


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Центральноукраїнський державний педагогічний університет
імені Володимира Винниченка**

Кафедра математики та методики її навчання

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

В. о. завідувача кафедри

 **Ю.В. Ботузова**

« 4 » серпня 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Нелінійні динамічні системи та фрактали

Спеціальність /напрямок 113 Прикладна математика

Спеціалізація _____

освітня програма Прикладна математика _____

факультет математики, природничих наук та технологій

форма навчання денна(заочна)

2022-2023 навчальний рік

Робоча програма Нелінійні динамічні системи та фрактали

(назва навчальної дисципліни)

для аспірантів за спеціальністю/напрямом 113 Прикладна математика

Розробник: Макарчук Олег Петрович, кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри математики та методики її навчання

(назва авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри прикладної математики,
статистики та економіки

Протокол від «4» серпня 2022 року № 1

В.О. завідувача кафедр _____



(підпис)

Ботузова Ю.В.

(прізвище та ініціали)

© _____, 20__ рік

© _____, 20__ рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів: 3,5	Галузь знань (шифр і назва)	вибіркова	
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____	Спеціальність /напрямок підготовки 113 Прикладна математика (шифр і назва)	Семестр	
Загальна кількість годин – 105		4-й	
		Лекції	
		14 год.	
		Практичні, семінарські	
		14год.	
		Консультації	
		Самостійна робота	
		77 год.	
		Індивідуальні завдання: 0год.	
		Вид контролю: залік	Вид контролю:

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: формування та поглиблення знань з теорії динамічних систем, породжених детермінованими функція нелінійного типу, вивчення методологічних та науково-практичних схем аналізу властивостей атракторів фрактального типу динамічних систем.

Завдання: Розширення інформаційного поля, розвинення прикладних математичних умінь шляхом ознайомлення з сучасними підходами у математичному моделюванні динамічних систем та фракталів, як базової дисципліни прикладної математики; навчання сучасним методам та підходам моделювання динамічних систем та фракталів на основі комплексного застосування аналітичних, чисельних, інформаційних та комунікаційних засобів, а також формування умінь та навичок всебічного аналізу детермінованих та стохастичних процесів; засвоєння новітніх принципів та оволодіння сучасним інструментарієм щодо постановки задач, основних методів їх розв'язування та аналізу з метою широкого використання в галузі власного наукового дослідження.

У результаті вивчення навчальної дисципліни у студента повинні бути сформовані такі **компетентності:**

ЗК1. Здатність до розуміння причинно-наслідкових зв'язків й уміння їх використовувати в науковій, професійній і соціальній діяльності;

ЗК2. Здатність управління інформацією, виявляти актуальні проблеми; здатність здійснювати теоретичний аналіз проблеми, пропонувати та обґрунтовувати гіпотези;

ЗК 5. Здатність до розробки та виконання інноваційних проектів.

ФК 1. Здатність до обґрунтування на концептуальному рівні доцільності застосування математичного моделювання детермінованих та стохастичних процесів у різних сферах науки .

ФК 2. Здатність до виявлення об'єктів ґрунтового наукового дослідження математичного моделювання та критичного аналізу основних елементів їх структури.

ФК 7. Здатність до наукового обґрунтування доцільності застосування обробки та аналізу даних у галузі прикладної математики та на межі з іншими галузями знань, а також для розширення та переоцінки вже існуючих наукових та експертних знань.

ФК 10. Здатність до ділових комунікацій у професійній сфері, безперервного саморозвитку та самовдосконалення.

Програмні результати навчання

ПРН 1.1. Розуміння причинно-наслідкових зв'язків й уміння їх використовувати в науковій, професійній і соціальній діяльності;

ПРН 1.2. Уміння управляти інформацією, виявляти актуальні проблеми; здатність здійснювати теоретичний аналіз проблеми, пропонувати та обґрунтовувати гіпотези;

ПРН 1.5. Уміння розробляти та виконувати інноваційні проекти.

ПРН 2.1. Уміння обґрунтовувати на концептуальному рівні доцільності застосування математичного моделювання детермінованих та стохастичних процесів у різних сферах науки .

ПРН 2.2. Виявляти об'єкти ґрунтового наукового дослідження математичного моделювання та критичного аналізу основних елементів їх структури.

ПРН 2.7. Наукове обґрунтування доцільності застосування обробки та аналізу даних у галузі прикладної математики та на межі з іншими галузями знань, а також розширення та переоцінка вже існуючих наукових та експертних знань.

ПРН 2.10. Ділові комунікації у професійній сфері, безперервний саморозвиток та самовдосконалення.

3. Програма навчальної дисципліни 4-ий Семестр

Розділ 1. Дискретні та неперервні динамічні системи.

Тема 1. Дискретні відображення. Трикутне відображення. Здвиг Бернуллі.

Тема 2. Універсальність Фейгенбаума. Порядок Шарковського.

Тема 3. Двовимірні дискретні динамічні системи. Кішка Арнольда. Перетворення пекаря. Топологічно спряжені відображення.

Розділ 2. Неперервні динамічні системи та фрактали.

Тема 4. Неперервні динамічні системи. Система Лоренца. Переріз та індекс Пуанкаре.

Тема 5. Хаотичні системи. Показник Ляпунова.

Тема 6. Регулярні фрактали та мультифрактали. Розмірності фрактальних множин.

Структура навчальної дисципліни 4-ий Семестр

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	кон с	інд	с.р.		л	п	лаб	і н д	с.р .
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Дискретні та неперервні динамічні системи.												
Тема 1. Дискретні відображення. Трикутне відображення. Здвиг Бернуллі.	16	2	2			12						
Тема 2. Універсальність Фейгенбаума. Порядок Шарковського.	16	2	2			12						
Тема 3. Двовимірні дискретні динамічні системи. Кішка Арнольда. Топологічно спряжені відображення.	16	2	2			12						
Разом за розділом 1	48	6	6			36						
Розділ 2. Неперервні динамічні системи та фрактали.												
Тема 4. Неперервні динамічні системи. Система Лоренца. Переріз та індекс Пуанкаре.	16	2	2			12						
Тема 5. Хаотичні системи. Показник Ляпунова.	16	2	2			12						
Тема 6. Регулярні фрактали та мультифрактали. Розмірності фрактальних множин.	25	4	4			17						
Разом за розділом 2	57	8	8			41						
Усього годин	105	14	14			77						

5. Теми семінарських занять

Навчальним планом семінарські заняття для курсу не передбачено.

6. Теми практичних занять (денна та заочна форма)

4-ий Семестр

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Розділ 1. Дискретні та неперервні динамічні системи.		
1	Тема 1. Дискретні відображення. Трикутне відображення. Здвиг Бернуллі.	2
2	Тема 2. Універсальність Фейгенбаума. Порядок Шарковського.	2
3	Тема 3. Двовимірні дискретні динамічні системи. Кішка Арнольда. Топологічно спряжені відображення.	2
Розділ 2. Неперервні динамічні системи та фрактали.		
4	Тема 4. Неперервні динамічні системи. Система Лоренца. Переріз та індекс Пуанкаре.	2
5	Тема 5. Хаотичні системи. Показник Ляпунова.	2
6	Тема 6. Регулярні фрактали та мультифрактали. Розмірності фрактальних множин.	4
	Разом	14

7. Теми лабораторних занять

Навчальним планом лабораторні заняття для курсу не передбачено.

8. Самостійна робота(денна та заочна форма)

4-ий Семестр

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Дискретні відображення. Трикутне відображення. Здвиг Бернуллі.	12
2	Тема 2. Універсальність Фейгенбаума. Порядок Шарковського.	12
3	Тема 3. Двовимірні дискретні динамічні системи. Кішка Арнольда. Топологічно спряжені відображення.	12
4	Тема 4. Неперервні динамічні системи. Система Лоренца. Переріз та індекс Пуанкаре.	12
5	Тема 5. Хаотичні системи. Показник Ляпунова.	12
6	Тема 6. Регулярні фрактали та мультифрактали. Розмірності фрактальних множин.	17
	Разом	77

9. Індивідуальні завдання

Для курсу індивідуальні завдання не передбачено.

10. Методи навчання

Лекції із застосуванням мультимедійних технологій навчання, практичні заняття для формування навичок розв'язування задач. Завдання з елементами творчості та завдання на самостійне опрацювання.

11. Методи контролю

Теоретичний модуль: проведення математичних диктантів, здача колоквиумів, усне опитування на практичних заняттях.

Практичний модуль: самостійні та контрольні роботи, розв'язування вправ під час заняття. Самостійна та індивідуальна робота: захист індивідуальних робіт, усне опитування, тестування.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Приклад для заліку

Змістові модулі	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2
кількість балів	60	40
теоретичний	25	15
практичний	25	15
самостійна робота	10	10

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

13. Методичне забезпечення

Матеріали лекцій. Електронні навчальні матеріали до лекцій. Методичні матеріали до практичних занять. Навчальні підручники та посібники, що наявні у бібліотеці університету.

14. Рекомендована література

Базова

1. Андронов А.А., Витт. А.А.,Хайкин С.Э. Теория колебаний. – М.: Наука, 1981. – 918 с.
2. Булавін Л.А. Динамічні і статистичні моделі. – К.: Київський університет, 2010. – 600 с.
3. Гащук П.М. Лінійні динамічні системи і звичайні диференціальні рівняння. – Львів: Українські технології, 2002. – 608 с.
4. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. М.: Институт компьютерных исследований, 2002. – 656 с.
5. Пелюх Г.П., Шарковский А.Н. Метод инвариантов в теории функциональных уравнений. – Киев: Институт математики НАН Украины, 2013. — 255 с.
6. Турбин А.Ф., Працевитый Н.В. Фрактальные множества, функции, распределения. – К.: Наукова Думка, 1992. – 211 с.
7. Шарковский А.Н., Майстренко Ю.Л., Романенко Е.Ю. Разностные уравнения и их приложения. – Киев: Наукова думка, 1986. – 280 с.
8. Шарковский А. Н., Коляда С. Ф., Спивак А. Г., Федоренко В. В. Динамика одномерных отображений. – Киев: Наукова думка, 1989. –216 с.

Допоміжна

1. Edgar G. Measure, Topology and Fractal Geometry. Springer, 2008. – 293 p.
2. Briggs J.P. Fractals: The Patterns of Chaos: Discovering a New Aesthetic of Art, Science, and Nature. New York: Simon & Schuster, 1992. – 196 p.
3. Falconer Kenneth. Fractal Geometry: Mathematical Foundations and Applications. Wiley. Chichester, 2014. – 400 p.
4. Feldman D.P. Chaos and Fractals: An Elementary Introduction. Oxford University Press, 2012. – 431 p.
5. Golmankhaneh A.R. Fractal Calculus and Its Applications: $F\alpha$ -calculus. World Scientific, 2023. – 312 p.

15. Інформаційні ресурси

1. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Київ: НБУВ, 2013-2015. – Режим доступу: www.nbuv.gov.ua – Назва з екрана.
2. Електронний каталог Національної парламентської бібліотеки України [Електронний ресурс]: [політемат. база даних містить відом. про вітчизн. та зарубіж. кн., брош., що надходять у фонд НПБ України]. – Електронні дані (803 438 записів). – Київ: Нац. парлам. б-ка України, 2002-2015. – Режим доступу: catalogue.nplu.org . – Назва з екрана.
3. Український інститут інтелектуальної власності [Електронний ресурс]: [Вебсайт]. – Електронні дані. – Київ: УІВ, 2017. – Режим доступу: <http://www.uipv.org> – Назва з екрана.