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

Программируемые 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	**7 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**8 (4.2)**		**9 (5.1)**		Итого	
Недель	16		16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	16	16	48	48
Лабораторные	16	16			16	16
Практические	16	16			16	16
Иная контактная работа	0,25	0,25	0,35	0,35	0,6	0,6
Консультирование перед экзаменом и практикой			2	2	2	2
Итого ауд.	64,25	64,25	18,35	18,35	82,6	82,6
Контактная работа	64,25	64,25	18,35	18,35	82,6	82,6
Сам. работа	71	71	45	45	116	116
Часы на контроль	8,75	8,75	44,65	44,65	53,4	53,4
Итого	144	144	108	108	252	252

г. Рязань

Программу составил(и):
д.т.н., проф., Лисничук А.А.

Рабочая программа дисциплины
Программируемые 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	Цель курса - дать понимание студентам основных принципов проектирования и функционирования, преимуществ и перспектив развития программируемых приемо-передающих устройств СПИ (программно-определяемого радио (software-define radio (SDR))).
1.2	В результате изучения дисциплины студент должен:
1.3	- знать структуру современных приемо-передающих устройств и принципы функционирования отдельных блоков;
1.4	- знать преимущества связанные с возможностью программирования приемо-передающих устройств СПИ;
1.5	- понимать принципы построения программируемых приемо-передающих устройств СПИ;
1.6	- уметь подбирать современную элементную базу для построения приемо-передающих устройств СПИ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Помехоустойчивые системы передачи информации
2.1.2	Методы помехоустойчивого кодирования в РСПИ
2.1.3	Оконечные устройства радиоэлектронных систем передачи информации
2.1.4	Техническая кибернетика
2.1.5	Защита мультимедийного трафика в системах передачи информации
2.1.6	Технологическая практика
2.2	**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Принципы и средства коммутации в РСПИ
2.2.2	Принципы и устройства управления информационными потоками в радиоэлектронных системах передачи
2.2.3	Преддипломный курс
2.2.4	Кодеки первичных сигналов в РСПИ
2.2.5	Методы и устройства синхронизации в радиосистемах передачи информации
2.2.6	Конструкторская практика
2.2.7	Преддипломная практика
2.2.8	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-4.2. Разрабатывает и выполняет сопровождение оборудования и программного обеспечения аппаратуры цифровых радиоэлектронных систем и комплексов

Знать
- основные показатели качества программируемых приемо-передающих устройств радиоэлектронных систем передачи информации;
- основные тенденции развития радиоэлектронных систем передачи информации и их подсистем (модемов и кодеков).

Уметь
- оценивать основные показатели качества программируемых приемо-передающих устройств радиоэлектронных систем передачи информации с учетом характеристик каналов связи;
- учитывать современные тенденции развития радиоэлектронных систем передачи информации и их подсистем (модемов и кодеков) в своей профессиональной деятельности.

Владеть
- методами оценки основных показателей качества программируемых приемо-передающих устройств радиоэлектронных систем передачи информации;
- навыками построения радиоэлектронных систем передачи информации и их подсистем (модемов и кодеков) с учетом современных тенденций.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	**Знать:**
3.1.1	- основные показатели качества программируемых приемо-передающих устройств радиоэлектронных систем передачи информации;

3.1.2	- основные тенденции развития радиоэлектронных систем передачи информации и их подсистем (модемов и кодеков).
3.2	**Уметь:**
3.2.1	- оценивать основные показатели качества программируемых приемо-передающих устройств радиоэлектронных систем передачи информации с учетом характеристик каналов связи;
3.2.2	- учитывать современные тенденции развития радиоэлектронных систем передачи информации и их подсистем (модемов и кодеков) в своей профессиональной деятельности.
3.3	**Владеть:**
3.3.1	- методами оценки основных показателей качества программируемых приемо-передающих устройств радиоэлектронных систем передачи информации;
3.3.2	- навыками построения радиоэлектронных систем передачи информации и их подсистем (модемов и кодеков) с учетом современных тенденций.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Введение в программно-определяемое радио (SDR)					
1.1	Преимущества и особенности SDR. Недостатки SDR. Требования к SDR. «Smart» антенны. Мультистандартные терминалы. /Тема/	8	0			
1.2	Преимущества и особенности SDR. Недостатки SDR. Требования к SDR. «Smart» антенны. Мультистандартные терминалы. /Лек/	8	5		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Лекция
1.3	Преимущества и особенности SDR. Недостатки SDR. Требования к SDR. «Smart» антенны. Мультистандартные терминалы. /Пр/	8	4		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Практика
1.4	Преимущества и особенности SDR. Недостатки SDR. Требования к SDR. «Smart» антенны. Мультистандартные терминалы. /Лаб/	8	4		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Лабораторная
1.5	Преимущества и особенности SDR. Недостатки SDR. Требования к SDR. «Smart» антенны. Мультистандартные терминалы. /Ср/	8	17,75		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Самостоятельная
	Раздел 2. Базовая архитектура SDR.					
2.1	Архитектура SDR. Идеальная архитектура SDR. Требуемая аппаратная спецификация SDR. Особенности реализации цифровой SDR. Ограничения текущих технологий. Влияние технологий суперпроводимости на будущее SDR. /Тема/	8	0			
2.2	Архитектура SDR. Идеальная архитектура SDR. Требуемая аппаратная спецификация SDR. Особенности реализации цифровой SDR. Ограничения текущих технологий. Влияние технологий суперпроводимости на будущее SDR. /Лек/	8	6		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Лекция
2.3	Архитектура SDR. Идеальная архитектура SDR. Требуемая аппаратная спецификация SDR. Особенности реализации цифровой SDR. Ограничения текущих технологий. Влияние технологий суперпроводимости на будущее SDR. /Пр/	8	2		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Практика
2.4	Архитектура SDR. Идеальная архитектура SDR. Требуемая аппаратная спецификация SDR. Особенности реализации цифровой SDR. Ограничения текущих технологий. Влияние технологий суперпроводимости на будущее SDR. /Ср/	8	9		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Самостоятельная

2.5	Применение процессоров общего назначения в SDR. Применение ПЛИС. Хост интерфейс. Гибридные и мульти-ПЛИС архитектуры. Аппаратные ускорители. Многоканальное SDR. /Тема/	8	0			
2.6	Применение процессоров общего назначения в SDR. Применение ПЛИС. Хост интерфейс. Гибридные и мульти-ПЛИС архитектуры. Аппаратные ускорители. Многоканальное SDR. /Лек/	8	5		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Лекция
2.7	Применение процессоров общего назначения в SDR. Применение ПЛИС. Хост интерфейс. Гибридные и мульти-ПЛИС архитектуры. Аппаратные ускорители. Многоканальное SDR. /Пр/	8	2		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Практика
2.8	Применение процессоров общего назначения в SDR. Применение ПЛИС. Хост интерфейс. Гибридные и мульти-ПЛИС архитектуры. Аппаратные ускорители. Многоканальное SDR. /Лаб/	8	4		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Лабораторная
2.9	Применение процессоров общего назначения в SDR. Применение ПЛИС. Хост интерфейс. Гибридные и мульти-ПЛИС архитектуры. Аппаратные ускорители. Многоканальное SDR. /Ср/	8	8,75		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Самостоятельная
	Раздел 3. Стандарты и протоколы SDR.					
3.1	Программная архитектура. SCA-системы. Уровень физического описания. Форматы данных. Программно-центрические SDR платформы. /Тема/	8	0			
3.2	Программная архитектура. SCA-системы. Уровень физического описания. Форматы данных. Программно-центрические SDR платформы. /Лек/	8	5		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Лекция
3.3	Программная архитектура. SCA-системы. Уровень физического описания. Форматы данных. Программно-центрические SDR платформы. /Пр/	8	4		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Практика
3.4	Программная архитектура. SCA-системы. Уровень физического описания. Форматы данных. Программно-центрические SDR платформы. /Лаб/	8	4		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Лабораторная
3.5	Программная архитектура. SCA-системы. Уровень физического описания. Форматы данных. Программно-центрические SDR платформы. /Ср/	8	17,75		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Самостоятельная
	Раздел 4. Архитектура передающих устройств SDR.					
4.1	Гибкая архитектура передатчика SDR. Требования к усилителям мощности. Линейные архитектуры повышения частоты. Постоянство огибающей сигнала в линейных архитектурах. Широкополосные квадратурные методы. Методы линеаризации в усилителях мощности. Методы радиочастотного синтеза. Эффективность энергопотребления. Прямой цифровой синтез частоты. Передатчик прямого преобразования. /Тема/	8	0			

4.2	Гибкая архитектура передатчика SDR. Требования к усилителям мощности. Линейные архитектуры повышения частоты. Постоянство огибающей сигнала в линейных архитектурах. Широкополосные квадратурные методы. Методы линеаризации в усилителях мощности. Методы радиочастотного синтеза. Эффективность энергопотребления. Прямой цифровой синтез частоты. Передатчик прямого преобразования. /Лек/	8	11		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Лекция
4.3	Гибкая архитектура передатчика SDR. Требования к усилителям мощности. Линейные архитектуры повышения частоты. Постоянство огибающей сигнала в линейных архитектурах. Широкополосные квадратурные методы. Методы линеаризации в усилителях мощности. Методы радиочастотного синтеза. Эффективность энергопотребления. Прямой цифровой синтез частоты. Передатчик прямого преобразования. /Лаб/	8	4		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Лабораторная
4.4	Гибкая архитектура передатчика SDR. Требования к усилителям мощности. Линейные архитектуры повышения частоты. Постоянство огибающей сигнала в линейных архитектурах. Широкополосные квадратурные методы. Методы линеаризации в усилителях мощности. Методы радиочастотного синтеза. Эффективность энергопотребления. Прямой цифровой синтез частоты. Передатчик прямого преобразования. /Пр/	8	4		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Практика
4.5	Гибкая архитектура передатчика SDR. Требования к усилителям мощности. Линейные архитектуры повышения частоты. Постоянство огибающей сигнала в линейных архитектурах. Широкополосные квадратурные методы. Методы линеаризации в усилителях мощности. Методы радиочастотного синтеза. Эффективность энергопотребления. Прямой цифровой синтез частоты. Передатчик прямого преобразования. /Ср/	8	17,75		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Самостоятельная
	Раздел 5. Архитектура приемных устройств SDR.					
5.1	Гибкая архитектура приемника SDR. Одночастотные и многочастотные приемники SDR. Приемник прямого преобразования. «Шестипортовый» приемник. Реализация цифрового приемника SDR. Влияние фазового шума на векторную огибающую линейного приемо-передатчика (трансивера). /Тема/	9	0			
5.2	Гибкая архитектура приемника SDR. Одночастотные и многочастотные приемники SDR. Приемник прямого преобразования. «Шестипортовый» приемник. Реализация цифрового приемника SDR. Влияние фазового шума на векторную огибающую линейного приемо-передатчика (трансивера). /Лек/	9	6		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Лекция
5.3	Гибкая архитектура приемника SDR. Одночастотные и многочастотные приемники SDR. Приемник прямого преобразования. «Шестипортовый» приемник. Реализация цифрового приемника SDR. Влияние фазового шума на векторную огибающую линейного приемо-передатчика (трансивера). /Ср/	9	15		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Самостоятельная
	Раздел 6. Принципы подбора SDR компонентов.					

6.1	Построение SDR на базе тестового оборудования. Построение SDR на основе критериев «Цена-эффективность-объем». Экзотические SDR компоненты. Перестраиваемые фильтры. «Гибкие» антенны. /Тема/	9	0			
6.2	Построение SDR на базе тестового оборудования. Построение SDR на основе критериев «Цена-эффективность-объем». Экзотические SDR компоненты. Перестраиваемые фильтры. «Гибкие» антенны. /Лек/	9	5		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Лекция
6.3	Построение SDR на базе тестового оборудования. Построение SDR на основе критериев «Цена-эффективность-объем». Экзотические SDR компоненты. Перестраиваемые фильтры. «Гибкие» антенны. /Ср/	9	15		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Самостоятельная
	Раздел 7. Основы моделирования и проектирования SDR.					
7.1	Моделирование SDR. Аппаратное проектирование. Программное проектирование. /Тема/	9	0			
7.2	Моделирование SDR. Аппаратное проектирование. Программное проектирование. /Лек/	9	5		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Лекция
7.3	Моделирование SDR. Аппаратное проектирование. Программное проектирование. /Ср/	9	15		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Самостоятельная
	Раздел 8. Промежуточная Аттестация					
8.1	Промежуточная Аттестация /Тема/	9	0			
8.2	Подготовка к зачету /Зачёт/	8	8,75		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Подготовка к зачету
8.3	Сдача экзамена /ИКР/	9	0,35		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Сдача экзамена
8.4	Подготовка к экзамену /Экзамен/	9	44,65		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Подготовка к экзамену
8.5	Консультация /Кнс/	9	2		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Консультация
8.6	Сдача зачета /ИКР/	8	0,25		Л1.1Л3.1 Э1 Э2	Сдача зачета

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины «Программируемые 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	Рафиков Р. А.	Электронные сигналы и цепи. Цифровые сигналы и устройства	Санкт-Петербург: Лань, 2021, 320 с.	978-5-8114-2134-3, https://e.lanbook.com/book/168925

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/ название ЭБС
Л3.1	Кириллов С.Н., Шустиков О.Е., Дмитриев В.Т., Алисов И.И.	Изучение радиосистем передачи информации : метод. указ. к лаб. работам	Рязань, 2020, 48с.	, 1

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	1. Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля. – URL: https://e.lanbook.com/
Э2	2. Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: https://iprbookshop.ru/

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	511 лабораторный корпус. Учебная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, для проведения лабораторных работ, лекционных и практических занятий Специализированная мебель (24 посадочных места), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. Лабораторные стенды, базовая станция сотовой связи BS-240, контроллер базовых станций BSC-72, 3 макета ЦРРЛ NECPasolinkv4, TADIRAN, включающих в себя 2 блока наружной установки и 2 блока внутренней установки, радиорелейная станция РРС-1М, радиолиния СРЛ-11, макет «Исследования ИКФ-ОФМ», макет «Исследования ВОЛС», сварочный аппарат для ВОЛС FSU 995 FA, осциллографы, анализаторы спектра, вольтметры, источники питания, генераторы, частотомеры, измерители, прибор для исследования АЧХ. Персональные компьютеры: 8 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
3	510 лабораторный корпус. Учебная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, для проведения лабораторных работ и практических занятий Специализированная мебель (16 посадочных мест), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. Лабораторные стенды, стойка ЧВТ-11, стойка ИКМ-30 – 2 шт., стойка В33, стойка К-60 – 4 шт., осциллографы, анализаторы спектра, частотомеры. 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 «Оценочные материалы по дисциплине «Проектирование и моделирование 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