

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

---

**Институт радиоэлектроники и информационных технологий (ИРИТ)**  
(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института:  
\_\_\_\_\_ Мякиньков А.В.  
подпись \_\_\_\_\_ ФИО  
“10” июня 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ОД.2 Статистическая теория радиотехнических систем**  
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)  
для подготовки специалистов

Направление подготовки: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность: Радиолокационные системы и комплексы

Форма обучения: очная  
Год начала подготовки 2021

Выпускающая кафедра ИРС

Кафедра-разработчик ИРС

Объем дисциплины 144/4  
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: Съянов В.А., к.т.н., доцент

Нижний Новгород, 2021

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 09 февраля 2018 года № 94 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 10.06.2021 г. № 6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 03 июня 2021 г. № 9-1

Зав. кафедрой д.т.н, профессор, Рындык А.Г. \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИРИТ, протокол от 10 июня 2021 г. № 1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 11.05.01-р-24  
Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом НТБ \_\_\_\_\_ Н.И. Кабанина  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
1.1. Цель освоения дисциплины .....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля) .....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>4</b>
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>7</b>
4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам .....	7
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам .....	7
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ....	12
5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	12
5.2. Описание показателей и критерии контроля успеваемости, описание шкал оценивания	12
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>14</b>
6.1. Учебная литература .....	14
6.2. Справочно-библиографическая литература .....	14
6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:.....	14
6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	14
6.4.1. Исследование статистических характеристик случайных процессов: методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Статистическая теория радиотехнических систем», «Статистическая радиотехника» / НГТУ; Сост.: В.А. Сыянов, Н. Новгород, 2020 г. - 12 с.....	15
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>16</b>
7.1. Перечень информационных справочных систем .....	16
7.2. Перечень свободно распространяемого программного обеспечения .....	16
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>	<b>17</b>
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	17
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>18</b>
10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии .....	18
10.2. Методические указания для занятий лекционного типа .....	19
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.....	19
10.4. Методические указания по освоению дисциплины .....	20
10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся .....	20
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>20</b>
11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости.....	20
– экзамен для студентов всех форм обучения. ....	20
11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ .....	20
11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена для студентов всех форм обучения.....	20

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является: освоение статистических методов синтеза и анализа радиосистем, а так же построения и анализа оптимальных систем передачи и извлечения информации.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)

Дисциплина «Статистическая теория радиотехнических систем» способствует подготовке студентов к решению следующих профессиональных задач:

- изучение методов описания случайных процессов;
- изучение основ статистической теории обнаружения и различения сигналов;
- освоение методов математического моделирования работы радиотехнических систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Статистическая теория радиотехнических систем» Б1.В.ОД.2 включена в перечень дисциплин вариативной части в рамках базовой части Блока 1 и является обязательной для специализации «Радиолокационные системы и комплексы» специальности «Радиоэлектронные системы и комплексы». Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данной специальности.

Дисциплина базируется на дисциплинах «Теория вероятности и математическая статистика» в объеме курса.

Дисциплина «Статистическая теория радиотехнических систем» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Радиотехнические системы», «Цифровая обработка сигналов», а также производственной (преддипломной) практики.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)<sup>1</sup>

Таблица 1- Формирование компетенций по дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины										
	Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B
Электродинамика и распространение радиоволн. Дополнительные главы ПКС-1											
Направляющие и колебательные системы СВЧ ПКС-1											
Основы компьютерного проектирования РЭС ПКС-1											
Радиоавтоматика ПКС-1											
Основы техники радиоприёма ПКС-1											
Радиопередающие устройства ПКС-1											
Функциональное моделирование ПКС-1											
Радиотехнические системы ПКС-1											
Электропреобразовательные устройства РЭС ПКС-1											
Электропитание устройств систем телекоммуникаций											
Оптоэлектронные и квантовые приборы СВЧ ПКС-1											

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B
Электронные СВЧ и квантовые приборы ПКС-1											
Цифровая обработка сигналов ПКС-1											
Микроэлектронные устройства СВЧ ПКС-1											
Интегральная СВЧ схемотехника ПКС-1											
Научно-исследовательская работа ПКС-1											
Телевидение и видеотехника ПКС-1											
Цифровая аудио- и видеотехника ПКС-1											
Лабораторный практикум по проектированию интегральных модулей цифровой обработки ПКС-1											
Программные средства цифровой обработки сигналов ПКС-1											
Современные математические методы обработки сигналов ПКС-1											
Основы теории радиолокационных систем и комплексов ПКС-1											
Основы теории радионавигационных систем и комплексов ПКС-1											
Основы теории радиосистем и комплексов управления ПКС-1											
Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы ПКС-1											
Цифровые процессоры и обработка сигналов ПКС-1											
Основы теории радиосистем передачи информации ПКС-1											
Сетевые информационные технологии ПКС-1											
Преддипломная практика ПКС-1											
Выполнение и защита ВКР											

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Планируемые результаты обучения по дисциплине	Текущего контроля	Промежуточной аттестации	Оценочные средства	Промежуточной аттестации
ПКС-1. Способен проводить разработку методов, алгоритмов приёма, передачи и обработки сигналов, выполнять моделирование радиолокационных систем и устройств, осуществлять тестирование радиоэлектронных комплексов с использованием современных аппаратных и программных средств	ИПКС-1.1. Разрабатывает методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах, владеет технологией автоматической обработки информации.	Знать: основные методы получения, хранения и переработки информации в системах связи и радиолокации.	Уметь: решать задачи получения, хранения и переработки информации в системах связи и радиолокации с использованием компьютера, как средства управления информацией.	Владеть: методами математического моделирования систем связи и радиолокации по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ.	Выполнение индивидуального задания	Вопросы для устного собеседования
	ИПКС-1.2. Выполняет математическое моделирование радиолокационных систем и устройств, осуществляет тестирование аппаратного и программного обеспечения радиоэлектронных комплексов.					
Освоение дисциплины причастно к ТФ С/02.6 (ПС 06.005 «Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник)», Решает задачи математического моделирования объектов и процессов, и эффективного проведения тестирования работы программного обеспечения.						

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 10зач.ед. 360 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3.1 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		6 сем	
<b>Формат изучения дисциплины</b>			с использованием элементов электронного обучения
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144</b>	<b>144</b>	
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>57</b>	<b>57</b>	
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	
занятия лекционного типа (Л)	34	34	
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практик. Занятия и др)			
лабораторные работы (ЛР)	17	17	
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)			
текущий контроль, консультации по дисциплине	6	6	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)			
контрольная работа			
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)			
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	60	60	
Подготовка к экзамену (контроль)	27	27	
Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой (контроль)			

### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.1-Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия							
<b>6 семестр</b>											
ПКС-1 ИПКС-1.1	<b>Раздел 1. Основы статистической теории случайных процессов</b>				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Мозговой штурм					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
	<b>Тема 1.1 Статистические характеристики случайных процессов</b> Определение многомерного случайного процесса. Стационарный и эргодический случайный процесс. Корреляционная функция и спектральная плотность мощности случайного процесса	5			9	Подготовка к лекциям [6.1.1],	Мозговой штурм						
	<b>Тема 2.1 Обнаружение простых сигналов на фоне шума</b> Обнаружение детерминированного сигнала на фоне белого гауссовского шума. Характеристики обнаружения. Согласованная фильтрация сигналов. Обнаружение сигналов со случайной начальной фазой.	6				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Мозговой штурм						
	<b>Лабораторная работа №1. Исследование статистических характеристик СП</b>		5			Подготовка к лаб. раб. [6.4.1], [6.1.2]	Мозговой штурм						
	<b>Работа по освоению 1</b>												

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
	<b>раздела:</b>												
	<b>реферат, эссе (тема)</b>												
	<b>расчёто-графическая работа (РГР)</b>												
	<b>контрольная работа</b>												
	<b>Итого по 1 разделу</b>	11	5		20								
ПКС-1 ИПКС-1.1	<b>Раздел 2. Основы статистической теории обнаружения сигналов</b>				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Mозговой штурм							
	<b>Тема 2.1 Тема 2.1 Обнаружение простых сигналов на фоне шума</b> Обнаружение детерминированного сигнала на фоне белого гауссова шума. Характеристики обнаружения. Согласованная фильтрация сигналов. Обнаружение сигналов со случайной начальной фазой.	6			Подготовка к лекциям [6.1.1]	Mозговой штурм							
	<b>Тема 2.2 Обнаружение сложных сигналов на фоне шума</b> Обнаружение пачек импульсных сигналов, квазиоптимальный некогерентный накопитель. Оптимальный обнаружитель	6			Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Mозговой штурм							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
ПКС-1 ИПКС-1.1	сигналов на фоне небелого шума. Обнаружение ЛЧМ и ФКМ сигналов.												
	<b>Лабораторная работа №2.</b> <b>Основы статистической теории обнаружения сигналов</b>		7			Подготовка к лаб. раб. [6.4.2], [6.1.2]	Мозговой штурм						
	<b>Работа по освоению 2 раздела:</b>												
	<b>реферат, эссе (тема)</b>												
	<b>расчёто-графическая работа (РГР)</b>												
	<b>контрольная работа</b>												
<b>Итого по 2 разделу</b>		12	7		20								
ПКС-1 ИПКС-1.1	<b>Раздел 3. Основы статистической теории различения сигналов</b>				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Мозговой штурм							
	<b>Тема 3.1 Различение бинарных сигналов на фоне шума</b> Оптимальный алгоритм различения двух детерминированных сигналов на фоне белого шума. Показатели качества систем различения АМ, ЧМ и ФМ сигналов.	6			Подготовка к лекциям [6.1.1],	Мозговой штурм							
	<b>Тема 3.2 Различение систем сигналов на фоне шума</b> Различение $m$	5			Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2],	Мозговой штурм							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
	детерминированных сигналов на фоне белого шума. Различение двух сигналов со случайной начальной фазой на фоне белого шума.				[6.1.3]								
	<b>Лабораторная работа № 3 Основы теории различения сигналов</b>		5			Подготовка к лаб. раб. [6.4.3], [6.1.2]	Мозговой штурм						
	<b>Работа по освоению 3 раздела:</b>												
	реферат, эссе (тема)												
	расчёто-графическая работа (РГР)												
	контрольная работа												
	<b>Итого по 3 разделу</b>	11	5		20								
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	34	17		60								

## **5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.**

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: тестирование по темам лекционных занятий, решение практических задач, контрольные работы.

### **5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

Комплект оценочных средств является неотъемлемой частью ФОС и хранится на кафедре «Информационные радиосистемы».

### **5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Таблица 5.1- При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Экзамен</b>
40<R<=50	Отлично
30<R<=40	Хорошо
20<R<=30	Удовлетворительно
0<R<=20	Неудовлетворительно

При промежуточном контроле успеваемость студентовоценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1. Способен проводить разработку методов, алгоритмов приема, передачи и обработки сигналов, выполнять моделирование радиолокационных систем и устройств, осуществлять тестирование радиоэлектронных комплексов с использованием современных аппаратных и программных средств	ИПКС-1.1. Разрабатывает методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах, владеет технологией автоматической обработки информации.  ИПКС-1.2. Выполняет математическое моделирование радиолокационных систем и устройств, осуществляет тестирование аппаратного и программного обеспечения радиоэлектронных комплексов.	Не способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, не способен осуществлять тестирование работы радиоэлектронной аппаратуры с использованием современной измерительной техники	Не уверенно может выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, не уверенно может осуществлять тестирование работы радиоэлектронной аппаратуры с использованием современной измерительной техники	Хорошо может выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, хорошо может осуществлять тестирование работы радиоэлектронной аппаратуры с использованием современной измерительной техники	Отлично может выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, отлично может осуществлять тестирование работы радиоэлектронной аппаратуры с использованием современной измерительной техники

Таблица 7 - Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебная литература

- 6.1.1. Информационные технологии в радиотехнических системах: учебн. пособие / В.А. Васин [и др.] под ред. – И.Б. Федорова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 672 с.
- 6.1.2. Статистическая теория радиотехнических систем: учеб.пособие / В.А. Сьянов [и др.]; НГТУим.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород: [Изд-во НГТУ], 2018. – 166 с.
- 6.1.3. Худяков, Г.И. Статистическая теория радиотехнических систем: учеб.пособие / Г.И. Худяков. – М.: Издательский центр «Академия», 2009 – 400 с.

### 6.2. Справочно-библиографическая литература

- 6.2.1. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник; 12 изд. / В.Е. Гмурман. – М.: Юрайт, 2016. – 479 с.
- 6.2.2. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей: учеб.для вузов / Е. С. Вентцель. – М.: Высш. шк, 1999. – 576 с.

### 6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:

- 6.3.1. Научно-технический и научно-производственный журнал Информационные технологии [Журнал "Информационные технологии" \(povtex.ru\).](http://Журнал%20%22Информационные%20технологии%22%20(povtex.ru).)
- 6.3.2. Информационные ресурсы России. Российская ассоциация электронных библиотек. [Информационные Ресурсы России — Российская ассоциация электронных библиотек \(aselibrary.ru\).](http://Информационные%20Ресурсы%20России%20—%20Российская%20ассоциация%20электронных%20библиотек%20(aselibrary.ru).)
- 6.3.3. Журнал «Информационные технологии и вычислительные системы». [Журнал «Информационные технологии и вычислительные системы» - Aboutjournal \(jitcs.ru\)](http://Журнал%20%22Информационные%20технологии%20и%20вычислительные%20системы%22%20-%20Aboutjournal%20(jitcs.ru))

### 6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Статистическая теория радиотехнических систем» в бумажном варианте находятся на кафедре «Информационные системы», в библиотеке НГТУ им. Р.Е.Алексеева.Электронные варианты методических указаний по выполнению лабораторных работ отправляются на электронные адреса групп.

- 6.4.1. Исследование статистических характеристик случайных процессов: методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Статистическая теория радиотехнических систем», «Статистическая радиотехника» / НГТУ; Сост.: В.А.Сьянов, Н. Новгород, 2020 г. - 12 с.
- 6.4.2. Основы теории обнаружения сигналов: методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Статистическая теория радиотехнических систем», «Статистическая радиотехника» / НГТУ; Сост.: В.А.Сьянов, Н. Новгород, 2020 г. – 15 с.
- 6.4.3. Основы теории различения сигналов: Методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Статистическая теория радиотехнических систем», «Статистическая радиотехника» / НГТУ; Сост.: В.А.Сьянов, Н. Новгород, 2012 г. - 15с.

## 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом свободно распространяемого программного обеспечения (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### 7.1. Перечень информационных справочных систем

Таблица 8 -Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

### 7.2. Перечень свободно распространяемого программного обеспечения

Таблица 9.1 - Программное обеспечение, используемое студентами очного обучения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html</a>
Программа для ЭВМ в составе: MATLAB. Simulink. Signal Processing Toolbox. DSP System Toolbox. Communications System Toolbox, Fixed-Point Designer Academic, (договор № Tr110373 от 21.10.14)	Linux <a href="https://www.linux.com/">https://www.linux.com/</a> OpenOffice (FreeWare) <a href="https://www.openoffice.org/ru/">https://www.openoffice.org/ru/</a>

Таблица 9.2 - Программное обеспечение, используемое студентами очно-заочного, заочного обучения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	GNU Linux Slackware 14.2
Программа для ЭВМ в составе: MATLAB. Simulink. Signal Processing Toolbox. DSP System Toolbox. Communications System Toolbox, Fixed-Point Designer Academic, (договор № Tr110373 от 21.10.14)	Adobe Acrobat Reader
Dr.Web (с/н B241-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020)	GNU Linux Slackware 14.2

### Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 10 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 10 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОС-СТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	<a href="https://cyberpedia.su/21x47c0.html">https://cyberpedia.su/21x47c0.html</a>
	Инструменты и веб-ресурсы для веб-разработки – 100+	<a href="https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus">https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus</a>

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»<https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 11 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организаций:

- зал электронно-информационных ресурсов (ауд. 2210 – 11 компьютеров, ауд. 6119 – 9 компьютеров);
- читальный зал открытого доступа (ауд. 6162 – 2 компьютера);
- ауд. 2303, 2202, оборудованные Wi-Fi.

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации программы бакалавриата и проведения лабораторных работ для студентов очного обучения, включает в себя компьютерные классы НГТУ им. Р.Е.Алексеева (6 корпус НГТУ, аудитории 6342, 6339), оснащенные необходимым оборудованием, техническими и электронными средствами обучения и контроля знаний студентов: 12 рабочих места, оборудованных:

- процессор: CPU IntelCore i3-2120 3.3 GHz;

- материнская плата: Asusp8h61-MLX2;
- оперативная память: 4 Gb (2\*2Gb) DDR 3;
- жесткий диск: 500 Gb.

Пакеты ПО общего назначения (аудитории 6342, 6339):

- Windows 7;
- Linux;
- OpenOffice.

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации программы бакалавриата и проведения лабораторных работ для студентов очно-заочного и заочного обучения, включает в себя компьютерный класс 1324 кафедры «Информационные радиосистемы», оснащенный необходимым оборудованием, техническими и электронными средствами обучения и контроля знаний студентов: 10 рабочих места, включающих персональные компьютеры, Intel Core3/4 Gb RAM/HDD 250, в составе локальной вычислительной сети, без подключения к интернету.

Пакеты ПО (лицензионное):

- Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14);
- MATLAB: Simulink. Signal Processing Toolbox, DSP System Toolbox. Communications System, Toolbox, Fixed-Point Designer Academic, (договор № Tr110373 от 21.10.14);
- Dr.Web (с/н B24I-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020).

Пакеты ПО (распространяемое по свободной лицензии):

- GNU Linux Slackware 14.2;
- Adobe Acrobat Reader.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии**

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

При преподавании дисциплины «Статистическая теория радиотехнических систем», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса может сопровождаться компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса и что дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активизировать их деятельность при освоении материала. Электронные материалы лекций в период дистанционного обучения отправляются по электронной почте на адреса групп и могут быть получены до чтения лекций и проработаны студентами в ходе самостоятельной работы.

На лекциях, лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнить уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием современных информационных технологий: электронная почта, Zoom.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня формирования компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с заданиями, вопросами, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически излагает учебный материал; справляется с заданиями, вопросами, требующими применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## **10.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблицы 4.1, 4.2, 4.3). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

## **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;

- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

#### **10.4. Методические указания по освоению дисциплины**

В учебном пособии [6.1.2] приведены:

- теоретический материал по содержанию курса;
- примеры решения статистических задач по разделам;
- библиографический список рекомендуемой литературы;
- справочные материал по вычислению интеграла вероятности.

Выполнение методических рекомендаций способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности.

#### **10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы, указанных в Разделе 9. В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

### **11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- выполнение и защита лабораторных работ **для студентов всех форм обучения**;
- экзамен для студентов всех форм обучения.

##### **11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ**

Типовые задания для лабораторных работ приведены в учебно-методических пособиях по проведению лабораторных работ.

##### **11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена **для студентов всех форм обучения****

1. Функция распределения, плотность вероятности распределения и числовые характеристики дискретной и непрерывной случайных величин.

2. Статистические характеристики многомерного случайного процесса (МСП): многомерные плотность распределения, функция распределения и их свойства.

3. Моментные и корреляционные функции МСП. Понятие одномерного, двумерного начального и центрального моментов МСП.

4. Определение стационарности МСП в широком и узком смысле. Свойства стационарности начального и центрального моментов первого и второго порядка МСП.
5. Определение эргодичности МСП. Оценки первого и второго центральных моментов эргодического МСП. Необходимые и достаточные условия эргодичности случайного процесса.
6. Авто и взаимно ковариационные и корреляционные функции нестационарного МСП. Связь авто и взаимно ковариационных и корреляционных функций нестационарного МСП.
7. Авто и взаимно ковариационные и корреляционные функции стационарного МСП. Связь авто и взаимно ковариационных и корреляционных функций стационарного МСП.
8. Ковариационная, корреляционная и нормированная корреляционная матрицы. Понятие времени корреляции стационарного и эргодического МСП.
9. Спектральные и корреляционные характеристики стационарного и эргодического МСП. Теорема (формула) Винера-Хинчина. Эффективная ширина спектра стационарного и эргодического МСП.
10. Плотность распределения гауссовского МСП и его свойства. Белый гауссовский МСП и его временные и частотные характеристики.
11. Воздействие стационарных случайных процессов на линейные системы. Связь спектральных и корреляционных характеристик на входе и выходе линейной системы.
12. Воздействие многомерных стационарных случайных процессов на нелинейные безинерционные элементы. Отыскание плотностей вероятности распределения суммы, разности, произведения и частного двух входных случайных процессов.
13. Постановка задачи оптимального обнаружения детерминированного сигнала на фоне шума. Алгоритм работы и структура оптимального обнаружителя.
14. Алгоритм работы оптимального обнаружителя в соответствии с критерием минимума среднего риска, идеального наблюдателя, максимального правдоподобия и Неймана-Пирсона.
15. Постановка задачи оптимального обнаружения детерминированного сигнала на фоне белого гауссовского шума (БГШ). Алгоритм работы и структура оптимального обнаружителя. Характеристики обнаружения.
16. Согласованный фильтр и его временные и частотные характеристики. Отношение сигнал/шум на выходе согласованного фильтра. Рассмотреть для обнаружителя прямоугольного видеоимпульса длительности  $\tau$  на фоне БГШ.
17. Постановка задачи оптимального обнаружения сигнала со случайной начальной фазой на фоне БГШ. Алгоритм работы и структура оптимального обнаружителя. Характеристики обнаружения.
18. Постановка задачи оптимального обнаружения сигнала со случайной амплитудой и начальной фазой на фоне БГШ. Алгоритм работы и структура оптимального обнаружителя. Характеристики обнаружения.
19. Алгоритм оптимального обнаружения и структура обнаружителя когерентной и некогерентной пачки из  $n$  импульсов?
20. Алгоритм оптимального обнаружения и структура обнаружителя детерминированного сигнала на фоне негауссовой помехи.
21. Постановка задачи оптимального различия двух детерминированных сигналов на фоне БГШ. Показатели эффективности различия бинарных сигналов с амплитудной, частотной и фазовой манипуляцией.
22. Постановка задачи оптимального различия  $m$  детерминированных сигналов на фоне БГШ, алгоритм работы и структура оптимального различия. Показатели качества различия  $m$  сигналов.

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института ИРИТ

“ \_\_\_\_ ” 2021 г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**  
**Б1.В.ОД.2 «Статистическая теория радиотехнических систем»**  
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки специалистов

Направление: 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»

Направленность: «Радиолокационные системы и комплексы»

Форма обучения очная

Год начала подготовки: 2021

Курс 3

Семестр 6

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20\_\_ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

1) .....;

2) .....;

3) .....

Разработчик (и): \_\_\_\_\_  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«\_\_» 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ГИС

\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_» 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой ИРС \_\_\_\_\_ «\_\_» 20\_\_ г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ «\_\_» 20\_\_ г.