

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра прикладної математики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету
математики і інформатики

Григорій ЖОЛТКЕВИЧ

“ 29 ” 08 2023 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Еволюційні системи

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти перший (бакалавр)

галузь знань 11- Математика та статистика

спеціальність 113 – Прикладна математика
(шифр і назва)

освітня програма прикладна математика
(шифр і назва)

спеціалізація _____
(шифр і назва)

вид дисципліни за вибором
(обов'язкова / за вибором)

факультет математики і інформатики

2023/ 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету математики і інформатики
 “29” серпня 2023 року, протокол № 8

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ: **Півень Олексій Леонідович**, канд. фізико-математичних наук, доцент
 кафедри прикладної математики

Програму схвалено на засіданні кафедри Прикладної математики
 Протокол від “28” серпня 2023 року №10

Завідувач кафедри Прикладної математики



(підпис)

Валерій КОРОБОВ

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми (керівником проектної групи)
Прикладна математика

назва освітньої програми

Гарант освітньо-професійної програми
 (керівник проектної групи) Прикладна математика



(підпис)

Сергій ПОСЛАВСЬКИЙ

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією факультету математики і інформатики Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна
 назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “29” серпня 2023 року, протокол № 1

Голова науково-методичної комісії факультету математики і інформатики



(підпис)

Ольга АНОЩЕНКО

(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «**Еволюційні системи**» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки
бакалавр
(назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

Спеціальності (напряму) 113 Прикладна математика
спеціалізації _____

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є надання майбутнім спеціалістам знань та застосувань з таких класів еволюційних систем: диференціально-алгебраїчних, різницевих рівнянь та систем еволюційних різницевих рівнянь.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

1. Вивчення теорії, застосування та методів побудови розв'язків диференціально-алгебраїчних рівнянь,
2. Вивчення теорії, застосування, та методів побудови розв'язків різницевих рівнянь.

1.3. Кількість кредитів 4

1.4. Загальна кількість годин 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	-й
Семестр	
8-й	-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
22 год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
66 год.	год.
у тому числі індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання

Студенти повинні досягти таких результатів навчання:

знати :

- Теорему існування та єдиності розв'язку явних та неявних різницевих рівнянь, фундаментальну систему розв'язків різницевих рівнянь.
- Жмутки матриць та їх властивості, спектральні проектори
- Теорему існування та єдиності розв'язку диференціально-алгебраїчних рівнянь
- Приклади застосування різницевих та диференціально-алгебраїчних рівнянь

вміти :

- Будувати розв'язки явних лінійних різницевих рівнянь та систем еволюційних різницевих рівнянь за допомоги фундаментальної системи розв'язків.
- Будувати розв'язки лінійних диференціально-алгебраїчних рівнянь і неявних систем еволюційних рівнянь за допомоги спектральних проекторів

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Класичні лінійні різницеві рівняння та системи

Тема 1. Лінійні різницеві рівняння першого порядку та їх застосування.

Поняття різницевого рівняння. Застосування різницевих рівнянь першого порядку (модель інвестування, та дискретна модель зростання, ханойські башти). Однорідне та неоднорідне лінійне різницеве рівняння. Метод варіації сталих розв'язання різницевого рівняння.

Тема 2. Властивості розв'язків лінійних різницевих рівнянь вищого порядку.

Лінійне рівняння вищого порядку.

Фундаментальна система розв'язків однорідного рівняння. Загальний розв'язок неоднорідного рівняння.

Тема 3. Лінійні різницеві стаціонарні рівняння та їх застосування.

Фундаментальна система розв'язку та побудова загального розв'язку однорідного рівняння.

Побудова часткового розв'язку неоднорідного рівняння для спеціальної правої частини.

Застосування лінійних різницевих рівнянь другого порядку (числа Фібоначчі та ймовірність банкрутства азартного гравця).

Тема 4. Нормальні еволюційні системи різницевих рівнянь та їх застосування.

Поняття еволюційної системи різницевих рівнянь. Застосування еволюційних систем різницевих рівнянь (модель Леслі та дискретна модель Леонтєва). Існування та єдиність розв'язку початкової задачі для системи, явний вигляд розв'язку. Зведення рівняння вищого порядку до нормальної системи рівнянь першого порядку. Фундаментальна система розв'язків.

Тема 5. Лінійні стаціонарні системи різницевих рівнянь

Явний вигляд фундаментальної матриці розв'язків. Побудова фундаментальної системи розв'язків з використанням жорданової форми матриць.

Тема 6. Лінійні різницеві рівняння над комутативними кільцями.

Класичне і неявне різницеве рівняння. Єдиність розв'язку неявних лінійних різницевих рівнянь.

Побудова квазіполіноміальних і періодичних розв'язків.

Розділ 2. Диференціально-алгебраїчні рівняння і неявні лінійні стаціонарні системи різницевих рівнянь.

Тема 7. Поняття диференціально-алгебраїчного рівняння. Приклади диференціально-алгебраїчних рівнянь.

Диференціально-алгебраїчне рівняння та його відмінність від систем звичайних диференціальних рівнянь. Модель Леонт'єва

Тема 8. Жмутки матриць

Матричні функції. Регулярні та сингулярні жмутки матриць. Індекс матриці та індекс жмутка матриць.

Тема 9. Спектральні проектори

Спектральні проектори та методи обчислення спектральних проекторів.

Тема 10. Існування та єдиність розв'язку лінійного диференціально - алгебраїчного рівняння.

Теорема існування та єдиності розв'язку лінійних диференціально-алгебраїчних рівнянь. Формула варіації сталих та її застосування у побудові наближеного розв'язку.

Тема 11. Неявні лінійні стаціонарні системи різницевих рівнянь.

Відмінність від явних стаціонарних систем. Теорема існування та єдиності розв'язку, явний вигляд розв'язку. Критерій існування та єдиності розв'язку системи неявних лінійних різницевих рівнянь.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Класичні лінійні різницеві рівняння та системи												
Тема 1. Лінійні різницеві рівняння першого порядку та їх застосування.	14	4	2			8						
Тема 2. Властивості розв'язків лінійних різницевих рівнянь.	14	4	2			8						
Тема 3. Лінійні різницеві стаціонарні рівняння та їх застосування.	14	4	2			8						
Тема 4. Нормальні еволюційні системи різницевих рівнянь та їх застосування.	14	4	2			8						

Тема 5. Лінійні стаціонарні системи різницевого рівняння та їх застосування	14	4	2			8						
Тема 6. Лінійні різницево-рівняння над комутативними кільцями.	8	2	2			4						
<i>Контрольна робота</i>	4		2			2						
Разом за розділом 1	82	22	14			46						
Розділ 2. Диференціально-алгебраїчні рівняння і неявні лінійні стаціонарні системи різницевого рівняння.												
Тема 7. Поняття диференціально-алгебраїчного рівняння. Приклади застосування диференціально-алгебраїчних рівнянь	7	2	1			4						
Тема 8. Жмутьки матриць	7	2	1			4						
Тема 9. Спектральні проектори	8	2	2			4						
Тема 10 Існування та єдиність розв'язку лінійного диференціально-алгебраїчного рівняння.	8	2	2			4						
Тема 11. Неявні лінійні стаціонарні системи різницевого рівняння.	8	2	2			4						
Разом за розділом 2	38	10	8			20						
Усього годин	120	32	22			66						

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Лінійні різницево-рівняння першого порядку та їх застосування	2
2	Властивості розв'язків лінійних різницевого рівняння	2
3	Лінійні різницево-стаціонарні рівняння	2
4	Нормальні еволюційні системи різницевого рівняння	2
5	Лінійні стаціонарні системи різницевого рівняння та їх застосування	2
6	Лінійні різницево-рівняння над комутативними кільцями.	2

7	Контрольна робота	2
8	Поняття диференціально-алгебраїчного рівняння. Приклади застосування диференціально-алгебраїчних рівнянь	1
9	Жмутки матриць	1
10	Спектральні проектори	2
11	Існування та єдиність розв'язку лінійного диференціально - алгебраїчного рівняння	2
12	Неявні лінійні стаціонарні системи різницевих рівнянь.	2
	Разом	22

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Виконання домашніх завдань за розділом «Класичні лінійні різницеві рівняння та системи»	46
2	Виконання домашніх завдань за розділом «Диференціально-алгебраїчні рівняння і неявні лінійні стаціонарні системи різницевих рівнянь.»	20
	Разом	66

6. Індивідуальні завдання

Не передбачені робочим планом

7. Методи навчання

Частково-пошукові і проблемні лекції, пояснення, розрахунково-ілюстративні і пояснювально-ілюстративні методи при проведенні практичних занять, консультації.

8. Методи контролю

Перевірка домашніх робіт, перевірка контрольної роботи, поточний контроль на практичних заняттях, поточний контроль на лекціях, проведення заліку.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання				Залікова робота	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Разом		
T1–T6	T7–T11	T1–T6			
10	10	40	60	40	100

T1, T2 ... – теми розділів.

Не передбачається мінімальна кількість балів з навчальної дисципліни, яку здобувач вищої освіти повинен набрати під час поточного контролю, самостійної роботи, індивідуального завдання для допуску до складання підсумкового контролю (заліку).

Поточний контроль:

- 20 балів - бали нараховуються за виконання домашніх завдань і активність під час практичних занять.
- Контрольна робота складається з двох частин, кожна з яких оцінюється до 20 балів.
- Залікова робота – до 40 балів.

По кожній частині контрольної роботи бали нараховуються таким чином:

- максимальний бал - у разі правильної обґрунтованої відповіді;
- за незначні помилки оцінка зменшується від 10 до 30 відсотків;
- за значні логічні помилки оцінка зменшується до 50 відсотків, якщо хід розв'язання в цілому правильний,
- у разі частково правильних міркувань за відсутності обґрунтованої відповіді виставляється до 30 відсотків від максимальної кількості балів
- відповідь не відповідає жодному з критеріїв, які сформульовані вище, – виставляється 0 балів.

Шкала оцінювання: дворівнева

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
50-100	зараховано
1-49	не зараховано

10. Рекомендована література

Основна література

1. Elaydi, S. An Introduction to Difference Equations, Springer-Verlag New York, pp. 540 (2005)
2. Campbell S. Singular systems of differential equations I. – New-York-San-Francisco – London–Melbourne: Pitman Advanced Publishing Program, 1980. – 176 p.
3. Vlasenko L.A., Perestyuk N.A., On the Solvability of Impulsive Differential-Algebraic Equations. Ukr. Math. J. – 2005. – V.57. – P. 551–564.

Допоміжна література

1. Kelley, W.G., Peterson, A.C.: Difference Equation: An Introduction with Applications, Second Edition, Academic Press, pp. 404 (2001)
2. Gefter S.L., Piven A.L., Implicit Linear Nonhomogeneous Difference Equation in Banach and Locally Convex Spaces. // J. Math. Physics, Analysis, Geometry.–2019.– V. 15, № 3.– P. 336 – 353.
3. Campbell S., Singular systems of differential equations II .– New-York-San-Francisco – London–Melbourne: Pitman Advanced Publishing Program,1982.–234 p.
4. S.Gefter, A. Goncharuk, A. Piven', Implicit Linear First Order Difference Equations Over Commutative Rings. In: Elaydi, S., Kulenovic, M.R.S., Kalabusic, S. (eds) Advances in Discrete Dynamical Systems, Difference Equations and Applications. ICDEA 2021. Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, vol 416, Springer, Cham.–2023.–P. 199–216.