

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

кафедра радиофизики
и нелинейной динамики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **Введение в моделирование биосистем**

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 _____

В.С.Анищенко

Вид учебной работы	Бюджет времени по формам обучения, час				
	Очная		очно- заочная	заочная	
	полная программа	ускорен- ные сроки		полная программа	ускоренные сроки
Аудиторные занятия, всего	68				
в том числе: - лекции -	18				
лабораторные (практические) -	50				
семинарские	-				
Самостоятельная работа студентов	4				
Зачеты, +/-	-				
Экзамены, +/-	+				
Контрольные работы, количество	1				
Курсовая работа, + /-	-				

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

Д.Э. Постнов

1. Организационно-методическое сопровождение.

Курс "Введение в моделирование биосистем" читается студентам дневного отделения физического факультета, обучающимся по специальности 014200 "Биохимическая физика". Курс читается в течение 2 семестра и включает 17 час. лекций и 34 час. практических занятий.

Главная задача курса – дать студентам практические навыки проведения расчетов и построения простейших математических моделей отдельных процессов и элементов биосистем.

Курс создает фундамент для последующих специальных дисциплин, таких, как Введение в нейродинамику, Математическое моделирование в биофизике, Современные проблемы биофизики.

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							
1.	Тема 1. Ритмы в живых системах	1	2	-	-		
2.	Тема 2. Процессы с дискретным временем	10	4	10	-		
3.	Тема 3. Логические сети и клеточные автоматы	12	4	10	-		
4.	Тема 4. Самоподобные геометрические структуры	6	2	10	-		
5.	Тема 5. Одномерные модели с непрерывным временем	8	2	10	-		
6.	Тема 6. Двумерные модели с непрерывным временем	14	4	10	-		
	Итого	64	18	50	-	4	Контрольная Работа, экзамен

3. Содержание учебной дисциплины.

Тема 1. Ритмы в живых системах.

Ритмы жизни. Математические понятия: стационарные состояния, колебания, хаос и шум. Математические модели биологических осцилляторов. Возмущение физиологических ритмов. Пространственные колебания.

Тема 2. Процессы с дискретным временем.

Первый шаг в моделировании динамики: представление в виде дискретного во времени процесса. Модель в виде итерируемого отображения. Линейное отображение, различные типы поведения в зависимости от параметра. Нелинейное отображение. Функция последования. Неподвижные точки и их устойчивость. Понятие о циклах и многократно примененном отображении. Задача о скорости деления клеток и модель в виде одномерного отображения.

Пример нерегулярного поведения и общее понятие о хаотической динамике в детерминированных системах.

Тема 3. Логические сети и клеточные автоматы.

Моделирование многомерных систем: сети, их элементы, узлы, грани.

Логические переменные и логические сети. Линейные структуры и петли. Системы с одновходовыми элементами. Модель лямбда-бактериофага. Системы с многовходовыми элементами. Модели в виде логических сетей: приложение в биохимии. Случайные логические сети. Клеточные автоматы. Game of Life. Понятие о возбудимых средах. Спиральные волны в химии и биологии.

Тема 4. Самоподобные геометрические структуры.

Самоподобие и масштабная инвариантность в живой природе.

Понятие о фрактальной геометрии. Фрактальная размерность и методы ее определения. Построение простейших фракталов.

Тема 5. Одномерные модели с непрерывным временем.

Одномерное линейное дифференциальное уравнение (ДУ) и его решение.

Моделирование процессов роста и убывания. Характерные для биосистем типы нелинейностей: экспоненциальная, функция Хилла, гиперболический тангенс, логистическая функция, функция Хевисайда. Примеры задач, допускающих описание одномерным нелинейным ДУ. Геометрический анализ одномерного ДУ. Состояние равновесия, его устойчивость. Мультистабильность. Анализ на устойчивость. Сопоставление одномерных моделей с непрерывным и с дискретным временем.

Тема 6. Двумерные модели с непрерывным временем.

Фазовая плоскость. Геометрическая трактовка начальных условий и частного решения двумерной системы ДУ. Понятие о типах состояний равновесия и предельных циклах. Метод нуль-клин. Модели биосистем в виде двумерных осцилляторов: модель Лоттка-Вольтерра, модель FitzHugh-Nagumo. Моделирование возбудимой динамики нейрона.

4. Перечень основной и дополнительной литературы:

Фундаментальная и клиническая физиология: Учебник для студ. высш. учебн. заведений / Под ред. А. Г. Камкина и А. А. Каменского. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 1072 с.

Гласс Л., Мэки М. От часов к хаосу: Ритмы жизни: Пер. с англ. - М.: Мир, 1991. - 248 с., ил.

Understanding Nonlinear Dynamics: Daniel Kaplan, Leon Glass. - Springer-Verlag New York, Inc.

1995.

Mathematical Physiology. James Keener, James Sneyd. - Springer-Verlag New York, Inc. 1998.

Физиология человека: В 3-х томах. Пер. с англ./ Под ред. Р.Шмидта и Г. Тевса.- М.: Мир, 1996.- 323с., ил.

А. Пиковский, М. Розенблюм, Ю. Куртс. Синхронизация. Фундаментальное нелинейное явление. Москва: Техносфера, 2003. - 496с.

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: Институт компьютерных исследований, 2003, 544 стр.

Biological Psychology: Mark R. Rosenzweig, Arnold L. Leiman, S. Marc Breedlove. Sinauer Associates, Publishers, Sunderland, Massachusetts, 1996.

А.Б. Рубин. Биофизика. В 2-х кн. - М.: Высш.шк., 1987.

А.Б. Рубин. Лекции по биофизике. - М.: Изд-во МГУ, 1994. - 160 с.

5. Перечень средств обучения

1. Мультимедиа-проектор с компьютером.
2. Компьютерный класс для проведения практических занятий.

6. Вопросы к курсу

1. Назовите примеры биологических процессов, динамические (математические) модели которых демонстрировали бы стационарные состояния, колебания, хаос.
2. Назовите типы поведения в линейных/нелинейных системах.
3. Дайте определение неподвижной точки, стационарного состояния, цикла, хаоса, бифуркации.
4. Приведите примеры биологических систем генераторов центрального типа.
5. Дайте определение фрактала и его размерности.
6. В чем различие между дифференциальными и дискретными разностными уравнениями.
7. Дайте определение мультистабильности.
8. Что такое фазовая плоскость, параметрическая диаграмма и фазово-параметрическая диаграмма.
9. Какими бывают типы состояний равновесий и предельных циклов.
10. Какие биологические процессы моделирует система FitzHugh-Nagumo.