

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Радиотехнических устройств»

«СОГЛАСОВАНО»

Декан факультета ФРТ

 / И.С. Холопов  
«26» 06 2020 г

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД

 / А.В. Корячко  
«26» 06 2020 г

Заведующий кафедрой РТУ

 / Ю.Н. Паршин  
«26» 06 2020 г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.03 «Беспроводные технологии передачи данных»**

Направление подготовки

11.03.01 Радиотехника

Направленность (профиль) подготовки

Беспроводные технологии в радиотехнических системах и устройствах

Уровень подготовки

**Бакалавриат**

Квалификация выпускника – бакалавр

Формы обучения – очная

Рязань 2020 г

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника, утвержденного приказом Минобрнауки № 931 от 19.09.2017 г.

Разработчик  
К.т.н., доцент каф. РТУ



А.В. Ксендзов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТУ «16» июня 2020 г.  
(протокол № 10).

Заведующий кафедрой РТУ



Ю.Н. Паршин

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

**Цель изучения дисциплины:** получение представления и прикладных знаний о современных системах радиосвязи и беспроводной передачи информации, а также о тенденциях развития технологий и систем беспроводной передачи информации.

Задачи изучения дисциплины распределены между тремя ее модулями, изучаемыми в 8-м семестре по очной форме обучения.

**Задачи модуля 1:** изучить принципы стандартизации систем радиосвязи, получить основные сведения о действующих и перспективных стандартах в области телекоммуникаций, Регламенте радиосвязи, изучить топологию и архитектуру беспроводных сетей связи.

**Задачи модуля 2:** изучить математические модели канала связи, виды цифровой модуляции, принципы обработки и детектирования цифровых радиосигналов и оптимального оценивания принятых символов.

**Задачи модуля 3:** изучить принципы помехоустойчивого кодирования, декодирования с исправлением ошибок, основные виды помехоустойчивых кодов.

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания)
06 Связь, информационные и коммуникационные технологии	научно - исследовательский	Анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; Моделирование объектов и процессов, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ; Участие в планировании и проведении экспериментов по заданной методике; Обработка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств.	Радиотехнические системы, комплексы и устройства, методы и средства их моделирования, экспериментальной обработки.
06 Связь, информационные и коммуникационные технологии	проектный	Проведение предварительного технико-экономического обоснования проектов радиотехнических устройств и систем; Контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.	Радиотехнические системы, комплексы и устройства, методы и средства их проектирования, подготовки к производству технического обслуживания.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Беспроводные технологии передачи данных» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока №1 дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) «Беспроводные технологии в радиотехнических системах и устройствах» по направлению подготовки академического бакалавриата 11.03.01 Радиотехника.

Согласно рабочему учебному плану, на изучение дисциплины отведено время на 4-м курсе в 8-м семестре.

Студенты, обучающиеся по данному курсу, должны предварительно изучить дисциплины «Математика», «Информатика», «Радиотехнические цепи и сигналы», входящие в базовую часть ОПОП «Беспроводные технологии в радиотехнических системах и устройствах».

Дисциплина «Беспроводные технологии передачи данных» является основой для подготовки выпускной работы.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Код	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения
ПК-1	Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> . Умеет строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков радиотехнических устройств и систем ИД-2 <sub>ПК-1</sub> . Владеет навыками компьютерного моделирования
ПК-3	Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ИД-1 <sub>ПК-3</sub> . Знает принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем ИД-2 <sub>ПК-3</sub> . Умеет проводить оценочные расчеты характеристик деталей, узлов и устройств радиотехнических систем

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Объем дисциплины по семестрам (курсам) и видам занятий в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 час).

Вид учебной работы	Семестр
	8
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>50,35</b>
В том числе:	
Лекции	32
Лабораторные работы (ЛР)	16
Практические занятия (ПЗ)	
Консультации (Конс)	2
Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка)	
<i>Иные виды контактной работы</i>	0,35
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>94</b>
В том числе:	
Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа)	
Расчетно-графические работы	
Расчетные задания	
Реферат	
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	94
<b>Контроль</b>	<b>35,65</b>
Экзамен	35,65
Общая трудоемкость час	180
Зачетные Единицы Трудоемкости	5
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>50,35</b>
Контактная работа (по учебным занятиям)	48
Консультации (Конс)	2
<i>Иные виды контактной работы</i>	0,35

#### 4.2 Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

##### 4.2.1 Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах) для очной формы обучения

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
			всего	лекции	лабораторные работы	ИКР	
1	2	3	4	5	6	7	8
	<b>8-й семестр</b>	<b>180</b>	48	32	16	0,35	94
	<i>Модуль 1. Стандартизация и архитектура систем передачи информации</i>	<b>23</b>	7	6	1		16
1.1	Определения информации и системы передачи информации. Стандартизация. Эталонная модель взаимодействия открытых систем ISO/OSI.	7	2	2			5
1.2	Регламент радиосвязи. Внеполосные излучения.	8	3	2	1		5
1.3	Основные топологии систем пе-	8	2	2			6

	редачи информации. Взаимоуязвимая сеть связи. Логическая архитектура систем передачи информации						
	<i>Модуль 2. Цифровая модуляция</i>	<b>47</b>	<b>17</b>	<b>10</b>	<b>7</b>		<b>30</b>
2.1	Математические модели канала связи. Модели в непрерывном и дискретном времени с аддитивным шумом.	9	3	2	1		6
2.2	Комплексная дискретная модель. Квадратурная корреляционная обработка сигнала и шума. Диаграмма рассеяния шума.	9	3	2	1		6
2.3	Виды цифровой модуляции. Представление в виде созвездий. Использование формирующих фильтров.	9	3	2	1		6
2.4	Оптимальное оценивание переданного символа. Условная функция плотности вероятности. Правило Байеса и эквивалентные правила сравнения метрик.	10	4	2	2		6
2.5	Критерий качества цифровой связи. Вероятность ошибки. Сравнение систем связи с различной конфигурацией.	10	4	2	2		6
	<i>Модуль 3. Канальное кодирование</i>	<b>72</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>8</b>		<b>48</b>
3.1	Принципы помехоустойчивого кодирования и основные определения. Коррекция ошибок.	8	2	2			6
3.2	Линейное кодирование. Концепция сигнально-кодированных пространств. Ортогональные коды.	9	3	2	1		6
3.3	Линейные систематические коды. Код с проверкой четности, код Хэмминга.	9	3	2	1		6
3.4	Основы теории конечных полей	8	2	2			6
3.5	Двоичные циклические коды.	9	3	2	1		6
3.6	Недвоичные циклические коды. Код Рида-Соломона.	9	3	2	1		6
3.7	Сверточное кодирование. Алгоритм Витерби. Жесткая и мягкая схемы принятия решений.	12	6	2	4		6
3.8	Турбо-коды. Перемежение. Выкалывание и адаптивная скорость кода.	8	2	2			6
	<i>ИКР</i>	<b>0,35</b>					<b>0,35</b>
	<i>Консультации</i>	<b>2</b>					
	<i>Контроль (Экзамен)</i>	<b>35,65</b>					<b>35,65</b>

### 4.3 Содержание дисциплины

#### 4.3.1 Лекционные занятия

№ п/п.	Темы лекционных занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Определения информации и системы передачи информации. Стандартизация. Эталонная модель взаимодействия открытых систем ISO/OSI.	2	ПК-3	Экзамен
2	Регламент радиосвязи. Внеполосные излучения.	2	ПК-3	Экзамен
3	Основные топологии систем передачи информации. Взаимоувязанная сеть связи. Логическая архитектура систем передачи информации	2	ПК-3	Экзамен
4	Математические модели канала связи. Модели в непрерывном и дискретном времени с аддитивным шумом.	2	ПК-1	Экзамен
5	Комплексная дискретная модель. Квадратурная корреляционная обработка сигнала и шума. Диаграмма рассеяния шума.	2	ПК-1	Экзамен
6	Виды цифровой модуляции. Представление в виде созвездий. Использование формирующих фильтров.	2	ПК-1	Экзамен
7	Оптимальное оценивание переданного символа. Условная функция плотности вероятности. Правило Байеса и эквивалентные правила сравнения метрик.	2	ПК-1	Экзамен
8	Критерий качества цифровой связи. Вероятность ошибки. Сравнение систем связи с различной конфигурацией.	2	ПК-1 ПК-3	Экзамен
9	Принципы помехоустойчивого кодирования и основные определения. Коррекция ошибок.	2	ПК-3	Экзамен
10	Линейное кодирование. Концепция сигнально-кодированных пространств. Ортогональные коды.	2	ПК-1	Экзамен
11	Линейные систематические коды. Код с проверкой четности, код Хэмминга.	2	ПК-1	Экзамен
12	Основы теории конечных полей	2	ПК-1	Экзамен
13	Двоичные циклические коды.	2	ПК-1	Экзамен
14	Недвоичные циклические коды. Код Рида-Соломона.	2	ПК-1	Экзамен

15	Сверточное кодирование. Алгоритм Витерби. Жесткая и мягкая схемы принятия решений.	2	ПК-1	Экзамен
16	Турбо-коды. Перемежение. Выкалывание и адаптивная скорость кода.	2	ПК-1	Экзамен

#### 4.3.2 Лабораторные работы

№ п/п.	Темы лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Исследование цифровых видов модуляции	4	ПК-1 ПК-3	Экзамен
2	Исследование влияния канала связи на качество демодуляции сигнала с цифровыми видами модуляции	4	ПК-1	Экзамен
3	Исследование блочного кодирования и декодирования	4	ПК-1 ПК-3	Экзамен
4	Исследование сверточного кодирования и декодирования	4	ПК-1	Экзамен

#### 4.3.3 Самостоятельная работа

№ п / п .	Темы самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Определения информации и системы передачи информации. Стандартизация. Эталонная модель взаимодействия открытых систем ISO/OSI.	5	ПК-3	Экзамен
2	Регламент радиосвязи. Внеполосные излучения.	5	ПК-3	Экзамен
3	Основные топологии систем передачи информации. Взаимоувязанная сеть связи. Логическая архитектура систем передачи информации	6	ПК-3	Экзамен
4	Математические модели канала связи. Модели в непрерывном и дискретном времени с аддитивным шумом.	6	ПК-1	Экзамен
5	Комплексная дискретная модель. Квадратурная корреляционная обработка сигнала и шума. Диаграмма рассеяния шума.	6	ПК-1	Экзамен
6	Виды цифровой модуляции. Представление в виде созвездий. Использование формирующих	6	ПК-1	Экзамен

	фильтров.			
7	Оптимальное оценивание переданного символа. Условная функция плотности вероятности. Правило Байеса и эквивалентные правила сравнения метрик.	6	ПК-1	Экзамен
8	Критерий качества цифровой связи. Вероятность ошибки. Сравнение систем связи с различной конфигурацией.	6	ПК-1 ПК-3	Экзамен
9	Принципы помехоустойчивого кодирования и основные определения. Коррекция ошибок.	6	ПК-3	Экзамен
10	Линейное кодирование. Концепция сигнально-кодированных пространств. Ортогональные коды.	6	ПК-1	Экзамен
11	Линейные систематические коды. Код с проверкой четности, код Хэмминга.	6	ПК-1	Экзамен
12	Основы теории конечных полей	6	ПК-1	Экзамен
13	Двоичные циклические коды.	6	ПК-1	Экзамен
14	Недвоичные циклические коды. Код Рида-Соломона.	6	ПК-1	Экзамен
15	Сверточное кодирование. Алгоритм Витерби. Жесткая и мягкая схемы принятия решений.	6	ПК-1	Экзамен
16	Турбо-коды. Перемежевание. Выкалывание и адаптивная скорость кода.	6	ПК-1	Экзамен

## 5. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1 Основная литература

1. Пуговкин А.В. Телекоммуникационные системы [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Пуговкин. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. — 202 с. — 5-86889-337-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13983.html>

2. Берлин А.Н. Высокоскоростные сети связи [Электронный ресурс] / А.Н. Берлин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 437 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57378.html>

3. Уэйн Томаси. Электронные системы связи [Электронный ресурс] / Томаси Уэйн. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2016. — 1360 с. — 978-5-94836-125-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58897.html>

4. Маглицкий Б.Н. Эффективность методов модуляции в цифровых системах радиосвязи [Электронный ресурс] : монография / Б.Н. Маглицкий. — Электрон. текстовые дан-

ные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2011. — 187 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45497.html>

5. Сети и системы радиосвязи и средства их информационной защиты: методические указания к лаб. раб. / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост. Ю.Н. Паршин, А.В. Ксендзов. Рязань, 2010. 32 с.

## 6.2 Дополнительная литература

1. Ипатов, В. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. Принципы и приложения : пер. с англ. / В. Ипатов . — М. : Техносфера, 2007 . — 488 с.

2. Елисеев, С. Н. Беспроводные сети и передачи данных : учебное пособие для вузов по специальностям "Средства связи с подвижными объектами", "Защищенные системы связи", "Радиосвязь, радиовещание и телевидение" / М. : Сайнс-Пресс, 2008 . — 136 с.

3. Маглицкий Б.Н. Методы передачи данных в сотовых системах связи [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.Н. Маглицкий. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2013. — 178 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45479.html>.

4. Малинкин В.Б. Адаптивная фильтрация в телекоммуникационных системах [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Б. Малинкин. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 324 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69533.html>.

5. Стефанова И.А. Моделирование устройств телекоммуникаций в системе MATLAB+Simulink [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.А. Стефанова. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. — 94 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71857.html>.

6. Методы и средства измерения в телекоммуникационных системах: методические указания к лаб. раб. / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост. Е.В. Васильев, А.В. Ксендзов. Рязань, 2014. 64 с.

7. Учебно-методическое пособие по курсу Общая теория связи [Электронный ресурс] / . — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский технический университет связи и информатики, 2016. — 24 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61509.html>.

8. Росляков А.В. Сети связи [Электронный ресурс] : учебное пособие по дисциплине «Сети связи и системы коммутации» / А.В. Росляков. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 165 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75406.html>

9. Голиков А.М. Основы проектирования защищенных телекоммуникационных систем [Электронный ресурс] : учебное пособие для специалитета: 10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем. Курс лекций, компьютерный практикум, компьютерные лабораторные работы и задание на самостоятельную работу / А.М. Голиков. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. — 396 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72158.html>.

10. Голиков А.М. Кодирование в телекоммуникационных системах [Электронный ресурс] : учебное пособие для специалитета: 090302.65 Информационная безопасность телекоммуникационных систем. Курс лекций, компьютерный практикум, задание на самостоятельную работу / А.М. Голиков. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. — 338 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72111.html>.

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. – URL: <https://www.e.lanbook.com>.
3. Электронная библиотека РГРТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: из корпоративной сети РГРТУ – по паролю. – URL: <http://elib.rsreu.ru/>

#### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

1. Операционная система Windows XP (Microsoft MSDN AA, номер подписки 700102019, бесплатно);
2. LibreOffice (свободное ПО, Mozilla Public License 2.0, GNU Lesser General Public License 2.1, GNU Lesser General Public License 3.0, GNU General Public License 3.0);
3. SumatraPDF (свободное ПО, GNU GPLv3);
4. Kaspersky Endpoint Security Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2304-180222-115814-600-1595);
5. MATLAB, Simulink, Fuzzy Logic Toolbox (Concurrent Perpetual Classroom №365617 с 29.08.2008 – бесплатно).

#### **9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

1. Аудитория 413к2. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. 60 мест, 1 мультимедиа проектор, 1 экран, компьютер, специализированная мебель, маркерная доска.
2. Аудитория 415к2. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. 50 мест, 1 мультимедиа проектор, 1 экран, компьютер, специализированная мебель, маркерная доска.
3. Аудитории 501к2, 502к2, 503к2 (компьютерные классы). Аудитория для самостоятельной работы. Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, специализированная мебель.
4. Аудитория 410к2. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Шкафы, стеллажи для хранения учебного оборудования, контрольно-измерительная техника и инструменты для профилактического обслуживания учебного оборудования.

Программу составил  
доцент кафедры РТУ  
к.т.н.



А.В. Ксензов