

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Кафедра «Радиотехнические системы»

«СОГЛАСОВАНО»

Заведующий кафедрой РТС

 / В.И. Кошелев /

 2023 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

 / А.В. Корячко /

 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
СТАТИСТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ РТС**

Направление подготовки  
11.03.01 Радиотехника

Направленность (профиль) подготовки  
Программно-аппаратные средства систем радиомониторинга и РЭБ

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

Рязань 2023

Программу составил(и):

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



Рабочая программа дисциплины

**Статистическая теория РТС**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 931)

составлена на основании учебного плана:

11.03.01 Радиотехника

утвержденного учёным советом вуза от 28.04.2023 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Радиотехнических систем**

Протокол от 11.05.2023 г. № 11

Срок действия программы: 2023-2024 уч.г.

Зав. кафедрой Кошелев Виталий Иванович



### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	40	40	40	40
Практические	8	8	8	8
Иная контактная работа	0,35	0,35	0,35	0,35
Консультирование перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	50,35	50,35	50,35	50,35
Контактная работа	50,35	50,35	50,35	50,35
Сам. работа	49,3	49,3	49,3	49,3
Часы на контроль	44,35	44,35	44,35	44,35
Итого	144	144	144	144

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры  
**Радиотехнических систем**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2023 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

**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 \_\_\_\_\_

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

Протокол от \_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

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

**Радиотехнических систем**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2026 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
1.1	Целью освоения дисциплины является выработка базовых знаний, навыков и умений по методам статистической теории обработки сигналов, принимаемых на фоне помех той или иной природы, 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	
1.3	Обучение студентов по курсу «Статистическая теория радиотехнических систем» направлено на углубленное получение знаний по разделам курса, теоретическое и практическое освоение методов и средств статистической теории обработки сигналов, принимаемых на фоне помех той или иной природы.
1.4	
1.5	Задачи дисциплины:
1.6	- методология синтеза оптимальных устройств обнаружения сигналов;
1.7	- анализ качественных показателей оптимальных устройств обнаружения сигналов;
1.8	- методология синтеза оптимальных устройств различения сигналов;
1.9	- методологию синтеза и анализа показателей оптимальных устройств оценивания параметров сигналов.

<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Системы автоматизированного проектирования в микроэлектронике
2.1.2	Основы компьютерного моделирования и проектирования РЭС
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
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Введение в современные нанотехнологии
2.2.2	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.3	Преддипломная практика
2.2.4	Радиотехнические системы
2.2.5	Физика микроэлектронных структур
2.2.6	Формирование и обработка оптических сигналов
2.2.7	Комплексирование приемопередающих систем
2.2.8	Нанотехнологии в радиотехнических системах
2.2.9	Основы радиоэлектронной борьбы
2.2.10	Радиофотонные приемопередающие системы
2.2.11	Расчетно-конструкторская работа
2.2.12	Средства РЭБ для защиты ЛА
2.2.13	Электропитание мобильной РЭА
2.2.14	Энергосберегающие технологии в беспроводной РЭА
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
<b>ПК-5: Способен проводить расчеты для разработки функциональных узлов бортовой аппаратуры космических аппаратов</b>	
<b>ПК-5.1. Анализирует входные данные для выполнения расчетов при разработке функциональных узлов бортовой аппаратуры космических аппаратов</b>	

<p><b>Знать</b> функциональное различие между узлами аппаратуры для обоснования их применения в принципиальных электрических схемах бортового оборудования.</p> <p><b>Уметь</b> разрабатывать проекты цифровых устройств управления на языке описания аппаратуры, используя структурный и поведенческий способы описания.</p> <p><b>Владеть</b> навыками реализации комбинационных и последовательностных цифровых устройств на программируемой логике для их применения в электрических схемах бортового оборудования космических комплексов различного назначения.</p>
<p><b>ПК-5.2. Проводит расчеты деталей, функциональных узлов, электрических режимов бортовой аппаратуры космических аппаратов по электрическим и технологическим параметрам</b></p>
<p><b>Знать</b> методику проектирования и моделирования модулей цифровых устройств управления функциональными узлами бортового оборудования космических комплексов различного назначения.</p> <p><b>Уметь</b> работать с отладочной платой для выполнения отладки алгоритмического обеспечения.</p> <p><b>Владеть</b> синтаксисом алгоритмического языка для разработки алгоритмического обеспечения режимов работы систем бортового оборудования.</p>

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

<b>3.1 Знать:</b>	
3.1.1	- методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков радиотехнических устройств и систем;
3.1.2	- функциональное различие между узлами бортовой аппаратуры для обоснования их применения в принципиальных электрических схемах бортового оборудования;
3.1.3	- методику проектирования и моделирования модулей цифровых устройств управления функциональными узлами бортового оборудования космических комплексов различного назначения.
<b>3.2 Уметь:</b>	
3.2.1	- проводить исследования характеристик радиотехнических устройств и систем;
3.2.2	- разрабатывать проекты цифровых устройств управления на языке описания аппаратуры, используя структурный и поведенческий способы описания;
3.2.3	- работать с отладочной платой для выполнения отладки алгоритмического обеспечения.
<b>3.3 Владеть:</b>	
3.3.1	- навыками реализации комбинационных и последовательностных цифровых устройств на программируемой логике для их применения в электрических схемах бортового оборудования космических комплексов различного назначения;
3.3.2	- синтаксисом алгоритмического языка для разработки алгоритмического обеспечения режимов работы систем бортового оборудования.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	<b>Раздел 1. Содержание дисциплины</b>					
1.1	Модели сигналов и помех в РТС /Тема/	7	0			
1.2	Детерминированные, квазидетерминированные и случайные сигналы, способы их описания. /Лек/	7	2	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	
1.3	Нормальный случайный процесс. Белый шум. Функционал плотности вероятности нормального белого шума. /Лек/	7	2	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	
1.4	Изучение материалов по Теме 1.1 /Ср/	7	8	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	
1.5	Основы теории обнаружения сигналов /Тема/	7	0			
1.6	Основные показатели эффективности обнаружения. Критерии оптимальности обнаружения. /Лек/	7	2	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	

1.7	Отношение правдоподобия. Определение вероятностных показателей эффективности обнаружения. /Лек/	7	2	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	
1.8	Изучение материалов по Теме 1.2 /Ср/	7	8	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	
1.9	Алгоритмы и устройства оптимального обнаружения сигналов /Тема/	7	0			
1.10	Обнаружение детерминированного сигнала (алгоритмы и структуры обнаружителей). Оптимальные (согласованные) и квазиоптимальные фильтры. /Лек/	7	2	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	
1.11	Характеристики обнаружения детерминированного сигнала. /Лек/	7	2	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	
1.12	Обнаружение сигнала со случайной начальной фазой (алгоритмы и структуры обнаружителей). Характеристики обнаружения сигнала со случайной начальной фазой. /Лек/	7	2	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	
1.13	Обнаружение сигнала со случайными амплитудой и начальной фазой Характеристики обнаружения сигнала со случайными амплитудой и начальной фазой. /Лек/	7	2	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	
1.14	Обнаружение квазидетерминированных сигналов. /Пр/	7	2	ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	Решение задач
1.15	Обнаружение когерентной пачки импульсов (алгоритмы и структуры обнаружителей). /Лек/	7	2	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	
1.16	Характеристики обнаружения когерентной пачки импульсов. /Лек/	7	2	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	
1.17	Обнаружение некогерентной пачки импульсов (алгоритмы и структуры обнаружителей). /Лек/	7	2	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	
1.18	Характеристики обнаружения некогерентной пачки импульсов. /Лек/	7	2	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	
1.19	Обнаружение пачки импульсов. /Пр/	7	2	ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	Решение задач
1.20	Обнаружение сигналов на фоне небелого шума. Обнаружение когерентной пачки импульсных сигналов на фоне коррелированной помехи. /Лек/	7	2	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	
1.21	Изучение материалов по Теме 1.3 Подготовка к практическим занятиям. /Ср/	7	20	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	
1.22	Различение сигналов /Тема/	7	0			
1.23	Статистические критерии различения сигналов. Правила оптимального различения. Функции правдоподобия при различении сигналов на фоне нормального шума. /Лек/	7	2	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	
1.24	Различение двух детерминированных сигналов и двух сигналов со случайными начальными фазами (алгоритмы и структуры различителей). Полная вероятность ошибки при различении двух сигналов. /Лек/	7	2	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	

1.25	Различение М детерминированных сигналов и М сигналов со случайными начальными фазами (алгоритмы и структуры различителей). Полная вероятность ошибки при различении М сигналов. /Лек/	7	2	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	
1.26	Различение сигналов. /Пр/	7	2	ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	Решение задач
1.27	Изучение материалов по Теме 1.4 Подготовка к практическим занятиям. /Ср/	7	6	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	
1.28	Оценивание параметров сигналов /Тема/	7	0			
1.29	Критерии оценивания параметров сигналов. Байесовские оценки случайных параметров сигналов. Оценивание неслучайных параметров сигналов. Оценки максимального правдоподобия при отсутствии и наличии у сигнала неинформационных параметров. /Лек/	7	2	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	
1.30	Характеристики качества оценок (несмещенность, состоятельность, эффективность). Неравенство Крамера-Рао. Функции правдоподобия при отсутствии и наличии у сигнала неинформационных параметров. /Лек/	7	2	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	
1.31	Оценивание энергетических параметров. Раздельное и совместное оценивание амплитуды и фазы радиосигнала. Потенциальная точность оценивания амплитуды сигнала. /Лек/	7	2	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	
1.32	Оценивание неэнергетических параметров. Оценивание времени запаздывания сигнала. Оценивание частоты и совместное оценивание времени запаздывания и частоты сигнала. /Лек/	7	2	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	
1.33	Оценивание параметров сигналов. /Пр/	7	2	ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	Решение задач
1.34	Изучение материалов по Теме 1.5 Подготовка к практическим занятиям. /Ср/	7	7,3	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	
	<b>Раздел 2. Промежуточная аттестация</b>					
2.1	Подготовка к экзамену, иная контактная работа /Тема/	7	0			
2.2	Подготовка к экзамену /Экзамен/	7	44,35	ПК-5.1-3 ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	
2.3	Консультация перед экзаменом /Кнс/	7	2	ПК-5.1-3 ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2	
2.4	Прием экзамена /ИКР/	7	0,35	ПК-5.1-3 ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В		Ответ по билету

**5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Статистическая теория РТС").

**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	Перов А.И.	Статистическая теория радиотехнических систем : Учеб.пособие для вузов	М.:Радиотехника, 2003, 398с.	5-93108-047-3, 1
Л1.2	Бакулев П.А.	Радиолокационные системы : учеб. для вузов	М.: Радиотехника, 2007, 376с.	5-88070-142-5, 1

**6.1.3. Методические разработки**

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	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: <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>			
Э2	Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: <a href="https://iprbookshop.ru/">https://iprbookshop.ru/</a> .			

**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	518 лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий Специализированная мебель (18 посадочных мест), 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)**

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методические указания дисциплины "Статистическая теория РТС").