

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)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 07 » 04 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«СТАТИСТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ»
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль/программа подготовки _____

Уровень высшего образования _____ бакалавриат _____

Форма обучения _____ очная (ускоренное обучение на базе СПО) _____

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контро- ля (экз./зачет)
5	2/72				72	переаттестация
5	2/72	18		18	9	Экзамен (27)
Итого	4/144	18		18	81	переаттестация + экзамен (27)

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Статистическая теория передачи сигналов 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 теория передачи сигналов» 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 теория передачи сигналов» относится к вариативной части ОПОП по направлению 11.03.02 «Ифокоммуникационные технологии и системы связи». Дисциплина логически, содержательно и методически тесно связана с рядом теоретических дисциплин и практик ОПОП.

Для успешного изучения дисциплины «Статистическая теория передачи сигналов» студенты должны быть знакомы с дисциплинами «Радиотехнические цепи и сигналы», «Теория вероятности».

Дисциплина «Статистическая теория передачи сигналов» 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).
- **способностью** проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи (ОПК-6);
- **способностью** применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики (ПК-17);

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 (ПК-17); способы проведения измерений параметров систем (ОПК-6);

Уметь: применять вероятностные методы описания исследуемых процессов в задачах оптимального обнаружения, различения, оценки параметров и разрешения сигналов при разработке и проектировании информационных систем (ОК-7);

Владеть: математическим аппаратом анализа случайных процессов в различных приложениях (ПК-17).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Раз дел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу сту- дентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успе- ваемости (по неделям се- местра), форма промежу- точной аттестации (по семестрам)
				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	Случайные сигналы и их характери- стики	5	1-4					16			переаттестация
1.2	Математиче- ские модели сигналов и помех		5-9					20			переаттестация
2	Основы теории обнаружения и различения сигналов										
2.1	Статистиче- ские крите- рии принятия решения	5	10- 13					16			переаттестация
2.2	Функция и отношение правдоподо- бия		1 4 - 1 8					20			переаттестация
	Всего за 5-й семестр 72 часа							72			переаттестация
3	Реализация оптимальных алгоритмов обнаружения и различения детерминированных сиг- налов.										
3.1	Обнаружение детермини- рованных сигналов	5	1-3	4	2			1		1/16,7%	
3.2	Обнаружение сигналов с неизвестны- ми парамет- рами		4-5	2	2			1		2/25%	
3.3	Обнаружение пакетов им-		6- 7	2	2			1		1/25%	Рейтинг кон- троль №1

	пульсов.										
3.4	Обнаружение случайных сигналов.	8-9	2	2			2		1/25%		
3.5	Структуры различителей детерминированных сигналов.	10		2			0,5		1/50%		
4	Основы теории измерения параметров сигналов радиотехнических систем										
4.1	Критерии оценки параметров сигналов	5	11	2			0,5		1/50%		
4.2	Оценки по максимуму правдоподобия.		12		2		0,5		1/50%	Рейтинг контроль №2	
4.3	Вычисление дисперсий оценок. Функция неопределенности.		13	2			0,5		1/50%		
4.4	Примеры реализаций алгоритмов оценки параметров сигналов.		14-15	4	2		0,5		1/16,7%		
5	Разрешение сигналов										
5.1	Функция неопределенности в теории разрешения.	5	16		2		0,5		1/50%		
5.2	Простые и сложные сигналы.		17	2			0,5		1 /50%		
5.3	Виды сложных сигналов.		18		2		0,5		1/50%	Рейтинг контроль №3	
Всего за 5-й семестр: 72 часа				18	18		9		10ч /27,8%	Экзамен (27ч)	
Итого за 5-й семестр 144 часов				18	18		81		10ч/27,8%	переаттестация Экзамен (27ч)	

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 М-последовательностей.

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

а) вопросы к переаттестации

1. Узкополосные радиосигналы
2. Преобразование Гильберта
3. Аналитический сигнал
4. Многомерная гауссова плотность вероятности
5. Нормальный вектор
6. Функционал плотности вероятности
7. Белый шум
8. Постановка задачи оптимального обнаружения.
9. Постановка задачи различения.
10. Постановка задачи оценки параметров.
11. Постановка разрешения.
12. Критерии Байеса.
13. Критерии идеального наблюдателя (Котельникова).
14. Критерии Неймана-Пирсона.
15. Статистическая проверка гипотез.
16. Правила принятия решения.
17. Отношение правдоподобия.

б) 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
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

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
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

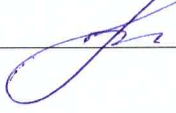
8.1. Средства вычислительной техники и демонстрационное оборудование

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.

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

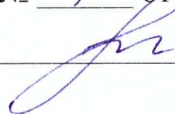
Рабочая программа одобрена на 15/16 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 1.09.15 года

Заведующий кафедрой  ОРНИКИНА

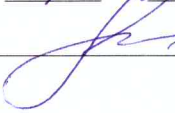
Рабочая программа одобрена на 16/17 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 1.09.16 года

Заведующий кафедрой  ОРНИКИНА

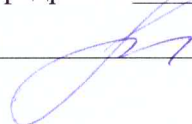
Рабочая программа одобрена на 17/18 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.17 года

Заведующий кафедрой  ОРНИКИНА

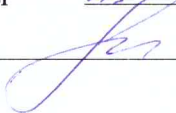
Рабочая программа одобрена на 18/19 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 4.09.18 года

Заведующий кафедрой  ОРНИКИНА

Рабочая программа одобрена на 19/20 учебный год

Протокол заседания кафедры № 18 от 26.06.19 года

Заведующий кафедрой  ОРНИКИНА