

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Статистическая радиофизика Б3.Б.10

Направление подготовки: 011800.62 - Радиофизика

Профиль подготовки: Телекоммуникационные системы и информационные технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очно-заочное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Бочкарев В.В. , Масленникова Ю.С.

Рецензент(ы):

Нугманов И.С.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Шерстюков О. Н.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 6117214

Казань
2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) электроник 1 категории Бочкарев В.В. Кафедра радиофизики Отделение радиофизики и информационных систем , Vladimir.Bochkarev@kpfu.ru ; ассистент, к.н. Масленникова Ю.С. Кафедра радиофизики Отделение радиофизики и информационных систем , JSMaslennikova@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) "Статистическая радиофизика" являются изучение и освоение новых теорий и моделей, связанных со случайными сигналами, применяемых в радиофизике; построение математических моделей процедур обработки сигналов; применение современных алгоритмов для обработки результатов эксперимента, использование новых информационных технологий, слежение за научной периодикой.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.Б.10 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.62 Радиофизика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 5 курсе, 9 семестр.

Б.10, Профессиональный цикл. Модуль "Статистическая радиофизика" использует материалы модулей: математический анализ (Б2.Б.6), дифференциальные уравнения (Б2.Б.10), теория вероятностей и математическая статистика (Б2.Б.11), основы радиоэлектроники (Б3.Б.11), радиофизика и электроника (спецпрактикум по радиофизике) (Б3.В.4) .

Студент должен знать математический анализ, физику, теорию вероятностей, радиоэлектронику в объёме читаемых курсов в Институте физики.

В дальнейшем материалы модуля "Статистическая радиофизика" используется в модулях: радиотелекоммуникационные сети (Б3.В.11), адаптивные радиосистемы (Б3.ДВ4).

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-12 (общекультурные компетенции)	Способность овладеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией.
ОК-3 (общекультурные компетенции)	Способность приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии .
ОК-6 (общекультурные компетенции)	Способность добиваться намеченной цели
ПК-1 (профессиональные компетенции)	Способность использовать базовые теоретические знания для решения профессио-нальных задач.
ПК-10 (профессиональные компетенции)	Способность понимать и излагать получаемую информацию и представлять резуль-таты физических исследований.
ПК-2 (профессиональные компетенции)	Способность применять на практике базовые профессиональные навыки.

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-6 (профессиональные компетенции)	Способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза информации (в соответствии с профилем подготовки).

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- области применения разделов модуля "Статистическая радиофизика",
- современные информационные технологии.

2. должен уметь:

- применять на практике знания, полученные по курсу "Статистическая радиофизика",
- применять вероятностный подход к смежным дисциплинам,
- самостоятельно приобретать новые знания в области обработки сигналов.

3. должен владеть:

- математическим аппаратом для самостоятельной разработки новых моделей при радиофизических исследованиях,
- методами радиофизических измерений.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- решать задачи, связанные с анализом систем, подверженных влиянию шумов,
- составлять математические модели анализируемых систем,
- применять современные информационные технологии.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 9 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Случайные процессы и						

ИХ СВОЙСТВА.

9

1-3

6

4

8

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля	
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
4.2	Тема 2. Стационарные процессы. Эргодические процессы. Сходимость по вероятности и средние значения. Тема 1. Введение. Случайные процессы и их свойства. лекционное занятие (6 часа(ов)): Введение. Среднеквадратичные процессы - определение, классификация, описание, свойства плотности распределения и функции распределения, числовые характеристики (начальные моменты, математическое ожидание, ковариационная и корреляционная функции). Свойства автоковариационных и автокорреляционных функций. практическое занятие (4 часа(ов)): Расчет спектральной плотности мощности случайного процесса.	9	4-5	4	2	4		
	Тема 2. Стационарные процессы. Эргодические процессы. Сходимость по вероятности и сходимость в среднеквадратическом смысле. лекционное занятие (4 часа(ов)): Стационарные случайные процессы (стационарность в узком и широком смысле). Интервал корреляции. Эргодические процессы. Сходимость по вероятности и сходимость в среднеквадратическом смысле. Определение эргодического процесса. Временные характеристики случайного процесса. Критерий эргодичности случайного процесса по отношению к среднему по времени. Определение плотности распределения вероятности эргодического случайного процесса. практическое занятие (2 часа(ов)): Расчет интервалов корреляции для модельных сигналов.			6-7	4	2	4	
	Тема 3. Энергетические характеристики случайного процесса. Спектральная плотность мощности случайного процесса. лекционное занятие (4 часа(ов)): Уравнение Колмогорова-Фоккера-Плаука. Марковские цепи. Энергетические характеристики случайного процесса. Спектральная плотность мощности случайного процесса. Свойства спектральной плотности. Ширина спектра случайного процесса. Связь ширины спектра и интервала корреляции. Примеры.		11-12	4	2	4		
	Тема 6. Прохождение случайных процессов практическое занятие (2 часа(ов)): Расчет спектральной плотности для модельных сигналов. Расчет ширины спектра.		13-14	4	2	4		
	Тема 4. Модели случайных процессов. Детерминированный процесс. Нормальный процесс. Белый шум. Квазидетерминированный процесс. Узкополосный процесс. Каноническое разложение случайных процессов. лекционное занятие (6 часа(ов)): Параметры сигналов. Свойства оценок. Неравенство Рао-Крамера.		15-16	4	2	4		
	Тема 8. Теория принятия решений. 8. Проверка гипотез. Отношение правдоподобия.	9	17-18	4	0	4		
	Тема . Итоговая форма контроля	9		0	0	0	экзамен	
	Итого			36	18	36		

Модели случайных процессов. Детерминированный процесс - как случайный процесс (плотность рас-пределения, математическое ожидание, автоковариационная функция). Белый шум, квазизелый шум. Нормальный случайный процесс (многомерная плотность распределения, стационарность в узком и широком смысле). Каноническое разложение случайного процесса. Элементарный случайный процесс. Интегральное представление канонического разложения случайного процесса. Автокорреляционная функция канонического разло-жения. Разложение корреляционной функции в ряд Фурье. Квазидетерминированный процесс. Определение, одномерная плот-ность распределения, многомерная плотность распределения. Пример двумерной плотности распределения вероятности случайного процесса. Узкополосный процесс. Автокорреляционная функция узкополосного процесса, автокорреляционная функция узкополосного процесса с симметричной спектральной плотностью.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Расчет корреляционных функций модельных квазидетерминированных сигналов. Выполнение перехода к некоррелированным координатам.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Тема 5. Марковский случайный процесс. Уравнение Колмогорова-Фоккера-Планка. Марковские цепи. Пуассоновский процесс.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Марковский случайный процесс. Уравнение Колмогорова-Фоккера-Планка. Винеровский случайный процесс. Марковские цепи. Пуассоновский процесс.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Расчет стационарных распределений для заданной марковской цепи.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Тема 6. Прохождение случайных процессов через линейные цепи.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Прохождение случайных процессов через линейные цепи. Понятие линейной системы и анализ линейных систем. Применение дифференциальных уравнений. Применение импульсных характеристик. Применение частотных характеристик.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Расчет спектра сигнала, прошедшего через заданную линейную цепь.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Тема 7. Оценка параметров сигналов. Свойства оценок. Неравенство Рао-Крамера.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Оценка параметров сигналов. Критерии оценки параметров сигналов.. Свойства оценок (состоятельность, несмещенность, эффективность, достаточность). Неравенство Рао-Крамера. Оценка математического ожидания нормального распределения. Применение функционала правдоподобия для оценки параметров сигнала. Оценка временного положения сигнала. Постановка задачи, шумовая и сигнальная функции и их характеристики, отношение сигнал/шум, определение сигнальной функции для прямоугольной огибающей, обработка пачки сигналов (отношение сигнал/шум). Реализация алгоритма оценки временного положения сигнала. Корреляционный приемник, согласованный фильтр (импульсная и частотные характеристики, сигнал на выходе согласованного фильтра, отношение сигнал/шум, оптимальность согласованного фильтра, соотношение между реальным и согласованным фильтрами).

практическое занятие (2 часа(ов)):

Вывод формулы и расчёт оценки по методу максимального правдоподобия для заданного модельного распределения.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Тема 8. Теория принятия решений. Проверка гипотез. Отношение правдоподобия.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Проверка статистических гипотез (выборка, выборочное пространство, функция правдоподобия, отношение правдоподобия, гипотезы простые и сложные, целевая функция решения, правила решения, вероятности ошибок). Статистика, критерий качества принятия решений, матрица потерь, условный риск, средний риск. 6.2. Проверка двух альтернативных гипотез: критерий Байеса, минимаксный критерий, критерий максимума апостериорной вероятности, критерий максимума правдоподобия, критерий Неймана-Пирсона, Рабочая характеристика. Обработка непрерывных сигналов. Функционал правдоподобия. Функционал отношения правдоподобия. Применение функционала отношения правдоподобия для обнаружения полностью известного сигнала (алгоритм, вероятности ошибок)

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Расчет порога принятия решения и вероятностей ошибок по различным критериям.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение. Случайные процессы и их свойства.	9	1-3	домашнее задание	10	проверка домашнего задания
2.	Тема 2. Стационарные процессы. Эргодические процессы. Сходимость по вероятности и сходимость в среднеквадратическом	9	4-5	домашнее задание	10	проверка домашнего задания
3.	Тема 3. Энергетические характеристики случайного процесса. Спектральная плотность мощности случайного процесса.	9	6-7	домашнее задание	10	проверка домашнего задания
4.	Тема 4. Модели случайных процессов. Детерминированный процесс. Нормальный процесс. Белый шум. Квазидетерминированный процесс. Узкополосный процесс. Каноническое разложение случайных процессов.	9	8-10	домашнее задание	10	проверка домашнего задания
5.	Тема 5. Марковский случайный процесс. Уравнение Колмогорова-Фоккера-Плака. Марковские цепи. Пуассоновский процесс.	9	11-12	домашнее задание	10	проверка домашнего задания

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Прохождение случайных процессов через линейные цепи.	9	13-14	домашнее задание	10	проверка домашнего задания
7.	Тема 7. Оценка параметров сигналов. Свойства оценок. Неравенство Рао-Крамера.	9	15-16	домашнее задание	10	проверка домашнего задания
8.	Тема 8. Теория принятия решений. Проверка гипотез. Отношение правдоподобия.	9	17-18	домашнее задание	20	проверка домашнего задания
	Итого				90	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются следующие формы учебной работы: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента (выполнение индивидуальных домашних заданий), консультации.

Лекционные занятия сопровождаются решением задач, что позволяет студентам лучше усвоить материал лекции. Имеются материалы курса лекций и описаний лабораторных работ в электронном виде.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Введение. Случайные процессы и их свойства.

проверка домашнего задания, примерные вопросы:

Расчет выборочных моментов. Расчет моментов для модельных распределений.

Тема 2. Стационарные процессы. Эргодические процессы. Сходимость по вероятности и сходимость в среднеквадратическом

проверка домашнего задания, примерные вопросы:

Расчет интервалов корреляции для модельных сигналов.

Тема 3. Энергетические характеристики случайного процесса. Спектральная плотность мощности случайного процесса.

проверка домашнего задания, примерные вопросы:

Расчет спектральной плотности для модельных сигналов. Расчет ширины спектра.

Тема 4. Модели случайных процессов. Детерминированный процесс. Нормальный процесс. Белый шум. Квазидетерминированный процесс. Узкополосный процесс. Каноническое разложение случайных процессов.

проверка домашнего задания, примерные вопросы:

Расчет корреляционных функций модельных квазидетерминированных сигналов. Выполнение перехода к некоррелированным координатам.

Тема 5. Марковский случайный процесс. Уравнение Колмогорова-Фоккера-Планка. Марковские цепи. Пуассоновский процесс.

проверка домашнего задания, примерные вопросы:

Расчет стационарных распределений для заданной марковской цепи.

Тема 6. Прохождение случайных процессов через линейные цепи.

проверка домашнего задания, примерные вопросы:

Расчет спектра сигнала, прошедшего через заданную линейную цепь.

Тема 7. Оценка параметров сигналов. Свойства оценок. Неравенство Рао-Крамера.

проверка домашнего задания, примерные вопросы:

Вывод формулы и расчёт оценки по методу максимального правдоподобия для заданного модельного распределения.

Тема 8. Теория принятия решений. Проверка гипотез. Отношение правдоподобия.

проверка домашнего задания, примерные вопросы:

Расчет порога принятия решения и вероятностей ошибок по различным критериям.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

1. Случайные величины и их характеристики. Плотность распределения вероятности. Моменты случайных величин.
2. Случайные процессы. Определение. Классификация. Описание. Свойства функции распределения и плотности распределения.
3. Стационарность в узком смысле, стационарность в широком смысле. Числовые характеристики.
4. Эргодические процессы. Определение. Определение плотности распределения стационарного эргодического процесса.
5. Эргодические процессы. Сходимость по вероятности. Сходимость в среднеквадратическом. Временные характеристики случайного процесса.
6. Энергетические характеристики стационарного случайного процесса. Спектральная плотность. Свойства спектральной плотности.
7. Теорема Винера-Хинчина. Ширина спектра. Связь ширины спектра и интервала корреляции.
8. Нормальный случайный процесс.
9. Широкополосный процесс (белый шум, квазيبелый шум).
10. Модель случайного процесса: квазидетерминированный случайный процесс. Одномерная и многомерная плотности распределения.
11. Узкополосный случайный процесс (распределение амплитуды и фазы).
12. Корреляционная функция узкополосного случайного процесса.
13. Каноническое разложение случайного процесса.
14. Марковский процесс. Уравнение Фоккера-Планка.
15. Марковские цепи. Уравнение Маркова.
16. Пуассоновский процесс. Дробовой шум.
17. Преобразование случайного процесса в линейных системах (применение дифференциальных уравнений).
18. Преобразование случайного процесса в линейных системах (применение аппарата импульсных характеристик).
19. Преобразование случайного процесса в линейных системах (применение частотных характеристик).
20. Проверка гипотез. Минимаксный критерий, критерий максимума апостериорной вероятности и правило, критерий максимума правдоподобия.
21. Проверка гипотез. Функционал правдоподобия, функционал отношения правдоподобия. Критерий Байеса.
22. Проверка гипотез. Критерий Неймана-Пирсона и правило, основанное на этом критерии. Функционал правдоподобия, функционал отношения правдоподобия.
23. Обнаружение полностью известного сигнала на фоне "белого" шума.

24. Оценка параметров сигнала. Неравенство Рао-Крамера. Метод максимального правдоподобия.

7.1. Основная литература:

Статистическая радиофизика и оптика, Ахманов, Сергей Александрович; Дьяков, Юрий Евгеньевич; Чиркин, Анатолий Степанович, 2010г.

1. Подлесный, С. А., Зандер Устройства приема и обработки сигналов [Электронный ресурс] : - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 352 с. - ISBN 978-5-7638-2263-2. Режим доступа: - <http://znanium.com/bookread.php?book=441113>
2. Ботов, М. И., Вяхирев В. А., Девогач В. В. Введение в теорию радиолокационных систем [Электронный ресурс] : монография / М. И. Ботов, В. А. Вяхирев, В. В. Девогач; ред. М. И. Ботов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 394 с. - ISBN 978-5-7638-2740-8. Режим доступа: - <http://znanium.com/bookread.php?book=492976>

7.2. Дополнительная литература:

Основы кодирования, Вернер, М.; Зигангиров, Д.К., 2004г.

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. - М.: Высшая школа, 1988. - 448 с.

7.3. Интернет-ресурсы:

Ахманов С.А., Дьяков Ю.Е., Чиркин А.С. Статистическая радиофизика и оптика - <http://e.lanbook.com/view/book/48263/>

Ботов, М. И., Вяхирев В. А., Девогач В. В. Введение в теорию радиолокационных систем - <http://znanium.com/bookread.php?book=492976>

В.Н. Тихонов, В.Н. Харисов. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем - М.: Радио и связь, 2004 - <http://WWW.bookinist.net>

М. Вернер. Основы кодирования. М.: Техносфера, 2006 - <http://www.technosphaera.ru>

Подлесный, С. А., Зандер Устройства приема и обработки сигналов - <http://znanium.com/bookread.php?book=441113>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Статистическая радиофизика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Создана лаборатория по курсу "Статистическая радиофизика"

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011800.62 "Радиофизика" и профилю подготовки Телекоммуникационные системы и информационные технологии .

Автор(ы):

Бочкарев В.В. _____

Масленникова Ю.С. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Нугманов И.С. _____

"__" _____ 201__ г.