

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

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

Кафедра «Радиотехнических систем»

«СОГЛАСОВАНО»

Декан факультета РТ

_____/ Холопов И.С.

«__» _____ 20__ г

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД

_____/ Корячко А.В.

«__» _____ 20__ г

Заведующий кафедрой РТС

_____/ Кошелев В.И.

«__» _____ 20__ г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.03.01 «ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЛС»

Направление подготовки

11.03.01 Радиотехника

Направленность (профиль) подготовки

Радиотехнические системы локации, навигации и телевидения

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 (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного приказом Минобрнауки № 931 от 19.09.2017 г.

Разработчики
профессор кафедры «Радиотехнических систем»
Попов Дмитрий Иванович

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 2020 г., протокол № ____ .

Заведующий кафедрой
Радиотехнических систем
Кошелев Виталий Иванович

(подпись)

(Ф.И.О.)

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: формирование знаний, навыков и умений, позволяющих осуществлять системное проектирование радиолокационных систем (РЛС) и цифровых устройств обработки сигналов.

Задачи: познакомить бакалавров с общими принципами построения и проектирования РЛС и методами цифровой обработки сигналов в РЛС; научить разрабатывать структурные схемы и выбирать параметры РЛС и цифровых устройств обнаружения сигналов и измерения координат на фоне некоррелированных и коррелированных помех.

Перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников (по типам)

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания)
25 Ракетно-космическая промышленность	научно - исследовательский	Определение направления научно-исследовательских работ, анализ и обобщение их результатов, выдача рекомендаций к их практическому применению	Радиотехнические системы и радиоэлектронные средства, решающие задачи радиолокации, связи, навигации и радиоэлектронной борьбы
06 Связь, информационные и коммуникационные технологии	проектно - технологический	Анализ научно-технической проблемы. Математическое и компьютерное моделирование радиоэлектронных устройств и систем с целью оптимизации (улучшения) их параметров.	Радиоэлектронные средства и радиоэлектронные системы различного назначения

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Проектирование радиолокационных систем» реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы (далее – образовательной программы) бакалавриата «Радиотехнические системы локации, навигации и телевидения» направления 11.03.01 Радиотехника и относится к дисциплинам по выбору студента.

Данная дисциплина базируется на знаниях, умениях, навыках, полученных студен-

тами в ходе изучения дисциплин: «Математика», «Основы теории цепей», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Радиотехнические системы».

Программа курса ориентирована на возможность расширения и углубления знаний, умений и навыков бакалавра для успешной профессиональной деятельности.

Постреквизиты дисциплины. Компетенции, полученные в результате освоения дисциплины необходимы обучающемуся при изучении следующих дисциплин: «Радиотехнические системы», «Устройства приема и обработки сигналов», «Преддипломная практика», «Научно-исследовательская работа» и для подготовки выпускной работы..

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОПОП по данному направлению подготовки.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача ПД	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Обоснование (ПС, анализ опыта)
Тип задач профессиональной деятельности: 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; Составление обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований; Организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок.	Радиотехнические системы, комплексы и устройства, методы и средства их моделирования, экспериментальной отработки.	ПК-1. Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	ИД-1 _{ПК-1} . Умеет строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков радиотехнических устройств и систем ИД-2 _{ПК-1} . Владеет навыками компьютерного моделирования	06.005 Инженер-радиоэлектронщик
		ПК-2. Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов	ИД-1 _{ПК-2} . Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков радиотехнических устройств и систем ИД-2 _{ПК-2} . Умеет проводить исследования	

			характеристик радиотехнических устройств и систем	
Тип задач профессиональной деятельности: проектный				
<p>Проведение предварительного технико-экономического обоснования проектов радиотехнических устройств и систем; Сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; Расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;</p> <p>Разработка проектной и технической документации, Оформление законченных проектно-конструкторских работ;</p> <p>Контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.</p>	<p>Радиотехнические системы, комплексы и устройства, методы и средства их проектирования, подготовки к производству и технического обслуживания.</p>	<p>ПК-3. Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования</p>	<p>ИД-1_{ПК-3}. Знает принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем</p> <p>ИД-2_{ПК-3}. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик деталей, узлов и устройств радиотехнических систем</p> <p>ИД-3_{ПК-3}. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем</p>	06.005 Инженер-радиоэлектронщик
		<p>ПК-4. Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам</p>	<p>ИД-1_{ПК-4}. Знает принципы построения технического задания при разработке деталей, узлов и устройств радиотехнических систем</p> <p>ИД-2_{ПК-4}. Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации</p> <p>ИД-3_{ПК-4}. Владеет навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со</p>	

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

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часов.

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	50,35
Лекции	24
Лабораторные работы	8
Практические занятия	16
Консультации в семестре	2
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	58
Самостоятельные занятия	58
Контроль	35,65
Вид промежуточной аттестации обучающихся	Экзамен

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

5.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

1. Введение

Этапы проектирования РЛС. Основные функции обзорных РЛС и РЛС сопровождения в режимах поиска, обнаружения и целеуказания. Типовые РЛС ПРО и ПВО, бортовые и мобильные РЛС. Принципы автоматизированной обработки радиолокационной информации.

Предмет и задачи курса, место курса в общей системе подготовки бакалавров и его связь с другими дисциплинами.

2. Общие принципы проектирования радиолокационных систем

Постановка задачи проектирования. Тактико-технические требования, предъявляемые к радиолокационным системам, их выбор и обоснование.

Методы синтеза радиолокационной системы, удовлетворяющей поставленным требованиям. Проектирование на базе существующих систем (метод экстраполяции). Применение методов системотехники. Выбор метода обзора и измерений. Выбор типа зондирующих сигналов и метода их обработки. Определение основных технических параметров РЛС (параметров зондирующего сигнала, передающего и приемного устройств, антенны и

т.д.).

3. Проектирование обнаружителей сигналов на фоне некоррелированных помех

Аналого-цифровое преобразование сигналов. Временная дискретизация сигналов. Выбор периода временной дискретизации. Амплитудное квантование сигналов (многоуровневое и двоичное квантование). Выбор порогов амплитудного квантования и определение вероятностных характеристик квантованных сигналов.

Обнаружение одиночных радиоимпульсов. Корреляционные и фильтровые обнаружители. Цифровые согласованные фильтры (ЦСФ). Реализация ЦСФ во временной области. Реализация ЦСФ в частотной области. Обнаружение пачки радиоимпульсов. Многоканальное и инвариантное когерентное обнаружение. Некогерентное обнаружение. Обнаружение многочастотных и неэквидистантных сигналов. Пороговые сигналы при обнаружении пачки радиоимпульсов.

Обнаружение пачки двоично-квантованных сигналов. Обнаружители движущегося окна, цифровые программные обнаружители. Анализ, оптимизация и расчет параметров обнаружителей двоично-квантованных сигналов. Стабилизация уровня ложных тревог.

4. Проектирование обнаружителей сигналов на фоне пассивных (коррелированных) помех

Основные особенности и свойства пассивных помех. Математико-эвристический синтез обнаружителей сигналов на фоне пассивных помех. Системы когерентной и смешанной обработки сигналов. Цифровые эквиваленты систем когерентной и смешанной обработки.

Цифровые режекторные фильтры (ЦРФ). ЦРФ нерекурсивного и рекурсивного типа: схемы, системные (передаточные) функции, амплитудно-частотные характеристики. Анализ эффективности ЦРФ по энергетическим критериям качества. Адаптивные режекторные фильтры. Автокомпенсация доплеровской скорости пассивных помех. Техническая реализация ЦРФ на основе современных аппаратных и программных средств цифровой обработки сигналов.

Принципы построения радиолокаторов движущихся целей.

5. Проектирование измерителей координат целей

Измерение дальности цели. Принципы построения цифровых измерителей дальности. Расчет погрешности измерения дальности.

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.

Измерение радиальной скорости. Многоканальные и одноканальные измерители для одночастотных, многочастотных, эквидистантных и неэквидистантных сигналов. Расчет ошибок измерения скорости.

Особенности построения обнаружителей и измерителей на основе современных аппаратных и программных средств цифровой обработки сигналов.

6. Выбор параметров радиолокационной системы

Уравнение дальности радиолокации. Выбор эффективной площади рассеяния цели, рабочей частоты, длительности и частоты повторения зондирующих импульсов, коэффициента усиления и эффективного раскрыва 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.

7. Заключение

Основные направления развития радиолокационных систем с автоматизированной обработкой информации.

5.2. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
			всего	лекции и	практические занятия	лабораторные работы	
1	Введение	2	1	1			1
2	Общие принципы проектирования радиолокационных систем	11	2	2	-	-	9
3	Проектирование обнаружителей сигналов на фоне некоррелированных помех	23	14	8	4	2	9
4	Проектирование обнаружителей сигналов на фоне пассивных (коррелированных) помех	22	13	7	4	2	9
5	Проектирование измерителей координат целей	23	14	5	4	4	9
6	Выбор параметров радиолокационной системы	14	5	1	4	-	9
7	Заключение	3	1	1	-	-	2
8	Всего	106	48	24	16	8	58

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

1. Попов Д.И. Проектирование радиолокационных систем: учеб. пособие. – Рязань: РГРТУ, 2016. – 80 с.
2. Попов Д.И. Статистическая теория радиотехнических систем: учеб. пособие. – Рязань: РГРТУ, 2019. – 72 с.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в виде оценочных материалов и приведен в Приложении.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная:

1. Попов Д.И. Проектирование радиолокационных систем: учеб. пособие. – Рязань: РГРТУ, 2016. – 80 с.

б) дополнительная:

1. Бакулев П.А. Радиолокационные системы: учеб. для вузов. – М.: Радиотехника, 2007. – 376 с.
2. Попов Д.И. Статистическая теория радиотехнических систем: учеб. пособие. – Рязань: РГРТУ, 2019. – 72 с.
3. Введение в стохастическую радиолокацию: Учебное пособие для вузов . Горбунов Ю.Н., Лобанов Б.С. Куликов Г.В. Издательство "Горячая линия-Телеком" . 2017. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/119832>.
4. Шпенст, В. А. Радиолокационные системы и комплексы : учебник / В. А. Шпенст. — СПб. : Санкт-Петербургский горный университет, 2016. — 399 с. — ISBN 978-5-94211-776-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/78141.html> (дата обращения: 10.10.2019). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

9. Перечень ресурсов информационно–телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для изучения дисциплины

Обучающимся предоставлена возможность индивидуального доступа к следующим электронно-библиотечным системам.

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

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Работа студента на лекции

Изучающие дисциплину «Проектирование радиолокационных систем» должны посещать лекции и практические занятия, а при самостоятельной работе прорабатывать конспект лекций и рекомендованную литературу.

Эффективное освоение дисциплины предполагает постоянную работу с лекционным материалом и рекомендованной литературой. Целесообразно перед каждой лекцией просмотреть конспект предыдущей лекции с целью вспомнить изученный материал и быть готовым к восприятию нового материала. После лекции нужно просмотреть конспект, поправить неясные места, при необходимости дополнить. Полное понимание лекционного материала – залог успешного освоения дисциплины. Выполнить домашнее задание, сформулированное на практическом занятии. При появлении трудностей не откладывать работу в долгий ящик, а обратиться за помощью к лектору.

При написании конспекта лекций следует придерживаться следующих правил и рекомендаций.

1. Конспект нужно записывать «своими словами» лишь после того, как излагаемый лектором тезис будет вами дослушан до конца и понят.

2. При конспектировании следует отмечать непонятные, на данном этапе, места; записывать те пояснения лектора, которые показались особенно важными.

3. При ведении конспекта рекомендуется вести нумерацию разделов, глав, формул (в случае, если лектор не заостряет на этом внимание); это позволит при подготовке к сдаче экзамена не запутаться в структуре лекционного материала.

4. Рекомендуется в каждом более или менее законченном пункте выразить свое мнение, комментарий, вывод.

Подготовка к практическим занятиям

Практические занятия по решению задач существенно дополняют лекции по дисциплине. В процессе анализа и решения задач студенты расширяют и углубляют знания, полученные из лекционного курса и учебников, учатся глубже понимать физические законы и формулы, разбираться в их особенностях, границах применения, приобретают умение применять общие закономерности к конкретным случаям. В процессе решения задач вырабатываются навыки вычислений, работы со справочной литературой, таблицами. Решение задач не только способствует закреплению знаний и тренировке в применении изучаемых законов, но и формирует особый стиль умственной деятельности, особый метод подхода к физическим явлениям.

Подготовка к сдаче экзамена

Экзамен – форма промежуточной проверки знаний, умений, навыков, степени освоения дисциплины.

Главная задача экзамена состоит в том, чтобы у студента из отдельных сведений и деталей составилось представление об общем содержании соответствующей дисциплины, стала понятной методика предмета, его система. Готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, на практических занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью.

Подготовка к экзамену не должна ограничиваться беглым чтением лекционных записей, даже, если они выполнены подробно и аккуратно. Механического заучивания так-

же следует избегать, поскольку его нельзя назвать учением уже потому, что оно создает внутреннее сопротивление какому бы то ни было запоминанию и, конечно уменьшает память. Более надежный и целесообразный путь – это тщательная систематизация материала при вдумчивом повторении, запоминании формулировок, установлении внутрисубъектных связей, увязке различных тем и разделов, закреплении путем решения задач.

На непосредственную подготовку к экзамену обычно дается три - пять дней. Этого времени достаточно только для углубления, расширения и систематизации знаний, на устранение пробелов в знании отдельных вопросов, для определения объема ответов на каждый из вопросов программы.

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

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для лекционных занятий используются лекционные аудитории РГРТУ, оборудованные доской для представления учебного материала.

Для практических занятий используются учебные аудитории РГРТУ, оборудованные доской для представления учебного материала.

Программу составил:

д.т.н., профессор каф. РТС

(Попов Д.И.)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС

«___» _____ 2020 г

(протокол № ___)