

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
А.В. Корячко

Электромагнитные поля и волны. Ч.2

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Электронных приборов**

Учебный план 11.03.04_23_00.plx
 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	48,25	48,25	48,25	48,25
Контактная работа	48,25	48,25	48,25	48,25
Сам. работа	51	51	51	51
Часы на контроль	8,75	8,75	8,75	8,75
Итого	108	108	108	108

г. Рязань

Программу составил(и):

к.ф.-м.н., доц., Глебова Т.А.

Рабочая программа дисциплины

Электромагнитные поля и волны. Ч.2

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

составлена на основании учебного плана:

11.03.04 Электроника и наноэлектроника

утвержденного учёным советом вуза от 28.04.2023 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электронных приборов

Протокол от 26.05.2023 г. № 5

Срок действия программы: 2023-2027 уч.г.

Зав. кафедрой Чиркин Михаил Викторович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Электронных приборов

Протокол от _____ 2024 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Электронных приборов

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Электронных приборов

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры

Электронных приборов

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью освоения дисциплины «Электромагнитные поля и волны», часть 2 является освоение студентами теории электромагнитных волн в направляющих системах, объемных резонаторах, анализу излучения электромагнитных волн и особенностям их распространения в направляющих системах и свободном пространстве, основ передачи информации с помощью электромагнитных волн.
1.2	Задачи дисциплины:
1.3	1. формирование научных представлений о механизмах излучения и распространения электромагнитных волн в различных средах и направляющих системах; формирование представлений об электродинамических процессах в направляющих системах и объемных резонаторах; изучение основ передачи информации с помощью электромагнитных волн.
1.4	2. подготовка и представление анализа научно-технической информации, применение стандартных пакетов прикладных программ для математического моделирования электродинамических процессов, проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств.
1.5	3. систематизация и закрепление практических навыков и умений по расчету электромагнитных полей в направляющих системах и объемных резонаторах, полей элементарных излучателей и простейших направленных антенн.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Информационные технологии
2.1.2	Твердотельная электроника
2.1.3	Технологические процессы нанoeлектроники
2.1.4	Цифровая обработка сигналов в электронных устройствах
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Конструирование микро- и наносистем
2.2.2	Микросхемотехника
2.2.3	Научно-исследовательская практика
2.2.4	Процессы микро- и нанотехнологии
2.2.5	Современные информационные технологии в микро- и наносистемной технике
2.2.6	Современные твердотельные датчики
2.2.7	Физика наносистем
2.2.8	Электронные и ионные приборы
2.2.9	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.10	Неупорядоченные полупроводники
2.2.11	Оптоэлектроника и квантовая оптика
2.2.12	Преддипломная практика
2.2.13	Производственная практика
2.2.14	Функциональные узлы электронных устройств

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ПК-1: Способен строить физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования и проводить анализ результатов
ПК-1.1. Проводит моделирование и исследования функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения

Знать основные законы классической и особенности современной научной картины мира для целенаправленного поиска новых знаний и умений в сфере будущей профессиональной деятельности. Уметь анализировать и выделять то новое, что позволяет выстраивать адекватную современному уровню знаний научную картину мира. Владеть анализировать физическую сущность процессов при распространении электромагнитных волн в средах, обладающих различными электрическими и магнитными свойствами; направляющих системах и объемных резонаторах, в том числе при использовании их в различных приборах электронной техники, адаптировать современные методы расчета данных процессов к потребностям электроники и нанoeлектроники.
--

ПК-2: Способен анализировать, систематизировать и обобщать результаты исследований приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения

ПК-2.1. Анализирует научные данные, результаты экспериментов и наблюдений

Знать современные парадигмы и проблемы в области расчета и анализа электромагнитных полей, электродинамических процессов в направляющих системах, процессов излучения и распространения электромагнитных волн, особенности современного этапа развития науки об электро-динамических системах и процессах и практики их применения. Уметь анализировать физическую сущность процессов при распространении электромагнитных волн в средах, обладающих различными электрическими и магнитными свойствами; направляющих системах и объемных резонаторах, в том числе при использовании их в различных приборах электронной техники, адаптировать современные методы расчета данных процессов к потребностям электроники и нанoeлектроники Владеть методами применения соответствующего физико-математического аппарата для расчета и анализа электромагнитных полей, процессов излучения и распространения электромагнитных волн.
--

ПК-2.2. Систематизирует и обобщает результаты исследований приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, представляет материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций

Знать методы поиска и анализа научно-технической информации в области исследования электромагнитных полей и волновых процессов с использованием современных приборов и устройств. Уметь самостоятельно осуществлять поиск информации о современных способах исследования электромагнитных полей и волновых процессов с использованием современных приборов и устройств. Владеть Методами работы с учебной, научной литературой, публикациями в научных журналах и сети интернет в области электромагнитных полей и волновых процессов с использованием современных приборов и устройств, способами осмысления и критического анализа научной информации.
--

ПК-3: Способен разрабатывать и анализировать технологические процессы изготовления устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения

ПК-3.2. Проводит анализ технических требований, предъявляемых к изделиям электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения

Знать инновационные и вариативные концепции, модели, технологии и приемы обработки и представления экспериментальных данных. Уметь применять на практике основные приемы и программные средства обработки и представления данных в соответствии с поставленной задачей анализа и расчета электромагнитных процессов в различных средах и направляющих системах, анализировать результаты расчетов и обосновывать полученные выводы. Владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных.
--

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	проявления, физическую суть и математические модели явлений электромагнетизма, излучения и распространения электромагнитных волн; схемы экспериментов для их демонстрации, правила проведения измерений электромагнитных полей и волн.
3.2	Уметь:
3.2.1	решать базовые задачи в пределах материала курса, пользоваться типовыми приборами для измерения электромагнитных полей и спектрального анализа, производить соответствующие измерения.
3.3	Владеть:

3.3.1	навыками проведения экспериментов в области электромагнетизма, излучения и распространения электромагнитных волн, навыками работы с литературой и интернет источниками.
-------	---

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Передача информации с помощью электромагнитных волн. Элементы теории электрических сигналов.					
1.1	Временное и спектральное представление сигналов. Спектральное представление периодических негармонических сигналов. Преобразование Фурье. /Тема/	6	0			
1.2	/Лек/	6	2	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.6 Л1.7 Л1.10	Зачет
1.3	/Ср/	6	4			Зачет
1.4	Спектры простейших периодических сигналов. Понятие практической ширины спектра. Спектр непериодического сигнала. Интеграл Фурье. Понятие спектральной плотности. /Тема/	6	0			
1.5	/Лек/	6	2	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.6 Л1.7	Зачет
1.6	/Ср/	6	4			Зачет
1.7	Модуляция сигналов. Виды модуляции; демодуляция. Спектры сигналов при различных видах модуляции. /Тема/	6	0			
1.8	/Лек/	6	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.6 Л1.7 Л1.10	Зачет
1.9	Спектры сигналов при различных видах модуляции /Лаб/	6	4			Зачет
1.10	/Ср/	6	6			Зачет
	Раздел 2. Направляемые электромагнитные волны					
2.1	Направляющие системы. Частотные диапазоны и типы направляемых волн. Волны в прямоугольном волноводе. Условия распространения, критическая длина волны, фазовая скорость и длина волны в волноводе. /Тема/	6	0			
2.2	/Лек/	6	4	ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.2 Л1.3 Л1.5	Зачет
2.3	/Лаб/	6	4			Зачет
2.4	/Ср/	6	6			Зачет
2.5	Объемные резонаторы. Свойства полей резонаторов. Возбуждение волн в волноводах и резонаторах. /Тема/	6	0			
2.6	/Лек/	6	2		Л1.12	Зачет
2.7	/Ср/	6	4			Зачет
	Раздел 3. Излучение электромагнитных волн					

3.1	Неоднородные уравнения Максвелла (для областей, содержащих источники электромагнитного поля). Неоднородные волновые уравнения. Электродинамические потенциалы. /Тема/	6	0			
3.2	/Лек/	6	2	ПК-3.2-3 ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.5 Л1.9	Зачет
3.3	/Ср/	6	4			Зачет
3.4	Элементарный электрический излучатель. Диполь Герца. Структура поля элементарного электрического излучателя. Особенности поля элементарного излучателя в ближней зоне, дальней зоне. /Тема/	6	0			
3.5	/Лек/	6	4	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.9 Л1.12	Зачет
3.6	/Лаб/	6	4			Зачет
3.7	/Ср/	6	6			Зачет
3.8	Основные параметры, характеризующие элементарный электрический излучатель. Диаграмма направленности. Мощность и сопротивление излучения, коэффициент направленного действия. /Тема/	6	0			
3.9	/Лек/	6	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.5 Л1.9	Зачет
3.10	/Ср/	6	3			Зачет
3.11	Элементарный излучатель в режиме приема. Согласование приемной и передающей антенн по поляризации. Лемма Лоренца. Условие выделения максимальной мощности в на-грузке приемной антенны. Элементарный магнитный излучатель. Элементарная рамочная антенна. /Тема/	6	0			
3.12	/Лек/	6	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.5 Л1.9	Зачет
3.13	/Ср/	6	4			Зачет
3.14	Направленные антенны. Фазированные антенные решетки. Характеристики ФАР. /Тема/	6	0			
3.15	/Лек/	6	4	ПК-3.2-3 ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.7 Л1.11	Зачет
3.16	/Лаб/	6	4			Зачет
3.17	/Ср/	6	6			Зачет
	Раздел 4. Распространение электромагнитных волн в свободном пространстве					
4.1	Классификация волн по диапазонам частот и механизму распространения. Особенности распространения волн различных диапазонов. Критерий Релея. Область пространства, существенная при распространении электромагнитных волн. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля и Фраунгофера. Понятие о функции ослабления. /Тема/	6	0			

4.2	/Лек/	6	4	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.5 Л1.13	Зачет
4.3	/Ср/	6	4			Зачет
Раздел 5. Промежуточная аттестация						
5.1	Сдача зачета /Тема/	6	0			
5.2	/ИКР/	6	0,25			
5.3	Подготовка к зачету /Тема/	6	0			
5.4	/Зачёт/	6	8,75		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11 Л1.12 Л1.13	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Электромагнитные поля и волны ч.2")

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Замотринский В. А., Соколова Ж. М., Падусова Е. В., Шантана Л. И.	Электромагнитные поля и волны : учебное пособие	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012, 181 с.	5-86889-318-2, http://www.iprbookshop.ru/72228.html
Л1.2	Рафиков Р.А.	Введение в аналоговую радиоэлектронику	М.: Белый ветер, 2012, 384 с.	978-5-905714-11-5, 1
Л1.3	Нефедов Е.И.	Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства : учеб. пособие	М.: Академия, 2010, 317с.	978-5-7695-6460-4, 1
Л1.4	Баскаков С.И.	Электродинамика и распространение радиоволн : Учеб.пособие	М.:Высш.школ а, 1992, 416 с	5-06-002037-1, 1
Л1.5	Неганов В.А., Осипов О.В., Раевский С.Б., Яровой Г.П.	Электродинамика и распространение радиоволн : учеб. пособие	М.: Радиотехника, 2007, 744с.	978-5-88070-154-4, 1

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.6	Львова И.А.	Электромагнитные поля и волны : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2013,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/850
Л1.7	Глебова Т.А., Шишков А.А.	Электромагнитные поля и волны : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2014,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/2154
Л1.8	Глебова Т.А., Шишков А.А.	Электромагнитные поля и волны : Учебное пособие	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2013,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/2156
Л1.9	Баскаков С.И.	Электродинамика и распространение радиоволн : Учеб.пособие	М.:Выш.школа, 1992, 416 с	5-06-002037-1, 1
Л1.10	Гоноровский И.С., Демин М.П.	Радиотехнические цепи и сигналы : Учеб.пособие для вузов	М.:Радио и связь, 1994, 480с.	5-256-01068-9, 1
Л1.11	Баскаков С.И.	Радиотехнические цепи и сигналы : Учеб.для вузов	М.:Выш.шк., 2003, 762с.	5-06-003843-2, 1
Л1.12	Баскаков С.И.	Радиотехнические цепи и сигналы : Учебник для вузов по спец."Радиотехника"	М.:Выш.шк., 2000, 462с.	5-06-003843-2, 1
Л1.13	Неганов В.А., Осипов О.В., Раевский С.Б., Яровой Г.П.	Электродинамика и распространение радиоволн : учеб. пособие	М.: Радиотехника, 2007, 744с.	978-5-88070-154-4, 1

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1 | Официальный интернет портал РГРТУ

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
LibreOffice	Свободное ПО
Firefox	Свободное ПО
7 Zip	Свободное ПО

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	358 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель (200 мест), компьютер с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, мультимедиа проектор, экран, доска.
2	323 лабораторный корпус. Учебная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием: столы лабораторные (16 шт.), генераторы сигналов ВЧ ГКЧ-61 (3 шт), генераторы сигналов ВЧ ГКЧ-57 (2 шт), индикаторы КСВН и ослабления Я2Р-67 (5 шт), измерительные линии тип Р1-7 (5 шт), дипольные излучатели (2 шт), генератор сигналов ВЧ АКПП-3417 (1 шт), анализатор спектра RIGOL DSA 815 (1 шт).

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведен в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методические указания дисциплины "Электромагнитные поля и волны ч.2")

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Серебряков Андрей
Евгеньевич, Заместитель заведующего кафедрой

11.09.23 19:42 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Чиркин Михаил
Викторович, Ректор

13.09.23 12:30 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ПРОРЕКТОРОМ ПО УР

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Корячко Алексей
Вячеславович, Проректор по учебной работе

13.09.23 13:07 (MSK)

Простая подпись