

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы бакалавриата  
по направлению подготовки  
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и  
системы связи,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **Распространение радиоволн**

Направление подготовки: 11.03.02                      Инфокоммуникационные  
технологии и системы связи

Направленность (профиль): Системы мобильной связи и сетевые  
технологии на транспорте

Форма обучения:    Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 167783  
Подписал: руководитель образовательной программы  
Киселёва Анастасия Сергеевна  
Дата: 18.12.2024

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины «Распространение радиоволн» является формирование у обучающихся компетенций в соответствии с требованиями образовательного стандарта и ознакомление студентов с основами макроскопической электродинамики и методами анализа волноводных и колебательных систем.

Задачи дисциплины включают в себя приобретение обучающимися знаний, умений и навыков в области распространения радиоволн, связанных с ними явлений и применении радиоволн для организации беспроводных систем связи.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ПК-9** - Способен эксплуатировать сети радиодоступа.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

### **Знать:**

- основные законы распространения электромагнитных волн в различных средах, в том числе в направляющих системах.

### **Уметь:**

- анализировать структуру электромагнитного поля, определять структуру электромагнитной волны по её классу и типу и наоборот.

### **Владеть:**

- навыками расчёта основных параметров электромагнитных полей и волн.

## 3. Объем дисциплины (модуля).

### 3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами,

привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №4
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	16	16
Занятия семинарского типа	32	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 60 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля).

##### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Основные законы электромагнитного поля и уравнения Максвелла. Рассматриваемые вопросы: - уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах; - энергетические характеристики и баланс энергии поля; - граничные условия для векторов электромагнитного поля.
2	Плоские электромагнитные волны. Рассматриваемые вопросы: - уравнение Гельмгольца; - плоские волны и их характеристики; - поляризация электромагнитных волн; - электромагнитные волны в средах с частотной дисперсией; - групповая скорость. Распространение электромагнитных волн в плазме, в анизотропных средах; - падение плоских волн на границу раздела сред; - полное внутреннее отражение; - падение плоской электромагнитной волны на диэлектрическое полупространство с потерями; - приближенные граничные условия Леонтовича.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
3	<p><b>Волноводы.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- прямоугольный и круглый металлические волноводы;</li> <li>- критические частоты, дисперсионная характеристика волновода;</li> <li>- структура силовых линий низших типов волн в волноводах;</li> <li>- некоторые способы возбуждения прямоугольных и круглых волноводов;</li> <li>- волноводы с волнами типа Т;</li> <li>- затухание волн в волноводах.</li> </ul>
4	<p><b>Колебательные системы СВЧ.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- прямоугольный и круглый резонаторы;</li> <li>- структура силовых линий электромагнитного поля для различных типов колебаний в резонаторах;</li> <li>- добротность объемных резонаторов.</li> </ul>
5	<p><b>Неоднородные уравнения Максвелла.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- элементарные излучатели;</li> <li>- неоднородное уравнение Гельмгольца и его решение в случае возбуждения свободного пространства заданными сторонними источниками;</li> <li>- элементарные электрический и магнитный излучатели: структура поля, диаграммы направленности, сопротивление излучения, коэффициент направленного действия.</li> </ul>
6	<p><b>Распространение радиоволн</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- распространение радиоволн в нейтральной атмосфере и в свободном пространстве.</li> </ul>
7	<p><b>Распространение радиоволн</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- область пространства, существенная для распространения радиоволн.</li> </ul>

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p><b>Решение задач на излучение ЭМВ</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решение задач на излучение ЭМВ элементарными электрическими и магнитными диполями.</li> </ul>
2	<p><b>Определение размеров волноводов и характеристик ЭМП</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение размеров волноводов и характеристик ЭМП в прямоугольном и круглом волноводах.</li> </ul>
3	<p><b>Энергия магнитного поля.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- энергия магнитного поля соленоида и тороида;</li> <li>- объемная плотность энергии.</li> </ul>
4	<p><b>Параметры линий радиосвязи</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение параметров линий радиосвязи в свободном пространстве.</li> </ul>
5	<p><b>Расчет напряженности ЭМП</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчет напряженности ЭМП на радиоприемных линиях, проходящих вблизи поверхности Земли.</li> </ul>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
6	Антенны Рассматриваемые вопросы: - характеристики антенн; - способы создания направленного радиоизлучения.
7	Антенны Рассматриваемые вопросы: - коэффициент отражения радиоволн от поверхности; - распространение радиоволн в случае антенн, приподнятых над землей; - формула Введенского.
8	Распространение радиоволн в нейтральной атмосфере и в свободном пространстве Рассматриваемые вопросы: - особенности распространения радиоволн в нейтральной атмосфере и в свободном пространстве. Уравнения Максвелла. Решение для распространяющейся электромагнитной волны.
9	Распространение радиоволн в ионосфере и иных проводящих средах Рассматриваемые вопросы: - решение системы дифференциальных уравнений Максвелла для проводящей среды. Особенности распространения радиоволн в ионосфере.
10	Область пространства, существенная для распространения радиоволн Рассматриваемые вопросы: - принципы Гюйгенса-Френеля, позволяющие оценить форму и размеры области пространства, существенной для распространения радиоволн.
11	Коэффициент отражения радиоволн от земной поверхности. Влияние шероховатости поверхности на отражение радиоволн Рассматриваемые вопросы: - изменчивость коэффициента отражения радиоволн от земной поверхности в зависимости от поляризации падающего радиоизлучения и от угла падения. Влияние шероховатости поверхности на отражение радиоволн - критерий Релея.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделами дисциплины
2	Работа с лекционным материалом
3	Подготовка к практическим занятиям
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	лектромагнитные поля и волны : учебное пособие / В. А. Замотринский, Ж. М. Соколова, Е. В. Падусова, Л. И. Шангина. — Москва : ТУСУР, 2012. — 188 с. — ISBN 5-86889-318-2.	<a href="https://e.lanbook.com/book/110413">https://e.lanbook.com/book/110413</a>
2	Фальковский, О. И. Техническая электродинамика : учебник / О. И. Фальковский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-0980-8.	<a href="https://e.lanbook.com/book/210371">https://e.lanbook.com/book/210371</a>
3	Фальковский, О. И. Техническая электродинамика : учебник / О. И. Фальковский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-0980-8.	<a href="https://e.lanbook.com/book/210371">https://e.lanbook.com/book/210371</a>
4	Милютин, Е. Р. Основы технической электродинамики / Е. Р. Милютин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 184 с. — ISBN 978-5-507-44519-6.	<a href="https://e.lanbook.com/book/230411">https://e.lanbook.com/book/230411</a>

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru));

Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (<http://window.edu.ru>);

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>);

Поисковые системы «Яндекс» для доступа к тематическим информационным ресурсам;

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» — <http://e.lanbook.com/>;

Электронно-библиотечная система [ibooks.ru](http://ibooks.ru) — <http://ibooks.ru/>;

Электронно-библиотечная система «УМЦ» — <http://www.umczdt.ru/>;

Электронно-библиотечная система «Intermedia» — <http://www.intermediapublishing.ru/>;

Электронно-библиотечная система «BOOK.ru» — <http://www.book.ru/>;

Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» — <http://www.znanium.com/>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

1. Microsoft Internet Explorer (или другой браузер);
2. Операционная система Microsoft Windows;
3. Microsoft Office.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Для проведения аудиторных занятий и самостоятельной работы требуется:

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключённым к сети INTERNET.

2. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской.

3. Компьютерный класс. Рабочие места студентов в компьютерном классе, подключённые к сети INTERNET

4. Для проведения практических занятий: компьютерный класс; компьютеры с минимальными требованиями.

Технические требования к оборудованию для осуществления учебного процесса с использованием дистанционных образовательных технологий:

колонки, наушники или встроенный динамик (для участия в аудиоконференции);

микрофон или гарнитура (для участия в аудиоконференции);

веб-камеры (для участия в видеоконференции);

для ведущего: компьютер с процессором Intel Core 2 Duo от 2 ГГц (или аналог) и выше, от 2 Гб свободной оперативной памяти.

9. Форма промежуточной аттестации:

Экзамен в 4 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, к.н. кафедры «Системы  
управления транспортной  
инфраструктурой»

Е.В. Гусарова

Согласовано:

Директор

Б.В. Игольников

Руководитель образовательной  
программы

А.С. Киселёва

Председатель учебно-методической  
комиссии

Д.В. Паринов