

Аннотация дисциплины
«Математические модели нелинейной динамики»
(Введение в синергетику)

Направление подготовки:

010400.62 – прикладная математика и информатика (бакалавр)

Общая трудоемкость изучения дисциплины: 3 зачетные единицы (108 часов)

Цель дисциплины:

Ознакомить студентов с методами анализа нелинейных динамических систем, описывающих различные процессы и явления, протекающие в физических, химических, биологических, экономических и социальных системах.

Место дисциплины в структуре ООП ВПО: входит в вариативную часть математического и естественнонаучного цикла дисциплин (дисциплина по выбору студента, 4 курс).

Базовые дисциплины: Алгебра, Математический анализ, Дифференциальные уравнения (качественная теория дифференциальных уравнений), Уравнения в частных производных (Уравнения математической физики), Дифференциальная геометрия.

Научная и практическая значимость направления «Нелинейная динамика» («Синергетика»). Синергетика, или теория самоорганизации, сегодня представляется одним и наиболее популярных и перспективных междисциплинарных подходов. Термин синергетика в переводе с греческого означает «совместное действие». Введя его, Герман Хакен вкладывал в него два смысла. Первый – теория возникновения новых свойств у целого, состоящего из взаимодействующих объектов. Второй – подход, требующий для своей разработки сотрудничества специалистов из разных областей.

Наблюдается и обратный эффект – синергетика начала оказывать все большее влияние на разные сферы деятельности. Сейчас этим подходом интересуются очень многие – от студентов до политиков, от менеджеров до активно работающих исследователей.

Синергетика прошла большой путь. Тридцать лет назад на нее смотрели как на забаву физиков-теоретиков, увидевших сходство в описании многих нелинейных явлений. Двадцать лет назад, благодаря ее концепциям, методам, представлениям, было экспериментально обнаружены многие замечательные явления в физике, химии, биологии, гидродинамике. Сейчас этот подход все шире используется в стратегическом планировании, при анализе исторических альтернатив, в поиске решения глобальных проблем, вставших перед человечеством.

Содержание дисциплины (основные разделы дисциплины):

Рассматриваются основные понятия, математический аппарат и эталонные модели нелинейной динамики.

Основные разделы дисциплины:

1. Основные понятия нелинейной динамики (синергетики).
2. Моделирование – универсальный инструмент синергетики.
3. Динамические системы и их устойчивости. Устойчивость и показатели Ляпунова. Атракторы.
4. Качественный анализ непрерывных систем. Эталонные модели синергетики: модели развития биологических популяций (уравнение Ферхюльста-Пирла и модель «хищник-жертва»).
5. Качественный анализ дискретных систем. Дискретные модели популяционной динамики.
6. Элементы теории бифуркаций.
7. Автоколебания и предельные циклы.
8. Динамический хаос.

9. Эталонные модели синергетики: Нелинейное уравнение диффузии. Автоволны.
10. Клеточные автоматы. Игра «Жизнь». Моделирование динамики биологических популяций с помощью клеточных автоматов.
11. Синергетика в исследовании общества. Нелинейная динамика в анализе глобальных демографических проблем. Модели Вайдлиха в социально-экономических процессах.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

ПК-1: способность демонстрации общенаучных базовых знаний естественных наук, математики и информатики, понимание основных фактов, концепций, принципов теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой;

ПК-3: способность понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать: основные понятия, термины и эталонные модели нелинейной динамики; методы качественного исследования динамических систем.

Уметь: проводить качественное исследование динамических систем (определять положения равновесия и предельные циклы, исследовать их на устойчивость, строить фазовые и параметрические портреты динамических систем); моделировать динамику биологических популяций с помощью клеточных автоматов; использовать математические пакеты для проведения численных экспериментов с моделями.

Владеть: методами Ляпунова исследования на устойчивость положений равновесия динамических систем.

Виды учебной работы: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Формы аттестации: экзамен.

Литература

1. Данилов Ю.А. Лекции по нелинейной динамике: Элементарное введение. – М.: КомКнига, 2006.
2. Филатов А.Н. Теория устойчивости. Курс лекций. – Москва-Ижевск, 2003.
3. Безручко Б.П. и др. Путь в синергетику. Экскурс в десяти лекция. – М.: КомКнига, 2005.
4. Малинецкий Г.Г. Математические основы синергетики. Хаос, структуры, вычислительный эксперимент. – М.: КомКнига, 2005.
5. Малинецкий Г.Г. и др. Нелинейная динамика: Подходы, результаты, надежды. – М.: КомКнига, 2006.
6. Капица С.П. и др. Синергетика и прогнозы будущего. – М.: Эдиториал УРСС, 2001.
7. Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б. Нелинейная динамика и хаос. Основные понятия. – М.: КомКнига, 2006.
8. Трубецков Д.И. Введение в синергетику. Колебания и волны. – М.: Эдиториал УРСС, 2003.
9. Будущее России в зеркале синергетики. – М.: КомКнига, 2006.
10. Андрианов И.В. и др. Асимптотическая математика и синергетика: путь к целостной простоте. – М.: Эдиториал УРСС, 2003.
11. Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б. Современные проблемы нелинейной динамики. – М.: Эдиториал УРСС, 2002.
12. Моделирование нелинейной динамики глобальных процессов / Под ред. И.В.Ильина, Д.И. Трубецкова. – М.: Изд-во МГУ, 2010.