

Содержание

От редакции	7
Предисловие.	
<i>Шпиргалка по проектированию будущего (С. Мирон)</i>	9
Предисловие.	
<i>Через тернии к звездам (Г. Малинецкий)</i>	10
Введение	17
Лекция первая	
<i>Что такое «синергетика»?</i>	24
Смысл, вложенный в название • Дата «крещения» синергетики как самостоятельного научного направления • Трудности признания синергетики • Дифференциация науки и синергетика • Как строится здание синергетики: фундамент (теория колебаний и волн, теория автоволн, теория бифуркаций и катастроф, теория динамического хаоса, термодинамика открытых систем...), каркас (математика), инструменты (вычислительная техника, эксперименты, обобщения) • Обстановка вокруг синергетики	
<i>Контрольные вопросы к первой лекции</i>	34
Лекция вторая	
<i>Моделирование — универсальный инструмент синергетики (или что общего у груза на пружинке с зайцами и лисами)</i>	35
Понятие модели и моделирования • Познавательная роль моделей • Какие бывают модели и как они рождаются • Особая роль математических моделей и чем это объясняется • Одинаковые модели явлений и процессов — общее, что находит синергетика в системах различной природы	
Понятие модели	35
Познавательная роль моделей	37
Какие бывают модели и как они рождаются	39
Особая роль математических моделей	41
В чем причина исключительной эффективности математики?	43
Что общего находит синергетика в системах различной природы?	44
<i>Контрольные вопросы ко второй лекции</i>	45
Лекция третья	
<i>Математические понятия, без которых не обойтись</i>	46
Почему в нашем курсе много физики и математики • Характерные масштабы и масштабы наблюдения (масштабы процессов в физических и социальных системах; почему для изучения синергетики удобна физика) • Численные значения характеризующих систему величин • Переменные и параметры • Функция; табличное, графическое и аналитическое представление • Динамический и статистический подходы к описанию объектов и явлений (детерминизм, случайность, непредсказуемость) • Линейность и нелинейность • Линейность и нелинейность функций и уравнений • Принцип суперпозиции • Линия, поверхность, фрактал • Примеры фракталов • Фрактальная размерность	

Почему в нашем курсе много физики и математики?	46
Численные значения характеризующих систему величин. Переменные и параметры	50
Динамический и статистический подходы к описанию объектов и явлений	57
Линейность и нелинейность	60
Фракталы	65
Контрольные вопросы к третьей лекции	73

Лекция четвертая

Динамическая система	75
--------------------------------	----

Динамическая система: задайте состояние и укажите оператор эволюции • Фазовая плоскость, фазовое пространство, изображающая точка, фазовая траектория • Динамические системы с дискретным временем: отображения, диаграмма Ламерея • Динамические системы с непрерывным временем: производная и скорость, обыкновенные дифференциальные уравнения, уравнения в частных производных • Динамические системы со сосредоточенными и распределенными параметрами

Что такое «динамическая система»?	75
Динамические системы с дискретным временем	77
Динамические системы с непрерывным временем	83
Распределенные системы	89
Контрольные вопросы к четвертой лекции	92

Лекция пятая

Колебания	93
---------------------	----

Основные понятия и определения • Колебания маятника • Модель гармонического осциллятора и модель линейного осциллятора с затуханием • Основные характеристики колебаний (частота, период, амплитуда) • Явление резонанса • Нелинейные колебания • Фазовая плоскость, фазовая траектория, аттракторы, репеллеры, фазовый портрет • Автоколебания: основные понятия, примеры автоколебательных систем различной природы • Хаотические автоколебания • Колебания в экономике и истории • Колебания климата на Земле • Колебания в химических, биологических и геофизических системах

Основные понятия и определения теории колебаний. Линейные колебания и их свойства	94
Явление резонанса	100
Нелинейные колебания	105
Представление колебаний в фазовом пространстве	107
Автоколебания и их свойства	109
Примеры колебаний	111
Контрольные вопросы к пятой лекции	125

Лекция шестая

Волны	126
-----------------	-----

Что такое волна • Различные определения волны • Свойства волновых движений (перенос энергии, наличие импульса, образ и скорость волны, дисперсия) • Волны на воде • Нелинейные волны • Простые и ударные волны • Уединенные волны (солитоны)

Что такое волна?	126
Свойства волн	132
Волны на воде	140
Нелинейные волны	149
Ударные волны	155
Уединенные волны (солитоны)	166
Контрольные вопросы к шестой лекции	174

Лекция седьмая

Примеры процессов самоорганизации в различных системах	175
--	-----

Понятие структуры и паттерна • Свободные, вынужденные структуры • Автопаттерны • Статические структуры Тьюринга • Неустойчивость Тейлора • Ячейки Бенара • Рябь Фарадея • Вихри за движущимся объектом • Процессы самоорганизации в человеческом обществе

Структуры Тьюринга	180
Вихри Тейлора в течении Куэтта	188
Ячейки Бенара	192
Рябь Фарадея	195
Вихри за движущимся объектом	199
Процессы самоорганизации в человеческом обществе	200
Контрольные вопросы к седьмой лекции	204

Лекция восьмая

Бифуркации	205
----------------------	-----

Основные определения • Состояния равновесия • Устойчивость и неустойчивость • Мультистабильность • Что может происходить в динамической системе при малых изменениях управляющих параметров • Влияние малых флуктуаций в окрестности точки бифуркации

Контрольные вопросы к восьмой лекции	220
--	-----

Лекция девятая

Клеточные автоматы	221
------------------------------	-----

Клеточные автоматы • Игра «Жизнь» как простейшая модель для описания процессов структурообразования • Основные правила игры «Жизнь» • Некоторые основные конфигурации игры «Жизнь» • Искусственная жизнь (Artificial Life) • Клеточные автоматы и моделирование динамики биологических популяций

Что такое «клеточный автомат»?	221
Искусственная жизнь	228
Клеточные автоматы и моделирование динамики биологических популяций	237
Контрольные вопросы к девятой лекции	246

Лекция десятая***Динамический хаос* 248**

Как возникает случайность в динамической системе • Неустойчивость фазовых траекторий динамических систем и динамический хаос • Сценарии перехода к хаосу • Универсальность перехода к хаосу по Фейгенбауму • Развитая вихревая турбулентность: спектр Колмогорова—Обухова • Уравнение вязкой жидкости (уравнение Навье—Стокса) и одномерное отображение: опять сценарий Фейгенбаума? Переход к хаосу через перемежаемость и разрушение квазипериодических колебаний

Как возникает случайность в динамической системе? 248

Сценарии перехода к хаосу 256

Другие сценарии возникновения хаоса: перемежаемость и разрушение квазипериодических колебаний 272

Контрольные вопросы к десятой лекции 276

Приложение А

Вступительное слово на конференции «Нелинейная динамика открытых систем в гуманитарных и общественных науках» 277

Приложение Б

Список рефератов по курсу «Синергетика» 283

Приложение В

Библиография избранных статей в журнале «Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика», посвященных приложению методов синергетики в гуманитарных, экономических, биологических и других нефизических науках 291

Основная рекомендуемая литература 300