


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА

Кафедра «Радиоуправления и связи»

СОГЛАСОВАНО

Декан ФРТ  
  
Холопов И.С.  
«25» 06 2020 г.

Руководитель ОПОП  
  
Кириллов С.Н.  
«25» 06 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по РОП и МД  
  
Корячко А.В.  
«26» 06 2020 г.  


**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**Б1.О.ДВ.02.01 «Основы теории радиосистем передачи информации»**

Специальность

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

ОПОП специалитета

«Радиоэлектронные системы передачи информации»

Квалификация выпускника – инженер

Форма обучения – очная

Рязань 2020 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности)

11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»,  
утвержденного 09.02.2018 № 94

Разработчик доцент кафедры РУС

 Кашеев А.А.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «26» \_\_06\_\_ 2020 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой РУС

 Кириллов С.Н., д.т.н., проф.

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы специалитета**

Коды компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОК-3	Способность к восприятию, анализу, обобщению информации, постановке цели и выбору путей её достижения.	<p><u>Знать:</u> приемы и способы отбора информации в сфере профессиональной деятельности.</p> <p><u>Уметь:</u> систематизировать и структурировать необходимую информацию для формирования ресурсно-информационной базы для решения профессиональных задач.</p> <p><u>Владеть:</u> способами использования информационной базы для решения профессиональных задач.</p>
ПК-3	Готовность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.	<p><u>Знать:</u> основные тенденции развития радиоэлектронных систем передачи информации и их подсистем (модемов и кодеков).</p> <p><u>Уметь:</u> учитывать современные тенденции развития радиоэлектронных систем передачи информации и их подсистем (модемов и кодеков) в своей профессиональной деятельности.</p> <p><u>Владеть:</u> навыками построения радиоэлектронных систем передачи информации и их подсистем (модемов и кодеков) с учетом современных тенденций.</p>
ПК-15	Способность изучать и использовать специальную литературу и другую научно-техническую информацию, отражающую достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области	<p><u>Знать:</u> основные источники информации по радиоэлектронным системам передачи информации.</p> <p><u>Уметь:</u> работать с литературными источниками, базами данных и источниками компьютерных и сетевых технологий.</p> <p><u>Владеть:</u> навыками извлечения информации из литературных источников, баз данных и источников компьютерных и</p>

	радиотехники.	сетевых технологий.
ПСК-2	Способность оценивать основные показатели качества систем передачи информации с учетом характеристик каналов связи.	<p><u>Знать:</u> в общих чертах состояние современных радиоэлектронных систем передачи информации.</p> <p><u>Уметь:</u> применять адекватные модели радиоэлектронных систем передачи информации с учетом характеристик различных каналов связи.</p> <p><u>Владеть:</u> информацией об апробированных и перспективных методах проектирования радиоэлектронных систем передачи информации и их подсистем (модемов и кодеков).</p>
ПСК-3	Способность проводить оптимизацию радиосистем передачи информации и отдельных её подсистем.	<p><u>Знать:</u> основы теории телекоммуникаций, принципы построения, методы обработки и анализа сигналов, а также основные параметры и характеристики радиоэлектронных систем передачи информации и их подсистем (модемов и кодеков).</p> <p><u>Уметь:</u> применять на практике апробированные методики расчетов современных радиоэлектронных систем передачи информации и их подсистем (модемов и кодеков).</p> <p><u>Владеть:</u> навыками моделирования радиоэлектронных систем передачи информации и их подсистем (модемов и кодеков).</p>
ПСК-4	Способность проводить компьютерное проектирование и моделирование радиоэлектронных систем передачи информации и их подсистем.	<p><u>Знать:</u> основные приемы обработки и представления экспериментальных данных.</p> <p><u>Уметь:</u> разрабатывать методику проведения эксперимента при моделировании работы радиоэлектронных систем передачи информации и их подсистем (модемов и кодеков).</p> <p><u>Владеть:</u> навыками работы с программами моделирования радиоэлектронных систем передачи</p>

		информации и их подсистем (модемов и кодеков).
--	--	--

## 2. Место дисциплины в структуре ООП специалитета

Данная дисциплина (модуль) относится к базовой части блока 1. Дисциплина (модуль) изучается на 4 курсе в 7-м семестре.

В результате изучения дисциплины студент должен:

- знать структуру современной РСПИ и принципы функционирования отдельных ее блоков;
- знать новейшие технологии, применяемые в современных и перспективных РСПИ;
- понимать различные компромиссы, возникающие при проектировании РСПИ;
- уметь проводить анализ радиоканала связи;
- уметь формулировать выводы и практические рекомендации по результатам анализа.

## 3. Объем дисциплины (модуля) 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 (объем) дисциплины (модуля) составляет 3 зачетные единицы (ЗЕ).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	
в том числе:			
Лекции	24	24	
Практические занятия	8	8	
Лабораторные работы	16	16	
Самостоятельная работа	39	54	
КПКР	11,7	11,7	
ИКР	0,45	0,75	
Индивидуальные занятия	0,55	0,55	
Контроль	8,75	8,75	
Вид итогового контроля		Зачет	
<b>Общая трудоемкость, час</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	

## 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.

### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции (26 часа)	ЛР (28 часа)
1	Структура РСПИ и их классификация	1 ч.	
2	Модуляция и демодуляция сигналов	3 ч.	4 ч.
3	Анализ канала связи	2 ч.	
4	Канальное кодирование	2 ч.	
5	Компромиссы между модуляцией и кодированием	2 ч.	
6	Синхронизация	2 ч.	
7	Множественный доступ и уплотнение каналов	2 ч.	12 ч.
8	Технологии расширение спектра	2 ч.	4 ч.
9	Кодирование источника	2 ч.	8 ч.
10	Шифрование и дешифрование	2 ч.	
11	Каналы с замиранием	2 ч.	
12	Технологии многочастотной модуляции	2 ч.	
13	Принципы многоантенных систем	2 ч.	

#### **4.2 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)**

1. Структура РСПИ и их классификация.
  - 1.1. Структура современной РСПИ.
  - 1.2. Классификация РСПИ. Особенности различных РСПИ. Компромиссы при проектировании различных РСПИ.
2. Модуляция и демодуляция сигналов.
  - 2.1. Низкочастотная модуляция. Форматирование аналоговой информации. Источники искажений. ИКМ. Квантование с постоянным и переменным шагом. Низкочастотная передача.
  - 2.2. Низкочастотная демодуляция и детектирование. Сигналы и шум. Детектирование двоичных сигналов в гауссовом шуме. Межсимвольная интерференция. Выравнивание (эквалайзинг).
  - 2.3. Полосовая модуляция и демодуляция. Методы цифровой полосовой модуляции. Детектирование сигнала в гауссовом шуме. Когерентное и некогерентное детектирование. Комплексная огибающая. М-арная передача сигналов и производительность. Вероятности битовой и символьной ошибок.
3. Анализ канала связи.
  - 3.1. Бюджет канала связи. Мощность принятого сигнала и шума. Анализ бюджета канала связи. Коэффициент шума, шумовая температура системы. Пример анализа канала связи. Спутниковые ретрансляторы. Системные компромиссы.
4. Канальное кодирование.

- 4.1. Структурированные последовательности. Линейные блочные коды. Сверточное кодирование. Коды Рида-Соломона. Турбо-коды.
5. Компромиссы между модуляцией и кодированием.
- 5.1. Теорема Шеннона-Хартли. Плоскость «полоса-эффективность». Компромиссы между модуляцией и кодированием. Модуляции с эффективным использованием полосы частот. Модуляция и кодирование в каналах с ограниченной полосой. Решётчатое кодирование.
6. Синхронизация.
- 6.1. Виды синхронизации. Синхронизация приемника. Сетевая синхронизация.
7. Множественный доступ и уплотнение каналов.
- 7.1. Распределение ресурса связи. Системы связи множественного доступа и архитектура. Алгоритмы доступа. Методы множественного доступа.
8. Технологии расширения спектра.
- 8.1. Преимущества и области применения технологий расширенного спектра. Расширение спектра методом прямой последовательности (DSSS). Расширение спектра методом скачкообразной перестройки частоты (FHSS). Расширение спектра методом скачкообразной перестройки временных интервалов (THSS). Синхронизация. Учет влияния преднамеренных помех.
9. Кодирование источника.
- 9.1. Источники. Квантование амплитуды. Дифференциальная ИКМ. Адаптивное предсказание. Блочное кодирование. Преобразующее кодирование. Кодирование источника для цифровых данных. Примеры.
10. Шифрование и дешифрование.
- 10.1. Модели и цели системы шифрования. Секретность системы шифрования. Практическая защищенность. Поточное шифрование. Криптосистемы с открытыми ключами. Примеры.
11. Каналы с замиранием.
- 11.1. Сложности связи по каналам с замираниями. Крупномасштабное и мелкомасштабное замирание. Расширение сигнала во времени. Нестационарное поведение канала вследствие движения. Борьба с ухудшением характеристик. RAKE приемник.
12. Технологии многочастотной модуляции.
- 12.1. Преимущества и недостатки технологий многочастотной модуляции. OFDM модуляция. Применение многочастотной модуляции.
13. Принципы многоантенных систем.
- 13.1. Общая характеристика и область применения многоантенных систем. MIMO системы. Применение многоантенных систем.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

### **Основная литература:**

1. Б. Скляр. Цифровая связь. – Издательство: Вильямс, 2003. – 1106 с.

2. Дж. Прокис. Цифровая связь. – Издательство: Радио и связь, 2000. – 800 с.
3. В. Ипатов. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. Принципы и приложения. – Издательство: Техносфера, 2007. – 486 с.
4. Радиотехнические методы передачи информации: Учебное пособие для вузов / В.А. Борисов, В.В. Калмыков Я.М. Ковальчук и др.; под ред. В.В. Калмыкова. – М.: Радио и связь, 1990. – 304с.:ил.

#### **Дополнительная литература:**

1. L. Hanzo, T. Keller: An OFDM and MC-CDMA Primer, 2006, 430 pages.
2. R. Steele, L. Hanzo (Ed.): Mobile Radio Communications: Second and Third Generation Cellular and WATM Systems, 2nd edition, 1999, 1064 pages.
3. Bhargava V. K., Naccoun D., Matyas R., and Nuspl P. P., Digital Communications by Satellite, New York: John Wiley & Sons, Inc., 2006.

### **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

#### **6.1. Планы практических занятий**

№ п/п	№ раздела дисциплины (модуля)	Темы практических занятий
1.	2	Реализация расширения спектра методом прямой последовательности. (10 часов).
2.	3	Реализация расширения спектра скачкообразной перестройкой частоты. (10 часов).
3.	4	Реализация расширения спектра скачкообразной перестройкой временных интервалом (10 часов).
4.	5	Реализация OFDM модуляции (12 часов).
5.	6	Реализация MIMO систем (12 часов).

#### **6.2. Лабораторный практикум**

№№ п/п	Номер раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	2	Изучение различных методов модуляции радиосигналов.
2	7	Междуканальные помехи в системах передачи информации с временным разделением каналов



3	7	Междуканальные помехи в системах передачи информации с частотным разделением каналов.
4	7	Изучение системы передачи информации с мажоритарным уплотнением каналов.
5	8	Практическое изучение CDMA технологии множественного доступа с кодовым разделением каналов, стандарт связи третьего поколения.
6	9	Изучение методов рационального кодирования радиотелеметрических сигналов.
7	9	Интерполяция алгебраическими полиномами и обобщенными дискретными представлениями

### 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Для освоения дисциплины необходимы:

1. лекционная аудитория, оборудованная средствами отображения презентаций и других лекционных материалов на экран;
2. компьютерный класс, оснащенный персональными ЭВМ.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» (квалификация выпускника – инженер, форма обучения – очная).

Программу составил  
к.т.н., доцент кафедры РУС

 Кашеев А.А.