

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Трехгорный технологический институт–

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ТТИ НИЯУ МИФИ)

**КАФЕДРА
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ, КОНСТРУИРОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ
ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора

Т.В.Труфанова

«25» _____ июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ЭЛЕКТРОДИНАМИКА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН»

Специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Специализация: Проектирование и технология радиоэлектронных систем и комплексов

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная

Трехгорный
2025

1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины

Целями освоения дисциплины «Электродинамики и распространение радиоволн» являются формирование у студентов целостного представления о теории электромагнитного поля и закономерностях распространения радиоволн, а также обучение знаниям и навыкам, которые необходимы для решения практических задач в области радиотехники, телекоммуникаций и смежных направлениях.

1.2 Задачи дисциплины

Задачами дисциплины являются: изучение теоретических основ электродинамики и распространения радиоволн и их практического применения; получение знаний и навыков, необходимых для освоения следующих дисциплин: «Микроэлектроника СВЧ устройств», «Микропроцессоры и микроконтроллеры»; при выполнении курсового и дипломного проектирования и в практической деятельности инженера.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Электродинамика и распространение радиоволн» относится к обязательной части блока дисциплин учебного плана. Освоение обучающимися дисциплины опираются на знания, умения и навыки, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин:

- материалы и компоненты электронных средств;
- электротехника;
- физика (электричество и магнетизм).

Знания, умения и навыки, полученные при освоении дисциплины, являются необходимыми для освоения последующих дисциплин:

- физические эффекты в радиоэлектронике;
- интегральные устройства электроники;
- физические основы микро- и наноэлектроники;

а также при прохождении учебной, производственной практик и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Компетенции студента, формируемые в результате освоения учебной дисциплины

Изучение дисциплины «Электродинамика и распространение радиоволн» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

- способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-4).

3.2 Перечень результатов образования, формируемых дисциплиной, с указанием уровня их освоения

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации.

уметь:

- выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования.

владеть:

- способами обработки, представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений.

3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
Профессиональный модуль		
Профессиональное воспитание	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Основы научных исследований", «"Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Введение в специальность", "Основы научных исследований", "Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-

		исследовательской работы)" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
	- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20); - формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21); - формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
	- формирование культуры информационной безопасности (B23)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.
	УГНС 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи»: - формирование навыков коммуникации и командной работы при разработке электронных средств (B27);	1. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Основы конструирования электронных средств", "Схемо- и системотехника электронных средств", "Технология производства электронных средств", "Конструирование механизмов и несущих конструкций радиоэлектронных средств", "Конструирование деталей и узлов радиоэлектронных средств» для

	- формирование культуры безопасности при работе в электромонтажной и электрорадиомонтажной лаборатории (B28)	формирования профессиональной коммуникации, а также привития навыков командной работы за счет использования методов коллективных форм познавательной деятельности, командного выполнения учебных заданий по разработке электронных средств, курсовых работ/проектов и защиты их результатов; 2. Использование воспитательного потенциала учебной практики и профильной дисциплины "Технология поверхностного монтажа" для формирования культуры безопасности при работе в электромонтажной и электрорадиомонтажной лаборатории через выполнение студентами практических заданий.
--	---	--

4 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины в 5 семестре составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел*
			Лекции	Лаб. работы	Прак. работы	Самост. работа			
5 семестр									
1	Раздел 1	1-4	8	-	9	9	ДЗ1	Т1	10
2	Раздел 2	5-9	10	-	9	9	ДЗ2	КР1	15
3	Раздел 3	10-13	8	-	9	9	РГР	Т2	10
4	Раздел 4	14-18	10	-	9	9	ТЗ	КР2	15
Итого			36	-	36	36			50
Зачет с оценкой			-						50
Итого за семестр									100

4.1 Содержание лекций

Раздел 1. Основные законы и методы электродинамики.

Тема 1.1. Уравнения Максвелла – постулаты электродинамики; интегральная и дифференциальная форма записи, физический смысл уравнений.

Тема 1.2. Значение сторонних источников поля в уравнениях Максвелла.

Тема 1.3. Метод комплексных амплитуд (МКА) и его применение к уравнениям Максвелла.

Тема 1.4. Метод электродинамических потенциалов.

Тема 1.5. Понятие о плоских и сферических волнах.

Тема 1.6. Параметры, характеризующие распространение плоских электромагнитных волн в среде.

Тема 1.7. Классификация сред по проводимости.

Тема 1.8. Особенности распространения плоских электромагнитных волн в средах с малой проводимостью.

Раздел 2. Излучатели электромагнитных волн и линии передачи.

Тема 2.1. Особенности распространения плоских электромагнитных волн в проводнике.

Тема 2.2. Излучение электромагнитных волн элементарными излучателями.

Тема 2.3. Понятие об элементарных излучателях электромагнитных волн.

Тема 2.4. Вывод формул, описывающих электромагнитное поле элементарного электрического вибратора (ЭЭВ). Мощность излучения и коэффициент направленного действия ЭЭВ.

Тема 2.5. Общие сведения о линиях передачи. Назначение и классификация линий передачи.

Тема 2.6. Первичные параметры линий передачи.

Раздел 3. Длинные и сверхдлинные волны. Линии передачи. Ионосфера.

Тема 3.1. Волновые или вторичные параметры линий передачи.

Тема 3.2. Коэффициент отражения в линии передачи с произвольной нагрузкой.

Тема 3.3. Устройство круговой диаграммы полных сопротивлений.

Тема 3.4. Режимы работы линий передачи.

Тема 3.5. Особенности распространения длинных и сверхдлинных волн.

Тема 3.6. Расчёт напряжённости поля в подстилающей поверхности.

Тема 3.7. Элементная база передающих и приёмных средств, антенные устройства, используемые в диапазоне длинных и сверхдлинных волн.

Тема 3.8. Экспериментальные данные о строении ионосферы.

Тема 3.9. Диэлектрическая проницаемость и проводимость ионосферы.

Раздел 4. Особенности распространения УКВ и методы расчёта электромагнитных полей.

Тема 4.1. Определение напряжённости электрического поля в месте приёма и определение наименьших применимых частот (НПЧ).

Тема 4.2. Особенности распространения ультракоротких волн (УКВ).

Тема 4.3. Поле элементарного электрического вибратора, поднятого над плоской земной поверхностью.

Тема 4.4. Интерференционная формула Введенского.

Тема 4.5. Учёт сферичности земной поверхности при пользовании интерференционными формулами.

Тема 4.6. Распространение УКВ на космических радиолниях.

Тема 4.7. Рефракция радиоволн в тропосфере.

Тема 4.8. Эквивалентный радиус Земли.

Тема 4.9. Основное уравнение радиолокации.

Тема 4.10. Распространение УКВ на большие расстояния в условиях сверхрефракции.

4.2 Тематический план практических работ

1. Анализ уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах.
2. Расчёт параметров плоских электромагнитных волн.
3. Исследование режимов работы длинных линий.
4. Работа с круговой диаграммой полных сопротивлений (диаграммой Смита).
5. Расчёт поля элементарного электрического вибратора.
6. Анализ распространения УКВ с учётом рельефа и атмосферы.

4.3 Самостоятельная работа студентов

Самостоятельное изучение лекционного материала по темам:

- 1) плоские электромагнитные волны в безграничной среде с потерями;
- 2) комплексная диэлектрическая проницаемость среды;
- 3) направленные свойства ЭЭВ;
- 4) виды помех и влияние их на качество радиоприёма;
- 5) особенности распространения коротких радиоволн;
- 6) определение максимальных применимых частот (МПЧ).

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с компетентностным подходом выпускник вуза должен не просто обладать определенной суммой знаний, а уметь при помощи этих знаний решать конкретные задачи производства.

Учитывая требования ОС НИЯУ МИФИ ВО по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Лекционные занятия проводятся в специализированной аудитории с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации. Учебные материалы предъявляются обучающимся для ознакомления и изучения, основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением и контролем конспекта.

Практические занятия проводятся также с применением мультимедийного проектора с разбором типовых решений.

Текущий контроль знаний студентов по отдельным разделам и в целом по дисциплине проводится в форме компьютерного или бумажного тестирования, а также выполнением самостоятельных работ по решению задач.

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Фонд оценочных средств позволяет оценить знания, умения, навыки и уровень приобретенных компетенций. Фонд оценочных средств по дисциплине включает:

6.1 Комплект заданий для текущего контроля успеваемости.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Вергелес, С. Н. Теоретическая физика. Квантовая электродинамика: учебник для вузов / С. Н. Вергелес. – 4-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 262 с. – (Высшее образование). – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/584566>.

2. Потапов, Л. А. Электродинамика и распространение радиоволн: учебник для вузов / Л. А. Потапов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 196 с. – (Высшее образование). – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/598713>.

3. Лотов, К. В. Физика сплошных сред: учебник для вузов / К. В. Лотов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 135 с. – (Высшее образование). – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/565365>.

4. Гершанок, В. А. Теория поля: учебник для вузов / В. А. Гершанок, Н. И. Дергачев. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 278 с. – (Высшее образование). – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/590661>.

7.2 Дополнительная литература

1. Ан, А. Ф. Основы классической электродинамики: учебное пособие / А. Ф. Ан, А. В. Самохин. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2025. – 204 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/148382>.

2. Зырянов, Ю. Т. Основы радиотехнических систем / Ю. Т. Зырянов, О. А. Белоусов, П. А. Федюнин. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2025. – 192 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/336197>.

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

ДИСЦИПЛИНЫ

Кабинет электрических машин и аппаратов для проведения лекций и практических занятий:

Доступ к сети Интернет;

Комплект мультимедийного оборудования:

Проектор Epson;

Экран настенный;

Ноутбук Lenovo IdeaPad 570 15.6" с возможностью подключения к сети «Интернет» (обеспечен лицензионным и свободно распространяемым программным обеспечением, в том числе отечественного производства);

Комплект учебного оборудования «Основы электрических машин и электропривода» – 3 шт.;

Комплект учебного оборудования «Электрические аппараты» – 3 шт.;

Стол преподавателя;

Стул преподавателя;

Столы ученические – 12 шт.;

Стулья ученические – 24 шт.

Помещение для самостоятельной работы.

Библиотека ТТИ НИЯУ МИФИ, читальный зал с выходом в сеть Интернет и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде:

Персональный компьютер (обеспечен лицензионным и свободно распространяемым программным обеспечением, в том числе отечественного производства) – 10 шт.;

Проектор;

Экран;

Принтер;

Выставочные шкафы – 4 шт.,

Стол ученические – 12 шт.,

Стулья ученические – 24 шт.