

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
Проректор по УР
А.В. Корячко

Проектирование РЭС
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Радиотехнических систем
Учебный план	11.05.01_23_00.rlx 11.05.01 Радиотехнические 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	
	Неделя		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	32	32
Иная контактная работа	0,25	0,25	0,65	0,65	0,9	0,9
Консультирование перед экзаменом и практикой			2	2	2	2
Итого ауд.	64,25	64,25	34,65	34,65	98,9	98,9
Контактная работа	64,25	64,25	34,65	34,65	98,9	98,9
Сам. работа	35	35	40,3	40,3	75,3	75,3
Часы на контроль	8,75	8,75	53,35	53,35	62,1	62,1
Письменная работа на курсе			15,7	15,7	15,7	15,7
Итого	108	108	144	144	252	252

г. Рязань

Программу составил(и):

д.техн.н., проф., Попов Дмитрий Иванович

Рабочая программа дисциплины

Проектирование РЛС

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 28.04.2023 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Радиотехнических систем

Протокол от 22.06.2023 г. № 13

Срок действия программы: 2023-2029 уч.г.

Зав. кафедрой Кошелев Виталий Иванович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Радиотехнических систем

Протокол от _____ 2024 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Радиотехнических систем

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Радиотехнических систем

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

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

Радиотехнических систем

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью освоения дисциплины является формирование знаний, навыков и умений, позволяющих осуществлять системное проектирование радиолокационных систем (РЛС) и цифровых устройств обработки сигналов, а также подготовка обучающихся к научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.
1.2	Обучение студентов по курсу «Проектирование радиолокационных систем» направлено на углубленное получение знаний по разделам курса, теоретическое и практическое освоение методов и средств разработки и проектирования радиолокационных систем.
1.3	Задачи дисциплины:
1.4	- изучение общих принципов построения и проектирования РЛС;
1.5	- изучение методов цифровой обработки сигналов в РЛС;
1.6	- изучение особенностей синтеза цифровых устройств обработки сигналов в РЛС;
1.7	- формирование навыков разработки структурных схем и выбора параметров РЛС и цифровых устройств обнаружения сигналов и измерения координат на фоне некоррелированных и коррелированных помех.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Основы компьютерного моделирования и проектирования РЭС
2.1.2	Системы автоматизированного проектирования в микроэлектронике
2.1.3	Технологическая (проектно-технологическая) практика
2.1.4	Устройства ГФС
2.1.5	Доплеровская фильтрация радиолокационных сигналов
2.1.6	Радиоавтоматика
2.1.7	Электродинамика и распространение радиоволн
2.1.8	Электропреобразовательные устройства
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Введение в современные нанотехнологии
2.2.2	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.3	Комплексирование приемопередающих систем
2.2.4	Нанотехнологии в радиотехнических системах
2.2.5	Основы радиоэлектронной борьбы
2.2.6	Преддипломная практика
2.2.7	Радиотехнические системы
2.2.8	Радиофотонные приемопередающие системы
2.2.9	Расчетно-конструкторская работа
2.2.10	Средства РЭБ для защиты ЛА
2.2.11	Физика микроэлектронных структур
2.2.12	Формирование и обработка оптических сигналов
2.2.13	Электропитание мобильной РЭА
2.2.14	Энергосберегающие технологии в беспроводной РЭА

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-4: Способен разрабатывать техническую и конструкторскую документации на радиоэлектронные системы и комплексы	
ПК-4.1. Разрабатывает документацию и осуществляет сопровождение РТС и РЭС космических аппаратов и	

Знать	различие между структурными, функциональными и принципиальными электрическими схемами бортового оборудования для их применения в принципиальных электрических схемах бортового оборудования.
Уметь	разрабатывать проекты цифровых устройств обработки сигналов на языке описания аппаратуры, используя структурный и поведенческий способы описания.
Владеть	навыками реализации комбинационных и последовательностных цифровых устройств на программируемой логике для их применения в электрических схемах бортового оборудования авиационных комплексов различного назначения.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	- принципы построения технического задания при разработке деталей, узлов и устройств радиотехнических систем и принципиальных электрических схем бортового оборудования;
3.1.2	- методику проектирования и моделирования модулей цифровых устройств управления функциональными узлами бортового оборудования авиационных комплексов различного назначения.
3.2	Уметь:
3.2.1	- использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации;
3.2.2	- разрабатывать проекты цифровых устройств управления на языке описания аппаратуры, используя структурный и поведенческий способы описания.
3.3	Владеть:
3.3.1	- навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами.
3.3.2	- навыками реализации комбинационных и последовательностных цифровых устройств на программируемой логике для их применения в электрических схемах бортового оборудования авиационных комплексов различного назначения.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Содержание дисциплины					
1.1	Общие принципы проектирования радиолокационных систем /Тема/	8	0			
1.2	Выбор метода обзора и измерений. Выбор типа зондирующих сигналов и метода их обработки. Определение основных технических параметров РЛС. /Лек/	8	4	ПК-4.1-3	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	
1.3	Вводное занятие. Об особенностях изучения дисциплины. /Пр/	8	4	ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	
1.4	Изучение материалов по Теме 1.1 /Ср/	8	11	ПК-4.1-3	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	
1.5	Проектирование обнаружителей сигналов на фоне некоррелированных помех /Тема/	8	0			
1.6	Аналого-цифровое преобразование сигналов. Временная дискретизация сигналов. Выбор периода временной дискретизации. Амплитудное квантование сигналов. /Лек/	8	4	ПК-4.1-3	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	
1.7	Цифровые согласованные фильтры. Реализация ЦСФ во временной области. Реализация ЦСФ в частотной области. /Лек/	8	4	ПК-4.1-3	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	
1.8	Обнаружение пачки радиоимпульсов. Многоканальное и инвариантное когерентное обнаружение. Некогерентное обнаружение. /Лек/	8	4	ПК-4.1-3	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	
1.9	Проектирование цифровых обнаружителей когерентной пачки сигналов. /Пр/	8	4	ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	Решение задач

1.10	Обнаружение многочастотных и неэквидистантных сигналов. /Лек/	8	4	ПК-4.1-3	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	
1.11	Проектирование цифровых обнаружителей некогерентной пачки сигналов /Пр/	8	4	ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	Решение задач
1.12	Обнаружение пачки двоично-квантованных сигналов. Анализ, оптимизация и расчет параметров обнаружителей двоично-квантованных сигналов. /Лек/	8	4	ПК-4.1-3	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	
1.13	Проектирование обнаружителей двоично-квантованных сигналов. /Пр/	8	4	ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	Решение задач
1.14	Изучение материалов по Теме 1.2 Подготовка к практическим занятиям. /Ср/	8	24	ПК-4.1-3	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	
1.15	Расчёт системных параметров РЛС /Лаб/	8	4	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л2.1 Л1.1Л3.2Л1. 1 Л3.4 Э1 Э2	
1.16	Обнаружение одиночных радиопульсов. Корреляционные и фильтровые обнаружители. Цифровые согласованные фильтры (ЦСФ). /Лек/	8	4			
1.17	Реализация ЦСФ во временной области. Реализация ЦСФ в частотной области /Лек/	8	4			
1.18	Исследование пассивных помех от подстилающей поверхности и радиолокационных изображений в бортовых РЛС. /Лаб/	8	4			
1.19	Исследование дальности действия в условиях радиоэлектронной борьбы. /Лаб/	8	4			
1.20	Исследование методов стабилизации уровня ложной тревоги в системах первичной обработки радиолокационных сигналов. /Лаб/	8	4			
1.21	Проектирование обнаружителей сигналов на фоне пассивных (коррелированных) помех /Тема/	9	0			
1.22	Математико-эвристический синтез обнаружителей сигналов на фоне пассивных помех. Системы когерентной и смешанной обработки сигналов. Цифровые эквиваленты систем когерентной и смешанной обработки. /Лек/	9	2	ПК-4.1-3	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	
1.23	Проектирование систем обнаружения сигналов на фоне пассивных помех. /Пр/	9	4	ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	Решение задач
1.24	Цифровые режекторные фильтры (ЦРФ). ЦРФ нерекурсивного и рекурсивного типа: схемы, системные (передаточные) функции, амплитудно-частотные характеристики. /Лек/	9	2	ПК-4.1-3	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	
1.25	Виды и структурные схемы цифровых режекторных фильтров. /Пр/	9	4	ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	Решение задач
1.26	Адаптивные режекторные фильтры. Автокомпенсация доплеровской скорости пассивных помех. /Лек/	9	2	ПК-4.1-3	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	

1.27	Изучение материалов по Теме 1.3 Подготовка к практическим занятиям. /Ср/	9	14,3	ПК-4.1-3	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	
1.28	Письменная работа на курсе. /КПКР/	9	15,7	ПК-4.1-3 ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.1 Л3.4Л3.2Л2. 1 Э1 Э2	
1.29	Проектирование измерителей координат целей /Тема/	9	0			
1.30	Измерение дальности цели. Принципы построения цифровых измерителей дальности. Расчет погрешности измерения дальности. /Лек/	9	2	ПК-4.1-3	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	
1.31	Измерение угловых координат. Принципы построения цифровых измерителей угловой координаты при непрерывном и дискретном сканировании антенного луча. Структурные схемы измерителей при многоуровневом и двоичном квантовании входных данных. /Лек/	9	2	ПК-4.1-3	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	
1.32	Проектирование цифровых измерителей дальности и угловой координаты. /Пр/	9	4	ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	Решение задач
1.33	Измерение радиальной скорости. Многоканальные и одноканальные измерители для одночастотных, многочастотных, эквидистантных и неэквидистантных сигналов. Расчет ошибок измерения скорости. /Лек/	9	2	ПК-4.1-3	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	
1.34	Заключительное занятие. Отчет задолжников. /Пр/	9	4	ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	Решение задач
1.35	Изучение материалов по Теме 1.4 Подготовка к практическим занятиям. /Ср/	9	26	ПК-4.1-3	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	
1.36	Выбор рабочей частоты, длительности и частоты повторения зондирующих им-пульсов, коэффициента усиления и эффективного раскрытия антенны, полосы пропускания и коэффициента шума приемника, скорости сканирования антенного луча, числа импульсов в пачке, критериев обнаружения, отношения сигнал/шум, коэффициента затухания радиоволн, потерь в системе, импульсной и средней мощности передатчика. Заключение. Основные направления развития радиолокационных систем с автоматизированной обработкой информации /Лек/	9	4	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л2.1 Л1.1Л3.2Л1. 1 Л3.4 Э1 Э2	
Раздел 2. Промежуточная аттестация						
2.1	Подготовка к экзамену, иная контактная работа /Тема/	9	0			
2.2	Подготовка к экзамену /Экзамен/	9	53,35	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	
2.3	Консультация перед экзаменом /Кнс/	9	2	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	

2.4	Прием экзамена /ИКР/	8	0,25	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В		Ответ по билету
2.5	Подготовка к зачёту /Зачёт/	8	8,75	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.4 Э1 Э2	
2.6	Приём экзамена /ИКР/	9	0,65			

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Проектирование РЛС").

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	Бакулев П.А.	Радиолокационные системы : учеб. для вузов	М.: Радиотехника, 2007, 376с.	5-88070-142-5, 1
Л1.2	Горбунов Ю. Н., Лобанов Б. К.	Введение в стохастическую радиолокацию : учебное пособие для вузов	Москва: Горячая линия -Телеком, 2017, 376 с.	978-5-9912-0433-0, https://e.lanbook.com/book/119832

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Шпенст В. А.	Радиолокационные системы и комплексы : учебник	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский горный университет, 2016, 399 с.	978-5-94211-776-4, http://www.iprbookshop.ru/78141.html

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Попов Д.И.	Проектирование радиолокационных систем : Учебное пособие	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2016,	, https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/1785
Л3.2	Попов Д.И.	Статистическая теория радиотехнических систем : учеб. пособие	Рязань, 2019, 72с.	, 1

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля. – URL: https://e.lanbook.com/				
Э2	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

6.3.2 Перечень информационных справочных систем**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1	525 Лабораторный корпус.. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель (56 посадочных мест), магнитно-маркерная доска. 1 интерактивный комплект T82/IN124Sta/WTH140-доска IQ Board DVT T082+проектор Infocus IN124STA. ПК: Intel Core i5 /8Gb. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
2	519 Лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, для проведения самостоятельной работы обучающихся. Специализированная мебель (24 посадочных места), доска.
3	421 Лабораторный корпус. учебная лаборатория для проведения лабораторных работ, самостоятельной работы обучающихся Специализированная мебель (18 посадочных мест), ПК: Intel Pentium Dual/1Gb – 1 шт. Celeron/504 Mb – 1 шт. Intel Pentium Dual/2Gb – 2 шт Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методические указания по освоению дисциплины "Проектирование РЛС" представлены в приложении к рабочей программе дисциплины.

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
КАФЕДРЫ**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Кошелев Виталий
Иванович, Заведующий кафедрой РТС**06.10.23** 12:16 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫ**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Кошелев Виталий
Иванович, Заведующий кафедрой РТС**06.10.23** 12:16 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ПРОРЕКТОРОМ ПО УР**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Корячко Алексей
Вячеславович, Проректор по учебной работе**06.10.23** 12:58 (MSK)

Простая подпись