

Федеральное агентство по образованию
САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО

Кафедра радиофизики и
нелинейной динамики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **ОСНОВЫ ТЕОРИИ СЛУЧАЙНЫХ
ПРОЦЕССОВ**

для специальности 014200 – Биохимическая физика

реализуемой на физическом факультете

Саратов 2006 год

Рабочая программа
составлена в соответствии
с Государственным стандартом
высшего профессионального образования
по специальности 014200 – БИОХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА
(номер государственной регистрации 272 ен/сп от 27.03.2000 г.)

<p style="text-align: center;">ОДОБРЕНО:</p> <p>Председатель учебно-методической комиссии физического факультета, профессор _____ В.Л.Дербов _____ 2006 г.</p>	<p style="text-align: center;">УТВЕРЖДАЮ:</p> <p>Проректор по учебной работе, профессор _____ Е.М. Первушов _____ 2006 г.</p>
--	---

СОГЛАСОВАНО:

Декан физического факультета,
профессор _____

Д.А. Зимняков

Заведующий кафедрой радиофизики и
нелинейной динамики физического
факультета, профессор _____

В.С. Анищенко

Вид учебной работы	Бюджет времени по формам обучения, час				
	очная		очно-заочная	Заочная	
	полная программа	ускоренные сроки		полная программа	ускоренные сроки
Аудиторные занятия, всего	36	-	-	-	-
в том числе:	36	-	-	-	-
- лекции	-	-	-	-	-
- лабораторные (практические)	-	-	-	-	-
- семинарские	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа студентов	1	-	-	-	-
Зачеты, +/-	-	-	-	-	-
Экзамены, +/-	+	-	-	-	-
Контрольные работы, количество	1	-	-	-	-
Курсовая работа, +/-	-	-	-	-	-

Авторы:

профессор кафедры радиофизики и
нелинейной динамики, д.ф.-м.н.

Т.Е. Вадивасова

доцент кафедры радиофизики и
нелинейной динамики, к.ф.-м.н.

А.Н. Павлов

Раздел 1. Организационно-методическое сопровождение

Курс «Основы теории случайных процессов» читается студентам дневного отделения кафедры радиофизики и нелинейной динамики, обучающимся по специальности 014200 - биохимическая физика. Курс читается в течение 7-го учебного семестра и включает 36 лекционных часов. После изучения курса студенты должны освоить основы теории случайных процессов, теории марковских процессов и стохастических дифференциальных уравнений, научиться вычислять различные характеристики случайных процессов, а также получить представление о современных задачах теории случайных процессов.

Раздел 2. Тематический план учебной дисциплины

№ п/п	Наименование раздела, подраздела, темы лекции	Бюджет учебного времени					Форма текущего и итогового контроля
		Всего	в том числе				
			лекции	лабораторные и практические	семинарские занятия	самостоятельная работа	
1	2	3	4	5	6	7	8
Очная полная программа							
	Введение	1.0	1.0	-	-	-	-
1.	Основы теории случайных процессов	15.0	15.0	-	-	-	контрольная работа, экзамен
2.	Марковские процессы	9.5	9.5	-	-	-	экзамен
3.	Стохастические дифференциальные уравнения	4.5	4.5	-	-	-	экзамен
4.	Избранные задачи теории случайных процессов	7.0	6.0	-	-	1.0	экзамен
Итого:		37.0	36.0	-	-	1.0	

Раздел 3. Содержание учебной дисциплины

Введение. Детерминированность и случайность в окружающем мире.

1. Основы теории случайных процессов.

1.1. Основные понятия теории случайных процессов. Реализация случайного процесса. Статистический ансамбль реализаций. Классификация случайных процессов.

1.2. Статистические характеристики случайного процесса.

1.2.1. Многомерная плотность вероятности, функция распределения, характеристическая функция случайного процесса, их свойства.

1.2.2. Моментные функции случайного процесса. Начальные и центральные моменты.

Связь моментов с характеристической функцией. Кумулянтные функции.

1.3. Вероятностная сходимости случайной функции. Сходимость в среднеквадратическом смысле, сходимость по вероятности, сходимость «почти наверное», сходимость по распределению. Соотношения между различными видами вероятностной сходимости. Понятия непрерывности, производной, определенного интеграла для случайного процесса.

1.4. Стационарный случайный процесс. Стационарность в узком и широком смысле. Свойства корреляционной функции стационарного в широком смысле процесса, время корреляции.

1.5. Усреднение по времени. Эргодический случайный процесс. Строго эргодический процесс, эргодичность m -го порядка. Соотношения между различными видами эргодичности. Условие эргодичности Слуцкого для стационарных процессов.

1.6. Нормальный случайный процесс и его свойства. Центральная предельная теорема.

1.7. Спектральное представление случайных процессов.

1.7.1. Спектральная плотность мощности стационарного случайного процесса. Теорема Винера-Хинчина. «Физический» спектр случайного процесса.

1.7.2. Ширина полосы энергетического спектра. Эффективная ширина полосы. Ширина полосы на уровне половинной мощности. Представление о белом шуме. Узкополосный процесс.

1.7.3. Спектральное представление нестационарных процессов.

1.8. Случайные поля.

2. Марковские процессы.

2.1. Основные понятия теории марковских процессов. Классификация марковских процессов. Обобщенное уравнение Маркова (уравнение Чепмена-Колмогорова).

2.2. Марковские цепи. Задача об одномерных случайных блужданиях.

2.3. Дискретные марковские процессы. Процесс рождения и гибели. Пуассоновский процесс.

2.4. Непрерывнозначные марковские процессы. Непрерывные «в усиленном смысле» марковские процессы и их свойства.

2.5. Диффузионный марковский процесс. Уравнение Фоккера-Планка (второе уравнение Колмогорова).

2.6. Граничные условия уравнения Фоккера-Планка. Задачи о достижении границ. Отражающие и поглощающие границы.

2.7. Методы решения уравнения Фоккера-Планка. Метод разделения переменных. Метод преобразования Лапласа. Метод характеристической функции. Метод замены независимых переменных. Гауссово приближение.

2.8. Чисто диффузионный (винеровский) процесс. Понятие нормального белого шума.

3. Стохастические дифференциальные уравнения (СДУ).

3.1. Общие представления о СДУ. Метод Ланжевена.

3.2. Понятие о стохастических интегралах: интегралы Ито и Стратоновича, обобщенный стохастический интеграл.

3.3. Теорема Дуба. Определение коэффициентов сноса и диффузии.

3.4. Обобщение теоремы Дуба на многомерный случай. Численные методы решения стохастических дифференциальных уравнений.

4. Избранные задачи теории случайных процессов.

4.1. Броуновская частица в среде с вязким трением (процесс Орнштейна-Уленбека).

4.2. Воздействие шума на колебательный контур. Релеевская плотность вероятности.

4.3. Автоколебания при наличии шума.

4.4. Синхронизация автоколебаний в присутствии шума.

4.5. Броуновская частица в двухъямном потенциальном поле. Среднее время жизни в одной яме и частота Крамерса.

4.6. Броуновская частица в двухъямном потенциале при внешнем гармоническом воздействии. Представление о стохастическом резонансе и стохастической синхронизации.

Виды самостоятельной работы студента: чтение литературы, решение задач, предусматривающих вычисление различных характеристик случайных процессов.

После завершения раздела 1 лекционного курса проводится контрольная работа для проверки знаний студентов.

Раздел 4. Перечень основной и дополнительной литературы

Основная литература:

1. Анищенко В.С., Вадивасова Т.Е. Лекции по статистической радиофизике. – Саратов, Изд-во. СГУ, часть 1, 1992.
2. Анищенко В.С. Введение в статистическую радиофизику. – Саратов, Изд-во. СГУ, ч.1, 1979.
3. Тихонов В.И., Миронов М.А. Марковские процессы. – М.: Сов.радио, 1977.
4. Гардинер К.В. Стохастические методы в естественных науках. – М.: Мир, 1986.
5. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника. – М.: Радио и связь, 1982.
6. Хорстхемке В., Лефевр Р. Индуцированные шумом переходы. – М.: Мир, 1987.
7. Рытов С.М. Введение в статистическую радиофизику. – М.: Наука, 1976.

Дополнительная литература:

1. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. – М.: Радио и связь, 1989.
2. Ахманов С.А., Дьяков Ю.Е., Чиркин А.С. Введение в статистическую радиофизику и оптику. – М.: Наука, 1981.
3. Ван Кампен Н.Г. Стохастические процессы в физике и химии. – М.: Высшая школа, 1990.
4. Анищенко В.С., Астахов В.В., Вадивасова Т.Е., Нейман А.Б., Стрелкова Г.И., Шиманский-Гайер Л. Нелинейные эффекты в хаотических и стохастических системах. – Москва-Ижевск, 2003.
5. Н.А. Хованова, И.А. Хованов, Методы анализа временных рядов. – Саратов: Изд-во ГосУНЦ «Колледж», 2001.
6. С. Малла. Вейвлеты в обработке сигналов. – М.: Мир, 2005.

Раздел 5. Перечень средств обучения

Материал лекций, основная и дополнительная литература.

Раздел 6. Вопросы к курсу

1. Основные понятия теории случайных процессов. Реализация случайного процесса. Статистический ансамбль реализаций. Классификация случайных процессов.
2. Многомерная плотность вероятности, функция распределения, характеристическая функция случайного процесса, их свойства.
3. Моментные функции случайного процесса. Начальные и центральные моменты. Связь моментов с характеристической функцией. Кумулянтные функции.
4. Вероятностная сходимость случайной функции.
5. Понятия непрерывности, производной, определенного интеграла для случайного процесса.
6. Стационарный случайный процесс. Стационарность в узком и широком смысле.
7. Усреднение по времени. Эргодический случайный процесс. Строго эргодический процесс, эргодичность m -го порядка. Соотношения между различными видами эргодичности. Условие эргодичности Служцкого для стационарных процессов.
8. Нормальный случайный процесс и его свойства. Центральная предельная теорема.
9. Спектральная плотность мощности стационарного случайного процесса. Теорема Винера-Хинчина. «Физический» спектр случайного процесса.
10. Ширина полосы энергетического спектра. Белый шум.
11. Случайные поля.
12. Основные понятия теории марковских процессов. Классификация марковских процессов. Обобщенное уравнение Маркова (уравнение Чепмена-Колмогорова).
13. Марковские цепи. Задача об одномерных случайных блужданиях.
14. Дискретные марковские процессы. Пуассоновский процесс.
15. Непрерывнозначные марковские процессы. Непрерывные «в усиленном смысле» марковские процессы и их свойства.
16. Диффузионный марковский процесс. Уравнение Фоккера-Планка (второе уравнение Колмогорова).
17. Граничные условия уравнения Фоккера-Планка. Задачи о достижении границ. Отражающие и поглощающие границы.
18. Методы решения уравнения Фоккера-Планка.
19. Чисто диффузионный (винеровский) процесс. Понятие нормального белого шума.
20. Стохастические дифференциальные уравнения. Метод Ланжевена.
21. Стохастические интегралы Ито и Стратоновича, обобщенный стохастический интеграл.
22. Теорема Дуба. Определение коэффициентов сноса и диффузии.
23. Процесс Орнштейна-Уленбека.
24. Воздействие шума на колебательный контур. Релеевская плотность вероятности.
25. Броуновская частица в двухъямном потенциальном поле. Среднее время жизни в одной яме и частота Крамерса.