


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка

Кафедра прикладної математики, статистики та економіки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

 (Авраменко О.В.)

«31_» серпня 2017року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОКВ4 Нелінійні динамічні системи та фрактали

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Спеціальність /напря́м 113 Прикладна математика

(шифр і назва спеціальності)

Спеціалізація _____

(назва спеціалізації)

освітня програма Прикладна математика

(назва)

факультет фізико-математичний

(назва інституту, факультету, відділення)

форма навчання денна(заочна)

(денна, заочна)

2017-2018 навчальний рік

Робоча програма Нелінійні динамічні системи та фрактали

(назва навчальної дисципліни)

для аспірантів за спеціальністю/напрямом 113 Прикладна математика

Розробник: Філлер Залмен Юхимович, професор, доктор технічних наук,
Макарчук Олег Петрович, старший викладач кафедри, кандидат фізико-
математичних наук, Гуртовий Юрій Валерійович, доцент кафедри, кандидат
фізико-математичних наук

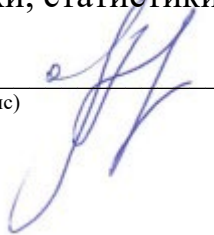
(назва авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

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

Протокол від «31» серпня 2017 року № 1

Завідувач кафедри прикладної математики, статистики та економіки

_____ (підпис)



Авраменко О.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: 10(3+7)	Галузь знань (шифр і назва)	Нормативна	
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____	Спеціальність /напрямок підготовки 113 Прикладна математика (шифр і назва)	Семестр	
(назва)		3-й	4-й
Загальна кількість годин – 300(90+210)	Освітньо-кваліфікаційний рівень:	Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних 2+2 самостійної роботи студента 10+24		12 год.	14 год.
		Практичні, семінарські	
		20 год.	20 год.
		Консультації	
		4 год.	6 год.
		Самостійна робота	
		54 год.	170 год.
	Індивідуальні завдання: 0 год.		
	Вид контролю: екзамен	Вид контролю: екзамен	

2. **Мета та завдання навчальної дисципліни**
- Мета:** формування та поглиблення знань з теорії динамічних систем, породжених детермінованими функціями 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:**

ЗК 1. Здатність до розуміння причинно-наслідкових зв'язків й уміння їх використовувати в науковій, професійній і соціальній діяльності;

ЗК 2. Здатність здійснювати теоретичний аналіз проблеми, пропонувати та обґрунтовувати гіпотези;

ФК1. Здатність аналізувати предметні області, формувати, аналізувати та моделювати процеси їх функціонування.

ФК2. Знання на рівні новітніх досягнень, необхідні для дослідницької та/або інноваційної діяльності у сферах статистики та інформаційних технологій з їх практичними застосуваннями.

ФК3. Здатність до використання принципів, методів та організаційних процедур дослідницької та/або інноваційної діяльності.

ФК 8. Здатність до безперервного саморозвитку та самовдосконалення.

Інтегральна компетентність:

Здатність застосовувати

- сучасні спеціалізовані уміння/навички та інноваційні методи, необхідні для розв'язання значущих проблем прикладної математики, а також для розширення та переоцінки цілісних знань і професійної практики у названій та суміжних галузях знань;

- критичний аналіз, оцінку і синтез нових та комплексних ідей у дослідницько-інноваційній та науково-педагогічній діяльності.

Програмні результати навчання

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 2.3. Уміння синтезувати нові та комплексні ідеї у ході вибору та застосування методів математичного моделювання детермінованих та стохастичних процесів;

ПРН 2.8. Безперервний саморозвиток та самовдосконалення.

3. Програма навчальної дисципліни

3-ій 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.

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.

4-ий Семестр

Розділ 2. Системи автономних диференціальних рівнянь.

Тема 7. Лінійні стаціонарні системи. Стійкість та особливі точки лінійних систем.

Тема 8. Фазовий портрет. Методи лінеаризації.

Тема 9. Системи з однорідними та квазіоднорідними елементами.

Тема 10. Проблема центра-фокуса.

Тема 11. Періодичні розв'язки систем на площині. Критерій Бендіксона. Метод кривих контактів. Принцип симетрії.

Тема 12. Нелінійні коливання. Десипативні та автоколивальні системи.

Тема 13. Біфуркація динамічної системи.

Структура навчальної дисципліни 3-ій Семестр

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усьог о	у тому числі					усьог о	у тому числі				
		л	п	ко нс	ін д	с.р .		л	п	ла б	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.	18	2	2	4		10						
Тема 2. Універсальність Фейгенбаума. Порядок Шарковського.	14	2	2			10						
Тема 3. Двовимірні дискретні динамічні системи. Кішка Арнольда. Топологічно спряжені відображення.	16	2	4			10						
Тема 4. Неперервні динамічні системи. Система Лоренца. Переріз та індекс Пуанкаре.	16	2	4			10						
Тема 5. Хаотичні системи. Показник Ляпунова.	14	2	4			8						
Тема 6. Регулярні фрактали та мультифрактали. Розмірності фрактальних множин.	12	2	4			6						
Усього годин	90	12	20	4		54						

4-ий Семестр

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	ко нс	ін д	с.р.		л	п	ла б	і н д	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 2. Системи автономних диференціальних рівнянь.												
Тема 7. Лінійні стаціонарні системи. Стійкість та особливі точки лінійних систем.	30	2	2	2		24						
Тема 8. Фазовий портрет. Методи лінеаризації.	30	2	2	2		24						
Тема 9. Системи з однорідними та квазіоднорідними елементами.	30	2	2	2		24						
Тема 10. Проблема центра-фокуса.	28	2	2			24						
Тема 11. Періодичні розв'язки систем на площині. Критерій Бендіксона. Метод кривих контактів. Принцип симетрії.	30	2	4			24						
Тема 12. Нелінійні коливання. Десипативні та автоколивальні системи.	30	2	4			24						
Тема 13. Біфуркація динамічної системи.	32	2	4			26						
Усього годин	210	14	20	6		170						

5. Теми семінарських занять

Навчальним планом семінарські заняття для курсу не передбачено.

6. Теми практичних занять (денна та заочна форма)

3-ій Семестр

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Розділ 1. Дискретні та неперервні динамічні системи.		
1	Тема 1. Дискретні відображення. Трикутне відображення. Здвиг Бернуллі.	10
2	Тема 2. Універсальність Фейгенбаума. Порядок Шарковського.	10
3	Тема 3. Двовимірні дискретні динамічні системи. Кішка Арнольда. Топологічно спряжені відображення.	10
4	Тема 4. Неперервні динамічні системи. Система Лоренца. Переріз та індекс Пуанкаре.	10
5	Тема 5. Хаотичні системи. Показник Ляпунова.	8
6	Тема 6. Регулярні фрактали та мультифрактали. Розмірності фрактальних множин.	6

	Разом	20
--	-------	----

4-ий Семестр

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Розділ 2. Системи автономних диференціальних рівнянь.	
1	Тема 7. Лінійні стаціонарні системи. Стійкість та особливі точки лінійних систем.	2
2	Тема 8. Фазовий портрет. Методи лінеаризації.	2
3	Тема 9. Системи з однорідними та квазіоднорідними елементами.	2
4	Тема 10. Проблема центра-фокуса.	2
5	Тема 11. Періодичні розв'язки систем на площині. Критерій Бендіксона. Метод кривих контактів. Принцип симетрії.	4
6	Тема 12. Нелінійні коливання. Десипативні та автоколивальні системи.	4
7	Тема 13. Біфуркація динамічної системи.	4
	Разом	20

7. Теми лабораторних занять

Навчальним планом лабораторні заняття для курсу не передбачено.

8. Самостійна робота(денна та заочна форма)

3-ій Семестр

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Дискретні відображення. Трикутне відображення. Здвиг Бернуллі.	10
2	Тема 2. Універсальність Фейгенбаума. Порядок Шарковського.	10
3	Тема 3. Двовимірні дискретні динамічні системи. Кішка Арнольда. Топологічно спряжені відображення.	10
4	Тема 4. Неперервні динамічні системи. Система Лоренца. Переріз та індекс Пуанкаре.	10
5	Тема 5. Хаотичні системи. Показник Ляпунова.	8
6	Тема 6. Регулярні фрактали та мультифрактали. Розмірності фрактальних множин.	6
	Разом	54

4-ий Семестр

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 7. Лінійні стаціонарні системи. Стійкість та особливі точки лінійних систем.	24
2	Тема 8. Фазовий портрет. Методи лінеаризації.	24

3	Тема 9. Системи з однорідними та квазіоднорідними елементами.	24
4	Тема 10. Проблема центра-фокуса.	24
5	Тема 11. Періодичні розв'язки систем на площині. Критерій Бендіксона. Метод кривих контактів. Принцип симетрії.	24
6	Тема 12. Нелінійні коливання. Десипативні та автоколивальні системи.	24
7	Тема 13. Біфуркація динамічної системи.	26
	Разом	170

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, задача 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 екзамену

Змістові модулі	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2
кількість балів	30	30
теоретичний	15	15
практичний	10	10
самостійна робота	5	5

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	Ф	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. Анищенко, В.С. Знакомство с нелинейной динамикой. – Москва-Ижевск: ИКИ, 2002. – 144 с.
2. Арнольд, В.И. «Жесткие» и «мягкие» математические модели. – М.: МЦНМО, 2000. – 32 с.
3. Андронов А.А., Витт. А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. – М.: Наука, 1981. – 918 с.
4. Анищенко В.С., Астахов В.В. Нелинейные эффекты в хаотических и стохастических системах . – Москва-Ижевск: ИКИ, 2003. – 544 с.
5. Божокин С.В., Паршин Д.А. Фракталы и мультифракталы. – Москва-Ижевск: РХД, 2001. – 128 с.
6. Ильяшенко Ю.С. Избранные задачи теории динамических систем. М.: МЦНМО, 2011. – 128 с.
7. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. М.: Институт компьютерных исследований, 2002. – 656 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. Бабаков И.М. Теория колебаний. 4-е изд., испр. – М.: Дрофа, 2004. – 591 с.
2. Дорошин А.В. Математическое моделирование в нелинейной динамике. Учебное пособие. – Самара: Самарский государственный аэрокосмический университет, 2008. – 100 с.

3. Данилов Ю.А. Лекции по нелинейной динамике. Элементарное введение. – М.: КомКнига, 2006. – 208 с.

4. Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б. Современные проблемы нелинейной динамики. М.: Эдиториал УРСС, 2000. – 336 с.

5. Чуличков А.И. Математические модели нелинейной динамики. – М.: Физматлит, 2003. – 296 с.

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.