

# Программа курса лекций «Синергетика»

профессор Д.И. Трубецков,  
профессор Б.П. Безручко,  
доцент А.А. Короновский,  
доцент А.Е. Храмов

## **Что такое “синергетика”?**

*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.*

## **Математические понятия, без которых не обойтись**

*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).*

## **Динамическая система**

*Динамическая система: задайте состояние и укажите оператор эволюции. Фазовая плоскость, фазовое пространство, изображающая точка, фазовая траектория. Динамические системы с дискретным временем: отображения, диаграмма Ламера. Динамические системы с непрерывным временем: производная и скорость, обыкновенные дифференциальные уравнения, уравнения в частных производных. Динамические системы со сосредоточенными и распределенными параметрами. Линейность и нелинейность. Линейность и нелинейность функций и уравнений. Принцип суперпозиции. Линия, поверхность, фрактал. Примеры фракталов. Фрактальная размерность.*

## **Колебания**

*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 и биологических системах.*

## **Волны**

*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).*

## **Примеры процессов самоорганизации в различных системах**

*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.*

## **Бифуркации**

*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.*

## **Клеточные автоматы**

*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.*