

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



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Статистическая радиофизика БЗ.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):

Масленникова Ю.С. , Нугманов И.С.

Рецензент(ы):

Шерстюков О.Н.

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 677817

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) Масленникова Ю.С. , yuliamsl@gmail.com ; Нугманов И.С.

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.
ОК-7 (общекультурные компетенции)	Способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль своей профессиональной деятельности.
ПК-1 (профессиональные компетенции)	Способность использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач.
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. Случайные сигналы и их						

описание.

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
2.	Тема 2. Математические модели случайных процессов	9	4, 5, 6	6	6	0	Устный опрос
3.	Тема 3. Прохождение случайных процессов через линейные и нелинейные цепи	9	7, 8	4	4	0	Устный опрос
4.	Тема 4. Обнаружение сигналов в присутствии шумов	9	9	2	2	0	Контрольная работа
5.	Тема 5. Обнаружение сигналов в присутствии шумов	9	10, 11	4	0	8	Устный опрос
6.	Тема 6. Оценка параметров сигналов в присутствии шумов	9	12, 13	4	0	8	Устный опрос
7.	Тема 7. Дискретизация и квантование случайных сигналов .	9	14	2	0	4	Устный опрос
8.	Тема 8. Мера информации. Кодирования источников сообщений. Теорема Шеннона о кодировании источника независимых сообщений.	9	15, 16	4	0	8	Устный опрос
9.	Тема 9. Канал связи. Пропускная способность и теоремы Шеннона о пропускной способности канала связи.	9	17, 18	4	0	8	Контрольная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	9		0	0	0	Экзамен
	Итого			36	18	36	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Случайные сигналы и их описание.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Определение, классификация, свойства многомерной плотности и функции распределения вероятностей. Моментные и кумулянтные функции. Ковариационная и корреляционная функции. Стационарность в узком и широком смысле. Свойства автоковариационной корреляционной функций. Интервал корреляции. Эргодические процессы. Критерий эргодичности. Определение плотности распределения вероятностей

практическое занятие (6 часа(ов)):

Законы распределения вероятности и их числовые характеристики различных типов распределений случайных величин

Тема 2. Математические модели случайных процессов

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Математические модели случайных процессов. Детерминированный процесс как случайный процесс. Одномерная и многомерная плотности распределения вероятности. Белый шум (Корреляционная функция, Спектральная плотность мощности). Гауссовские случайные процессы и их свойства. Каноническое разложение случайного процесса.

Квазидетерминированный случайный процесс Сумма двух квазидетерминированных процессов. Марковские случайные процессы Уравнение Маркова для непрерывных и дискретных процессов. Уравнение Фоккера-Планка. Винеровский случайный процесс. Узкополосный процесс . Плотность распределения вероятностей огибающей и фазы узкополосного случайного процесса

практическое занятие (6 часа(ов)):

Описание различных типов случайных процессов, их характеристик. Проверка на эргодичность различных моделей случайных процессов.

Тема 3. Прохождение случайных процессов через линейные и нелинейные цепи

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Линейные и нелинейные безынерционные преобразования случайных процессов. Применение дифференциальных уравнений и импульсных и характеристик. . Применение частотных характеристик. Нелинейные безынерционные преобразования случайных процессов.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Проверка на стационарность случайных сигналов по выборкам из шумов с различными видами спектральной плотности мощности.

Тема 4. Обнаружение сигналов в присутствии шумов

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Проверка статистических гипотез. Вероятности ошибок первого и второго рода. Критерии, применяемые при проверке статистических гипотез.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Постановка задачи проверки гипотез. Значимость и мощность критерия. Оценка среднего значения выборки и проверка гипотезы о принадлежности выборочного среднего нормальному распределению

Тема 5. Обнаружение сигналов в присутствии шумов

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Обнаружение полностью известного сигнала , (алгоритм и расчёт вероятности ошибок). Обнаружение сигнала со случайной фазой , (алгоритм и расчёт вероятности ошибок) .

лабораторная работа (8 часа(ов)):

Моделирование стационарных случайных процессов и исследование их законов распределения вероятности

Тема 6. Оценка параметров сигналов в присутствии шумов

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Интервальная и точечная оценка параметров сигналов. Методы оценок параметров сигнала. Неравенство Рао-Крамера. Согласованный фильтр, оценка параметров сигнала на фоне помех

лабораторная работа (8 часа(ов)):

Оценка плотности распределения вероятности значений стационарного эргодического случайного процесса. Проверка гипотезы о типе распределения значений случайного процесса

Тема 7. Дискретизация и квантование случайных сигналов .

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Кодирование и передача информации по каналу связи. Теорема Котельникова. Квантование сигнала.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Согласованный фильтр, оценка параметров сигнала на фоне помех

Тема 8. Мера информации. Кодирования источников сообщений. Теорема Шеннона о кодировании источника независимых сообщений.**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Мера информации по Фишеру, по Хартли, по Шеннону. Кодирование источника независимых сообщений. Теорема Шеннона о кодировании источника независимых сообщений.

лабораторная работа (8 часа(ов)):

Обнаружение сигналов. Применение критериев обнаружения для полностью известного сигнала .

Тема 9. Канал связи. Пропускная способность и теоремы Шеннона о пропускной способности канала связи.**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Канал связи. Пропускная способность и теорема Шеннона для канала без шумов, теорема Шеннона для канала с шумами. Теорема Шеннона о пропускной способности канала для сигнала и шума, ограниченных по мощности. Пропускная способность частотно-ограниченного канала связи.

лабораторная работа (8 часа(ов)):

Исследование статистических характеристик выборочных значений шума и смеси сигнала и шума

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. Случайные сигналы и их описание.	9	1, 2, 3	подготовка к устному опросу	15	устный опрос
2.	Тема 2. Математические модели случайных процессов	9	4, 5, 6	подготовка к устному опросу	15	устный опрос
3.	Тема 3. Прохождение случайных процессов через линейные и нелинейные цепи	9	7. 8	подготовка к устному опросу	10	устный опрос
4.	Тема 4. Обнаружение сигналов в присутствии шумов	9	9	подготовка к контрольной работе	5	контрольная работа
5.	Тема 5. Обнаружение сигналов в присутствии шумов	9	10, 11	подготовка к устному опросу	10	устный опрос

№	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Оценка параметров сигналов в присутствии шумов	9	12, 13	подготовка к устному опросу	10	устный опрос
7.	Тема 7. Дискретизация и квантование случайных сигналов .	9	14	подготовка к устному опросу	5	устный опрос
8.	Тема 8. Мера информации. Кодирования источников сообщений. Теорема Шеннона о кодировании источника независимых сообщений.	9	15, 16	подготовка к устному опросу	10	устный опрос
9.	Тема 9. Канал связи. Пропускная способность и теоремы Шеннона о пропускной способности канала связи.	9	17, 18	подготовка к контрольной работе	10	контрольная работа
	Итого				90	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются следующие формы учебной работы: лекции, практические работы, 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. Случайные сигналы и их описание.

устный опрос , примерные вопросы:

Свойства многомерной плотности и функции распределения вероятностей. Моментные и кумулянтные функции. Ковариационная и корреляционная функции. Стационарность в узком и широком смысле. Свойства автоковариационной корреляционной функций. Интервал корреляции. Эргодические процессы. Критерий эргодичности. Определение плотности распределения вероятностей эргодического процесса.

Тема 2. Математические модели случайных процессов

устный опрос , примерные вопросы:

Математические модели случайных процессов. Детерминированный процесс как случайный процесс. Одномерная и многомерная плотности распределения вероятности. Белый шум (Корреляционная функция, Спектральная плотность мощности). Гауссовские случайные процессы и их свойства. Каноническое разложение случайного процесса.

Квазидетерминированный случайный процесс

Тема 3. Прохождение случайных процессов через линейные и нелинейные цепи

устный опрос , примерные вопросы:

Исследование влияния характеристик цепей на корреляционную функцию и спектральную плотность мощности сигналов на выходе цепи

Тема 4. Обнаружение сигналов в присутствии шумов

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Проверить, является ли сумма эргодического процесса, константы и случайной величины эргодическим процессом. 2. Рассчитать параметры нормального и биномиального законов распределения вероятностей.

Тема 5. Обнаружение сигналов в присутствии шумов

устный опрос , примерные вопросы:

Описание сигнала и помехи. Проверка статистических гипотез (выборочное пространство, функция правдоподобия, гипотезы простые и сложные, правила решения, вероятности ошибок, критерий качества принятия решения, матрица потерь, условный риск, средний риск).

Проверка двух альтернативных гипотез (критерий Байеса, минимаксный критерий, критерий максимума апостериорной вероятности, критерий максимума правдоподобия, критерий Неймана-Пирсона, последовательный анализ Вальда, рабочая характеристика). Функционал правдоподобия. Применение функционала правдоподобия для обнаружения полностью известного сигнала и сигнала со случайной фазой. Оценка временного положения сигнала (сигнальная и шумовая функции, определение сигнальной функции для прямоугольного видеосигнала, обработка пачки сигналов). Корреляционный приемник, согласованный фильтр.

Тема 6. Оценка параметров сигналов в присутствии шумов

устный опрос , примерные вопросы:

Интервальная и точечная оценка параметров сигналов. Свойства точечной оценки (состоятельность, несмещённость, эффективность, достаточность). Критерии оценок параметров сигнала (минимум СКО, максимум апостериорной вероятности, максимум функции правдоподобия). Неравенство Рао-Крамера. Оценка математического ожидания и дисперсии нормального распределения.

Тема 7. Дискретизация и квантование случайных сигналов .

устный опрос , примерные вопросы:

Выбор уровня квантования . Дискретизация случайных сигналов. Применение теоремы Котельникова к случайным сигналам.

Тема 8. Мера информации. Кодирования источников сообщений. Теорема Шеннона о кодировании источника независимых сообщений.

устный опрос , примерные вопросы:

Мера информации по Фишеру, по Хартли, по Шеннону (определение, энтропия и её свойства, энтропия произведения ансамблей, энтропия непрерывного ансамбля, количество взаимной информации). Теорема Шеннона о кодировании источника независимых сообщений.

Тема 9. Канал связи. Пропускная способность и теоремы Шеннона о пропускной способности канала связи.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Рассчитать спектральную плотность шума на выходе линейной цепи с заданной частотной характеристикой. 2. Рассчитать вероятность ошибки первого рода для системы обнаружения с полностью известными параметрами

Итоговая форма контроля

экзамен (в 9 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

Кодирование источника независимых сообщений (кодирование по методу Шеннона, кодирование по методу Хаффмана). Канал связи. Непрерывный по ансамблю канал связи. Теорема Шеннона о пропускной способности канала для сигнала и шума, ограниченных по мощности. Частотно-ограниченный канал. Сигнал и шум, ограниченные по частоте и во времени. Пропускная способность частотно-ограниченного канала связи. Помехоустойчивое кодирование.

7.1. Основная литература:

1. Ахманов С.А., Дьяков Ю.Е., Чиркин А.С. Статистическая радиофизика и оптика, [Электронный ресурс] Физматлит, 2010 - : 423 с. - ISBN: 978-5-9221-1204-8 Режим доступа: - [http:// e.lanbook.com/view/book/48263/](http://e.lanbook.com/view/book/48263/)
2. 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>
3. Ботов, М. И., Вяхирев В. А., Девотчак В. В. Введение в теорию радиолокационных систем [Электронный ресурс] : монография / М. И. Ботов, В. А. Вяхирев, В. В. Девотчак; 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:

1. Основы кодирования : Учеб. для вузов : Учеб. для студентов, обучающихся по направлению 'Приклад. матматика и физика' / М. Вернер ; [Пер. с нем. Д.К. Зигангирова] .? М. : Техносфера, 2004 .? 286с. : ил .? (Мир программирования) .? Библиогр.: с.281-283 .? Предм. указ.: с.284-286 .? ISBN 5-94836-019-9 .? ISBN 3-528-03951-5 ((нем.))
2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. - М.: Высшая школа, 1988. - 448 с.

7.3. Интернет-ресурсы:

- 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.technosfera.ru>
- Р. Морелос-Сарагоса. Искусство помехоустойчивого кодирования. М.: Техносфера, 2006 - <http://WWW.OZON.ru>
- Шахтарин Б. И. Обнаружение сигналов. М.: Гелиос АРВ,2006 - <http://www.ozon.ru>
- Шахтарин Б. И. Случайные процессы в радиотехнике. М.: Гелиос АРВ,2006 - <http://WWW.livelib.ru/book>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

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

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

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):

Нугманов И.С. _____

Масленникова Ю.С. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Шерстюков О.Н. _____

"__" _____ 201__ г.