

СИНЕРГЕТИЧНІ МОДЕЛІ НЕЛІНІЙНОЇ ДИНАМІКИ

Хамаза А.О.

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Наумейко І.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ПМ,
м. Харків, Україна
e-mail: andrii.khamaza@nure.ua

Synergetics, as a field of study, has gained significant attention due to its ability to describe self-organization and cooperation in complex systems. Nonlinear dynamics, deterministic chaos, and fractal structures are fundamental concepts in synergetics, offering insights into the behavior of intricate systems. This paper aims to analyze synergetic models used to depict nonlinear dynamics, deterministic chaos, and fractal structures. Using mathematical and computational methods, we seek to explore the properties of these models and their applications across diverse scientific domains.

Актуальність теми. В сучасному світі зростає інтерес до розуміння складних систем і їхньої поведінки в різних галузях науки та техніки. Синергетика, яка вивчає самоорганізацію та взаємодію в складних системах, стає важливим інструментом для розкриття цих явищ. Нелінійна динаміка, детермінований хаос і фрактальні структури є ключовими аспектами складних систем, що вимагають досліджень для кращого розуміння їхньої природи та впливу на навколишнє середовище. Розуміння цих концепцій може мати велике значення для розвитку нових методів прогнозування, контролю та оптимізації складних систем, що має практичне застосування в таких сферах, як фінанси, біологія, екологія та інженерія [1].

Метою бакалаврської роботи є дослідження і глибокий аналіз синергетичних моделей, які використовуються для вивчення нелінійної динаміки, детермінованого хаосу та фрактальних структур [2]. Ми прагнемо розкрити властивості цих моделей та їхнє застосування в різних наукових дисциплінах. Наша мета полягає в розумінні принципів самоорганізації в складних системах, розробці нових методів аналізу та управління цими системами, а також виявленні потенційних прикладних областей для використання отриманих знань [3].

Об'єктом дослідження бакалаврської роботи є синергетичні моделі, які використовуються для аналізу складних систем з нелінійною динамікою та виявлення детермінованого хаосу і фрактальних структур.

Предметом дослідження є методи і моделі, які дозволяють розуміти та передбачати поведінку складних систем через аналіз їхньої нелінійної динаміки, враховуючи явища детермінованого хаосу та властивості фрактальних структур. Ми прагнемо вивчити, які фактори впливають на еволю-

цію цих систем, та розробити нові підходи для моделювання та прогнозування їхньої поведінки.

Робота містить загальні відомості з теорії динамічних систем, теорії стійкості та біфуркацій, а також опис основних механізмів переходу до хаосу та алгоритмів їх чисельного аналізу [4].

Розглянута у цій роботі математична модель співіснування двох біологічних видів (популяцій) типу «хижак – жертва», звана моделлю Вольтера - Лотки. Вперше вона була отримана А. Лоткою (1925 р.) який використовував її для опису динаміки взаємодіючих біологічних популяцій. Трохи пізніше і незалежно від Лотки аналогічні (і більш складні) моделі були зроблені італійським математиком В. Вольтера (1926 р.), глибокі дослідження якого в галузі екологічних проблем заклали фундамент математичної теорії біологічних співтовариств або так званої математичної екології.

У загальному випадку еволюційне завдання стосовно нелінійної динамічної системи аналітично не можна розв'язати. Рішення рівнянь може бути знайдено чисельними методами на ЕОМ, або аналоговим моделюванням. При чисельному дослідженні конкретних нелінійних систем з математичної погляду виникають різноманітні завдання, що вимагають застосування спеціальних алгоритмів та програм обчислень. Але першочерговим завданням є чисельне інтегрування знаходження залежності за заданих початкових умов, тобто. розв'язання задачі Коші. Чисельними методами знаходяться координати нерухомих точок як розв'язання нелінійних рівнянь алгебри та їх залежність від параметрів [5].

Алгоритми розрахунку, що базуються на методах лінійної алгебри з використанням результатів чисельного інтегрування, дозволяють вирішувати питання про стійкість рішень, їх біфуркації і тим самим досліджувати процес перебудови структури розбиття фазового простору на траєкторії зі зміною параметрів.

Список використаних джерел:

1. Haken, Hermann. Synergetics: An Introduction. Springer Science & Business Media, 2013.
2. Strogatz, Steven H. Nonlinear Dynamics and Chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering. Westview Press, 2018.
3. Mandelbrot, Benoit B. The Fractal Geometry of Nature. Macmillan, 1983.
4. Ott, Edward. Chaos in Dynamical Systems. Cambridge University Press, 2002.
5. Наумейко И. В., Альджаафрах Мохаммад Р.А.А. Асимптотический подход к исследованию нелинейных динамических систем с защитой. Информационные системы и технологии: материалы 6-й Международ. науч.-техн. конф., посвященной 80-летию В. В. Свиридова, Коблево-Харьков, 11–16 сентября 2017 г.