

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



Проректор  
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 31 » 03 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«СТАТИСТИЧЕСКАЯ РАДИОТЕХНИКА»**

(наименование дисциплины)

Направление подготовки 11.03.01 «Радиотехника»

Профиль/программа подготовки \_\_\_\_\_

Уровень высшего образования \_\_\_\_\_ бакалавриат \_\_\_\_\_

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контро- ля (экз./зачет)
7	5/180	36	18	-	99	Экзамен-27 ч.

Владимир, 2015

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

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.

Курс «Статистическая радиотехника» формирует системный подход к проектированию радиоэлектронных средств и обеспечивает как общую, так и профессиональную подготовку студентов.

Целью преподавания дисциплины является изучение вероятностного подхода к проектированию информационных систем с использованием методологии оптимального приема и обработки информации.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

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

Для успешного изучения дисциплины «Статистическая радиотехника» студенты должны быть знакомы с дисциплинами математического и естественно-научного цикла «Радиотехнические цепи и сигналы», «Теория вероятности».

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

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

- **способность** к самоорганизации и самообразованию (ОК-7).
- **способность** представлять адекватную современному уровню знания научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ОПК-1)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

**Знать:** минимально необходимые сведения из теории принятия решений и теории оценок параметров распределений случайных величин: ортогональные разложения, функционалы правдоподобия, проверка гипотез, корреляционные функции и энергетические спектры (ОПК-1);

**Уметь:** применять вероятностные методы описания исследуемых процессов в задачах оптимального обнаружения, различения, оценки параметров и разрешения сигналов при разработке и проектировании информационных систем (ОПК-1);

**Владеть:** математическим аппаратом анализа случайных процессов в различных приложениях (ОК-7).

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр		Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Неделя семестра	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Математические модели сигналов и помех											
1.1	Математические модели сигналов и помех	7	1	2				5		0,5/25%		
2	Основы теории обнаружения и различения сигналов											
2.1	Статистиче-	7	2	2	2					1/25%		

	ские критерии принятия решения									
2.2	Функция и отношение правдоподобия	3	2				7		0,5/25%	
3	Реализация оптимальных алгоритмов обнаружения и различения детерминированных сигналов.									
3.1	Обнаружение детерминированных сигналов	7	4-5	4	2			8	1/16,7%	
3.2	Обнаружение сигналов с неизвестными параметрами	6-7	4	2				8	2/33,3%	Рейтинг контроль №1
3.3	Обнаружение пакетов импульсов.	8	2					8	0,5/25%	
3.4	Обнаружение случайных сигналов.	9	2	2				8	1/25%	
3.5	Структуры различителей детерминированных сигналов.	10	2					8	0,5/25%	
4	Основы теории измерения параметров сигналов радиотехнических систем									
4.1	Критерии оценки параметров сигналов	7	11	2	2			6	1/25%	
4.2	Оценки по максимуму правдоподобия.	12	2					6	0,5/25%	Рейтинг контроль №2
4.3	Вычисление дисперсий оценок. Функция неопределенности.	13	2	2				6	1/25%	
4.4	Примеры реализаций алгоритмов оценки параметров сигналов.	14-15	4	2				13	2/33%	
5	Разрешение сигналов									
5.1	Функция неопреде-	7	16	2	2			6	1/25%	

	ленности в теории разрешения.									
5.2	Простые и сложные сигналы.	17	2			5		0,5/25%		
5.3	Виды сложных сигналов.	18	2	2		5		1/25%	Рейтинг контроль №3	
<b>Всего: 180 часов</b>		36	18			99		14ч /25,9%	Экзамен	

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности бакалавров для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;

- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Интернет-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;

- закрепление теоретического материала при проведении практических занятий с выполнением проблемно-ориентированных, поисковых, творческих заданий;

- самостоятельная работа студента, направленная на углубление и закрепление знаний, развитие практических умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала бакалавров, заключается в работе бакалавров с лекционным материалом, поиске и анализе литературы и электронных источников информации по заданной проблеме, переводе материалов из тематических информационных ресурсов с иностранных языков, изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку, подготовке докладов и презентаций по результатам выполненной работы, изучении теоретического материала, подготовке к экзамену.

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

### 6.1 Самостоятельная работа студентов

**Целью самостоятельной работы** являются формирование личности студента, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

Самостоятельная работа заключается в изучении содержания тем курса по конспектам, учебникам и дополнительной литературе, подготовке к практическим занятиям,

выполнении заданий для самостоятельной работы, оформлении отчетов, подготовке к промежуточной аттестации и экзаменам.

Темы заданий для самостоятельной работы

1. Математический аппарат для описания детерминированных сигналов
2. Вероятностные методы описания случайных процессов
3. Критерии для проверки статистических гипотез.
4. Основы корреляционной теории
5. Стационарные случайные процессы
6. Свойство эргодичности
7. Марковские случайные процессы.
8. Оптимальные алгоритмы обнаружения сигнала в аддитивном нормальном шуме:
  - детерминированный сигнал;
  - квазидетерминированный сигнал;
  - стохастический сигнал.
9. Последетекторное обнаружение:
  - амплитудный метод;
  - фазовый метод;
  - стохастический сигнал.
10. Различение сигналов:
  - два детерминированных сигнала;
  - два узкополосных сигнала со случайными фазами;
  - различение многих сигналов
11. Оценки максимального правдоподобия неизвестных параметров сигнала:
  - совместные оценки амплитуды и фазы гармонического сигнала;
  - оценки параметров узкополосного сигнала на фоне аддитивного нормального шума;
  - совместное измерение времени прихода и доплеровского прихода частот.
12. Функции неопределенности простых и сложных сигналов.
13. Алгоритмы обнаружения сигналов в условиях априорной неопределенности.

## **6.2. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости**

- а) отчет по решению задач на практических занятиях;
- б) устный опрос студентов во время лекции по изучаемому материалу;
- в) вопросы и задачи к рейтинг- контролю

### Рейтинг-контроль №1

1. Понятие аналитического сигнала
2. Определение многомерного гауссова вектора.
3. Свойства гауссовой случайной величины
5. Понятие «белого» гауссова шума
6. Функционал плотности вероятности «белого» гауссова шума.
7. Структурная схема оптимального корреляционного приемника.
8. Структурная схема оптимального приемника на основе согласованного фильтра.

### Рейтинг-контроль №2

1. Структурная схема корреляционного приемника в квадратурах.
2. Сравнение характеристик обнаружения сигналов с полностью известными параметрами и сигналов с неизвестной фазой.
3. Сравнение характеристик приемника когерентного и некогерентного пакета импульсов.
4. Структура и свойства энергетического приемника.
5. Оптимальный прием на фоне «небелого» шума.
6. Понятие несмещенности и эффективности оценок параметров сигналов.
7. Граница Крамера-Рао
8. Формулировка ОМП критерия.

### Рейтинг-контроль №3

1. Определение функции неопределенности сигнала
2. Вычисление дисперсий оценок параметров сигнала
3. Оценка параметров сигнала при наличии у него неинформационных параметров
4. Аномальные ошибки и пороговые эффекты
5. Структура фильтра Калмана
6. Свойства ЛЧМ-импульса
7. Свойства кода Баркера
8. Свойства M-последовательностей.

### **6.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины**

#### а) вопросы к экзамену

1. Методы описания детерминированных сигналов.
2. Нормальный случайный процесс. Белый шум.
3. Содержание и классификация задач обнаружения и различения сигналов.
4. Статистические критерии различения детерминированных сигналов.
5. Правила оптимального различения и обнаружения.
6. Различение сигналов со случайными параметрами.
7. Функция правдоподобия при различении сигналов на фоне нормального аддитивного белого шума.
8. Обнаружение детерминированного сигнала.
9. Обнаружение сигнала со случайной начальной фазой.
10. Обнаружение сигнала со случайной амплитудой и начальной фазой.
11. Обнаружение пакетов импульсов.
12. Обнаружение случайных сигналов.
13. Структуры и показатели различителей детерминированных сигналов.
14. Различение сигналов со случайными начальными фазами.
15. Оптимальный прием на фоне небелого шума.
16. Содержание и классификация задач измерения параметров сигналов.
17. Байесовские оценки случайных параметров сигналов.

18. Критерии оценки неслучайных параметров сигналов.
19. Граница Крамера-Рао.
20. Оценки по максимуму правдоподобия.
21. Оценка параметров сигнала на фоне нормального белого шума. Вычисление дисперсий оценок.
22. Функция неопределенности.
23. Элементы теории фильтрации параметров сигнала
24. Оценка амплитуды сигнала.
25. Совместная оценка амплитуды и фазы.
26. Оценка времени запаздывания сигнала.
27. Оценка частоты.
28. Совместная оценка времени запаздывания и частоты.
30. Разрешение сигналов.
31. Сложные сигналы.
- 32 Принцип неопределенности Вудворта.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Основная литература**

1. Котельников В. А. Основы радиотехники, ч. 1 : учебник для электротехнических вузов и факультетов — Изд. 2-е, испр. М. : Физматлит — 2013 .— 367с.  
Имеется в библиотеке ВлГУ.
2. Чумаков, А.С. Статистическая радиотехника и радиофизика [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. — Электрон. дан. — М. : ТУСУР, 2012. — 31 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=10854](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10854)
3. 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, 2012. — 151 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=40729](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=40729)

### **7.2 Дополнительная литература**

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, 2010 .— 425 с.  
Имеется в библиотеке ВлГУ.
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), 2010. — 72 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id)
3. Радиотехнические системы: учебник для вузов по направлению «Радиотехника»/Ю.М.Казаринов [и др.]; под ред. Ю.М.Казаринова.- М.: Академия,2008.- 590 с.  
Имеется в библиотеке ВлГУ.



### **7.3. Программное обеспечение**


Операционная система Windows, стандартные офисные программы MS Office, Интернет-ресурсы.


## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Средства вычислительной техники и демонстрационное оборудование**

Лекции читаются в аудитории кафедры РТ и РС, оснащенной мультимедиа проектором. При выполнении самостоятельной работы по освоению дисциплины студенты имеют возможность работать в компьютерном классе кафедры РТ и РС с выходом в сеть Интернет, используя лицензионное прикладное и системное программное обеспечение, а также электронные методические материалы.

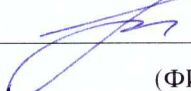
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.03.01 – «Радиотехника»

Рабочую программу составил к.т.н., доцент кафедры РТ и РС  В.А.Ефимов  
(ФИО, подпись)

Рецензент: генеральный директор ВКБ «Радиосвязь»  А.Е. Богданов  
(место работы, должность, ФИО, подпись)


Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТ и РС

Протокол № 12 от 30.03.15 года

Заведующий кафедрой  О.Р.Никитин  
(ФИО, подпись)

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

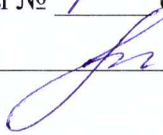
Протокол № 9 от 31.03.15 года

Председатель комиссии  О.Р.Никитин  
(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 2015/2016 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 1.09.16 года

Заведующий кафедрой  ОРНИЦИТИИ

Рабочая программа одобрена на 16/17 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 1.09.16 года

Заведующий кафедрой  ОРНИЦИТИИ

Рабочая программа одобрена на 17/18 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.17 года

Заведующий кафедрой  ОРНИЦИТИИ

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

Рабочая программа одобрена на 18/19 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 4.09.18 года

Заведующий кафедрой  пр. Шибутин

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_