

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 радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института ИИТР

 А.А. Галкин

« 1 » 09 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«СТАТИСТИЧЕСКАЯ РАДИОТЕХНИКА»

направление подготовки / специальность

11.03.01. Радиотехника

направленность (профиль) подготовки

Электронные цифровые устройства и системы

Владимир

2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Задачи: Статистическая радиотехника охватывает две области теории систем: вероятностный анализ и статистический синтез. На ее основе решается большое число радиотехнических задач, связанных с разработкой таких систем как радиосвязь, радиолокация, телеуправление, радионавигация и др. С другой стороны, известно, что эффективными методами обработки данных и результатов наблюдений являются, лишь статистические. Именно поэтому современному специалисту в области радиотехники необходимы знания основ теоретико-вероятностных методов оптимального статистического синтеза информационных систем и их приложений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Статистическая радиотехника» относится к обязательной части ОПОП по направлению 11.03.01. - «Радиотехника». Дисциплина логически, содержательно и методически тесно связана с рядом теоретических дисциплин и практик ОПОП.

Дисциплина «Статистическая радиотехника» играет важную роль в подготовке студентов к предусмотренным ОПОП учебным и производственным практикам, а также выполнению выпускной квалификационной работы.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Статистическая радиотехника» соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

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 навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений	
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации	Знает методы статистических оценок параметров случайных данных эксперимента	Тестовые вопросы

	<p>УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности</p> <p>УК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений</p>	<p>Умеет проводить обработку результатов неравноточных измерений</p> <p>Владеет методами построения доверительных областей регрессии</p>	
<p>ПК-3 Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов</p>	<p>ПК-3.1. Знает: Принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического 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</p>	<p>Знает базовые требования к осуществлению мер безопасности результатов новых разработок</p> <p>Умеет определить круг задач, решаемых с помощью телекоммуникационных систем</p> <p>Владеет Методами построения нейросетей</p>	

	возникновению неработоспособного состояния сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры		
--	--	--	--

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				СРС	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточно й аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки ¹		
1	2	3	4	5	6	7	1	8	10
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	

¹ Данный пункт включается в рабочую программу только при формировании профессиональных компетенций.

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
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				36	18			63	Экзамен(27)

Содержание лекционных занятий по дисциплине «Статистическая радиотехника»

Раздел 1. Основы математической статистики.

Тема 1. Теория измерений

Тема 2. Погрешность измерения

Тема 3. Параметры распределения случайных величин

Раздел 2. Эмпирические параметры случайных величин.

Тема 1. Генеральная и статистическая совокупность

Тема 2. Статистический ряд

Тема 3. Статистические оценки параметров случайной величин

Раздел 3. Статистические гипотезы.

Тема 1. Простая и сложная гипотеза

Тема 2. Критические области

Тема 3. Надёжность оценки

Раздел 4. Основные законы распределения.

Тема 1. Распределение Гаусса

Тема 2. Распределение Пирсона

Тема 3. Распределение Стьюдента

Раздел 5. Многократные измерения.

- Тема 1. Общий алгоритм обработки результатов измерений
- Тема 2. Моменты случайной величины и их оценка
- Тема 3. Устранение грубых ошибок

Раздел 6. Однократные измерения.

- Тема 1. Правила округления результатов
- Тема 2. Суммирование систематических погрешностей
- Тема 3. Суммирование случайных погрешностей

Раздел 7. Неравноточные измерения.

- Тема 1. Общий алгоритм обработки результатов
- Тема 2. Гипотеза о равенстве дисперсий
- Тема 3. Гипотеза о равенстве центров распределений

Раздел 8. Косвенные измерения.

- Тема 1. Коэффициент корреляции
- Тема 2. Критерии значимости корреляционной связи
- Тема 3. Определение СКО результатов измерения

Раздел 9. Статический критерий

- Тема 1. Виды гипотез
- Тема 2. Классификация статистических критериев
- Тема 3. Допустимая и критическая области

Раздел 10. Вероятности правильных и ошибочных решений:

- Тема 1. Ошибки 1-ого и 2-ого рода
- Тема 2. Геометрическая интерпретация ошибок и мощности
- Тема 3. Нулевая и альтернативная гипотезы

Раздел 11. Критерии принятия решений.

- Тема 1. Байесовское решение
- Тема 2. Максимум апостериорной вероятности
- Тема 3. Критерий Неймана-Пирсона

Раздел 12. Критерии значив ости.

- Тема 1. Проверка гипотез для нормального распределения
- Тема 2 Проверка гипотез для экспоненциального распределения
- Тема 3. Сравнение средних нормального распределения

Раздел 13. Сравнение среднего нормального распределения.

- Тема 1. Критерий Кохрана-Кокса
- Тема 2. Критерий Полсона
- Тема 3. Критерий Шеффе

Раздел 14. Общие критерии согласия.

- Тема 1. Критерий хи-квадрат (Пирсона)
- Тема 2. Критерий Фишера
- Тема 3. Критерий согласия Колмогорова-Смирнова

Раздел 15. Частные критерии согласия.

- Тема 1. Критерий Шапиро-Уилка
- Тема 2. Критерий Дэвида-Хартли-Пирсона
- Тема 3. Критерий проверки экспоненциального распределения

Раздел 16. Критерии нормальности.

Тема 1. Сравнительный анализ критериев нормальности
Тема 2. Критерий K^2
Тема 3. Критерий нормальности Д'Агостино

Раздел 17. Критерии симметрии.

Тема 1. Критерий симметрии Смирнова
Тема 2. Одновыборочный критерий Уилкоксона
Тема 3. Виды критериев симметрии

Раздел 18. Критерии однородности.

Тема 1. Критерий χ^2 -квадрат
Тема 2. Критерий Колмогорова
Тема 3. Критерий Уилкоксона-Минна-Уитни

Содержание практических занятий по дисциплине «Статистическая радиотехника»

Раздел 1. Основы математической статистики.

Тема 1. Теория измерений
Тема 2. Погрешность измерения
Тема 3. Параметры распределения случайных величин

Раздел 2. Эмпирические параметры случайных величин.

Тема 1. Генеральная и статистическая совокупность
Тема 2.

Статистический ряд

Тема 3. Статистические оценки параметров случайной величины

Раздел 3. Статистические гипотезы.

Тема 1. Простая и сложная гипотеза
Тема 2. Критические области
Тема 3. Надёжность оценки

Раздел 4. Основные законы распределения.

Тема 1. Распределение Гаусса
Тема 2. Распределение Пирсона
Тема 3. Распределение Стьюдента

Раздел 5. Многократные измерения.

Тема 1. Общий алгоритм обработки результатов измерений
Тема 2. Моменты случайной величины и их оценка
Тема 3. Устранение грубых ошибок.

Раздел 6. Однократные измерения.

Тема 1. Правила округления результатов
Тема 2. Суммирование систематических погрешностей
Тема 3. Суммирование случайных погрешностей

Раздел 7. Неравноточные измерения.

Тема 1. Общий алгоритм обработки результатов
Тема 2. Гипотеза о равенстве дисперсий
Тема 3. Гипотеза о равенстве центров распределений

Раздел 8. Косвенные измерения.

Тема 1. Коэффициент корреляции
Тема 2. Критерии значимости корреляционной связи

Тема 3. Определение СКО результатов измерения

Раздел 9. Статистический критерий.

Тема 1. Виды гипотез

Тема 2. Классификация статистических критериев

Тема 3. Допустимая и критическая области

Раздел 10. Вероятности правильных и ошибочных решений

Тема 1. Ошибки 1-го и 2-ого рода

Тема 2. Геометрическая интерпретация ошибок и мощности

Тема 3. Нулевая и альтернативная гипотезы

Раздел 11. Критерии принятия решений.

Тема 1. Байесовское решение

Тема 2. Максимум апостериорной вероятности

Тема 3. Критерий Неимана-1 Тирсона

Раздел 12. Критерии значимости.

Тема 1. Проверка гипотез для нормального распределения

Тема 2. Проверка гипотез для экспоненциального распределения

Тема 3. Сравнение средних нормального распределения

Раздел 13. Сравнение среднего нормального распределения.

Тема 1. Критерий Кохрана-Кокса

Тема 2. Критерий Полсона

Тема 3. Критерий Шеффе

Раздел 14. Общие критерии согласия.

Тема 1. Критерий хи-квадрат (Пирсона)

Тема 2. Критерий Фишера

Тема 3. Критерий согласия Колмогорова-Смирнова

Раздел 15. Частные критерии согласия.

Тема 1. Критерий Шапиро-Уилса

Тема 2. Критерий Дэвида-Хартли-Пирсона

Тема 3. Критерий проверки экспоненциального распределения

Раздел 16. Критерии нормальности.

Тема 1. Сравнительный анализ критериев нормальности

Тема 2. Критерий $K \chi^2$

Тема 3. Критерий нормальности Д'Агостино

Раздел 17. Критерии симметрии.

Тема 1. Критерий симметрии Смирнова

Тема 2. Одновыборочный критерий Уилкоксона

Тема 3. Виды критериев симметрии

Раздел 18. Критерии однородности.

Тема 1. Критерий 2-квадрат

Тема 2. Критерий Колмогорова

Тема 3. Критерий Уилкоксона-Минна-Уитни

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

Текущий контроль успеваемости:

Рейтинг-контроль 1:

Какие интегральные соотношения являются правильными:

а) $F(x) = \int_{-\infty}^x f(x)dx$

б) $F(x) = \int(x, dx)$

в) $F(x) = \int_x^{\infty} f(x)dx$

Плотность распределения вероятности:

а) $F(x) = \frac{dF(x)}{dx}$

б) $\int(x, dx) = 1$

в) $\int_{-\infty}^x f(x)dx = F(x)$

Правильность распределение вероятности Гауссового закона определяется как:

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

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

в) $F(x) = \frac{dF(x)}{dx}$

Правильность определение надёжности оценки Q ':

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

б) $M(Q) = Q, \lim D(Q) = 0$

в) $D(Q - Q) = \varepsilon$

г) $[(Q'' - Q) = \varepsilon] = 1$

Рейтинг-контроль 2:

Ошибка первого рода заключается в том, что:

а) гипотеза верна и принимается

б) гипотеза верна и не принимается

в) гипотеза не верна и принимается

Мощность критерия обозначает:

а) угол значимости

б) ошибку второго рода

в) 1-P

Критической называют совокупность значений критерия:

а) при которых нулевую гипотезу отвергают

б) при которых нулевую гипотезу принимают

в) при $K_{найден} > K_{крит}$ (правосторонняя область)

г) при $K_{найден} < K_{крит}$ (левоосторонняя область)

Распределение Гаусса это:

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

$$b) f(x) = e^{-\frac{(x-\mu)}{\sigma^2}}, -\infty < x < \infty$$

$$в) f(x) = e^{-\frac{(x-\mu)}{\sigma}}$$

Рейтинг-контроль 3:

1. Выражение для плотности распределения вероятности, для нормального закона:

$$a) f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{1}{2} \frac{(x-\mu)^2}{\sigma^2}\right\}$$

$$б) \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x \exp\left\{-\frac{1}{2} \frac{(x-\mu)^2}{\sigma^2}\right\} d\sigma$$

$$в) f(x) = \frac{\Gamma\left(\frac{k+1}{2}\right)}{\sqrt{\pi k} \cdot \Gamma\left(\frac{k}{2}\right)} \left(\Gamma + \frac{x^2}{k}\right)^{\frac{k+1}{2}}$$

2. Интегральная функция распределения для треугольного закона:

$$a) F(x) = \left| -\exp\left(-\frac{x}{\sigma}\right) \right|, x > 0$$

$$б) F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x \exp\left\{-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln(t)-\mu}{\sigma}\right)^2\right\} dt$$

$$в) F(x) = \left\{ \frac{x-a}{b-a}, a < x < b \right.$$

$$г) F(x) = \left\{ \frac{2(x-a)^2}{b-a}, a < x < \frac{a+b}{2} \right.$$

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен):

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 приём сигнала с белым шумом
10. Оптимальный приём сигнала с не белым шумом
11. Распределение Гаусса
12. Распределение Пирсона
13. Распределение Фишера
14. Распределение Стьюдента
15. Равномерное распределение
16. Треугольное распределение
17. Логонормальное распределение
18. Ошибки 1ого и 2ого рода
19. Критерии принятия решения
20. Байесовское решение
21. Максимум апостериорной вероятности
22. Максимальное правдоподобие
23. Критерий Неймана-Пирсона
24. Минимаксное правило

Самостоятельная работа обучающегося (темы):

1. Статистический критерий
2. Вероятность правильных и ошибочных решений
3. Критерии принятия решений

Самостоятельная работа обучающегося (темы):

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	http://e.lanbook.com/books/element.php7pl
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	http://e.lanbook.com/books/element.php?pll
3. Никитин О.Р. Корнеева Н.Н. Методы статистической обработки экспериментальных исследований. Учебное пособие. - Владимир - 190	2019	http://dSPACE.www1.vlsu.ru/handle/123456789/7805?mode=full

с.		
4. Никитин О.Р. Корнеева Н.Н. Методы измерения статистических параметров радиосигналов. Учебное пособие. - Владимир - 226с.	2020	http://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/8282?mode=full
Дополнительная литература		
1. Ахманов С.А. Статистическая радиоп физика 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	https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=67715
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	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl

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 занятия лекционного типа занятий практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

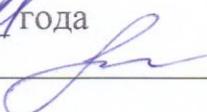
Рабочую программу составил профессор кафедры РТ и РС  О.Р. Никитин

Рецензент Генеральный директор ОАО
"Владимирское КБ радиосвязи"  А.Е. Богданов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
РТ и РС

Протокол № 1 от 20.08.2021 года
Заведующий кафедрой  Никитин О.Р.

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

Протокол № 1 от 1.09.2021 года
Председатель комиссии  Никитин О.Р.