


**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)**

**Институт информационных технологий и радиоэлектронники**

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
  
Галкин А.А.  
« 1 » 09 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

СТАТИСТИЧЕСКАЯ РАДИОТЕХНИКА

**направление подготовки / специальность**

11.03.01. Радиотехника

**направленность (профиль) подготовки**

Электронные цифровые устройства и системы

г. Владимир  
2021 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Статистическая радиотехника» является изучение вероятностного подхода к проектированию: радиотехнических систем с использованием методологии статистической обработки информации.

Задачи:

-Решение радиотехнических задач, связанных с разработкой таких систем как радиосвязь, радиолокация, телеуправление, радионавигация и др.

-Изучение методов обработки данных и результатов наблюдений.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Статистическая радиотехника» относится к обязательной части

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знает принцип сбора, отбора и обобщения информации.  УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности.  УК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений.	Знает методы статистических оценок параметров радиотехнических систем, узлов и комплексом случайных данных эксперимента.  Умеет проводить обработку результатов неравноточных измерений радиотехнических систем, узлов и комплексов.  Владеет методами обработки экспериментальных данных, полученных при решении радиотехнических задач.	Тестовые вопросы. Практико-ориентированные задания.
ПК-3. Способен реализовывать программы экспериментальных исследований,	ПК-3.1. Знает принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диа-	Знает: принцип работы, устройство и технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования, которое применяется для	Тестовые вопросы. Практико-ориентированные задания.

<p>включая выбор технических средств и обработку результатов</p>	<p>гностического оборудования.</p> <p>ПК-3.2. Умеет использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры.</p> <p>ПК-3.3. Владеет навыками устранения неисправностей, приводящих к возникновению неработоспособного состояния сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры.</p>	<p>исследования радиотехнических узлов и систем.</p> <p>Умеет: использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиотехнических узлов и систем.</p> <p>Владеет навыками устранения неисправностей, приводящих к возникновению неработоспособного состояния отдельных узлов радиотехнических систем.</p>	
--	---	--	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки			
1.	Основы математической статистики	7	1	2				4		
2.	Эмпирические параметры случайных величин	7	2	2	2		1	3		
3.	Статистические гипотезы	7	3	2			1	4		
4.	Основные законы распределения	7	4	2	2			3		
5.	Многokратные измерения	7	5	2				4		
6.	Однократные измерения	7	6	2	2		1	3	Рейтинг контроль № 1	
7.	Неравноточные измерения	7	7	2			1	4		
8.	Косвенные измерения	7	8	2	2			3		
9.	Статистический критерий	7	9	2			1	4		
10.	Вероятности правильных и ошибочных решений	7	10	2	2		1	3		
11.	Критерии принятия решений	7	11	2			1	4		
12.	Критерии значимости	7	12	2	2			3	Рейтинг контроль №2	
13.	Сравнение среднего нормального распределения	7	13	2			1	4		
14.	Общие критерии согласия	7	14	2	2		1	3		
15.	Частные критерии согласия	7	15	2				4		
16.	Критерии нормальности	7	16	2	2		1	3		
17.	Критерии симметрии	7	17	2				4		
18.	Критерии однородности	7	18	2	2		1	3	Рейтинг контроль №3	
Всего за 7 семестр:						36	18		63	Экзамен(27)
Наличие в дисциплине КП/КР										
Итого по дисциплине						36	18		63	Экзамен(27)

#### Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Основы математической статистики.

Теория измерений. Погрешность измерения. Параметры распределения случайных величин.

Тема 2. Эмпирические параметры случайных величин.

Генеральная и статистическая совокупность. Статистический ряд. Статистические оценки параметров случайной величины.

Тема 3. Статистические гипотезы.

Простая и сложная гипотеза. Критические области. Надёжность оценки.

Тема 4. Основные законы распределения.

Распределение Гаусса. Распределение Пирсона. Распределение Стьюдента.

Тема 5. Многократные измерения.

Общий алгоритм обработки результатов измерений. Моменты случайной величины и их оценка. Устранение грубых ошибок.

Тема 6. Однократные измерения.

Правила округления результатов. Суммирование систематических погрешностей. Суммирование случайных погрешностей.

Тема 7. Неравноточные измерения.

Общий алгоритм обработки результатов. Гипотеза о равенстве дисперсий. Гипотеза о равенстве центров распределений.

Тема 8. Косвенные измерения.

Коэффициент корреляции. Критерии значимости корреляционной связи. Определение СКО результатов измерения.

Тема 9. Статический критерий.

Виды гипотез. Классификация статистических критериев. Допустимая и критическая области.

Тема 10. Вероятности правильных и ошибочных решений.

Ошибки 1-ого и 2-ого рода. Геометрическая интерпретация ошибок и мощности. Нулевая и альтернативная гипотезы.

Тема 11. Критерии принятия решений.

Байесовское решение. Максимум апостериорной вероятности. Критерий Неймана-Пирсона.

Тема 12. Критерии значив ости.

Проверка гипотез для нормального распределения. Проверка гипотез для экспоненциального распределения. Сравнение средних нормального распределения.

Тема 13. Сравнение среднего нормального распределения.

Критерий Кохрана-Кокса. Критерий Полсона. Критерий Шеффе.

Тема 14. Общие критерии согласия.

Критерий хи-квадрат (Пирсона). Критерий Фишера. Критерий согласия Колмогорова-Смирнова.

Тема 15. Частные критерии согласия.

Критерий Шапиро-Уилка. Критерий Дэвида-Хартли-Пирсона. Критерий проверки экспоненциального распределения.

Тема 16. Критерии нормальности.

Сравнительный анализ критериев нормальности. Критерий К2. Критерий нормальности Д'Агостино.

Тема 17. Критерии симметрии.

Критерий симметрии Смирнова. Одновыборочный критерий Уилкоксона. Виды критериев симметрии.

Тема 18. Критерии однородности.

Критерий  $\chi^2$ -квадрат. Критерий Колмогорова. Критерий Уилкоксона-Минна-Уитни

### **Содержание практических занятий по дисциплине**

Тема 1. Эмпирические параметры случайных величин.

Задачи по статистической оценке параметров случайной величины.

Тема 2. Основные законы распределения.

Решение задач по распределению Гаусса, распределение Пирсона, распределение Стьюдента.

Тема 3. Однократные измерения.

Правила округления результатов. Задачи по суммированию систематических погрешностей и суммированию случайных погрешностей.

Тема 4. Косвенные измерения.

Расчёт коэффициентов корреляции. Критерии значимости корреляционной связи. Определение СКО результатов измерения.

Тема 5. Вероятности правильных и ошибочных решений.

Задачи по расчёту ошибок 1-ого и 2-ого рода. Геометрическая интерпретация ошибок и мощности.

Тема 6. Критерии значимости.

Проверка гипотез для нормального распределения. Проверка гипотез для экспоненциального распределения. Сравнение средних нормального распределения.

Тема 7. Общие критерии согласия.

Задачи на определение критерия хи-квадрат (Пирсона), критерия Фишера и критерия согласия Колмогорова-Смирнова.

Тема 8. Критерии нормальности.

Сравнительный анализ критериев нормальности.

Тема 9. Критерии однородности.

Задачи по определению критериев Уилкоксона-Минна-Уитни.

**5.ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ  
6.СТУДЕНТОВ**

**5.1 Текущий контроль успеваемости:**

**Рейтинг-контроль 1**

1.Какие интегральные соотношения являются правильными:

а)  $F(x) = \int_{-\infty}^x f(x)dx$

б)  $F(x) = \int(x, dx)$

в)  $F(x) = \int_x^{\infty} f(x)dx$

2.Плотность распределения вероятности:

а)  $F(x) = \frac{dF(x)}{dx}$

б)  $\int(x, dx) = 1$

в)  $\int_{-\infty}^x f(x)dx = F(x)$

3.Правильность распределение вероятности Гауссового закона определяется как:

а)  $f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-mx)}{\sigma}}, -\infty < x < \infty$

б)  $f(x) = \frac{x}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-mx)}{\sigma}}, -\infty < x < \infty$

в)  $F(x) = \frac{dF(x)}{dx}$

4.Правильность определение надёжности оценки Q ':

а)  $M(Q) = Q, D(Q') \rightarrow \min, \lim D(|Q - Q'| < \varepsilon) = 1$

б)  $M(Q) = Q, \lim D(Q) = 0$

в)  $D(Q - Q) = \varepsilon$

г)  $[(Q'' - Q) = \varepsilon] = 1$

**Рейтинг-контроль 2.**

1.Ошибка первого рода заключается в том, что:

а) гипотеза верна и принимается

б) гипотеза верна и не принимается

в) гипотеза не верна и принимается

2.Мощность критерия обозначает:

а) угол значимости

б) ошибку второго рода

в) 1-P

3. Критической называют совокупность значений критерия:

- а) при которых нулевую гипотезу отвергают
- б) при которых нулевую гипотезу принимают
- в) при  $K_{\text{найден}} > K_{\text{крит}}$  (правосторонняя область)
- г) при  $K_{\text{найден}} < K_{\text{крит}}$  (левоосторонняя область)

4. Распределение Гаусса это:

- а)  $f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\frac{(x-\mu)^2}{\sigma^2}\right\}, -\infty \leq x < \infty$
- б)  $f(x) = e^{-\frac{(x-\mu)}{\sigma^2}}, -\infty \leq x < \infty$
- в)  $f(x) = e^{-\frac{(x-\mu)}{\sigma}}$

### Рейтинг-контроль 3

1. Выражение для плотности распределения вероятности для нормального закона:

- а)  $f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\frac{(x-\mu)^2}{\sigma^2}\right\}$
- б)  $\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x \exp\left\{-\frac{1}{2}\frac{(x-\mu)^2}{\sigma^2}\right\} d\sigma$
- в)  $f(x) = \frac{\Gamma\left(\frac{k+1}{2}\right)}{\sqrt{\pi k} \Gamma\left(\frac{k}{2}\right)} \left(\Gamma + \frac{\sigma^2}{k}\right) \frac{k+1}{2}$

2. Интегральная функция распределения для треугольного закона:

- а)  $F(x) = \left| -\exp\left(-\frac{x}{\sigma}\right) \right|, x > 0$
- б)  $F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(t)-\mu}{\sigma}\right)^2\right\} dt$
- в)  $F(x) = \frac{x-a}{b-a}, a < x < b$
- г)  $F(x) = \frac{2(x-a)^2}{b-a}, a < x < \frac{a+b}{2}$

### 5.2. Промежуточная аттестация:

Вопросы к экзамену:

1. Классификация погрешностей
2. Функция распределения случайной величины
3. Статистический ряд
4. Статистическая оценка параметров распределения вероятности случайных величин
5. Статистическая гипотеза
6. Эмпирическая оценка параметров случайной величины
7. Нормальный процесс
8. Белый шум
9. Оптимальный прием сигнала с белым шумом
10. Оптимальный прием сигнала с небелым шумом
11. Распределение Гаусса
12. Распределение Пирсона
13. Распределение Фишера
14. Распределение Стьюдента
15. Равномерное распределение
16. Треугольное распределение
17. Логонормальное распределение



18. Ошибки 1-го и 2-го рода
19. Критерии принятия решения
20. Байесовское решение
21. Максимум апостериорной вероятности
22. Максимальное правдоподобие
23. Критерий Неймана-Пирсона
24. Минимаксное правило

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Перечень тем для самостоятельной работы:

1. Статистический критерий.
2. Вероятность правильных и ошибочных решений.
3. Критерии принятия решений
4. Байесовское решение
5. Максимум апостериорной вероятности
6. Максимум правдоподобия
7. Критерий Неймана-Пирса
8. Минимаксное правило
9. Критерии значимости
10. Проверка гипотезы для нормального распределения
11. Сравнение среднего нормального распределения
12. Сравнение динамики нормального распределения
13. Проверка гипотез для экспериментальных распределений
14. Частные критерии согласия
15. Общие критерии согласия
16. Критерии однородности
17. Основы теории интерполяции

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
1. Чумаков. А.С. Статистическая радиотехника и радиофизика [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. — Электрон, дан. — М.: ТУСУР - 31 с.	2012	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php7pl">http://e.lanbook.com/books/element.php7pl</a>
2. Григорьев. В.А. Теория электрической связи. Конспект лекций [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. А. Григорьев. О.И. Лагутенко. О.А. Павлов [и др.]. — Электрон, дан. — Спб.: НИУ ИТМО-151 с.	2012	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pll">http://e.lanbook.com/books/element.php?pll</a>
3. Никитин О.Р. Корнеева Н.Н. Методы статистической обработки экспериментальных ис-	2019	<a href="http://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/7805?mode=full">http://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/7805?mode=full</a>

следований. Учебное пособие. - Владимир - 190 с.		
4.Никитин О.Р. Корнеева Н.Н. Методы измерения статистических параметров радиосигналов. Учебное пособие. - Владимир - 226с.	2020	<a href="http://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/8282?mode=full">http://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/8282?mode=full</a>
<b>Дополнительная литература</b>		
1. Ахманов С.А. Статистическая радиофизика и оптика. Случайные колебания и волны в линейных системах : учебное пособие / С. А. Ахманов, Ю. Е. Дьяков, А. С. Чиркин .— Изд. 2-е. перераб. и доп. — Москва : Физматлит.— 425 с.	2010	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=67715">https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=67715</a>
2. Сенин. А.И. Статистическая радиотехника. Примеры и задачи [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон, дан. — М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана).. - 72 с. —	2010	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl</a>

## 6.2.Периодические издания

Отечественные журналы:

- Радиотехника
- Радиотехника и электроника
- Приборы и техника эксперимента
- Цифровая обработка сигналов

Реферативные журналы:

- Радиотехника Электроника

Зарубежные журналы:

- IEEE Transaction on Communication
- IEEE Transaction on Signal Processing
- IEEE Transaction on Instrumentation and Measurement

## 6.3.Интернет-ресурсы

- <https://biblioclub.ru>
- <http://dspace.www1.vlsu.ru>
- <http://e.lanbook.com>

## 7.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ


Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и практического типа. Для проведения лекций используются презентации с набором слайдов по конкретно рассматриваемой на лекции теме. Лекционные аудитории оборудованы проекторами и мультимедийными средствами, а в аудиториях для проведения практических занятий имеются персональные компьютеры с доступом в электронный каталог ЭБС и интернет.

Лекционные занятия проводятся в ауд. 301-3, 335-3.

Лабораторные работы проводятся в ауд. 410-3, 228-3, 306-3.


Рабочую программу составил Никитин О.Р. к.т.н. профессор 

Рецензент:

Генеральный директор ОАО ВКБ «Радиосвязи» к.т.н. Богданов А.Е. 


Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры радиотехники и радиосистем

Протокол № 1 от 31.08.20 года

Заведующий кафедрой Никитин О.Р. 

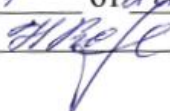

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 11.03.01 - Радиотехника

Протокол № 1 от 4.09.20 года

Председатель комиссии Никитин О.Р. заведующий кафедрой 

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 21/22 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 10 от 20.08.21 года  
Заведующий кафедрой  Никитин О.Р.

Рабочая программа одобрена на 22/23 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 22.08.22 года  
Заведующий кафедрой  

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ год  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_