Межгосударственная образовательная организация высшего образования «Российско-Армянский университет»

Утверждено
Директор Института
Агаронян А.К. _____
«19» июня 2026 г., протокол № 10
Утвержден Ученым Советом ИМФВТ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины: Б1.В.ДВ.05.01 «Основы статистической радиотехники»

Автор (ы) ***доктор тех. наук, профессор Аветисян В.Г.***
Ф.И.О, ученое звание (при наличии), ученая степень (при наличии)

Направление подготовки: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Согласовано:

Заведующий Базовой кафедрой Телекоммуникаций
Сиволенко Э. Р.
_____
(подпись)

1. АННОТАЦИЯ

1.1. Учебная программа «Статистическая радиотехника» ориентирована на подготовку высокопрофессиональных кадров в области телекоммуникаций, которые должны обладать основополагающими знаниями в статистической теории случайных процессов, в методах их математического описания и в теории их прохождения через системы обмена информацией. Актуальной практической задачей дисциплины является подготовка студентов к творческому профессиональному восприятию задач статистического характера такого рода.

1.2. Трудоемкость в академических кредитах- 4 и часах – 144, формы итогового контроля - экзамен;

1.3. Взаимосвязь дисциплины с другими дисциплинами учебного плана специальности (направления) цифровая обработка сигналов, основы радиотехники, распространение радиоволн, построение телекоммуникационных сетей и систем, теория связи с подвижными объектами и с последующими УМКД магистратуры.

1.4. Результаты освоения программы дисциплины:

Код компетенции *(в соответствии рабочим с учебным планом)*	**Наименование компетенции** *(в соответствии рабочим с учебным планом)*	**Код индикатора достижения компетенций** *(в соответствии рабочим с учебным планом)*	**Наименование индикатора достижений компетенций***(в соответствии рабочим с учебным планом)*

Код универсальной компетенции УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2 .1 УК-2 .2 УК-2 .3	**Знает** виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач, методы оценки разных способов решения задач, действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность. **Умеет** проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, анализировать варианты для достижения намеченных результатов, использовать нормативно-правовую документацию в сфере профессиональной деятельности. **Владеет** методиками разработки цели и задач проекта, методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта, навыками работы с нормативно-правовой документацией.
Код профессиональной компетенции ПК-9	Способен к контролю комплектации и проведению консультаций по использованию и возможностям инфокоммуникационных систем и/или их составляющих при продаже и документарное сопровождение	**ПК-9.1** **ПК-9.2**	**Знает** поисковые компьютерные программы и правила работы в них; назначение и правила использования компьютерного и офисного оборудования **Умеет** осуществлять поиск информации о потенциальных комплексных проектах по продаже инфокоммуникационных систем и/или их составляющих, осуществлять поиск

		ПК-9.3	информации о потенциальных комплексных проектах по продаже инфокоммуникационных систем и/или их составляющих **Владеет** навыками первичной бухгалтерской документации, правилами ее составления и оформления, инструкциями по подготовке обработке и хранению отчетных материалов, составления плана продаж инфокоммуникационных систем и/или их составляющих

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

2.1. Цель дисциплины - усвоение и изучение студентами понятия случайного процесса, свойств его стационарности и эргодичности, методов математического вероятностного описания случайного процесса в виде шума и его смеси с полезным сигналом, преобразования его статистических параметров в различных радиотехнических устройствах, формирования у студентов навыков постановки и решения задач вероятностного характера при анализе работы телекоммуникационных систем.

Задача - ознакомить студентов с основами теории математического статистического описания различных видов случайных процессов, различными процессами и явлениями, происходящими с шумом и с полезными сигналами при их прохождении через линейные и нелинейные устройства радиотехнических систем, с критериями обнаружения полезного сигнала и в методах его выделения.

2.2. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах -144 и зачетных единицах -4) ***(удалить строки, которые не будут применены в рамках дисциплины)***

Виды учебной работы	Всего, в акад. часах	Распределение по семестрам					
		III сем	_IV_ сем	_V_ сем	_VI сем	VII сем	VIII сем
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:	**144**						**144**
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	**48**						**48**
1.1.1. Лекции	**16**						**16**
1.1.2. Практические занятия, в т. ч.							
1.1.2.1. Обсуждение прикладных проектов							
1.1.2.2. Контрольные работы							
1.1.2.3. Другое (указать)							
1.1.3. Семинары	**32**						**32**
1.1.4. Лабораторные работы							
1.1.5. Другие виды (указать)							
1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	**42**						**42**
1.2.1. Подготовка к экзаменам							
1.2.2. Другие виды самостоятельной работы, в т.ч. (указать)							
1.2.2.1. Письменные домашние задания							
1.3. Консультации							
1.4. Другие методы и формы занятий							
Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать)	**Экзамен 54**						**54**

2.3. Содержание дисциплины

2.3.1. Тематический план и трудоемкость аудиторных занятий (модули, разделы дисциплины и виды занятий) по рабочему учебному плану

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекционные занятия (ак. часов)	Семинарские занятия (ак. часов)	Практические занятия (ак. часов)	Лабораторные работы (ак. часов)
1	2	3	4	5	6
МОДУЛЬ 1. МЕТОДЫ ПОДХОДОВ К ИЗУЧЕНИЮ ЯВЛЕНИЙ. СЛУЧАЙНЫЕ СОБЫТИЯ И ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ	4	2	2		-
Введение	0,5	0,5	-	-	-
Раздел 1. Подходы к изучению явлений	0,5	0,5	-	--	-
Тема 1.1. Детерминистический и вероятностный методы	0.5	0.5			-
Раздел 2. Случайные события и элементы теории вероятностей	3	1	2		-
Тема 2.1. Статистическое определение вероятности. Виды событий. Классическое и геометрическое определения вероятности.	1.5	0.5	1		-
Тема 2.2. Теоремы сложения и умножения вероятностей, формула полной и обратной вероятностей	1.5	0.5	1		-
МОДУЛЬ 2. СЛУЧАЙНАЯ ВЕЛИЧИНА И СПОСОБЫ ЕЕ ОПИСАНИЯ	4	2	2		-
Раздел 3. Способы описания случайной величины	2	1	1		-
Тема 3.1. Функция распределения и плотность распределения вероятности случайной величины	1	1	1		-
Раздел 4. Числовые характеристики случайной величины	2	1	1		-
Тема 4.1. Математическое ожидание и дисперсия	0.66	0.33	0.33		-
Тема 4.2. Начальные и центральные моменты, характеристическая функция	0.66	0.33	0.33		-
Тема 4.3. Некоторые законы распределения случайных величин	0.66	0.33	0.33		
МОДУЛЬ 3. СОВОКУПНОСТЬ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН И ФОРМЫ ЕЕ ОПИСАНИЯ	4	2.5	1.5	-	-
Раздел 5. Формы описания совокупности случайных величин	1.5	1	0.5	-	-
Тема 5.1. Функция распределения и плотность распределения вероятности совокупности	1.5	1	0.5		

случайных величин. Свойства этих функций					
Раздел 6. Числовые характеристики совокупности случайных величин	**1.5**	**1**	**0.5**		
Тема 6.1. Начальные и центральные моменты совокупности случайных величин. Свойства коэффициента корреляции совокупности случайных величин	**1.5**	**1**	**0.5**		
Раздел 7. Детерминированное преобразование случайной величины	**1**	**0.5**	**0,5**		
Тема 7.1. Плотность распределения вероятности детерминированно-преобразованной случайной величины	**1**	**0.5**	**0.5**		
МОДУЛЬ 4. СЛУЧАЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ	**5**	**3.5**	**1.5**		
Раздел 8. Формы описания случайных процессов	**2**	**1.5**	**0.5**		
Тема 8.1. Многомерные плотности вероятности и функции распределения вероятностей при описании случайного процесса	**1.25**	**1**	**0.25**		**-**
Тема 8.2. Характеристические, моментные и корреляционные функции случайного процесса	**0.75**	**0.5**	**0.25**		**-**
Раздел 9. Стационарные и нестационарные случайные процессы	**1.5**	**1**	**0.5**		**-**
Тема 9.1. Стационарные в узком смысле, нестационарные и стационарные в широком смысле случайные процессы	**0.75**	**0.5**	**0.25**		**-**
Тема 9.2. Стационарно связанные случайные процессы, их корреляционные функции. Свойства этих функций. Автокорреляционная функция стационарного случайного процесса и ее свойства	**0.75**	**0.5**	**0.25**		**-**
Раздел 10. Эргодические случайные процессы	**1.5**	**1**	**0.5**		
Тема 10.1. Эргодический случайный процесс и методы экспериментального определения его параметров	**1.5**	**1**	**0.5**		
МОДУЛЬ 5. СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ	**6**	**5**	**1**		
Раздел 11. Спектральный анализ случайных процессов	**3**	**2.5**	**0.5**		
Тема 11.1. Энергетический спектр, или спектральная плотность по интенсивности стационарного случайного процесса. Соотношении Винера-Хинчина. Свойства спектральной плотности	**1**	**1**			
Тема 11.2. Соотношение неопределенностей для ширины спектра и времени корреляции	**2**	**1.5**	**0.5**		

стационарного случайного процесса. Экспериментальное определение спектральной плотности					
Раздел 12. Узкополосный и широкополосный случайные процессы	**3**	**2.5**	**0.5**		
Тема 12.1. Узкополосный и широкополосный случайные процессы. Связь между функцией корреляции и спектром случайного процесса. «Белый шум»	**1**	**1**			
Тема 12.2. Нормальный случайный процесс, дробовой шум, тепловой шум, узкополосный флуктуацинный процесс. Взаимная спектральная плотность двух стационарно связанных случайных процессов	**2**	**1.5**	**0.5**		
МОДУЛЬ 6. ВОЗДЕЙСТВИЕ СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА НА ЛИНЕЙНЫЕ СИСТЕМЫ	**8**	**6**	**2**		**-**
Раздел 13. Виды радиотехнических систем по критерию зависимости выходного процесса от входного	**2**	**1.5**	**0.5**		**-**
Тема 13.1. Инерционные и безинерционные системы. Виды линейных систем	**0.5**	**0.5**			
Тема 13.2. Импульсная переходная функция и комплексная передаточная характеристика линейной системы линейной системы с постоянными параметрами. АЧХ и ФЧХ	**1.5**	**1**	**0.5**		
Раздел 14. Спектральные характеристики на входе и выходе линейной системы	**2**	**1.5**	**0.5**		
Тема 14.1. Амплитудная спектральная плотность сигнала. Равенство Парсеваля. Энергетическая спектральная плотность выходного сигала линейной системы. Законы распределения случайного процесса на выходе линейной системы в зависимости от ее частотной полосы пропускания	**2**	**1.5**	**0.5**		
Раздел 15. Примеры преобразования случайных процессов в некоторых линейных радиотехнических цепях	**2**	**1.5**	**0.5**		
Тема 15.1. Преобразования случайных процессов в RC и RL последовательных цепях и в одиночном колебательном контуре	**2**	**1.5**	**0.5**		
Раздел 16. Вероятностные характеристики смеси сигнала с шумом	**2**	**1.5**	**0.5**		
Тема 16.1. Законы распределения вероятностей огибающей и фазы смеси сигнала и шума (распределение Райса). Вероятность ложной тревоги и вероятность пропуска цели	**2**	**1.5**	**0.5**		

МОДУЛЬ 7. ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОМЕХИ НА НЕЛИНЕЙНЫЕ БЕЗИНЕРЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ	**6**	**4.5**	**1.5**		
Раздел 17. Общие явления при прохождении смеси сигнала с шумом через нелинейную цепь	**2**	**1.5**	**0.5**		
Тема 17.1. Сравнение прохождения смеси сигнала с шумом через линейные и нелинейные системы	**0.5**	**0.5**			
Тема 17.1. Законы распределения вероятностной помехи на выходе амплитудного детектора. Мощности составляющих помехи на выходе детектора.	**1.5**	**1**	**0.5**		
Раздел 18. Преобразование спектра помехи в нелинейном элементе	**2**	**1.5**	**0.5**		
Тема 18.1. Механизм преобразования спектра помехи на выходе детектора Методы нахождения спектра на выходе нелинейного элемента: метод функции корреляции, метод огибающей	**1.5**	**1**	**0.5**		
Тема 18.2. Примеры спектров помехи на выходе нелинейных элементов: однополупериодного квадратичного детектора и ограничителя амплитуды	**0.5**	**0.5**			
Раздел 19. Детектирование смеси сигнала сшумом	**2**	**1.5**	**0.5**		
Тема 19.1. Детектирование синусоидального сигнала при наличии помехи. Явление подавления слабого сигнала сильным шумом	**1.5**	**1**	**0.5**		
Тема 19.2. Спектр амплитудно-модулированного синусоидального сигнала и шума на выходе амплитудного детектора	**0.5**	**0.5**			
МОДУЛЬ 8. МЕТОДЫ ФИЛЬТРАЦИИ СИГНАЛА ОТ ШУМА	**15**	**8**	**2.5**		
Раздел 20. Общая постановка задачи выделения и обнаружения сигнала при наличии помехи	**2.5**	**0.5**	**2**		**-**
Тема 20.1. Понятие помехоустойчивости и методы ее повышения. Линейная фильтрация смеси сигнала с шумом. Первая и вторая группы задач, связанные с выделением сигнала из его смеси с шумом	**2.5**	**0.5**	**2**		**-**
Раздел 21. Линейная фильтрация в задачах выделения и обнаружения сигнала при наличии помехи	**3.5**	**2**	**1.5**		**-**
Тема 21.1. Прохождение гармонического сигнала и шума через линейную систему с постоянными параметрами и метод его фильтрации из шума.	**2,5**	**2**	**0.5**		**-**
Тема 21.2. Оптимальная фильтрация сигнала в задаче его обнаружение при его конечной	**2,5**	**2**	**0.5**		**-**

длительности. Согласованный и квазиоптимальный фильтры					
Тема 21.3. Импульсная характеристика согласованного фильтра, искажение формы сигнала при его прохождении через такой фильтр	**1**	**0.5**	**0.5**		**-**
Тема 21.4. Согласованный фильтр для одиночного сигнального импульса. Корреляционный приемник	**0.5**	**0.5**			**-**
ИТОГО	**42**	**32**	**16**		**-**

2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана

МОДУЛЬ 1. МЕТОДЫ ПОДХОДОВ К ИЗУЧЕНИЮ ЯВЛЕНИЙ. СЛУЧАЙНЫЕ СОБЫТИЯ И ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

Введение

Содержание дисциплины - понятие случайного процесса, его свойств, методы математического вероятностного описания случайного процесса в виде шума и его смеси с полезным сигналом, преобразования статистических параметров такой смеси в различных радиотехнических устройствах, вероятностный характер анализа работы телекоммуникационных систем, оптимальное выделение полезного сигнала из его смеси с шумом.

Раздел 1. Подходы к изучению явлений

Тема 1.1. Детерминистический и вероятностный методы

Два подхода к изучению поведения явлений и систем. Детерминированная модель – поведение которой в будущем четко поддается описанию с помощью дифференциальных уравнений ее состояний. Статистическая или вероятностная модель – как модель с общими закономерностями в массе случайных явлений.

Раздел 2. Случайные события и элементы теории вероятностей

Тема 2.1. Статистическое определение вероятности. Виды событий. Классическое и геометрическое определения вероятности.

Статистическое определение вероятности на основе многократных испытаний. Достоверное и невозможное события. Понятие равновозможности и несовместимости событий. Полная группа событий. Классическое и геометрическое определения вероятности. Примеры

Тема 2.2. Теоремы сложения и умножения вероятностей, формула полной и обратной вероятностей

Определение суммы и произведения событий. Теорема сложения для несовместимых и совместимых событий. Статистически зависимые и независимые события. Теорема умножения для них. Примеры. Формулы полной и обратной вероятностей. Примеры. Теорема о повторении опытов.

МОДУЛЬ 2. СЛУЧАЙНАЯ ВЕЛИЧИНА И СПОСОБЫ ЕЕ ОПИСАНИЯ

Раздел 3. Способы описания случайной величины

Тема 3.1. Функция распределения и плотность распределения вероятности случайной величины

Определение понятия случайной величины. Примеры дискретной и непрерывной случайных величин. Закон и ряд распределения. Функция распределения. Плотность вероятности.

Раздел 4. Числовые характеристики случайной величины

Тема 4.1. Математическое ожидание и дисперсия

Матожидание как вероятностное обобщение понятия среднего арифметического. Матожидание детерминированно преобразованной случайной величины. Матожидание непрерывной случайной величины, их суммы и произведения. Центрированная случайная величина. Дисперсия. СКО – средне квадратическое отклонение. Дисперсия центрированной случайной величины, суммы случайных величин.

Тема 4.2. Начальные и центральные моменты, характеристическая функция

Определение начальных и центральных моментов k-го порядка. Обратная задача определения закона распределения по числовым характеристикам. Аналитический вид плотности вероятности дискретной случайной величины. Характеристическая функция и ее свойства. Польза ее введения.

Тема 4.3. Некоторые законы распределения случайных величин

Биноминальное распределение, Пуассона, нормальное гауссовское распределение. Логарифмически нормальное распределение, распределение Реллея.

МОДУЛЬ 3. СОВОКУПНОСТЬ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН И ФОРМЫ ЕЕ ОПИСАНИЯ

Раздел 5. Формы описания совокупности случайных величин

Тема 5.1. Функция распределения и плотность распределения вероятности совокупности случайных величин. Свойства этих функций

Совокупность случайных величин. Многомерные закон распределения и плотность вероятности совокупности случайных величин. Свойства этих функций в двумерном случае. Условная функция распределения, апостериорная плотность вероятности.

Раздел 6. Числовые характеристики совокупности случайных величин

Тема 6.1. Начальные и центральные моменты совокупности случайных величин Свойства коэффициента корреляции совокупности случайных величин.

Начальный и центральный смешанные моменты совокупности двух случайных величин. Ковариация случайных величин, коэффициент корреляции и его свойства.

Раздел 7. Детерминированное преобразование случайной величины

Тема 7.1. Плотность распределения вероятности детерминированно-преобразованной случайной величины

Плотность распределения вероятности при монотонном и немонотонном детерминированном преобразовании случайной величины

МОДУЛЬ 4. СЛУЧАЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Раздел 8. Формы описания случайных процессов

Тема 8.1. Многомерные плотности вероятности и функции распределения вероятностей при описании случайного процесса

Понятие случайного процесса. Импульсные, флуктуационные и специальные случайные процессы. Плотности вероятности случайного процесса. Одномерная и многомерные плотности вероятности, их свойства. Условная двумерная плотность вероятности. Одномерная и многомерные функции распределения плотности вероятности

Тема 8.2. Характеристические, моментные и корреляционные функции случайного процесса

Многомерные характеристические функции случайного процесса. Моментные и корреляционные функции случайного процесса. Двумерная корреляционная функция. Коэффициент корреляции случайного процесса.

Раздел 9. Стационарные и нестационарные случайные процессы

Тема 9.1. Стационарные в узком смысле, нестационарные и стационарные в широком смысле случайные процессы

Стационарный процесс в узком смысле – однородный во времени. Зависимость корреляционной функции от разности моментов времени. Числовые характеристики такого процесса. Стационарный процесс в широком смысле.

Тема 9.2. Стационарно связанные случайные процессы, их корреляционные функции. Свойства этих функций. Автокорреляционная функция стационарного случайного процесса и ее свойства

Функция взаимной корреляции для независимых и жестко связанных процессов. Автокорреляционная функция и ее свойства.

Раздел 10. Эргодические случайные процессы

Тема 10.1. Эргодический случайный процесс и методы экспериментального определения его параметров

Свойство эргодических случайных процессов. Числовые характеристики с временным усреднением. Экспериментальные методы их определения. Коррелометр.

МОДУЛЬ 5. СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

Раздел 11. Спектральный анализ случайных процессов

Тема 11.1. Энергетический спектр или спектральная плотность по интенсивности стационарного случайного процесса. Соотношения Винера-Хинчина. Свойства спектральной плотности

Спектральная плотность по интенсивности стационарного случайного процесса. Ее связь с автокорреляционной функцией - соотношения Винера-Хинчина. Свойства спектральной плотности.

Тема 11.2. Соотношение неопределенностей для ширины спектра и времени корреляции стационарного случайного процесса. Экспериментальное определение спектральной плотности

Соотношение неопределенностей. Односторонняя спектральная плотность. Экспериментальный метод определения спектральной плотности эргодического случайного процесса с перестройкой частоты входного фильтра.

Раздел 12. Узкополосный и широкополосный случайные процессы

Тема 12.1. Узкополосный и широкополосный случайные процессы. Связь между функцией корреляции и спектром случайного процесса. «Белый шум»

Определение узкополосности и широкополосности процесса. Автокорреляционная функция узкополосного случайного процесса и ее зависимость от полосы процесса. Идеализация широкополосности процесса – белый шум.

Тема 12.2. Нормальный случайный процесс, дробовой шум, тепловой шум, узкополосный флуктуационный процесс. Взаимная спектральная плотность двух стационарно связанных случайных процессов

Содержание центральной предельной теоремы. Гауссовский нормальный процесс. Его одномерная и двумерная плотности вероятностей. Преобразование нормального процесса при его прохождении через линейную систему. Физическая природа дробового шума. Формула Шоттки для его спектральной плотности. Тепловой шум. Формулы Планка и Найквиста. Узкополосный флуктуационный случайный процесс. Законы распределения вероятностей его огибающей и фазы. Взаимная спектральная плотность двух стационарно связанных случайных процессов. Спектральная плотность суммы двух стационарно связанных случайных процессов. Спектральная плотность произведения двух стационарных некоррелированных случайных процессов.

МОДУЛЬ 6. ВОЗДЕЙСТВИЕ СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА НА ЛИНЕЙНЫЕ СИСТЕМЫ

Раздел 13. Виды радиотехнических систем по критерию зависимости выходного процесса от входного

Тема 13.1. Инерционные и безынерционные системы. Виды линейных систем

Определения инерционных, безынерционных и физически реализуемых систем. Принцип суперпозиции. Линейные и нелинейные системы. Линейные системы с постоянными параметрами. Линейные системы с переменными параметрами или параметрические линейные системы. Интервал стационарности выходного процесса.

Тема 13.2. Импульсная переходная функция и комплексная передаточная характеристика линейной системы линейной системы с постоянными параметрами. АЧХ и ФЧХ

Импульсная переходная функция и комплексная передаточная характеристика линейной системы линейной системы с постоянными параметрами. Амплитудно-частотная характеристика – АЧХ, и фазо частотная характеристика – ФЧХ.

Раздел 14. Спектральные характеристики на входе и выходе линейной системы

Тема 14.1. Амплитудная спектральная плотность сигнала. Равенство Парсеваля. Энергетическая спектральная плотность выходного сигала линейной системы. Законы распределения случайного процесса на выходе линейной системы в зависимости от ее частотной полосы пропускания

Амплитудная спектральная плотность. Равенства Парсеваля. Преобразование энергетической спектральной плотности при прохождении через линейную систему. Функция корреляции процесса на выходе линейной системы. Закон распределения вероятности на выходе линейной системы. Нормализация случайного процесса при его прохождении через узкополосную линейную систему.

Раздел 15. Примеры преобразования случайных процессов в некоторых линейных радиотехнических цепях

Тема 15.1. Преобразования случайных процессов в RC и RL последовательных цепях и в одиночном колебательном контур

Прохождение случайного процесса через последовательную RC цепь. Условие дифференцирования. Передаточная характеристика такой цепи. Прохождение случайного процесса через последовательную RL цепь. Условие интегрирования. Передаточная характеристика такой цепи. Прохождение случайного процесса через одиночный колебательный контур. Передаточная характеристика такого контура.

Раздел 16. Вероятностные характеристики смеси сигнала с шумом

Тема 16.1. Законы распределения вероятностей огибающей и фазы смеси сигнала и шума (распределение Райса). Вероятность ложной тревоги и вероятность пропуска цели

Смесь немодулированной несущей и нормального узкополосного шума. Закон распределения вероятностей огибающей этой смеси - распределение Райса. Закон распределения вероятностей фазы. Вероятность ложной тревоги и вероятность пропуска цели.

МОДУЛЬ 7. ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОМЕХИ НА НЕЛИНЕЙНЫЕ БЕЗЫНЕРЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Раздел 17. Общие явления при прохождении смеси сигнала с шумом через нелинейную цепь

Тема 17.1. Сравнение прохождения смеси сигнала с шумом через линейные и нелинейные системы

Определение нелинейного безынерционного устройства. Обогащение спектра выходного сигнала нелинейного безынерционного устройства. Постоянная составляющая, низкочастотный и высокочастотный спектры. Явления интерференции сигнала и помехи и его следствия - маскировка сигнала, подавление слабого сигнала сильной помехой, искажение формы сигнала.

Тема 17.1. Законы распределения вероятностей помехи на выходе амплитудного детектора. Мощности составляющих помехи на выходе детектора

Законы распределения вероятностей помехи на выходе амплитудного линейного детектора при входном нормальном шуме. Законы распределения вероятностей помехи на выходе амплитудного квадратичного детектора. Мощности составляющих помехи на выходе линейного и квадратичного детекторов.

Раздел 18. Преобразование спектра помехи в нелинейном элементе

Тема 18.1. Механизм преобразования спектра помехи на выходе детектора Методы нахождения спектра на выходе нелинейного элемента: метод функции корреляции, метод огибающей

Появление новых составляющих в спектре, как результат биений частотных составляющих исходного шума в нелинейном элементе. Математические методы решения задачи о нахождении спектра на выходе нелинейного элемента: метод функции корреляции и метод огибающей.

Тема 18.2. Примеры спектров помехи на выходе нелинейных элементов: однополупериодного квадратичного детектора и ограничителя амплитуды

Спектр помехи на выходе однополупериодного квадратичного детектора. Спектр помехи на выходе ограничителя амплитуды

Раздел 19. Детектирование смеси сигнала с шумом

Тема 19.1. Детектирование синусоидального сигнала при наличии помехи. Явление подавления слабого сигнала сильным шумом

Детектирование синусоидального сигнала при наличии помехи линейным детектором. Случай очень сильного и очень слабого сигнала. Дополнительное подавление сигнала во втором случае.

Тема 19.2. Спектр амплитудно-модулированного синусоидального сигнала и шума на выходе амплитудного детектора

Спектр смеси амплитудно-модулированного синусоидального сигнала и шума на выходе амплитудного детектора: постоянная составляющая и составляющие низкочастотного спектра, обусловленные биениями частотных компонент самого шума, а также составляющие низкочастотного спектра, обусловленные биениями компонент шума с частотными компонентами модулирующего сигнала

МОДУЛЬ 8. МЕТОДЫ ФИЛЬТРАЦИИ СИГНАЛА ОТ ШУМА

Раздел 20. Общая постановка задачи выделения и обнаружения сигнала при наличии помехи

Тема 20.1. Понятие помехоустойчивости и методы ее повышения. Линейная фильтрация смеси сигнала с шумом. Первая и вторая группы задач, связанные с выделением сигнала из его смеси с шумом

Помехоустойчивость. Отношение сигнал/шум. Внешние и внутренние помехи. Обзор мероприятий, направленных на повышение помехоустойчивости. Задача линейной фильтрации смеси сигнала с шумом. Группа задач, связанная с выделением сигнала непрерывного характера из его смеси с шумом с целью его неискаженного воспроизведения, с точки зрения оптимальной фильтрации по критерию минимальной дисперсии воспроизведения информации. Вторая группа задач, связанная с обнаружением или измерением сигнала на фоне шума с критерием повышения отношения сигнал/шум. Сравнение эффективности линейной фильтрации для обоих случаев.

Раздел 21. Линейная фильтрация в задачах выделения и обнаружения сигнала при наличии помехи

Тема 21.1. Прохождение гармонического сигнала и шума через линейную систему с постоянными параметрами и метод его фильтрации из шума.

Отношение сигнал/шум на входе и выходе линейной системы. Условия для эффективной фильтрации сигнала из его смеси с широкополосным шумом.

Тема 21.2. Оптимальная фильтрация сигнала в задаче его обнаружение при его конечной длительности. Согласованный и квазиоптимальный фильтры

Передаточная характеристика оптимального фильтра в случае белого шума. Оптимальный фильтр для сигнала при белом шуме как согласованный с формой сигнала. Согласование фильтра также с шумом при его конечности полосы. Физическая осуществимость согласованного фильтра. Квазиоптимальный фильтр – фильтр с отношением сигнал/шум, приближающийся к значению этого отношения для согласованного фильтра. Согласование по полосе в квазиоптимальных фильтрах для сигналов различной формы.

Тема 21.3. Импульсная характеристика согласованного фильтра, искажение формы сигнала при его прохождении через такой фильтр

Импульсная характеристика согласованного фильтра для сигналов конечной длительности в смеси с белым шумом. Фазочастотная характеристика такого фильтра и эффект синфазного суммирования спектральных составляющих сигнала на выходе фильтра. Задача воспроизведения сигнала из шума прохождении смеси сигнала и шума через согласованный фильтр. Искажение формы сигнала и существенное повышение отношения сигнал/шум.

Тема 21.4. Согласованный фильтр для одиночного сигнального импульса. Корреляционный приемник

Согласованный фильтр для одиночного сигнального импульса прямоугольной формы. Амплитудно-частотная характеристика такого фильтра. Структура корреляционного приемника в задачах обнаружения сигнала. Требование на полосу пропускания интегратора корреляционного приемника.

2.3.3. Краткое содержание семинарских/практических занятий/лабораторного практикума

(Кратко изложить форму/формы проведения семинарских занятий).

Краткое содержание семинарских занятий – 14 часов: проведение семинарских занятий по 8- и следующим модулям учебной дисциплины.

1. МЕТОДЫ ПОДХОДОВ К ИЗУЧЕНИЮ ЯВЛЕНИЙ. СЛУЧАЙНЫЕ СОБЫТИЯ И ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ
2. СЛУЧАЙНАЯ ВЕЛИЧИНА И СПОСОБЫ ЕЕ ОПИСАНИЯ
3. СОВОКУПНОСТЬ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН И ФОРМЫ ЕЕ ОПИСАНИЯ
4. СЛУЧАЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ
5. СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ
6. ВОЗДЕЙСТВИЕ СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА НА ЛИНЕЙНЫЕ СИСТЕМЫ
7. ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОМЕХИ НА НЕЛИНЕЙНЫЕ БЕЗИНЕРЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
8. МЕТОДЫ ФИЛЬТРАЦИИ СИГНАЛА ОТ ШУМА

2.3.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

(Кратко представить перечень материально-технического оснащения, информационно-технических средств).

- Учебные методические пособия
- Вычислительная техника
- Проектор
- Слайдоскоп

2.4. Модульная структура дисциплины с распределением весов по формам контролей

Формы контролей	Вес формы (форм) текущего контроля в результирующей оценке текущего контроля (по модулям)		Вес формы промежуточного контроля в итоговой оценке промежуточного контроля		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей (семестровой оценке)	Веса результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля
Вид учебной работы/контроля	**М1** [1]	**М2**	**М1**	**М2**	**М1**	**М2**		
Контрольная работа *(при наличии)*				1				
Устный опрос *(при наличии)*								
Тест *(при наличии)*								
Лабораторные работы *(при наличии)*								
Письменные домашние задания *(при наличии)*		0,5						
Реферат *(при наличии)*								
Семинары		0,5						
Проект *(при наличии)*								
Другие формы (при наличии)								
Веса результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей						0,4		
Веса оценок промежуточных контролей в итоговых оценках промежуточных контролей						0,6		
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей								
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке							1	

[1] Учебный Модуль

промежуточных контролей								
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля								0,4
Вес итогового контроля (Экзамен/зачет) в результирующей оценке итогового контроля								0,6 экзамен
	∑ = 1	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**

3. Теоретический блок ***(указываются материалы, необходимые для освоения учебной программы дисциплины)***

1. Минаков А.А., О.Д. Тырнов – “Статистическая радиофизика”, Харьков, 2003г
2. В.И. Тихонов – “Статистическая радиотехника”, Москва., 1980г.

б) Основная литература:

1. С.М. Рытов – “Введение в статистическую радиофизику”, часть 1, Москва: 1976г.
2. Б.Р. Левин – “Теоретические основы статистической радиофизики”, Книга первая, Москва 1974г
3. А.С. Ахманов и другие - “Введение в статистическую радиофизику и оптику”, Москва 1981г.

в) Дополнительная литература:

1. А. Ван- дер Зил – “Шум”, Москва: 1973г.
2. Баскаков С. И. – “Радиотехнические цепи и сигналы”, Москва: “Высшая школа”, 1988г.
3. И.С. Гоноровский - “Радиотехнические цепи и сигналы”, Москва: “Радио и связь”, 1986г.
4. А.А. Харкевич- “Борьба с помехами”, М: “Наука”, 1965г.

г) Другие источники:

1. Մնացականյան Ա.Ա., Մովսիսյան Լ.Մ. • «Խնդիրներ վիճակագրական ռադիոֆիզիկայի դասընթացից», Երևան, 1990թ.

2. В.И. Тихонов – “Примеры и задачи по статистической радиотехнике”, Москва, “Советское радио”, Москва: 1970г

4. Фонды оценочных средств ***(указываются материалы, необходимые для проверки уровня знаний в соответствии с содержанием учебной программы дисциплины).***

4.1 Перечень экзаменационных вопросов

1. Статистическое, классическое и геометрическое определения вероятности.
2. Понятия равновозможности, несовместимости, полной группы событий.
3. Статистически зависимые и независимые события. Теоремы сложения и произведения вероятностей. Условная вероятность.
4. Формула полной вероятности. Формула обратной вероятности.
5. Дискретные и непрерывные случайные величины. Закон распределения и функция распределения дискретной случайной величины.
6. Плотность вероятности непрерывной случайной величины и свойства плотности вероятности.
7. Числовые характеристики случайной величины – математическое ожидание и дисперсия.
8. Начальные и центральные моменты случайной величины. Ее характеристическая функция.
9. Биномиальное распределение. Распределение Пуассона. Распределение Лапласа.
10. Содержание центральной предельной теоремы вероятностей. Нормальный или Гауссовский закон распределения.
11. Логарифмически нормальное распределение. Распределение Релея
12. Совокупность случайных величин. Свойства совместной функции распределения и плотности распределения вероятностей.
13. Плотность распределения вероятности детерминированного преобразования случайной величины.
14. Случайные процессы. Группы случайных процессов. Понятие плотности вероятности, условной плотности вероятности, функции распределения для случайного процесса.
15. Понятия характеристических функций, моментных и корреляционных функций случайного процесса.

16. Стационарные и нестационарные случайные процессы.
17. Автокорреляционная функция случайного процесса. Понятие стационарной связанности двух случайных процессов. Физический смысл корреляционных функций.
18. Свойства автокорреляционной функции. Понятие времени корреляции.
19. Эргодические случайные процессы. Понятие временных усредненных характеристик эргодического случайного процесса.
20. Экспериментальные методы определения параметров эргодического случайного процесса.
21. Энергетическая спектральная плотность. Соотношения Винера – Хинчина. Свойства энергетической спектральной плотности.
22. Экспериментальное определение энергетической спектральной плотности.
23. Связь между функцией корреляции и спектром случайного процесса.
24. Нормальный случайный процесс. Дробовой и тепловой шумы.
25. Узкополосный случайный процесс. Плотности распределения огибающей и фазы такого процесса.
26. Виды радиотехнических систем. Линейная система. Виды линейных систем и их примеры.
27. Воздействие случайного процесса на линейные инерционные системы с постоянными параметрами.
28. Примеры преобразования случайных процессов в RC и RL цепях.
29. Законы распределения вероятностей огибающей и фазы смеси сигнала (незатухающая несущая) и узкополосного шума.
30. Вероятность ложной тревоги и вероятность пропуска цели.
31. Воздействие помехи на нелинейные безынерционные элементы.
32. Законы распределения вероятностей помехи на выходах амплитудного линейного и квадратичного детекторов
33. Спектр помехи на выходах амплитудного линейного и квадратичного детекторов
34. Спектр помехи на выходах однополупериодного квадратичного детектора и ограничителя амплитуды.
35. Детектирование синусоидального сигнала при наличии помехи.
36. Спектр сигнала и помехи на выходе амплитудного детектора.
37. Две большие группы задач в статистической теории приема сигналов на фоне шумов.

38. Прохождение гармонического сигнала и шума через линейную систему и соотношения сигнал/шум на ее входе и на выходе. Условия для улучшения отношения сигнал/шум.
39. Оптимальный линейный фильтр для сигналов конечной длительности.
40. Квазиоптимальные фильтры.
41. Импульсная характеристика согласованного фильтра.
42. Искажение формы сигнала при прохождении через согласованный фильтр.
43.Согласованный фильтр для одиночного импульса. Корреляционный прием.

4.2 Образцы экзаменвционных билетов

ГОУ ВПО РОССИЙСКО–АРМЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ **Институт математики, физики и высоких технологий** **Кафедра телекоммуникаций** **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**	**ГОУ ВПО РОССИЙСКО–АРМЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ** **Институт математики, физики и высоких технологий** **Кафедра телекоммуникаций** **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Основы статистической радиотехники **Билет № 1.** 1. Статистическое, классическое и геометрическое определения вероятности. 2. Стационарные и нестационарные случайные процессы. 3. Воздействие помехи на нелинейные безинерционные элементы. *Преподаватель* _____ *Аветисян В.Г.* *Зав. кафедрой* _____ *Сиволенко Э.Р.* *Дата*	**Основы статистической радиотехники** **Билет № 2.** 1. Понятия равновозможности, несовместимости, полной группы событий. 2. Автокорреляционная функция случайного процесса. Понятие стационарной связанности двух случайных процессов.Физический смысл корреляционных функций. 3. Законы распределения вероятностей помехи на выходах амплитудного линейного и квадратичного детекторов *Преподаватель* _____ *Аветисян В.Г.* *Зав. кафедрой* _____ *Сиволенко Э.Р.* *Дата*

5. Методический блок

5.3. Методика преподавания

5.3.2. Предварительное изучение теоретического материала по теме предстоящего семинара.

5.3.3. Предварительное изучение теоретического материала по предстоящей лабораторной работе.

5.3.4. Решение задач по соответствующему текущему разделу изучаемой дисциплины.

5.3.5. Оформление домашних заданий в виде кратких конспектов по теории каждого пройденного раздела изучаемой дисциплины.