

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет ім. І.Франка
Факультет прикладної математики та інформатики
Кафедра обчислювальної математики

ПРОГРАМА КУРСУ

“Моделювання динамічних систем”

Напрямок : системні науки та кібернетика; інформатика

Факультет : прикладної математики та інформатики

Форма навчання : денна

Виписка з навчального плану

Семестр	Кількість кредитів	Загальний обсяг (год.)	Всього аудит. (год.)	у тому числі (год.):			Самос. роб. (год)	Контрольні (модульні) роботи (шт.)	Курсові роботи (проекти) (шт)	Залік	Іспит
				Лекції	Лабор	Практичні					
5	4	144	72	36	36	72	1			+	

1. АНОТАЦІЯ

Характерною рисою сучасної науки є поява і швидке галуження нових напрямків дослідження природи. Потреби підготовки висококваліфікованих спеціалістів з тої чи іншої професії змушують освітню галузь вдаватися до все більш спеціалізованих предметних курсів на шкоду формуванню цілісного сприйняття фундаментальних закономірностей та універсальних принципів, які керують природними процесами.

Проте на передових рубежах наук все відчутнішими стають також інтеграційні тенденції розвитку міждисциплінарних підходів, котрі прогнозують принципову відмінність науки ХХІ століття від попередніх. З їх допомогою вже вироблено методологію боротьби з надмірною диференціацією дисциплін. Метою даного курсу є ознайомлення з новітніми досягненнями у цьому напрямку, які все впевненіше заявляють про необхідність ґрунтовного перегляду головних засад та підходів до вивчення природи.

Завданням лекційного курсу є ознайомлення студентів з сучасними підходами до мікро – мезо та –макромодельовання процесів еволюції і самоорганізації у складних нелінійних нерівноважних матеріальних та інформаційних системах. Закріплення та контроль за ходом засвоєння матеріалу покладається на розробку програмної реалізації основних алгоритмів модельовання на лабораторних заняттях. Для самостійної роботи студентів пропонується низка розширень до матеріалу основного курсу з контролем у вигляді підготовленого реферату.

2. ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Змістовий модуль 1. Класичне модельовання динамічних систем.

Тема 1. Тематичний огляд матеріалу курсу. Класифікація динамічних систем.

Науковий прогноз, горизонт прогнозу. Детермінізм Лапласа, проблеми детерміністичних теорій. Закони еволюції природних об'єктів, русла та стоки. Нестійкість як причина переходу кількісних змін у якісні. Втрата впливу початкових умов, катастрофа, руйнування системи. Біфуркаційний вибір. Проблеми модельовання динамічних систем, види моделей.

Консервативні системи. Принципи побудови моделей. Принцип Даламбера. Узагальнені імпульси. Інтегровні (оборотні системи). Неінтегровні еволюційні системи. Дисипативні: ізольовані, відкриті (активні), нерівноважні системи. Типи розв'язків динамічних моделей: рівновага, періодичність, квазіперіодичність, хаотичність.

Тема 2. Неперервні математичні моделі динамічних систем.

Класична механіка, маятник.

Механіка суцільного середовища, модель матеріальної точки. Аксиоми. Інтегральна модель, диференціальні закони збереження.

Термодинаміка. 1-й закон, внутрішня енергія. 2-й закон, ентропія, термодинамічна стріла часу. Лінійна нерівноважна термодинаміка, принцип Онсагера. Нелінійна нерівноважна термодинаміка, комірки Бенара;

Тема 3. Дискретні моделі динамічних систем.

Дискретні відображення, ряд Фібоначчі, логістичне відображення. Діаграма Ламерея. Зв'язок між неперервними та дискретними моделями, січення Пуанкаре.

Фрактали, фрактальні розмірності. Системи ітерованих функцій.

Тема 4. Комп'ютерні та експериментальні моделі.

Системний аналіз. Генетичні алгоритми. Нейромережі.

Клітинкові автомати, гра «життя», модель Вінера-Розенблюта, модель Ва-Тор.

Осцилятор Ван-дер-Поля. Автоколивні хімічні реакції. Реакція Білоусова-Жаботинського. Автокаталітичні реакції, моделі окиснення чадного газу на поверхні платини. Сучасні застосування моделей динамічних систем;

Змістовий модуль 2. Якісна теорія динамічних систем.*Тема 5. Якісна теорія динамічних систем.*

Фазовий простір. Особливі точки: стійкий вузол, нестійкий вузол, сідло, центр, сідло-вузол, фокус. Сепаратриси, гомоклінічні структури. Граничний цикл, автоколивні системи. Фазові переходи;

Атрактори. Регулярні атрактори. Дивні атрактори як математична модель хаосу, системи Лоренца та Реєслера. Фрактальна природа дивних атракторів;

Тема 6. Стійкість динамічних систем.

Пороговий характер якісних змін у природі. Статична та динамічна нестійкості, стійкість станів та стійкість траєкторій;

Моделі стійкості: Лагранжа, Пуассона, Ляпунова;

Аналіз стійкості, показники Ляпунова, теорема Ляпунова, функції Ляпунова;

Вихід системи на нестійкість. Режими із загостреннями. S, LS та HS режими. Роль резонансів. Нелінійна відповідь систем на загострення;

Тема 7. Біфуркації в нелінійних системах.

Біфуркаційні діаграми. Типи біфуркацій: положення рівноваги, граничного циклу, локальні та глобальні біфуркації. Біфуркація Андронова-Хопфа. «М'який» та «жорсткий» біфуркаційні режими, катастрофи;

Біфуркації в нелінійних системах. Біфуркація сідло-вузол. Біфуркація подвоєння періоду, система Дуффінга.

Біфуркації у дискретних моделях (на прикладі логістичного відображення);

Змістовий модуль 3. Основи синергетики.*Тема 8. Дисипативні системи.*

Активні середовища. Обмін ентропією. Роль віддаленості від рівноваги для процесів самоорганізації у системах.

Приклади дисипативних систем: комірки Бенара, доріжка Кармана.

Біологічні об'єкти як дисипативні структури. Земля як дисипативна система;

Тема 9. Вступ до синергетики.

Порядок і хаос.

Перехід до хаосу. Сценарії Фейгенбаума, Помо-Манневілля, Рюеля-Такенса. Вибір сценарію.

Керування хаосом. Практичні застосування синергетики: біологія, соціологія, медицина.

Тема 10. Синергетика та інформація.

Вплив інформації на систему.

Рецепція та генерація інформації.

Рівні моделювання ДС: мікроскопічний, мезоскопічний, інформаційний.

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Тарасевич Ю.Ю. Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс: Учебное пособие. Изд. 2-е, испр. – М.: Едиториал УРСС, 2002. – 144 с.
2. Кузнецов С. П. Динамический хаос (курс лекций). – М.: Изд-во физико-математической литературы, 2001. – 296 с. – ISBN 5-94052-044-8.
3. Анищенко В.С. Знакомство с нелинейной динамикой: Лекции соросовского профессора: Учеб. пособие. Москва-Ижевск. Институт компьютерных исследований, 2002, 144 с.
4. Николис Г. Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах: от диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации. – М. Мир., 1979, -512 с.
5. Кроновер Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. Москва: Постмаркет, 2000. – 352 с.
6. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Основания синергетики. Режимы с обострением, самоорганизация, темпомиры.

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

7. Эбелинг В., Энгель А., Файстель Р. Физика процессов эволюции. – М.: Едиториал УРСС, 2001, 328 с.
8. Хакен Г. Информация и самоорганизация: Макроскопический подход к сложным системам: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 240 с.
9. И. Пригожин. Конец определенности. Время, хаос и новые законы природы. - Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». – 2000. – 208 с
10. Пригожин И., Стенгерс И. Время, хаос, квант. 1994. - С. 4-12, 41-263.
11. Маневич Л.И. Обратимость и стрела времени: между порядком и хаосом. Ч.1. Феноменология необратимости.
12. Чеботарев А.Ю. Введение в механику сплошных сред. Учебно-методическое пособие.
13. Пригожин И. Введение в термодинамику необратимых процессов. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001, 160 с.
14. Данилов Ю.А. Лекции по нелинейной динамике. Элементарное введение: учеб. пособие. Изд. 2-е испр. – М.: КомКнига, 2006. 208 с.
15. Морозов А.Д. Введение в теорию фракталов. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2002, 160 с.
16. Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего. Изд. 3-е. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 288 с.
17. Эбелинг В. Образование структур при необратимых процессах: Введение в теорию диссипативных структур. – М. Мир., 1979, -279 с.
18. Хакен Г. Информация и самоорганизация: Макроскопический подход к сложным системам: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 240 с.

Програму склав доцент Вовк В.Д.