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

# Оконечные устройства радиоэлектронных систем передачи информации

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Радиоуправления и связи**

Учебный план 11.05.01_26_00.plx
11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Квалификация **инженер**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **2 ЗЕТ**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | **7 (4.1)** | | Итого | |
|---|---|---|---|---|
| Недель | 16 | | | |
| Вид занятий | УП | РП | УП | РП |
| Лекции | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Лабораторные | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Иная контактная работа | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| Итого ауд. | 32,25 | 32,25 | 32,25 | 32,25 |
| Контактная работа | 32,25 | 32,25 | 32,25 | 32,25 |
| Сам. работа | 31 | 31 | 31 | 31 |
| Часы на контроль | 8,75 | 8,75 | 8,75 | 8,75 |
| Итого | 72 | 72 | 72 | 72 |

г. Рязань

Программу составил(и):
*стар.преп., Кулакова М.В*

Рабочая программа дисциплины
**Оконечные устройства радиоэлектронных систем передачи информации**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:
ФГОС ВО - специалитет по специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы (приказ Минобрнауки России от 09.02.2018 г. № 94)

составлена на основании учебного плана:
11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
утвержденного учёным советом вуза от 24.04.2026 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
**Радиоуправления и связи**

Протокол от 26.03.2026 г. № 7
Срок действия программы: 20262032 уч.г.
Зав. кафедрой Дмитриев Владимир Тимурович

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

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

Протокол от __ _____ 2027 г. № __

Зав. кафедрой _____

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры
**Радиоуправления и связи**

Протокол от __ _____ 2028 г. № __

Зав. кафедрой _____

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры
**Радиоуправления и связи**

Протокол от __ _____ 2029 г. № __

Зав. кафедрой _____

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2030-2031 учебном году на заседании кафедры

**Радиоуправления и связи**

Протокол от __ _____ 2030 г. № __

Зав. кафедрой _____

| 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) | |
|---|---|
| 1.1 | В результате изучения дисциплины студент должен: |
| 1.2 | - знать структуру современной РСПИ и принципы функционирования отдельных ее блоков; |
| 1.3 | - знать новейшие технологии, применяемые в современных и перспективных РСПИ; |
| 1.4 | - понимать различные компромиссы, возникающие при проектировании РСПИ; |
| 1.5 | - уметь проводить анализ радиоканала связи; |
| 1.6 | - уметь формулировать выводы и практические рекомендации по результатам анализа. |

| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ | |
|---|---|
| Цикл (раздел) ОП: | Б1.В.ДВ.02 |
| **2.1** | **Требования к предварительной подготовке обучающегося:** |
| 2.1.1 | Технологическая практика |
| **2.2** | **Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:** |
| 2.2.1 | Программируемые устройства радиоэлектронных систем передачи информации |
| 2.2.2 | Принципы и средства коммутации в РСПИ |
| 2.2.3 | Принципы и устройства управления информационными потоками в радиоэлектронных системах передачи |
| 2.2.4 | Преддипломный курс |
| 2.2.5 | Кодеки первичных сигналов в РСПИ |
| 2.2.6 | Методы и устройства синхронизации в радиосистемах передачи информации |
| 2.2.7 | Цифровая обработка сигналов в радиоэлектронных системах передачи информации |
| 2.2.8 | Конструкторская практика |
| 2.2.9 | Преддипломная практика |
| 2.2.10 | Выполнение и защита выпускной квалификационной работы |

| 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) |
|---|
| **ПК-4: Способен разрабатывать конструкторскую и организационно-техническую документацию на радиоэлектронные системы и комплексы** |
| **ПК-4.1. Проектирует и выполняет сопровождение приборов из состава радиоэлектронных систем и комплексов** |
| **Знать**<br>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).<br>**Уметь**<br>применять на практике апробированные методики расчетов современных радиоэлектронных систем передачи информации и их подсистем (модемов и кодеков).<br>**Владеть**<br>навыками моделирования радиоэлектронных систем передачи информации и их подсистем (модемов и кодеков). |

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

| | |
|---|---|
| **3.1** | **Знать:** |
| 3.1.1 | 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). |
| **3.2** | **Уметь:** |
| 3.2.1 | применять на практике апробированные методики расчетов современных радиоэлектронных систем передачи информации и их подсистем (модемов и кодеков). |
| **3.3** | **Владеть:** |
| 3.3.1 | моделирования радиоэлектронных систем передачи информации и их подсистем (модемов и кодеков). |

| 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Код занятия** | **Наименование разделов и тем /вид занятия/** | **Семестр / Курс** | **Часов** | **Компетен-ции** | **Литература** | **Форма контроля** |
| | **Раздел 1. 1. Структура РСПИ и их классификация** | | | | | |
| 1.1 | Структура РСПИ и их классификация /Тема/ | 7 | 0 | | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.2 | Структура современной РСПИ /Лек/ | 7 | 1 | | Л1.2 Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | Лекция |
| | **Раздел 2. 2. Модуляция и демодуляция сигналов.** | | | | | |
| 2.1 | Модуляция и демодуляция сигналов. /Тема/ | 7 | 0 | | | |
| 2.2 | Изучение различных методов модуляции радиосигналов /Лаб/ | 7 | 4 | | Л1.2 Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | Лабораторая |
| 2.3 | Низкочастотная модуляция. Форматирование аналоговой информации. Источники искажений. ИКМ. Квантование с постоянным и переменным шагом. Низкочастотная передача /Лек/ | 7 | 1 | | Л1.2 Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | Лекция |
| | **Раздел 3. 3. Анализ канала связи** | | | | | |
| 3.1 | Анализ канала связи /Тема/ | 7 | 0 | | | |
| 3.2 | 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. /Лек/ | 7 | 2 | | Л1.2 Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | Лекция |
| | **Раздел 4. 4. Канальное кодирование** | | | | | |
| 4.1 | Канальное кодирование /Тема/ | 7 | 0 | | | |
| 4.2 | Структурированные последовательности. Линейные блочные коды. Сверточное кодирование. Коды Рида-Соломона. Турбо-коды. /Лек/ | 7 | 1 | | Л1.2 Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | Лекция |
| | **Раздел 5. 5. Компромиссы между модуляцией и кодированием** | | | | | |
| 5.1 | Компромиссы между модуляцией и кодированием /Тема/ | 7 | 0 | | | |
| 5.2 | 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. /Лек/ | 7 | 2 | | Л1.2 Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | Лекция |
| | **Раздел 6. 6. Синхронизация** | | | | | |
| 6.1 | Синхронизация /Тема/ | 7 | 0 | | | |
| 6.2 | Виды синхронизации. Синхронизация приемника. Сетевая синхронизация. /Лек/ | 7 | 1 | | Л1.2 Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | Лекция |
| | **Раздел 7. 7. Множественный доступ и уплотнение каналов** | | | | | |
| 7.1 | Множественный доступ и уплотнение каналов /Тема/ | 7 | 0 | | | |
| 7.2 | Изучение системы передачи информации с мажоритарным уплотнением каналов /Лаб/ | 7 | 4 | | Л1.2 Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | Лабораторная |
| 7.3 | Междуканальные помехи в системах передачи информации с частотным разделением каналов /Лаб/ | 7 | 2 | | Л1.2 Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | Лабораторная |
| 7.4 | Распределение ресурса связи. Системы связи множественного доступа и архитектура. Алгоритмы доступа. Методы множественного доступа. /Лек/ | 7 | 1 | | Л1.2 Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | Лекция |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Раздел 8. 8. Технологии расширение спектра** | | | | | |
| 8.1 | Технологии расширение спектра /Тема/ | 7 | 0 | | | |
| 8.2 | Практическое изучение CDMA технологии множественного доступа с кодовым разделением каналов, стандарт связи третьего поколения /Лаб/ | 7 | 2 | | Л1.2 Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | Лабораторная |
| 8.3 | 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. /Лек/ | 7 | 1 | | Л1.2 Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | Лекция |
| | **Раздел 9. 9. Кодирование источника** | | | | | |
| 9.1 | Кодирование источника /Тема/ | 7 | 0 | | | |
| 9.2 | Изучение методов рационального кодирования радиотелеметрических сигналов /Лаб/ | 7 | 4 | | Л1.2 Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | Лабораторная |
| 9.3 | Источники. Квантование амплитуды. Дифференциальная ИКМ. Адаптивное предсказание. Блочное кодирование. Преобразующее кодирование. Кодирование источника для цифровых данных. Примеры. /Лек/ | 7 | 1 | | Л1.2 Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | Лекция |
| | **Раздел 10. 10. Шифрование и дешифрование** | | | | | |
| 10.1 | Шифрование и дешифрование /Тема/ | 7 | 0 | | | |
| 10.2 | Модели и цели системы шифрования. Секретность системы шифрования. Практическая защищенность. Поточное шифрование. Криптосистемы с открытыми ключами. Примеры. /Лек/ | 7 | 1 | | Л1.2 Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | Лекция |
| | **Раздел 11. 11. Каналы с замиранием** | | | | | |
| 11.1 | Каналы с замиранием /Тема/ | 7 | 0 | | | |
| 11.2 | 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. /Лек/ | 7 | 1 | | Л1.2 Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | Лекция |
| | **Раздел 12. 12. Технологии многочастотной модуляции** | | | | | |
| 12.1 | Технологии многочастотной модуляции /Тема/ | 7 | 0 | | | |
| 12.2 | Преимущества и недостатки технологий многочастотной модуляции. OFDM модуляция. Применение многочастотной модуляции. /Лек/ | 7 | 1 | | Л1.2 Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | Лекция |
| 12.3 | Технологии многочастотной модуляции /Ср/ | 7 | 31 | | Л1.2 Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | Самостоятельная работа |
| | **Раздел 13. 13. Принципы многоантенных систем** | | | | | |
| 13.1 | Принципы многоантенных систем /Тема/ | 7 | 0 | | | |
| 13.2 | Общая характеристика и область применения многоантенных систем. MIMO системы. Применение многоантенных систем. /Лек/ | 7 | 2 | | Л1.2 Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | Лекция |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Раздел 14. Промежуточная аттестация** | | | | | |
| 14.1 | Промежуточная аттестация /Тема/ | 7 | 0 | | | |
| 14.2 | Подготовка к зачету /Зачёт/ | 7 | 8,75 | | Л1.2 Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | Подготовка к зачету |
| 14.3 | Зачёт /ИКР/ | 7 | 0,25 | | Л1.2 Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | Зачёт |

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Оконечные устройства радиоэлектронных систем передачи информации»»)

## 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 | гл.ред. О.В. Кустов | Радиоэлектронные технологии : информ.-аналит. журнал | Москва, 2022, 96с. | , 1 |
| Л1.2 | гл.ред. О.В. Кустов | Радиоэлектронные технологии : информ.-аналит. журнал | Москва, 2021, 96с. | , 1 |

#### 6.1.3. Методические разработки

| № | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год | Количество/ название ЭБС |
|---|---|---|---|---|
| Л3.1 | Горкин В.Н., Штрунова Е.С. | Помехозащита радиоэлектронных систем: метод. указ. к лаб. работам : Методические указания | Рязань: РИЦ РГРТУ, 2024, | , https://elib.rsreu.ru/ebs/download/3968 |

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

| | |
|---|---|
| Э1 | |
| Э2 | |
| Э3 | |

### 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 |

#### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| | |
|---|---|
| 1 | 516 лабораторный корпус. Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий Специализированная мебель (56 посадочных мест), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. Персональные компьютеры: 8 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ |
| 2 | 517 лабораторный корпус. Учебная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, для проведения лабораторных работ Специализированная мебель (12 посадочных мест. Лабораторные стенды, генераторы, осциллографы, вольтметры, выпрямители, источники питания, милливольтметры, персональные компьютеры: 4 шт. |
| 3 | 515 лабораторный корпус. Учебная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, для проведения лабораторных работ и практических занятий Специализированная мебель (18 посадочных мест), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. Лабораторные стенды, АТС HICOM-150, АТС «Протон-СКС», АТС П437, стойка приемопередатчиков для сотовой связи, осциллографы, анализаторы спектра, вольтметры, источники питания, генераторы, частотомеры, комплект цифровых телефонов Siemens. Персональные компьютеры: 8 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методические материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Методические материалы по дисциплине «Оконечные устройства радиоэлектронных систем передачи информации»»)

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

| | | | |
|---|---|---|---|
| ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ | **ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Дмитриев Владимир Тимурович, Заведующий кафедрой РУС | **07.10.26** 16:31 (MSK) | Простая подпись |
| ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ | **ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Дмитриев Владимир Тимурович, Заведующий кафедрой РУС | **07.10.26** 16:31 (MSK) | Простая подпись |