

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

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД

А.В. Корячко

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

Руководитель ОПОП

В.И. Кошелев

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.13 «СТАТИСТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ РАДИОСИСТЕМ»**

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:** получение знаний, навыков и умений по методам статистической теории обработки сигналов, принимаемых на фоне помех той или иной природы.

**Задачи:** изучить методологию синтеза и анализа качественных показателей оптимальных устройств обнаружения, различения и оценивания параметров сигналов, входящих в состав радиолокационных и радионавигационных систем и комплексов, систем передачи информации.

**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 «Статистическая теория радиосистем» входит в базовую часть дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) подготовки специалистов специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы».

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

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: «Основы теории радиолокационных систем и комплексов», «Основы теории радиосистем и комплексов управления» и «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, 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
Исследовательская деятельность	ОПК-4. Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных	ОПК-4.1. Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации ОПК-4.2. Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования ОПК-4.3. Владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений
Опытноконструкторская деятельность	ОПК-5. Способен выполнять опытно-конструкторские 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

### 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 5 зачетных единицы (ЗЕ), 180 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 7
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	50,35	50,35

	В том числе:		
Лекции		32	32
Лабораторные работы (ЛР)			
Практические занятия (ПЗ)		16	16
Семинары (С)			
Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка)			
Консультации		2	2
Другие виды аудиторной работы		0,35	0,35
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>		<b>76</b>	<b>76</b>
В том числе:			
Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа)			
Расчетно-графические работы			
Расчетные задания			
Реферат			
Другие виды самостоятельной работы		76	76
<b>Контроль</b>		<b>53,65</b>	<b>53,65</b>
Вид промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)		экзамен	экзамен
Общая трудоемкость час		180	180
Зачетные Единицы Трудоемкости		5	5
Контактная работа (по учебным занятиям)		50,35	50,35

#### 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 7</b>							
	<b>Всего</b>	<b>180</b>	<b>48</b>	32	16		<b>76</b>
1	Введение	3	1	1			2
2	Модели сигналов и помех в РТС	12	4	4			8
3	Основы теории обнаружения сигналов	25	9	6			14
4	Алгоритмы и устройства оптимального обнаружения сигналов	43	17	16	4		16
5	Различение сигналов	30	8	6	2		12
6	Оценивание параметров сигналов	28	8	6	2		10
7	Заключение	3	1	1			2
8	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	1	ОПК-4, ОПК-5	экзамен
2	Модели сигналов и помех	2	ОПК-4, ОПК-5	экзамен
3	Нормальный белый шум	2	ОПК-4, ОПК-5	экзамен
4	Основные показатели эффективности обнаружения	2	ОПК-4, ОПК-5	экзамен
5	Критерии оптимальности обнаружения	2	ОПК-4, ОПК-5	экзамен
6	Отношение правдоподобия	2	ОПК-4, ОПК-5	экзамен
7	Обнаружение детерминированного сигнала (алгоритмы и структуры обнаружителей). Оптимальные (согласованные) и квазиоптимальные фильтры. Характеристики обнаружения детерминированного сигнала	3	ОПК-4, ОПК-5	экзамен
8	Обнаружение сигнала со случайной начальной фазой (алгоритмы и структуры обнаружителей). Характеристики обнаружения сигнала со случайной начальной фазой	3	ОПК-4, ОПК-5	экзамен
9	Обнаружение сигнала со случайными амплитудой и начальной фазой (алгоритмы и структуры обнаружителей). Характеристики обнаружения сигнала со случайными амплитудой и начальной фазой	3	ОПК-4, ОПК-5	экзамен
10	Обнаружение когерентной пачки импульсов (алгоритмы и структуры обнаружителей). Характеристики обнаружения когерентной пачки импульсов	3	ОПК-4, ОПК-5	экзамен
11	Обнаружение некогерентной пачки импульсов (алгоритмы и структуры обнаружителей). Характеристики обнаружения некогерентной пачки импульсов. Обнаружение сигналов на фоне небелого шума	4	ОПК-4, ОПК-5	экзамен
12	Функции правдоподобия при различении сигналов на фоне нормального шума. Различение двух детерминированных сигналов и двух сигналов со случайными начальными фазами (алгоритмы и структуры различителей)	2	ОПК-4, ОПК-5	экзамен
13	Полная вероятность ошибки при различении двух сигналов	2	ОПК-4, ОПК-5	экзамен
14	Различение $M$ детерминированных сигналов и $M$ сигналов со случайными начальными фазами (алгоритмы и структуры	2	ОПК-4, ОПК-5	экзамен

15	различителей). Полная вероятность ошибки при различении $M$ сигналов Оценки максимального правдоподобия при отсутствии и наличии у сигнала неинформационных параметров. Характеристики качества оценок (несмещенность, состоятельность, эффективность). Неравенство Крамера-Рао. Функции правдоподобия при отсутствии и наличии у сигнала неинформационных параметров	2	ОПК-4, ОПК-5	экзамен
16	Оценивание энергетических параметров. Раздельное и совместное оценивание амплитуды и фазы радиосигнала. Потенциальная точность оценивания амплитуды сигнала	2	ОПК-4, ОПК-5	экзамен
17	Оценивание неэнергетических параметров. Оценивание времени запаздывания сигнала. Оценивание частоты и совместное оценивание времени запаздывания и частоты сигнала	2	ОПК-4, ОПК-5	экзамен
18	Заключение	1	ОПК-4, ОПК-5	экзамен

#### 4.3.2 Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Обнаружение квазидетерминированных сигналов	4	ОПК-4, ОПК-5	экзамен
2	Обнаружение пачки импульсов	4	ОПК-4, ОПК-5	экзамен
3	Различение сигналов	4	ОПК-4, ОПК-5	экзамен
4	Оценивание параметров сигналов	4	ОПК-4, ОПК-5	экзамен

#### 4.3.3 Самостоятельная работа

№ п/п	Тематика самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Введение	2	ОПК-4, ОПК-5	экзамен
2	Модели сигналов и помех в РТС	8	ОПК-4, ОПК-5	экзамен
3	Основы теории обнаружения сигналов	14	ОПК-4, ОПК-5	экзамен
4	Алгоритмы и устройства оптимального обнаружения сигналов	16	ОПК-4, ОПК-5	экзамен
5	Различение сигналов	12	ОПК-4, ОПК-5	экзамен

6	Оценивание параметров сигналов	10	ОПК-4, ОПК-5	экзамен
7	Заключение	2	ОПК-4, ОПК-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. Статистическая теория радиотехнических систем: учеб. пособие. – Рязань: РГРТУ, 2019. – 72 с.

### Дополнительная литература

1. Бакулев П.А. Радиолокационные системы: учеб. для вузов. – М.: Радиотехника, 2007. – 376 с.
2. Перов А.И. Статистическая теория радиотехнических систем: учеб. пособие для вузов. – М.: Радиотехника, 2003. – 398 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 «Статистическая теория радиосистем» проходит в течение 7-го семестра. 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 изучения дисциплины**

1. Сайт Экспонента: <http://exponenta.ru/>
2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: <http://window.edu.ru/>
3. Интернет Университет Информационных Технологий: <http://www.intuit.ru/>
4. Сайт GeoGebra: <https://www.geogebra.org>
5. 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/>.
6. 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>
7. 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 № \_\_)