

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

Кафедра «Радиотехнические системы»

«СОГЛАСОВАНО»

Декан ФРТ

\_\_\_\_\_ И.С. Холопов

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД

\_\_\_\_\_ А.В. Корячко

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Руководитель ОПОП

\_\_\_\_\_ В.И. Кошелев

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.16 «ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЛС»**

Специальность

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Специализация

Радиоэлектронная борьба

Уровень подготовки

специалитет

Квалификация выпускника – инженер

Формы обучения – очная

Рязань 2020 г.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности подготовки 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» академического специалитета утвержденного за № 94 от 09.02.2018

Разработчик  
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 специалиста 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» входит в базовую часть дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) подготовки специалистов направления 11.05.01 «Радиотехника».

Данная дисциплина базируется на знаниях, умениях, навыках, полученных студентами в ходе изучения дисциплин: «Математика», «Основы теории цепей», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Основы теории радиолокационных систем и комплексов», «Статистическая теория радиосистем».

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

Постреквизиты дисциплины. Компетенции, полученные в результате освоения дисциплины необходимы обучающемуся при изучении следующих дисциплин: «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, ПООП (при наличии) по данному направлению подготовки, а также компетенций (при наличии), установленных университетом.

#### Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория (группа) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Опытноконструкторская деятельность	ОПК-5. Способен выполнять опытноконструкторские работы с учетом требований нормативных документов в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-5.1. Знает основные методы проектирования, исследования и эксплуатации специальных радиотехнических систем. ОПК-5.2. Умеет применять информационные технологии и информационновычислительные системы для решения научно-исследовательских и проектных задач радиоэлектроники

#### Обязательные профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения (при наличии)

Задача ПД	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Обоснование (ПС, анализ опыта)
		ПК-5. Подготовлен к разработке структурных и функциональных схем радиоэлектронных устройств, систем и комплексов радиолокации и радиоэлектронной борьбы, проведению проектных расчетов и технико-экономическому обоснованию принимаемых решений		

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объем дисциплины по семестрам (курсам) и видам занятий 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 дисциплины составляет 7 зачетных единицы (ЗЕ), 252 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		8	9
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>98,6</b>	<b>64,25</b>	<b>34,35</b>
В том числе:			
Лекции	48	32	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	-
Практические занятия (ПЗ)	32	16	16
Семинары (С)			
Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка)			
Консультации	2		2
Другие виды аудиторной работы	0,6	0,25	0,35
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>91</b>	<b>35</b>	<b>56</b>
В том числе:			
Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа)			
Расчетно-графические работы			
Расчетные задания			
Реферат			
Другие виды самостоятельной работы	91	35	56
<b>Контроль</b>	<b>62,4</b>	<b>8,75</b>	<b>53,65</b>
Вид промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	экзамен	зачет	экзамен
Общая трудоемкость час	<b>252</b>	<b>108</b>	<b>144</b>
Зачетные Единицы Трудоемкости	7	3	4
Контактная работа (по учебным занятиям)	98,6	64,25	34,35

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

№	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
			всего	лекции и	практические занятия	лабораторные работы	
<b>Семестр 8</b>							
	<b>Всего</b>	<b>108</b>	<b>64</b>	32	16	16	<b>35</b>
1	Введение	3	1	1			2
2	Общие принципы проектирования радиолокационных систем	16	4	4			12
3	Проектирование обнаружителей сигналов на фоне некоррелированных помех	28	6	6			23
4	Зачеты и консультации	8,75					
<b>Семестр 9</b>							
	<b>Всего</b>	<b>144</b>	<b>32</b>	16	16		<b>56</b>
5	Проектирование обнаружителей сигналов на фоне пассивных (коррелированных) помех	43	17	16	4		20
6	Проектирование измерителей	30	8	6	2		20

	координат целей						
7	Выбор параметров радиолокационной системы	28	8	6	2		14
8	Заключение	3	1	1			2
9	Экзамены и консультации	54					

### 4.3. Содержание дисциплины

#### 4.3.1 Лекционные занятия

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Введение. Этапы проектирования РЛС	1	ОПК-5, ПК-5	зачет
2	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.)	2	ОПК-5, ПК-5	зачет
3	Аналого-цифровое преобразование сигналов. Временная дискретизация сигналов. Выбор периода временной дискретизации. Амплитудное квантование сигналов	2	ОПК-5, ПК-5	зачет
4	Обнаружение одиночных радиоимпульсов. Корреляционные и фильтровые обнаружители. Цифровые согласованные фильтры (ЦСФ)	2	ОПК-5, ПК-5	зачет
5	Реализация ЦСФ во временной области. Реализация ЦСФ в частотной области	2	ОПК-5, ПК-5	зачет
6	Обнаружение пачки радиоимпульсов. Многоканальное и инвариантное когерентное обнаружение. Некогерентное обнаружение	2	ОПК-5, ПК-5	зачет
7	Обнаружение многочастотных и неэкви-дистантных сигналов	2	ОПК-5, ПК-5	зачет
8	Обнаружение пачки двоично-квантованных сигналов. Обнаружители движущегося окна, цифровые программные обнаружители	2	ОПК-5, ПК-5	зачет
9	Анализ, оптимизация и расчет параметров обнаружителей двоично-квантованных сигналов. Стабилизация уровня ложных тревог	2	ОПК-5, ПК-5	зачет
10	Математико-эвристический синтез обнаружителей сигналов на фоне пассивных помех. Системы когерентной и смешанной обработки сигналов. Цифровые эквиваленты систем когерентной и смешанной обработки	4	ОПК-5, ПК-5	экзамен
11	Цифровые режекторные фильтры (ЦРФ). ЦРФ нерекурсивного и рекурсивного типа: схемы, системные (передаточные)	4	ОПК-5, ПК-5	экзамен

12	функции, амплитудно-частотные характеристики Анализ эффективности ЦРФ по энергетическим критериям качества. Адаптивные режекторные фильтры. Автокомпенсация доплеровской скорости пассивных помех	4	ОПК-5, ПК-5	экзамен
13	Принципы построения радиолокаторов движущихся целей	2	ОПК-5, ПК-5	экзамен
14	Измерение дальности цели. Принципы построения цифровых измерителей дальности. Расчет погрешности измерения дальности	2	ОПК-5, ПК-5	экзамен
15	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	4	ОПК-5, ПК-5	экзамен
16	Измерение радиальной скорости. Многоканальные и одноканальные измерители для одночастотных, многочастотных, эквидистантных и неэквидистантных сигналов. Расчет ошибок измерения скорости	4	ОПК-5, ПК-5	экзамен
17	Выбор рабочей частоты, длительности и частоты повторения зондирующих импульсов, 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	2	ОПК-5, ПК-5	экзамен
18	Заключение. Основные направления развития радиолокационных систем с автоматизированной обработкой информации	1	ОПК-5, ПК-5	экзамен

#### 4.3.2 Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Обнаружение одиночных радиоимпульсов. Цифровые согласованные фильтры	4	ОПК-5, ПК-5	зачет
2	Проектирование цифровых обнаружителей когерентной пачки сигналов	4	ОПК-5, ПК-5	зачет
3	Проектирование цифровых обнаружителей некогерентной пачки сигналов	4	ОПК-5, ПК-5	зачет
4	Обнаружение пачки двоично-квантованных сигналов. Анализ, оптими-	4	ОПК-5, ПК-5	зачет

	зация и расчет параметров обнаружителей двоично-квантованных сигналов (критерий $k/N$ )			
5	Проектирование систем обнаружения сигналов на фоне пассивных помех	4	ОПК-5, ПК-5	экзамен
6	Адаптивные режекторные фильтры. Автокомпенсаторы доплеровской фазы пассивных помех	4	ОПК-5, ПК-5	экзамен
7	Виды и структурные схемы цифровых режекторных фильтров	4	ОПК-5, ПК-5	экзамен
8	Проектирование цифровых измерителей дальности и угловой координаты. Проектирование цифровых измерителей радиальной скорости	4	ОПК-5, ПК-5	экзамен

#### 4.3.3 Самостоятельная работа

№ п/п	Тематика самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Введение	2	ОПК-5, ПК-5	зачет
2	Общие принципы проектирования радиолокационных систем	12	ОПК-5, ПК-5	зачет
3	Проектирование обнаружителей сигналов на фоне некоррелированных помех	23	ОПК-5, ПК-5	зачет
4	Проектирование обнаружителей сигналов на фоне пассивных (коррелированных) помех	20	ОПК-5, ПК-5	экзамен
5	Проектирование измерителей координат целей	20	ОПК-5, ПК-5	экзамен
6	Выбор параметров радиолокационной системы	14	ОПК-5, ПК-5	экзамен
7	Заключение	2	ОПК-5, ПК-5	экзамен

- **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины.

- **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### Основная литература

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

#### Дополнительная литература

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.

- **Методические указания к курсовому проектированию (курсовой работе) и другим видам самостоятельной работы**

Изучение дисциплины «Проектирование радиолокационных систем» проходит в течение 8-го и 9-го семестров. Основные темы дисциплины осваиваются в ходе аудиторных занятий, однако важная роль отводится и самостоятельной работе студентов.

Самостоятельная работа включает в себя следующие этапы:

- изучение теоретического материала (работа над конспектом лекции);
- самостоятельное изучение дополнительных информационных ресурсов (доработка конспекта лекции);
- выполнение заданий текущего контроля успеваемости (подготовка к практическому занятию);
- итоговая аттестация по дисциплине (подготовка к зачету и экзамену).

Работа над конспектом лекции: лекции – основной источник информации по предмету, позволяющий не только изучить материал, но и получить представление о наличии других источников, сопоставить разные способы решения задач и практического применения полученных знаний. Лекции предоставляют возможность «интерактивного» обучения, когда есть возможность задавать преподавателю вопросы и получать на них ответы. Поэтому рекомендуется в день, предшествующий очередной лекции, прочитать конспекты двух предшествующих лекций, обратив особое внимание на содержимое последней лекции.

Подготовка к практическому занятию: состоит в теоретической подготовке (изучение конспекта лекций и дополнительной литературы) и выполнении практических заданий (решение задач, ответы на вопросы и т.д.). Во время самостоятельных занятий студенты выполняют задания, выданные им на предыдущем практическом занятии, готовятся к контрольным работам, выполняют задания типовых расчетов.

Доработка конспекта лекции с применением учебника, методической литературы, дополнительной литературы, интернет-ресурсов: этот вид самостоятельной работы студентов особенно важен в том случае, когда одну и ту же задачу можно решать различными способами, а на лекции изложен только один из них. Кроме того, рабочая программа по математике предполагает рассмотрение некоторых относительно несложных тем только во время самостоятельных занятий, без чтения лектором.

Подготовка к зачету, экзамену: основной вид подготовки – «свертывание» большого объема информации в компактный вид, а также тренировка в ее «развертывании» (примеры к теории, выведение одних закономерностей из других и т.д.). Надо также правильно распределить силы, не только готовясь к самому экзамену, но и позаботившись о допуске к нему (это хорошее посещение занятий, выполнение в назначенный срок типовых расчетов, активность на практических занятиях).

- **ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

- Сайт Экспонента: <http://exponenta.ru/>
- Единое окно доступа к образовательным ресурсам: <http://window.edu.ru/>
- Интернет Университет Информационных Технологий: <http://www.intuit.ru/>

- Сайт GeoGebra: <https://www.geogebra.org>
- Электронно-библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/>.
- Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. – URL: <https://www.e.lanbook.com>
- Электронная библиотека РГРТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: из корпоративной сети РГРТУ – по паролю. – URL: <https://elib.rsreu.ru/>

• **ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

1. Операционная система Windows XP (Microsoft Imagine, номер подписки 700102019, бессрочно);
2. Операционная система Windows XP (Microsoft Imagine, номер подписки ID 700565239, бессрочно);
3. Kaspersky Endpoint Security (Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2922-190228-101204-557-1191, срок действия с 28.02.2019 по 07.03.2021);
4. LibreOffice (лицензия LGPL v3);
5. Adobe Acrobat Reader (бесплатная лицензия Adobe);
6. Справочная правовая система «Консультант Плюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный.

• **МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для освоения дисциплины необходимы следующие материально-технические ресурсы:

- 1) аудитория для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, оборудованная маркерной (меловой) доской № 505 к. 2 - лабораторный корпус;
- 2) аудитория для самостоятельной работы, оснащенная индивидуальной компьютерной техникой с подключением к локальной вычислительной сети и сети Интернет № 419 к. 2 - лабораторный корпус.

Программу составил:

д.т.н., профессор каф. РТС

\_\_\_\_\_

(Попов Д.И.)

Программа рассмотрена и  
одобрена на заседании  
кафедры РТС

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г

(протокол № \_\_\_)