



Силабус навчальної дисципліни
**«НЕЛІНІЙНА ДИНАМІКА ТА МЕТОДИ
 ПРОГНОЗУВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ»**
 (Non-linear dynamics and methods for forecasting complex systems)

Освітньо-наукова програма: «Математичне забезпечення інтелектуальних та захищених цифрових систем»

Спеціальність: Е7 Математика

Галузь знань: Е Природничі науки, математика та статистика

Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Статус дисципліни	Навчальна дисципліна вибіркового компонента вибору фахового переліку
Курс	1 (перший)
Семестр	2 (другий)
Обсяг дисципліни, кредити ЄКТС/години	4 кредити ЄКТС / 120 годин
Мова викладання	Українська
Що буде вивчатися (предмет вивчення)	Дисципліна «Нелінійна динаміка та методи прогнозування складних систем» спрямована на вивчення математичних закономірностей еволюції складних нелінійних систем та методів дослідження їх динамічної поведінки. Розглядатимуться нелінійні диференціальні та різницеві моделі, фазові траєкторії і фазові портрети, особливі точки та граничні цикли, методи дослідження стійкості й локальної поведінки систем. Вивчатимуться біфуркаційні явища, детермінований хаос, атрактори, показники Ляпунова, фрактальні характеристики та механізми переходу від регулярної до хаотичної динаміки. Розглядатимуться методи реконструкції динаміки систем за спостережуваними часовими послідовностями, дослідження геометрії відновленого фазового простору та визначення параметрів, що характеризують режим функціонування системи. Методи прогнозування розглядатимуться з позицій еволюції стану нелінійної системи, визначення горизонту прогнозованості та оцінювання чутливості траєкторій до початкових умов. Практична складова дисципліни передбачає чисельне дослідження нелінійних моделей, побудову фазових портретів і біфуркаційних діаграм, визначення характеристик хаотичної динаміки та прогнозування еволюції стану складних систем.
Чому це цікаво/треба вивчати (мета)	Формування теоретичних знань і практичних навичок дослідження нелінійних динамічних систем, математичного опису їх еволюції та прогнозування подальшої поведінки. Метою дисципліни є оволодіння методами аналізу стійкості, фазової структури, біфуркаційних і хаотичних режимів, а також методами визначення закономірностей зміни стану складних систем. Вивчення дисципліни забезпечує здатність досліджувати системи з нелінійними зв'язками, встановлювати характер їх динаміки та визначати межі прогнозованості.
Чому можна навчитися (результати навчання)	Результати опрацювання дисципліни : – формалізувати математичні моделі нелінійних динамічних систем; – досліджувати фазові траєкторії, особливі точки, граничні цикли та атрактори; – застосовувати математичні методи аналізу локальної та глобальної

	<p>стійкості систем;</p> <ul style="list-style-type: none"> – виявляти та досліджувати біфуркації й переходи між різними режимами динаміки; – визначати характеристики детермінованого хаосу та оцінювати чутливість систем до початкових умов; – реконструювати фазову структуру динамічної системи за результатами спостережень; – визначати горизонт прогнозованості та будувати прогнози еволюції стану нелінійних систем; – проводити чисельне моделювання та обчислювальні експерименти для дослідження складної динаміки.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	<ul style="list-style-type: none"> – Будувати та досліджувати математичні моделі складних систем із нелінійними взаємозв'язками; – застосовувати фазові, біфуркаційні та спектральні методи для встановлення характеру динамічної поведінки систем; – оцінювати стійкість станів і траєкторій та визначати критичні зміни параметрів системи; – ідентифікувати регулярні, квазіперіодичні та хаотичні режими функціонування; – оцінювати передбачуваність нелінійних процесів і визначати обґрунтований горизонт прогнозування; – застосовувати чисельні методи та математичне моделювання для дослідження еволюції складних систем; – інтерпретувати результати математичного дослідження нелінійної динаміки та використовувати їх для розв'язання фундаментальних і прикладних наукових задач.
Навчальна логістика	<p>Зміст дисципліни: Основи нелінійної динаміки: поняття динамічної системи, нелінійність, простір станів, фазові траєкторії та фазові портрети. Математичні моделі нелінійних систем: нелінійні диференціальні та різницеві рівняння, системи рівнянь, дискретні відображення та параметричні моделі динаміки. Стійкість нелінійних систем: особливі точки, локальна і глобальна стійкість, методи Ляпунова, області притягання та характер перехідних процесів. Біфуркаційний аналіз: зміна якісної поведінки систем залежно від параметрів, основні типи біфуркацій, побудова та інтерпретація біфуркаційних діаграм. Хаотична динаміка: детермінований хаос, чутливість до початкових умов, дивні атрактори, показники Ляпунова, фрактальна розмірність та характеристики складних режимів руху. Реконструкція динамічних систем за спостереженнями: відновлення фазового простору, вибір часової затримки та розмірності вкладення, дослідження геометричної структури реконструйованих траєкторій. Методи прогнозування нелінійної динаміки: локальне та глобальне прогнозування стану систем, прогнозування на основі фазових траєкторій, оцінювання горизонту прогнозованості та впливу початкових умов на точність прогнозу. Чисельні методи дослідження складних систем: інтегрування нелінійних моделей, обчислення динамічних характеристик, побудова фазових портретів, атракторів і біфуркаційних діаграм. Обчислювальний експеримент: дослідження режимів функціонування нелінійних систем, аналіз переходів між стійкими, періодичними та хаотичними станами, оцінювання прогнозованості їх подальшої еволюції.</p> <p>Види занять: лекції, практичні заняття.</p> <p>Методи навчання: усне викладання, закріплення матеріалу, самостійне навчання, формування кейс стаді, самоконтроль та</p>

	контроль. Форми навчання: очна (денна, вечірня)
Пререквізити	Базові знання інформаційних технологій
Інформаційне забезпечення	Навчальна та наукова література: 1. Методи оптимізації рішень. Навчальний посібник / О.Є. Литвиненко, Супрун О.М. – КАІ. – 2025. – 148 с. 2. Kashkevich S. Decision support systems: mathematical support. Kharkiv: TECHNOLOGY CENTER PC, 2025. 202. https://doi.org/10.15587/978-617-8360-13-9 3. Nechyporuk , O., & Podelskyi , S. (2026). Information System Functioning Based on Multidimensional Time Series. Electronics and Control Systems, 2(88), 61–68. https://doi.org/10.18372/1990-5548.88.20967 4. Santander, O., Betts, C. L., Archer, E. E., Baldea, M. (2020). On the interaction and integration of production planning and (advanced) process control. Computers & Chemical Engineering, 133, 106627. https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2019.106627 5. V. Sydorenko, S. Gnatyuk, A. Tolbatov, A. Fesenko, Y. Yevchenko, & Y. Sotnichenko, “Experimental FMECA-based assessment of the critical information infrastructure importance in aviation,” CEUR Workshop Proceedings, 2732, 2020, 136–156. 6. N. Baisholan, K. Baisholanova, K. Kubayev, Z. Alimzhanova, and N. Baimuldina, “Corporate Network Anomaly Detection Methodology Utilizing Machine Learning Algorithms,” Smart Sci., 12, 666–678, 2024. https://doi.org/10.1080/23080477.2024.2375457
Локація та матеріально-технічне забезпечення	Аудиторія теоретичного навчання. Проектор
Семестровий контроль, екзаменаційна методика	Модульна контрольна робота. Диференційований залік.
Кафедра	Кафедра інтелектуальних кібернетичних систем
Факультет	Факультет комп’ютерних наук та технологій
Викладач	НЕЧИПОРУК ОЛЕНА ПЕТРІВНА Посада: завідувач кафедри Науковий ступінь: д.т.н. Вчене звання: професор Профайл викладача: http://ccs.nau.edu.ua/pro-kafedry/teachers Е-mail: olena.nechyporuk@npp.kai.edu.ua Робоче місце: 5.214
Оригінальність навчальної дисципліни	Авторський курс
Лінк на дисципліну	https://ccs.nau.edu.ua/
Максимальна кількість слухачів	30