

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

Кафедра радиофизики и
нелинейной динамики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ**

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	34	-	-	-	-
в том числе:					
- лекции	34	-	-	-	-
- лабораторные (практические)	-	-	-	-	-
- семинарские	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа студентов	2	-	-	-	-
Зачеты, +/-	-	-	-	-	-
Экзамены, +/-	+	-	-	-	-
Контрольные работы, количество	1	-	-	-	-
Курсовая работа, +/-	-	-	-	-	-

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

А.Н. Павлов

Раздел 1. Организационно-методическое сопровождение

Курс «Анализ временных рядов» читается студентам дневного отделения кафедры радиофизики и нелинейной динамики, обучающимся по специальности 014200 - биохимическая физика. Курс читается в течение 8-го учебного семестра и включает 34 лекционных часа. После изучения курса студенты должны освоить как классические, так и специальные методы анализа экспериментальных данных, ознакомиться с современными алгоритмами исследования нестационарных временных рядов и научиться применять различные методы на практике.

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.	Классические методы анализа	7.0	7.0	-	-	-	контрольная работа
2.	Методы анализа нестационарных данных	13.0	12.0	-	-	1.0	контрольная работа
3.	Меры сложности	4.0	4.0	-	-	-	
4.	Реконструкция динамических систем	9.0	9.0	-	-	-	
	Заключение	1.0	1.0	-	-	-	
Итого:		35.0	34.0	-	-	1.0	Экзамен

Раздел 3. Содержание учебной дисциплины

Введение. Основные понятия. Детерминированные и случайные процессы. Проблема нестационарности экспериментальных данных. Особенности анализа временных рядов в биофизике.

Раздел 1. Классические методы анализа временного ряда.

1.1. Вероятностные методы. Плотность распределения вероятностей, и ее вычисление по временному ряду. Моментные функции, свойства и особенности расчета автокорреляционных и взаимных корреляционных функций.

1.2. Спектральный анализ. Основные свойства преобразования Фурье. Эффекты, обусловленные конечной длиной реализации. Частота отсчетов Найквиста. Теорема Котельникова. Дискретное Фурье-преобразование. Эффекты утечки. Использование оконных функций, их основные характеристики. Спектральная плотность мощности, методы ее вычисления. Функция когерентности. Параметрические методы определения спектров.

1.3. Цифровая фильтрация. Характеристики цифровых фильтров. Рекурсивные и нерекурсивные фильтры. Фильтрация данных с помощью преобразования Фурье.

Раздел 2. Методы анализа нестационарных данных.

2.1. Методы сведения к стационарности. Модели тренда и способы его устранения. Цифровая фильтрация нестационарных данных.

2.2. Преобразование Гильберта. Концепция аналитического сигнала. Понятие мгновенной фазы, амплитуды и частоты. Основные свойства преобразования Гильберта. Методы вычисления преобразования Гильберта. Квадратурные составляющие случайного процесса.

2.3. Вейвлет-анализ. Сопоставление Фурье- и вейвлет-преобразований. Дискретное и непрерывное вейвлет-преобразование. Обратное преобразование. Свойства базисных функций вейвлет-преобразования. Частотно-временная локализация. Возможности вейвлет-анализа. Энергетические характеристики. Мера локальной перемежаемости, мера контрастности. Анализ сигналов, имеющих локальные особенности.

2.4. Мультифрактальный анализ. Масштабная инвариантность, скейлинг. Фрактальные множества, фрактальные меры и фрактальные функции. Топологическая размерность, размерность Хаусдорфа, емкость, обобщенная фрактальная размерность. Экспоненты сингулярности, спектр сингулярности. Мультифрактальный формализм. Экспоненты Хелдера. Анализ сингулярностей нестационарных данных с помощью вейвлетов. Метод структурных функций.

2.5. Флуктуационный анализ. Скейлинговые характеристики спектрального, корреляционного и флуктуационного анализов, их взаимосвязь. Задачи об одномерных случайных блужданиях. Проблема исследования длительных корреляций нестационарных процессов. Анализ флуктуаций относительно тренда.

Раздел 3. Меры сложности.

3.1. Основные понятия. Представление о символической динамике. Алгоритмическая сложность. Сложность по Лемпелю-Зиву. Методы сравнения сложности экспериментальных данных.

3.2. Энтропия источника. Методы вычисления энтропии источника. Блочные энтропии. Особенности скейлингового поведения блочных энтропий. Проблемы, связанные с конечностью временного ряда.

Раздел 4. Реконструкция динамических систем.

4.1. Теорема Такенса. Условия применимости теоремы Такенса. Метод задержек. Параметры реконструкции: время задержки, размерность пространства вложения. Проблема выбора оптимальных значений параметров. Метод последовательного дифференцирования координат, метод интегральной фильтрации.

4.2. Корреляционная размерность аттрактора. Вычисление корреляционной размерности. Алгоритм Грассбергера-Прокаччо. Корреляционный интеграл. Масштаб начала фрактальности, диапазон масштабной инвариантности. Требования, предъявляемые к временным рядам для корректного вычисления размерности. Анализ случайных данных с помощью корреляционного интеграла.

4.3. Методы оценки предсказуемости данных. Нормированная ошибка предсказания, ее вычисление по массиву реконструированных векторов. Методы расчета ляпуновских показателей по временным рядам. Алгоритм Вольфа, Свифта, Суинней, Вастано. Расчет второго показателя. Другие методы вычисления ляпуновских экспонент по экспериментальным данным.

4.4. Особенности анализа сигналов пороговых систем. Методы изучения динамики на входе пороговых систем по выходным процессам. Возможности реконструкции хаотической динамики при анализе последовательностей времен возврата.

4.5. Глобальная реконструкция динамических систем. Методы аппроксимации математических моделей нелинейных систем по временному ряду.

Заключение. Практические рекомендации при подготовке экспериментальных данных к анализу.

Виды самостоятельной работы студента: повторение основ теории случайных процессов, чтение литературы по различным разделам курса.

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

Раздел 4. Перечень основной и дополнительной литературы

Основная литература:

1. Н.А. Хованова, И.А. Хованов, Методы анализа временных рядов. – Саратов: Изд-во ГосУНЦ «Колледж», 2001.
2. Дж.С. Бендат, А.Дж. Пирсол, Прикладной анализ случайных данных. / Пер. с англ. – М.: Мир, 1989.
3. Г. Дженкинс, Д. Ваттс, Спектральный анализ и его приложения. – М.: Мир, 1971.
4. Р. Отнес, Л. Эноксон. Прикладной анализ временных рядов. – М.: Мир, 1982.
5. С.Л. Марпл-мл. Цифровой спектральный анализ и его приложения. – М.: Мир, 1990.

Дополнительная литература:

1. Дж. Купер, К. Макгиллем. Вероятностный методы анализа сигналов и систем. – М.: Мир, 1989.
2. T.S. Parker and L.O. Chua. Practical Numerical Algorithms for Chaotic Systems. Springer-Verlag. New York. 1989.
3. Н.М. Астафьева. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры применения. // УФН, 1996. т. 166, № 11.
4. К. Чуи. Введение в вейвлеты. – М.: Мир, 2001.
5. 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. Плотность распределения вероятностей, и ее вычисление по временному ряду. Моментные функции.
2. Свойства и особенности расчета автокорреляционных и взаимных корреляционных функций.
3. Основные свойства преобразования Фурье. Эффекты, обусловленные конечной длиной реализации.
4. Частота отсчетов Найквиста. Теорема Котельникова.
5. Дискретное Фурье-преобразование. Эффекты утечки.
6. Использование оконных функций, их основные характеристики.
7. Спектральная плотность мощности, методы ее вычисления.
8. Параметрические методы определения спектров.
9. Модели тренда и способы его устранения.
10. Концепция аналитического сигнала. Понятие мгновенной фазы, амплитуды и частоты. Основные свойства преобразования Гильберта.
11. Сопоставление Фурье- и вейвлет-преобразований. Дискретное и непрерывное вейвлет-преобразование.
12. Свойства базисных функций вейвлет-преобразования. Частотно-временная локализация. Возможности вейвлет-анализа.
13. Флуктуационный анализ. Проблема исследования длительных корреляций нестационарных процессов. Анализ флуктуаций относительно тренда.
14. Представление о символьной динамике. Алгоритмическая сложность. Сложность по Лемпелю-Зиву.
15. Методы вычисления энтропии источника. Блочные энтропии. Проблемы, связанные с конечностью временного ряда.
16. Теорема Такенса. Параметры реконструкции: время задержки, размерность пространства вложения. Проблема выбора оптимальных значений параметров.
17. Корреляционная размерность аттрактора. Алгоритм Грассбергера-Прокаччо. Корреляционный интеграл.
18. Нормированная ошибка предсказания, ее вычисление по массиву реконструированных векторов.
19. Методы расчета ляпуновских показателей по временным рядам.
20. Методы аппроксимации математических моделей нелинейных систем по временному ряду.