

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

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

В.о. декана факультету математики
і інформатики

Євген МЕНЯЙЛОВ



серпень 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Елементи теорії стійкості та диференціальні рівняння із загалюванням

рівень вищої освіти **перший(бакалаврський)**

галузь знань **11 Математика та статистика**

спеціальність **111 Математика**

освітня програма **«Математика»**

вид дисципліни **за вибором**

факультет **математики і інформатики**

2025 / 2026 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету математики і інформатики

26 серпня 2025 року, протокол № 10

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

**Резуненко Олександр Вячеславович, доктор фізико-математичних наук, професор,
професор кафедри фундаментальної математики**

Програму схвалено на засіданні кафедри фундаментальної математики
протокол від 26 серпня 2025 року № 1.

В. о. завідувача кафедри



Сергій ГЕФТЕР

Програму погоджено з гарантом освітньої (професійної) програми «Математика».

Гарант освітньої (професійної)

програми



Сергій ГЕФТЕР

Програму погоджено науково-методичною комісією факультету математики і
інформатики
протокол від 26 серпня 2025 року № 1.

Голова науково-методичної комісії



Євген МЕНЯЙЛОВ

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Елементи теорії стійкості та диференціальні рівняння із загаюванням” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки **бакалавр спеціальності 111 Математика**

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. **Метою** викладання навчальної дисципліни “Елементи теорії стійкості та диференціальні рівняння із загаюванням” є ознайомлення студентів з основами сучасної теорії диференціальних рівнянь із різними типами загаювання.

1.2. Основними **завданнями** вивчення дисципліни “Елементи теорії стійкості та диференціальні рівняння із загаюванням” є навчання студентів теоретичним основам і методам теорії звичайних диференціальних рівнянь із загаюванням та застосуванню цих методів для розв’язання різноманітних задач теоретичного та практичного характеру.

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	
3-й	
Семестр	
6-й	
Лекції	
32 год.	
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	
Лабораторні заняття	
Самостійна робота	
56 год.	
у тому числі індивідуальні завдання	

1.6. Заплановані результати навчання

У результаті вивчення даного курсу студент повинен **знати:**

- диференціальне числення функцій однієї змінної;
- диференціальне числення функцій багатьох змінних;
- основні визначення теорії стійкості для звичайних диференціальних рівнянь;
- основні твердження теорії стійкості для звичайних диференціальних рівнянь;
- основні визначення теорії звичайних диференціальних рівнянь із загаюванням;

уміти:

- диференціювати функції однієї та багатьох змінних;
- встановлювати стійкість нульового розв'язку лінійних звичайних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами;
- встановлювати стійкість нульового розв'язку лінійних систем звичайних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами;
- розв'язувати методом кроків прості звичайні диференціальні рівняння із загалюванням;
- будувати оператор зсуву вздовж розв'язків рівнянь із загалюванням;
- будувати динамічні системи за розв'язками диференціальних рівнянь із загалюванням.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Теорія стійкості для звичайних диференціальних рівнянь.

Зміст

- Означення стійкості, асимптотичної стійкості та нестійкості розв'язків
- диференціальних рівнянь. Теорема Ляпунова про стійкість.
- 2. Теорема Ляпунова про асимптотичну стійкість.
- 3. Функція Ляпунова. Приклади.
- 4. Означення ω - граничної точки. Властивості. Посилена теорема Ляпунова про асимптотичну стійкість.

Розділ 2. Диференціальні рівняння зі сталим загалюванням.

Зміст

- Означення неперервних розв'язків рівнянь із загалюванням. Теорема існування та єдиності розв'язків систем із загалюванням.
- Теорема про продовження розв'язків.
- Лема Гронуола та теорема про оцінку зростання розв'язків диференціально-різницевого рівняння.
- Метод кроків звичайних диференціальних рівнянь зі сталим загалюванням.
- Оператор зсуву вздовж розв'язків рівнянь зі сталим загалюванням.
- Динамічні системи за розв'язками диференціальних рівнянь із загалюванням.

Розділ 3. Диференціальні рівняння та системи з загалюванням, що залежить від стану.

Тема 1. Загальні властивості розв'язків рівнянь із загалюванням, що залежить від стану.

Зміст

- Визначення неперервних та неперервно-диференційовних розв'язків систем із загалюванням, що залежить від стану.
- Приклади неєдиності розв'язків рівнянь із загалюванням, що залежить від стану.
- Липшицеві початкові дані.
- Теорема існування та єдиності неперервно-диференційовних розв'язків.

Тема 2. Ігноруюча умова.

Зміст

- Теорема про єдиність неперервних розв'язків. Основна ігноруюча умова.
- Метод кроків звичайних диференціальних рівнянь із загалюванням, що залежить від стану.
- Узагальнена ігноруюча умова.

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	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Теорія стійкості для звичайних диференціальних рівнянь.												
Разом за розділом 1	22	8	4			10						
Розділ 2. Диференціальні рівняння зі сталим загалюванням.												
Разом за розділом 2	58	14	22			22						
Розділ 3. Диференціальні рівняння та системи з загалюванням, що залежить від стану.												
Тема 1. Загальні властивості розв'язків рівнянь із загалюванням, що залежить від стану.	22	6	4			10						
Тема 2. Ігноруюча умова.	14	4	2			8						
Контрольна робота	2					2						
Підготовка до заліку	4					4						
Разом за розділом 3	40	10	6			24						
	120	32	32			56						

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Теорія стійкості для звичайних диференціальних рівнянь.	4
2	Диференціальні рівняння зі сталим загалюванням.	20
3	Диференціальні рівняння з загалюванням, що залежить від стану.	6
4	Контрольна робота	2
	Разом	32

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин	Форма контролю
	Робота над домашніми завданнями протягом семестру, що відповідають темам практичних занять:		
1	Теорія стійкості	10	Опитування
2	Диференціальні рівняння зі сталим загалюванням.	20	Опитування
3	Диференціальні рівняння з загалюванням, що залежить від стану.	20	Опитування

4	Підготовка до контрольної роботи.	2	
5	Підготовка до заліку	4	Залік
	Разом	56	

6. Індивідуальні завдання

Не передбачені навчальним планом.

7. Методи навчання

Лекції та практичні заняття проводяться аудиторно. У разі оголошення карантину та в умовах воєнного стану, заняття проводяться аудиторно або дистанційно (за допомогою платформ ZOOM, MOODLE) відповідно до наказу ректора Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

8. Методи контролю

Поточний контроль – опитування; контрольна робота, підсумковий контроль – залік.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання					Залік	Сума	
Розділ 1	Розділ 2	Розділ 3		Контрольна робота, передбачена навчальним планом			Разом
		T 1	T2	20	60	40	100
10	10	10	10				

Мінімальна кількість балів для допуску до складання підсумкового контролю програмою не передбачена.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	
Оцінка	Пояснення	
90 – 100	Відмінно	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, виконані в повному обсязі, відмінна робота без помилок або з однією незначною помилкою.
70 – 89	Добре	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками, робота з декількома незначними помилками, або з однією – двома значними помилками.

50 –69	Задовільно	Теоретичний зміст курсу освоєний не повністю, але прогалини не носять істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань, містять помилки, робота з трьома значними помилками.
1–49	Незадовільно	Теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, всі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до значимого підвищення якості виконання навчальних завдань, робота, що потребує повної переробки

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою.
	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	зараховано
70-89	
50-69	
1-49	не зараховано

10. Рекомендована література

Основна література

1. J.K. Hale, S.M. Verduyn Lunel, Introduction to Functional Differential Equations, Series Title: Applied Mathematical Sciences, Springer New York, 1993; DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4342-7>
2. О.В. Резуненко, Вступ до теорії звичайних диференціальних рівнянь із загалюванням. Харків: ХНУ імені В.Н.Каразіна, 2024.
3. М.О. Перестюк, О.С. Чернікова. Теорія стійкості. Київ: Київський національний університет, 2002.
4. K. Iosida, Functional Analysis. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1995.
5. A. Kolmogorov, S.Fomin, Elements of the Theory of Functions and Functional Analysis, Martino Fine Books, 2012.
6. O.Diekmann, S.A. van Gils, S.M. Verduyn Lunel, H.-O. Walther, Delay equations. Functional, complex, and nonlinear analysis. Applied Mathematical Sciences, 110. Springer-Verlag, New York, 1995.
7. R.E. Bellman, K.L. Cooke, Differential-Difference Equations. Santa Monica, CA: RAND Corporation, 1963. <https://www.rand.org/pubs/reports/R374.html>.