатели
использовать неоднородные уравнения	ИД-2 _{ОПК-2}			+	Контрольная работа/Неоднородные уравнения и излучатели
рассчитывать характеристики волноводов	ИД-2 _{ОПК-2}		+		Контрольная работа/Электромагнитные волны, волноводы, колебательные системы СВЧ и объемные резонаторы
рассчитывать характеристики плоских волн	ИД-2 _{ОПК-2}		+		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
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