



Введение

Нелинейные колебания и волны

Глава 1. Усреднение

- Автоколебания
- Движение под действием быстропеременной силы
- Маятник Капицы

Глава 2. Структура фазовых траекторий

- Траектории и фазовый поток
- Классификация особых точек
- Предельные циклы
- Индексы Пуанкаре

Глава 3. Устойчивость динамических систем

- Виды устойчивости
- Локальный критерий устойчивости
- Глобальная устойчивость и функции Ляпунова
- Бифуркации
- Тангенциальная бифуркация
- Смена устойчивости
- Бифуркация удвоения (типа "вилка")

Глава 4. Химические и биохимические процессы

- Химическая кинетика
- Хиральность биохимических систем

Глава 5. Борьба за существование

- Модель Лотки-Вольтерра
- Модель брюсселятора

Глава 6. Бегущие волны

- Простейшие нелинейные волны
- Опрокидывание волн
- Уравнение Бюргерса

Глава 7. Волны на мелкой воде

- Уравнение Кортевега-де Вриза
- Солитоны
- Уравнение КдВ и вариационный принцип

Глава 8. Движение дислокаций

- Описание движения дислокаций
- Континуальное приближение

Глава 9. Метод обратной задачи

- Стационарное уравнение Шредингера
- Обратная задача рассеяния

Глава 10. Взаимодействие волн

- Метод медленно меняющихся амплитуд
- Генерация гармоник

Глава 11. Нелинейная квазиоптика

- Уравнение пучка с самовоздействием
- Стационарные волны
- Самофокусировка и самоканализация волн

Глава 12. Автомодельные режимы

- Нестационарная волна разрежения
- Точечный взрыв
- Тепловая стадия ядерного взрыва

Глава 13. Устойчивость

Неустойчивость течения жидкости
Абсолютная и конвективная неустойчивость

Глава 14. Турбулентность и странные аттракторы

Модель Лоренца
Аттракторы
Последовательность бифуркаций
Метод сложения импульсов для расчета потоков

Сложные и иерархические системы

Глава 15. Вероятность и распределения

Понятие вероятности
Случайные величины
Математическое ожидание
Производящие функции
Зависимость случайных величин
Регрессия
Метод наименьших квадратов
Общие требования при регрессионном анализе

Глава 16. Энтропия и информация

Информация
Энтропия
Теоремы Шеннона

Глава 17. Марковские процессы

Случайные процессы и диффузия
Кинетическое уравнение
Мера Винера

Глава 18. Системы массового обслуживания

Потоки в системах обслуживания
Марковские процессы обслуживания
Стационарный режим обслуживания

Глава 19. Случайные блуждания

Уравнение Ланжевена
Броуновское движение
Задача о первом достижении границ
Уравнение Фоккера-Планка многомерной задачи
Броуновское движение гармонического осциллятора
Броуновское движение при фазовых переходах
Стохастический интеграл

Глава 20. Шумы в линейных системах

Эргодичность
Математическое описание линейных систем
Отклик линейной системы на шумовое воздействие

Глава 21. Случайные процессы и поля

Стационарный случайный процесс
Дробовой шум
Обнаружение сигнала на фоне шума
Уравнение Винера-Хопфа
Случайное поле
Моменты
Спектральные разложения
Дифракция случайной волны

Глава 22. Фракталы и разрушение

- Размерность Хаусдорфа
- Определение фрактала
- Связь с ренормализационной группой
- Фрактальная гриффитсова трещина

Глава 23. Графы и сети

- Общие свойства графов
- Пути и связность в графе
- Деревья
- Задача построения минимального остова (порождающего дерева)
- Задача о кратчайшем маршруте между выбранными вершинами
- Максимальные потоки в сетях
- О реализации сетей в трехмерном пространстве
- Феномен "тесного мира"

Глава 24. Нейронные сети

- Искусственные нейроны
- Сети прямого распространения
- Приближение функций

Глава 25. Ассоциативная память

- Сеть Хопфилда
- Обучение сети
- Функционирование сети
- Энергетическая интерпретация
- Гетероассоциативные сети Коско
- Симметрия при распознавании образов

Глава 26. Автоматы

- Автоматные модели
- Задание автоматов
- Представление автоматов

Глава 27. Квантовый поиск

- Квантовый нейрон
- Принцип распознавания
- Подготовка данных

Глава 28. Генетический алгоритм

- Генетические понятия
- Популяции и хромосомы
- Эволюция
- Кроссинговер
- Отбор

Глава 29. Нечеткие множества и рассуждения

- Нечеткие множества
- Основные характеристики нечетких множеств
- Операции над нечеткими множествами
- Логические операции над нечеткими множествами
- Нечеткие и лингвистические переменные
- Нечеткие правила вывода
- Модель нечеткого вывода
- Фаззификация и дефаззификация
- Модель Мамдани-Заде как универсальный аппроксиматор

Глава 30. Игры

- Конфликты как игры
- Основное неравенство и игра с седловой точкой
- Игры с вероятностным выбором стратегии
- Связь с линейным программированием

Заключение

Литература

Предметный указатель

Введение



Вторая часть книги состоит из двух разделов и посвящена моделям нелинейных и сложных систем.

Первый раздел связан с нелинейными явлениями. Для их описания пока не удалось разработать единого универсального подхода. Основные идеи анализа соответствующих нелинейных моделей основываются на выделении различных типов устойчивых состояний, движений и структур, характеристики которых остаются неизменными или медленно меняются во времени. Несмотря на отсутствие единого математического аппарата, столь характерного для линейных полей и волн, в нелинейных моделях постепенно сформировался набор методов, применимый в разных ситуациях и для самых разных систем.

Во втором разделе речь идет о построении моделей объектов и систем, состоящих из большого числа элементов нескольких видов, взаимодействующих друг с другом. При этом детальный характер взаимодействия элементов системы часто неизвестен. Полное описание таких сложных систем на основе динамических уравнений или алгоритмов конечной длины становится невозможным. Для их формализации используются преимущественно статистические модели, основанные на вероятностном представлении как состояния системы, так и ее эволюции. Общие параметры, характеризующие всю систему, определяются как некоторые средние величины для ансамбля ее элементов. Другим направлением, дополняющим статистический подход, является феноменологическое описание сложных систем, основанное на установлении общих характеристик и взаимовлияния укрупненных блоков системы без детализации внутренней структуры и свойств. Такой подход позволяет получить важные результаты для слабо изученных структур при наличии ограниченного набора нечетких данных.

Об авторе



ГОЛОВИНСКИЙ Павел Абрамович

Доктор физико-математических наук, профессор Воронежского государственного технического университета, исполнительный директор Воронежского научно-образовательного центра по проблемам управления, член региональной редколлегии журнала «Проблемы управления» и сборника РАН «Управление большими системами».

В 1977 г. закончил физический факультет Воронежского государственного университета. В 1982 г. получил степень кандидата физико-математических наук по специальности «оптика» (отдел теплофизики АН УзССР, г. Ташкент). В 1994 г. получил степень доктора физико-математических наук по специальности «теоретическая физика» (Санкт-Петербургский государственный университет). В 1994 г. — приглашенный профессор в Университете им. Лавалья (Квебек, Канада); в 1995–1997 гг. — исследователь в Лаборатории атомной и молекулярной физики им. Эми Коттон (Орсэ, Франция).

Научные интересы: теоретическая физика, управление, материаловедение, теория сложных систем и нейронные сети. Основные научные результаты: теория многочастичных процессов в атомах и отрицательных ионах под действием сильного светового поля, теория дифракции

ультракоротких импульсов, расчет электростимулированных ядерных реакций в лазерных полях релятивистской интенсивности, фрактальное описание дисперсных систем и трещин, квантовые нейроны. Автор более 200 научных работ, 12 учебников и монографий.