Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра радиоприемных и радиопередающих устройств

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
к.т.н. Стрельцов С. А.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
31.08.2026
Владелец: к.т.н. Стрельцов С. А.
Срок действия: не ограничен
Адрес хранения электронного документа:
https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Электродинамика и распространение радиоволн

Образовательная программа: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи , профиль: Системы мобильной связи

Курс: 3, семестр : 5

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	Вид деятельности	5
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	5
2	Всего часов	180
3	Всего занятий в контактной форме, час.	63
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	16
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0
8	из них практической подготовки, час.	8
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	9
11	Самостоятельная работа, час.	117
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	Р
13	Вид аттестации	Э

Новосибирск 2026

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

ФГОС введен в действие приказом №930 от 19.09.2017 г. , дата утверждения: 12.10.2017 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, формируемая участниками образовательных отношений

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

РПиРПУ, 31.08.2026

Утверждена на совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 8 от 31.08.2026

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Степанов М. А.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Райфельд М. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Группа	Компетенции
	Индикаторы достижения компетенций
Профессиональные компетенции	ПК-22/ПР Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ
	ПК-22/ПР. 3 Умеет выявлять и анализировать преимущества и недостатки вариантов проектных решений, оценивать риски, связанные с реализацией проекта
Профессиональные компетенции	ПК-23/ПР Способен осуществлять подготовку типовых технических проектов и первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации на различные инфокоммуникационные объекты национальным и международным стандартам и техническим регламентам
	ПК-23/ПР. 2 Знает современные технические решения создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение

2. Требования НГТУ к планируемым результатам обучения, соотнесенным с индикаторами достижения компетенций

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций	Формы организации занятий
Результаты обучения	
ПК-22/ПР. 3 Умеет выявлять и анализировать преимущества и недостатки вариантов проектных решений, оценивать риски, связанные с реализацией проекта	
Использовать физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	Лекции; Лабораторные работы;
ПК-23/ПР. 2 Знает современные технические решения создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение	
Понимать фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Системы уравнений Максвелла и граничные условия				
1. Линии передачи с распределенными по длине погонными параметрами. "Телеграфные" уравнения длинных линий. Падающие и отраженные волны в длинных линиях. Бегущие, смешанные и стоячие волны в длинных линиях. Распределение тока и напряжения вдоль длины линии. Характеристическое (волновое) сопротивление длинной линии, её входное комплексное сопротивление в различны х режимах работы. Круговая диаграмма Смита.	3	0	0	ПК-22/ПР.3, ПК-23/ПР.2

2. Уравнения Максвелла и граничные условия на границах раздела двух сред с различными электрофизическими свойствами. Непрерывность компонент электромагнитного поля на границах раздела двух сред. Односвязные и многосвязные направляющие системы и их моделирование длинными линиями с распределенными параметрами. Вывод "телеграфных" уравнений из уравнений Максвелла.	3	0	0	ПК-22/ПР.3, ПК-23/ПР.2
Дидактическая единица: Свободные и направляемые электромагнитные волны				
4. Волновые уравнения и их физический смысл. Теорема единственности решений дифференциальных уравнений электромагнитного поля. Метод частных решений и методы разделения переменных. Продольные и поперечные компоненты электромагнитного поля. Представление поперечных компонент поля через продольные.	3	0	0	ПК-22/ПР.3, ПК-23/ПР.2
5. Скалярные и векторные уравнения Гельмгольца. Отыскание частных решений в полых волноводах. Длина и фазовая скорость направляемых волн. Дисперсия волн в полых волноводах. Групповая скорость ансамбля (волнового пакета) электромагнитных волн. Концепция Бриллуэна, лучевая картина распространения волн в волноводах. Критическая частота полых волноводов.	3	0	0	ПК-23/ПР.2
6. Электромагнитные волны в прямоугольных и круглых волноводах. Характеристические параметры волноводов. Волны Е- (ТМ) и Н- (ТЕ) типов. Доминантные (основные) и высшие типы волн. Критические частоты. Структура электромагнитного поля доминантных и высших типов волн, картины токов проводимости на стенках волноводов и токов смещения в диэлектрике волновода.	12	0	0	ПК-22/ПР.3, ПК-23/ПР.2
7. Многосвязные направляющие системы. Линии передачи с волнами Т-типа (ТЕМ). Коаксиальный кабель, структура поля внутри кабеля. Доминантная волна и высшие типы волн в коаксиальном кабеле. Волновое сопротивление коаксиального кабеля. Полосковые и микрополосковые линии, структура поля доминантной и высших типов волн. Щелевые и копланарные линии, структура полей доминантной и высших типов волн. Технология реализации планарных линий передачи. Фрмирование топологии проводящих фрагментов на органических, керамических и кристаллических подложках.	2	0	0	ПК-22/ПР.3, ПК-23/ПР.2

8. Объемные резонаторы произвольной формы и граничные условия в них. Структура электромагнитного поля в прямоугольных, цилиндрических и коаксиальных резонаторах, их резонансные частоты. Ввод и вывод энергии типовыми линиями передачи. Потери в резонаторах, их добротность. Квазиоптические направляющие системы и резонаторы. Волоконно-оптические световоды и кабели, технология их реализации и соединения между собой и классическими линиями передачи. Импедансные поверхности и их свойства.	2	0	0	ПК-22/ПР.3, ПК-23/ПР.2
Дидактическая единица: Излучение электромагнитных волн и его источники				
11. Сторонний ток и поле излучения. Векторные запаздывающие электродинамические потенциалы. Преобразования дифференциальных уравнений электромагнитного поля и анализ их решения. Элементарный электрический диполь Герца. Характеристики излучаемого диполем Герца электромагнитного поля. Элементарный магнитный диполь и принцип перестановочной двойственности.	2	0	0	ПК-22/ПР.3, ПК-23/ПР.2
12. Эквивалентные виртуальные поверхностные источники. Их взаимосвязь с тангенциальными составляющими электромагнитного поля на границе раздела двух сред с различными диэлектрическими проницаемостями. Элемент Гюйгенса и его электромагнитное излучение. Диаграмма направленности и поляризация излучения элемента Гюйгенса.	2	0	0	ПК-22/ПР.3, ПК-23/ПР.2
Дидактическая единица: Распространение радиоволн				
13. Распространение радиоволн в свободном пространстве. Представление о радиолиниях. Радиоволны в природных условиях. Влияние поверхности Земли, общий подход, доминантная область (область, существенная для распространения радиоволн).	1	0	0	ПК-22/ПР.3, ПК-23/ПР.2
14. Геометрическая оптика и теория дифракции. Постановка задачи дифракции, предельные случаи. Метод Гюйгенса - Кирхгофа. Интегральные характеристики дифракции. Дифракция Фраунгофера на отверстии, поле дифракции. Дифракция Френеля на отверстии и её исследование. Зоны Френеля.	2	0	0	ПК-22/ПР.3, ПК-23/ПР.2
15. Диапазоны радиоволн и особенности их распространения в каждом из диапазонов. Влияние поверхности Земли и её сферичности. Земные радиоволны, влияние тропосферы и ионосферы. Эффект Н.И.Кабанова и его использование в загоризонтной радиолокации. Рефракция и дифракция радиоволн при их распространении в условиях пересеченной местности и при наличии препятствий. Модели и методы расчета радиотрасс.	1	0	0	ПК-22/ПР.3, ПК-23/ПР.2

Темы лабораторных работ	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность

Семестр: 5					
Дидактическая единица: Системы уравнений Максвелла и граничные условия					
3. Измерительная линия	4	2	0	ПК-22/ПР.3, ПК-23/ПР.2	Студенты: - изучают устройствои принцип работы измерительной линии на основе прямоугольного волновода; - знакомятся с правилами калибровки индикаторов линии; - осваивают премы измерения параметров смешанных и стоячих волн; - оформляют отчет по работе и формулируют выводы по ней.
Дидактическая единица: Свободные и направляемые электромагнитные волны					
9. Исследование характеристик прямоугольных волноводов.	4	2	0	ПК-22/ПР.3, ПК-23/ПР.2	Студенты: - знакомятся с измерительной аппаратурой и правилами её использования; - измеряют параметры электромагнитного поля в прямоугольном волноводе; - объясняют причины расхождений результатов измерений и прогнозируемых значений параметров; - оформляют отчет по работе и формулируют выводы по её результатам.
10. Резонатор	4	2	0	ПК-22/ПР.3, ПК-23/ПР.2	Студенты: - знакомятся с измерительной аппаратурой и правилами её калибровки; - измеряют рабочие параметры резонаторов; - объясняют причины расхождений результатов измерений и прогнозируемых параметров; - оформляют отчет по работе и формулируют выводы по её результатам.
Дидактическая единица: Распространение радиоволн					

16. Исследование дифракции радиоволн диапазона 10 ГГц.	4	2	0	ПК-22/ПР.3, ПК-23/ПР.2	Студенты: - знакомятся с измерительной аппаратурой и правилами её применения; - измеряют диаграммы направленности малогабаритной рупорной антенны при наличии или отсутствии кольцевого директора, закрывающего вторую зону Френеля; - объясняют причины расхождений результатов измерений и прогнозируемых значений диаграммы направленности; - оформляют отчет по работе и формулируют выводы по её результатам.

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Измерительная линия	Лб	Выполняет следующие виды работ: интерпретация результатов, полученных в ходе эксперимента при исследовании работы измерительной линии
2	Исследование характеристик прямоугольных волноводов.	Лб	Выполняет следующие виды работ: интерпретация результатов, полученных в ходе эксперимента при исследовании характеристик прямоугольных волноводов
3	Резонатор	Лб	Выполняет следующие виды работ: интерпретация результатов, полученных в ходе эксперимента при исследовании характеристик резонатора
4	Исследование дифракции радиоволн диапазона 10 ГГц.	Лб	Выполняет следующие виды работ: интерпретация результатов, полученных в ходе эксперимента при исследовании дифракции радиоволн

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 5				
1	РГЗ/Реферат	ПК-23/ПР.2	46	7
Студенты прорабатывают вопросы, связанные с оцениванием параметров электромагнитного поля в волноводах и/или резонаторах согласно выданному им (под личную роспись студента) заданию на расчетно-графическую работу. : Горбачев А. П. Электромагнитные волны в прямоугольных и круглых волноводах : учебное пособие / А. П. Горбачев, Ю. О. Филимонова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 210, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171184			
2	Подготовка к занятиям	ПК-23/ПР.2	36	0

Студенты изучают лекционный материал, а также рекомендованную учебную литературу, руководствуясь соответствующими методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.: Горбачев А. П. Электромагнитные волны в прямоугольных и круглых волноводах : учебное пособие / А. П. Горбачев, Ю. О. Филимонова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 210, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171184 Бухтияров Д. А. Моделирование коаксиальных и волноводных линий передачи : учебно-методическое пособие / Д. А. Бухтияров, А. П. Горбачев, Н. В. Тарасенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2017. - 57, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234962				
3	Подготовка к аттестации	ПК-23/ПР.2	35	2
Студенты готовятся к итоговой аттестации за семестр по лекциям, учебникам, учебным пособиям и методическим указаниям.: Горбачев А. П. Электромагнитные волны в прямоугольных и круглых волноводах : учебное пособие / А. П. Горбачев, Ю. О. Филимонова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 210, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171184				

3.3 Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Социальные сети:vk.com/radiowaves410
Консультирование	e-mail:gorbachev@corp.nstu.ru
Контроль	e-mail:gorbachev@corp.nstu.ru
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ

4. Правила аттестации обучающихся по дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставлять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 5		
Лабораторная:	16	32
Контролирующие материалы приводятся в "Электродинамика и распространение радиоволн : методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Электродинамика и распространение радиоволн" для всех форм обучения 3 курса факультета "Радиотехника и электроника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. П. Горбачев, М. А. Степанов]. - Новосибирск, 2010. - 39, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000134712"		
РГЗ/Реферат:	14	28
Контролирующие материалы приводятся в "Бухтияров Д. А. Моделирование коаксиальных и волноводных линий передачи : учебно-методическое пособие / Д. А. Бухтияров, А. П. Горбачев, Н. В. Тарасенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2017. - 57, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234962"		
Экзамен:	20	40
Контролирующие материалы приводятся в "Горбачев А. П. Электромагнитные волны в прямоугольных и круглых волноводах : учебное пособие / А. П. Горбачев, Ю. О. Филимонова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 210, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171184"		

В таблице 4.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 4.2

Коды компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Формы контроля		
		Защита Л/Р	Защита РГЗ/Р	Экзамен
ПК-22/ ПР	ПК-22/ПР 3. Умеет выявлять и анализировать преимущества и недостатки вариантов проектных решений, оценивать риски, связанные с реализацией проекта	+	+	+
ПК-23/ ПР	ПК-23/ПР 2. Знает современные технические решения создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение	+	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

5. Литература

Основная литература

1. Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин, О. А. Белоусов. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/211646 (дата обращения: 07.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Будагян, И. Ф. Электродинамика : учебное пособие / И.Ф. Будагян, В.Ф. Дубровин, А.С. Сигов. - М. : Альфа-М : ИНФРА-М, 2019. - 304 с. - (Магистратура). - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1010105 (дата обращения: 07.04.2022). – Режим доступа: по подписке.

Интернет-ресурсы

1. Электродинамика: взгляд физика : мемориальный сайт К. Б. Канна. – 2009– . – URL: https://electrodynamics.info/ (дата обращения: 16.06.2021). – Текст : электронный.

2. Фальковский, О. И. Техническая электродинамика : учебник / О. И. Фальковский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-0980-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/167785 (дата обращения: 06.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Горбачев А. П. Электромагнитные волны в прямоугольных и круглых волноводах : учебное пособие / А. П. Горбачев, Ю. О. Филимонова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 210, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171184

2. Электродинамика и распространение радиоволн : методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Электродинамика и распространение радиоволн" для всех форм обучения 3 курса факультета "Радиотехника и электроника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. П. Горбачев, М. А. Степанов]. - Новосибирск, 2010. - 39, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000134712

3. Бухтияров Д. А. Моделирование коаксиальных и волноводных линий передачи : учебно-методическое пособие / Д. А. Бухтияров, А. П. Горбачев, Н. В. Тарасенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2017. - 57, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234962

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 Операционная система Microsoft Windows

2 Пакет офисных приложений Microsoft Office

6.3 Информационные технологии

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине применяются элементы дистанционных образовательных технологий, а также синхронного и асинхронного взаимодействия в электронной информационно-образовательной среды НГТУ.

7. Материально-техническое обеспечение

Комплект оборудования

№	Наименование	Назначение
1	АНТЕННА П6-23 измерит.	Используется для выполнения лабораторной работы № 3
2	АТТЕНЮАТОР Д3-33А	Используется для выполнения лабораторной работы № 4
3	ГЕНЕРАТОР Г4-109	Используется для выполнения лабораторной работы № 2
4	Генератор Г4-109	Используется для выполнения лабораторной работы № 4
5	Генератор Г4-76А	Используется для выполнения лабораторной работы № 3
6	Генератор Г4-76А	Используется для выполнения лабораторной работы № 1
7	ЛИНИЯ Р1-28	Используется для выполнения лабораторной работы № 1
8	ИЗМЕРИТЕЛЬ КСВН	Используется для выполнения лабораторной работы № 3
9	ИЗМЕРИТЕЛЬ РК2-47	Используется для выполнения лабораторной работы № 2
10	ЛИНИЯ Р1-34	Используется для выполнения лабораторной работы № 4