

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Радиоэлектроника и телекоммуникации»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

«М.1.2.2 Статистическая радиофизика»

направления подготовки

«11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль 2 «Радиофизические и оптические системы связи»

форма обучения – заочная
курс – 2
семестр – 3
зачетных единиц – 5
всего часов – 180,
в том числе:
лекции – 6
практические занятия – 20
самостоятельная работа – 154
зачет – нет
экзамен – 3 семестр
РГР – нет
контрольная работа – 3 семестр
курсовая работа – нет
курсовой проект – нет

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Статистическая радиофизика» является приобретение знаний о случайных процессах, источниках шума, флуктуациях в колебательных и волновых системах, овладение методами и подходами, применяемые для математического описания и определения статистических характеристик случайных процессов, имеющих место в радиофизических и оптических системах связи.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Статистическая радиофизика» относится к вариативной части учебного плана. В основе дисциплины лежат такие математические дисциплины программы подготовки бакалавра как «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», а также «Основы теории колебаний» и «Физика колебательных и волновых процессов». Приобретаемые в ходе изучения дисциплины «Статистическая радиофизика» знания, умения и навыки необходимы для успешного осуществления профессиональной деятельности выпускника.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ОК-2: готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения.

В результате освоения дисциплины студент должен
знать: основы теории случайных процессов, закономерности преобразования случайных процессов детерминированными системами, источники шума в радиоустройствах и их статистические свойства.

уметь: решать задачи статистической радиофизики, сопряженные с определением статистических характеристик случайных процессов и шумов в системах радио и оптической связи.

владеть: представлениями о причинах и роли флуктуаций в радиофизических и оптических системах связи, методами анализа проблем, связанных с действием случайных факторов в современных системах связи.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лекции	Коллоквиумы	Лабораторные	Практические	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3 семестр									
1	1-2	1	Основные понятия теории вероятностей. Законы распределения случайных величин.	20	2	-	-	4	14
1	3-4	2	Случайные импульсы.	20	2	-	-	4	14
1	5-8	3	Случайные функции.	26	2	-	-	4	20
1	9-10	4	Марковские процессы.	34	-	-	-	4	30
1	11-14	5	Стохастические дифференциальные уравнения.	40	-	-	-	4	36
1	15-18	6	Корреляционная теория случайных функций.	40	-	-	-	-	40
Всего				180	6	-	-	20	154

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
3 семестр				
1	2	1	Основные понятия теории вероятностей. Физическое распределение вероятности. Законы распределения случайных величин. Биномиальный закон распределения. Распределение Пуассона. Нор-	1-2

			мальный или гауссов закон распределения.	
2	2	2	Случайные импульсы. Постановка задачи. Характеристическая функция. Функция распределения импульсного пуассоновского процесса. Корреляционная функция.	1-2
3	2	3	Случайные функции. Общие определения. Марковские процессы. Стационарные процессы. Моменты случайных функций. Корреляционная теория. Вероятностная сходимость. Эргодичность случайного процесса.	1-2

6. Содержание коллоквиумов

Коллоквиумы не предусмотрены учебным планом

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема занятия. Вопросы, отрабатываемые на занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
3 семестр				
1	2	1	Основные понятия теории вероятностей. Биномиальный закон распределения. Распределение Пуассона.	3
1	2	2	Основные понятия теории вероятностей. Нормальный или гауссов закон распределения.	3
2	2	3	Случайные импульсы. Постановка задачи. Характеристическая функция. Функция распределения импульсного пуассоновского процесса.	3
2	2	4	Случайные импульсы. Корреляционная функция.	3
3	2	5	Случайные функции. Стационарные процессы. Моменты случайных функций.	3
3	2	6	Случайные функции. Корреляционная	3

			теория. Вероятностная сходимость.	
4	2	7	Марковские процессы. Уравнение Смолуховского. Марковский процесс с дискретными состояниями.	3
4	2	8	Марковские процессы. Распределение Релея.	3
5	2	9	Стохастические дифференциальные уравнения. Постановка задачи. Случайные функции с независимыми приращениями.	3
5	2	10	Стохастические дифференциальные уравнения. Примеры стохастических дифференциальных уравнений.	3

8. Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы для самостоятельного изучения	Учебно-методическое обеспечение
3 семестр			
1	14	Дробовой эффект. Предельная теорема Му-авра-Лапласа.	4
2	14	Обобщения задачи о случайных функциях.	4
3	20	Вероятностная сходимость. Эргодичность случайного процесса.	4
4	30	Марковские процессы. Понятия и определения. Уравнение Смолуховского. Марковский процесс с дискретными состояниями. Распределение Релея. Непрерывные марковские процессы. Уравнение Эйнштейна–Фоккера. Обобщение на многомерные случайные функции. Скачкообразные марковские процессы. Уравнение Колмогорова–Феллера.	4
5	36	Стохастические дифференциальные уравнения и их решения. Постановка задачи. Случайные функции с независимыми приращениями. Примеры стохастических дифференциальных уравнений. Общий случай	4

		уравнения первого порядка и системы уравнений при гауссовых дельта-коррелированных воздействиях. Стохастические уравнения при случайных воздействиях с произвольными законами распределения.	
6	40	Комплексные случайные функции. Аналитический сигнал. Свойства функции корреляции и связанные с ней свойства случайной функции. Спектральные разложения случайных функций. Стационарные случайные функции. Спектральные разложения стационарных функций. Модулированные случайные процессы. Спектр колебания с флуктуирующей частотой. «Белый» шум. Корреляционная теория когерентности. Корреляция источников колебаний.	4

10. Контрольная работа

В качестве контрольной работы студентам предлагается исследование зашумленного генератора ван дер Поля и расчет его характеристик с помощью программного комплекса ХРРАУТ. Методические указания по выполнению контрольной работы размещены в информационно-образовательной среде СГТУ.

11. Курсовая работа

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом

12. Курсовой проект

Курсовой проект не предусмотрен учебным планом

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Этапы формирования компетенций

Компетенция		Этапы формирования
ОК-2	Знания	Последовательно, в течение всего курса, по мере прослушивания лекций.
	Умения	Последовательно, по мере выполнения практических заданий.
	Навыки	Итерационно, по мере решения типовых задач по разделам дисциплины.

Формы контроля сформированности компетенций

Виды аттестации	Оцениваемые компетенции	Темы	Форма оценочных средств
Текущий контроль	ОК-2	Все разделы дисциплины	Практические задания
Промежуточный контроль			Экзамен

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка	Компетенция		Критерии сформированности
«удовлетворительно»	ОК-2	Знания	фрагментарные, поверхностные знания учебного материала, затруднения с использованием понятийного аппарата, научного языка и терминологии соответствующей научной области
		Умения	погрешности в умении решать типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов, владение необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя
		Навыки	решение типовых задач на основе приобретенных знаний и умений, с их применением в типичных ситуациях
«хорошо»	ОК-2	Знания	полное знание учебного материала, достаточное владение понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области
		Умения	решение типичных задач на основе стандартных алгоритмов решения
		Навыки	решение усложненных задач на основе приобретенных знаний и умений, с их применением в нетипичных ситуациях и незначительными погрешностями, владение необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя
«отлично»	ОК-2	Знания	воспроизведение и объяснение всего учебного материала, владение понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной

			области, логически корректное и убедительное изложение знаний
		Умения	решение типичных задач на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения
		Навыки	решение усложненных задач на основе приобретенных знаний и умений, с их применением в нетипичных ситуациях

Вопросы для зачета

Зачет не предусмотрен учебным планом

Вопросы для экзамена

1. Физическое распределение вероятности.
2. Аксиомы теории вероятностей.
3. Функция распределения. Плотность вероятности.
4. Биномиальный закон распределения.
5. Задачи, приводящие к биномиальному закону распределения.
6. Применение биномиального закона.
7. Дробовой эффект.
8. Распределение Пуассона.
9. Нормальный или гауссов закон распределения.
10. Пуассоновский импульсный процесс.
11. Задачи, приводящие к пуассоновскому импульсному процессу.
12. Случайные импульсы: общая постановка задачи.
13. Характеристическая функция.
14. Связь между характеристической функцией и функцией распределения.
15. Функция распределения импульсного пуассоновского процесса.
16. Частный случай центральной предельной теоремы для случайных импульсов.
17. Корреляционная функция импульсного пуассоновского процесса.
18. Понятие случайной функции.
19. Понятие марковского процесса.
20. Стационарные процессы.
21. Центральные моменты случайных функций.
22. Смешанные моменты случайных функций.
23. Основные понятия корреляционная теория.
24. Стационарность в широком смысле и узком смысле.
25. Сходимость в среднем квадратичном.
26. Сходимость по вероятности
27. Сходимость в смысле закона больших чисел.
28. Сходимость почти наверное.
29. Понятие эргодичности случайного процесса.

30. Достаточные условия эргодичности стационарного процесса.
31. Цепи Маркова.
32. Уравнение Смолуховского.
33. Марковский процесс с дискретными состояниями.
34. Примеры однородных процессов.
35. Переход к процессу с непрерывным множеством состояний.
36. Распределение Релея.
37. Постановка вопроса о стохастических дифференциальных уравнениях.
38. Случайные функции с независимыми приращениями.
39. Примеры стохастических дифференциальных уравнений.
40. Общий случай стохастического дифференциального уравнения первого порядка при гауссовых дельта-коррелированных воздействиях.
41. Общий случай системы стохастических дифференциальных уравнений первого порядка при гауссовых дельта-коррелированных воздействиях.
42. Стохастические уравнения при случайных воздействиях с произвольными законами распределения.
43. Комплексные случайные функции.
44. Аналитический сигнал.
45. Свойства функции корреляции.
46. Спектральные разложения случайных функций.
47. Стационарные случайные функции. Теорема Винера–Хинчина.
48. Спектральные разложения стационарных функций.
49. Модулированные случайные процессы.
50. Спектр колебания с флуктуирующей частотой.

14. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Статистическая радиофизика» используются следующие образовательные технологии:

Образовательные технологии	Лекция	Практические занятия	СРС
Информационно-развивающие технологии	+	+	+
Практико-ориентированные технологии		+	+
Развивающие проблемно-ориентированные технологии	+	+	+
Личностно-ориентированные технологии		+	

15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ахманов С.А. Статистическая радиофизика и оптика. Случайные колебания и волны в линейных системах. Учебное пособие. – Москва: Физматлит, 2010.

2. Стратонович Р.Л. Случайные процессы в динамических системах. Учебное пособие. – Москва-Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2009.

3. Астахов В.В., Вадивасова Т.Е., Хохлов А.В. Радиофизика. Задачи и упражнения: Учебное пособие. – Саратов. Изд-во Сарат. ун-та, 2008.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

4. Рытов С.М. Введение в статистическую радиофизику. Часть I. Случайные процессы. – М.: Наука, 1976.

ИСТОЧНИКИ ИОС

5. Методические указания к проведению практических занятий.
https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/RT/11.04.02_2z/M.1.2.2/default.aspx

16. Материально-техническое обеспечение

Лекционные занятия проводятся в лекционных аудиториях, оснащенных специализированной учебной мебелью, проекционным оборудованием и персональным компьютером. Практические занятия проводятся в аудиториях, оснащенных специализированной учебной мебелью, маркерной доской.