

Затверджено  
на засіданні кафедри  
вищої математики та фізики  
протокол № 1 від 11 вересня 2023 р.

СИЛАБУС З ДИСЦИПЛІНИ

# ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ

2023-2024 навчальний рік

освітній рівень перший (бакалавр)

галузь знань 12 Інформаційні технології

спеціальність 126 Інформаційні системи та технології

освітня програма:

- технології штучного інтелекту (ТШІ)

Час та аудиторія проведення занять: Згідно розкладу - <http://rasp.kart.edu.ua/>

Команда викладачів:

Лектор:

[Храбустовський Володимир Іванович](#) (кандидат фізико-математичних наук, доцент),  
Контакти: +38 (057) 730-10-38, e-mail: [khrabustovsky@kart.edu.ua](mailto:khrabustovsky@kart.edu.ua)

Асистент лектора:

[Храбустовський Володимир Іванович](#) (кандидат фізико-математичних наук, доцент),  
Контакти: +38 (057) 730-10-38, e-mail: [khrabustovsky@kart.edu.ua](mailto:khrabustovsky@kart.edu.ua)

Години прийому та консультації: кожен вівторок з 14.00-16.00

Розміщення кафедри: Місто Харків, майдан Фейєрбаха, 7, 2 корпус, 4 поверх, 417 аудиторія.

Веб сторінка курсу: <http://do.kart.edu.ua/>

Додаткові інформаційні матеріали: <http://metod.kart.edu.ua>

Як правило, математичною моделлю фізичного або технічного процесу є диференціальне або різницеве рівняння. Зокрема, теорія диференціальних рівнянь використовується при розробці і моделюванні інтелектуальних систем управління, в тому числі на залізничному транспорті. Тому студент повинен оволодіти методами їх точного або чисельного розв'язання.

В першій частині даного курсу докладно вивчається метод розв'язання цих рівнянь за допомогою перетворень Лапласа, а також методи чисельного розв'язання диференціальних рівнянь.

В сучасному світі дуже важливо вміти знаходити оптимальні розв'язки фізичних і технічних проблем. Одним з методів знаходження таких розв'язків є варіаційне числення і теорія оптимального керування, яка пов'язана з ним. Основним інструментом, який використовується в цих розділах, є диференціальні рівняння.

В другій частині курсу студент вивчає основні поняття цих розділів і навчається розв'язувати основні задачі.

## **1. Анотація курсу (цілі та завдання навчальної дисципліни)**

**Ціль** викладання дисципліни полягає в тому, щоб студент засвоїв методи теорії диференціальних та різницевих рівнянь, а також варіаційного числення, які дають можливість аналізувати і моделювати пристрої, процеси і явища з якими зустрінеться студент в майбутньої діяльності як спеціаліст в галузі інформаційних технологій.

**Завдання** викладання дисципліни полягає в тому, щоб на прикладах застосування диференціальних та різницевих рівнянь, а також варіаційного числення та теорії оптимального керування, продемонструвати студентам важливість теорії та її роль у здійсненні науково технічного прогресу. Необхідно навчити студентів прийомам дослідження і розв'язання задач, виробити у студентів вміння аналізувати одержані результати, прищепити їм навички самостійного вивчення літератури.

## **2. Мета курсу (компетентності до відповідної освітньої програми)**

Інтегральна компетентність (КІ)

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в галузі інформаційних систем та технологій або у процесі навчання, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, які потребують застосування теорій та методів інформаційних технологій.

Загальні компетентності (КЗ)

КЗ 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

КЗ 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

КЗ 5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (КС)

КС 1. Здатність аналізувати об'єкт проектування або функціонування та його предметну область.

### **3.1. Опис навчальної дисципліни**

Дисципліна містить 5 кредитів ECTS (150 годин). На лекції відводиться 30 годин, на практичні заняття – 15 годин, на самостійну роботу – 105 годин.

Для заочної форми навчання: лекцій – 6 годин, практичних занять – 4 години.

### **3.2. Теми курсу за модулями**

Курс складається з двох розділів: I. Розв'язання диференціальних і різницевих рівнянь за допомогою перетворення Лапласа; чисельні методи розв'язання

диференціальних рівнянь. II. Варіаційне числення і теорія оптимального керування. Ці розділи в свою чергу складаються з 8 модулів:

1. Операційний метод розв'язання ДР.
2. Різницеві рівняння.
3. Застосування дискретного перетворення Лапласа.
4. Наближені методи розв'язання ДР.
5. Варіаційні задачі.
6. Узагальнення рівнянь Ейлера для кількох функцій.
7. Варіаційні задачі з додатковими функціями.
8. Елементи теорії оптимального керування.

### Тематично-календарний план (перелік тем лекційних та практичних занять)

Тиждень	Кількість годин	Тема лекції	Кількість годин	Тема практичних занять
1	2	Лекц. №1. Перетворення Лапласа та його властивості.	2	ПР - 1. ЛНДР зі сталими коефіцієнтами і спеціальною правою частиною.
2	2	Лекц. №2 Відгуки на дельта-функцію та функцію Хевісайда. Формула Дюамеля.		
3	2	Лекц. №3 Решітчаті функції. Різничні рівняння.	2	ПР - 2. Розв'язання ЛНДР операційним методом за допомогою відгуків на дельта-функцію та функцію Хевісайда.
4	2	Лекц. №4. Різницеві рівняння зі сталими коефіцієнтами і спеціальною правою частиною.		
5	2	Лекц. №5. Дискретні перетворення Лапласа.	2	ПР -3. Різницеві рівняння зі сталими коефіцієнтами і спеціальною правою частиною.
6	2	Лекц. №6. Властивості дискретних перетворень Лапласа .		
7	2	Лекц. №7. Розв'язання різницевих рівнянь за допомогою дискретного перетворення Лапласа.	2	ПР - 4. Розв'язання різницевих рівнянь за допомогою дискретного перетворення Лапласа.
8	2	Лекц. №8. Наближене розв'язання диференціальних рівнянь методами Ейлера, Рунге-Кутта, Адамса. Розв'язання ДР за допомогою рядів.		
Модульний контроль знань				
9	2	Лекц. №9. Екстремуми функціоналів. Варіаційні задачі. Рівняння Ейлера.	2	ПР - 5. Проста варіаційна задача.
10	2	Лекц. №10. Перші інтеграли рівняння Ейлера. Узагальнення рівнянь Ейлера для кількох функцій з похідними вищих порядків.		
11	2	Лекц. №11. Функціонали для кількох функцій з обмеженнями.	2	ПР - 6. Умовні екстремуми функції двох змінних. Множники Лагранжа.
12	2	Лекц. №12..Задача Больця. Варіаційні задачі з рухомими кінцями.		
13	2	Лекц. №13. Варіаційні задачі з нестрогими обмеженнями.	2	ПР – 7. Складання функцій Лагранжа для функціоналів з нестрогими обмеженнями.
14	2	Лекц. №14. Задача оптимального керування.		
15	2	Лекц. №15. Принцип максимуму Понтрягіна.	2	ПР - 8. Приклади на принцип максимуму Понтрягіна.
Модульний контроль знань				

## Для заочної форми навчання

Кількість годин	Тема лекції	Кількість годин	Тема практичних занять
2	Основні поняття операційного числення. Z-перетворення	2	Розв'язання диференціальних рівнянь операційним методом. Розв'язання різницевих рівнянь за допомогою Z-перетворення
2	Основні поняття варіаційного числення	2	Розв'язання варіаційних задач
2	Найважливіші задачі варіаційного числення		

### 4. Інформаційні матеріали

#### 4.1. Література для вивчення дисциплін

1. Вища математика: Збірник задач. Ч.2: Звичайні диференціальні рівняння. Операційне числення. Ряди та їх застосування. Стійкість за Ляпуновим. Рівняння математичної фізики./П.П. Овчинников, П.С. Кропив'янський, С.П. Полушкін та ін.-К.: Техніка, 2004.-376 с.
2. Храбустовський В.І., Шувалова Ю.С. Спеціальні розділи. Ч.І. (Лінійні оператори, стійкість, переходні процеси): Конспект лекцій з дисципліни “Вища математика”. – Харків : УкрДАЗТ, 2010. – 52 с.
3. Храбустовський В.І., Шувалова Ю.С. Спеціальні розділи. Ч.ІІ. (Операційне числення та його застосування): Конспект лекцій з дисципліни “Вища математика”. – Харків : УкрДУЗТ, 2020. – 58 с.
4. Куліш Ю.В., Рибачук О.В. Основи теорії оптимального керування: конспект лекцій, Ч. 1, УкрДАЗТ, 2014. 66 с.
5. Куліш Ю.В., Рибачук О.В. Основи теорії оптимального керування: конспект лекцій, Ч. 2, УкрДУЗТ, 2015. 44 с.
6. Диференціальні рівняння: Методичні вказівки і завдання до контрольних робіт з дисципліни “Вища математика” / Куліш Ю.В., Рибачук О.В. – Харків: УкрДАЗТ, 2002. 54 с.
7. Екстремальні задачі. Методичні вказівки і завдання для самостійної роботи з розділу дисципліни «Диференціальні рівняння». Куліш Ю.В., Храбустовський В.І., Гончарова О.О., Рибачук О.В. УкрДУЗТ. 2019.

#### 4.2. Інтернет-джерела

1. <http://metod.kart.edu.ua/>
2. <http://www.nbuu.gov.ua/>
3. <http://korolenro.kharkov.com/>
4. <http://library.kpi.kharkov.ua/uk/resursu>
5. <http://www.lidrary.univer.kharkov.ua/ukr/>
6. <https://www.ua-region.com.ua/02736461>

### 5. Вимоги викладача (правила гри)

Методами контролю знань є: усне опитування, поточне оцінювання на практичних заняттях, оцінювання самостійних робіт, оцінювання індивідуальних домашніх завдань, модульне тестування, підсумкове оцінювання, залік.

## 6. Порядок оцінювання результатів навчання за відповідними формами навчального процесу

При оцінюванні результатів навчання керуватися Положенням про контроль та оцінювання якості знань студентів в УкрДУЗТ (<https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2020/05/pologennya-pro-kontrol-ta-ocinuvannya-2015.pdf>).

Згідно з Положенням контроль та оцінювання якості знань студентів в УкрДУЗТ використовується 100-бальна шкала оцінювання.

Принцип формування оцінки за модуль за 100-бальною шкалою показано у таблиці, де наведена максимальна кількість балів, яку може набрати студент за різними видами роботи.

Вид роботи		Модуль	
		1	2
Індивідуальні домашні завдання	Поточний контроль	до 40	до 40
Самостійні роботи		до 10	до 10
Активність на лекціях та практичних заняттях		до 10	до 10
Поточний контроль		до 60	
Модульний контроль (Тести)		до 40	
Сума балів за модуль		до 100	

Сума балів за виконання самостійних робіт (індивідуальних домашніх завдань) обчислюється так: кожне завдання самостійної роботи (кожне індивідуальне домашнє завдання) оцінюється за три бальною шкалою (1 або 0,5, або 0 балів). Сума балів за всі самостійні роботи (всі індивідуальні домашні завдання) сумуються і множаться на такий відповідний коефіцієнт, щоб студент, який правильно розв'язав всі завдання всіх самостійних робіт (всі індивідуальні домашні завдання), одержав 10 (40) балів.

За участь в олімпіаді можна додавати 5-10 балів (в залежності від результату), за доповідь на СНТК – 5 балів (на пленарному засіданні – 10 балів). Сума додаткових балів та балів за поточний контроль не може перевищувати 60.

Отримана таким чином сума балів доводиться до відома студентів перед проведенням модульного контролю. Студентам, які набрали від 60 до 100 балів і згодні з цією сумою, відповідна оцінка модуля проставляється у заліково-екзаменаційну відомість.

Оцінка заліку визначається, як середньоарифметична оцінок двох модулів залікового кредиту. Організація виставлення залікової оцінки та умови її покращення наведені у п. 3.6. положення.

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) студента, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до державної шкали (зараховано/незараховано) та шкали ECTS (A, B, C, D, E)

За національною шкалою	За шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою
<b>ЗАРАХОВАНО</b>	A	90-100
	B	82-89
	C	75-81
	D	69-74
	E	60-68
<b>НЕЗАРАХОВАНО</b>	FX	35-59
	F	0-34

Оцінювання результатів навчання по заочній формі здійснюється за результатами заліку.

## **7. Програмні результати навчання**

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати теорію і практику застосування операційного числення для розв'язання диференціальних і різницевих рівнянь, методи чисельного розв'язання диференціальних рівнянь, варіаційне числення і теорію оптимального керування в обсягах необхідних для користування в галузі інформаційних технологій.

## **8. Кодекс академічної доброчесності**

Порушення Кодексу академічної доброчесності Українського державного університету залізничного транспорту є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним. Кодекс доступний за посиланням: <https://kart.edu.ua/unit/cz-jakosti-vo/akademichna-dobrochesnist>

Зокрема, дотримання Кодексу академічної доброчесності УкрДУЗТ означає, що вся робота на іспитах та заліках має виконуватися індивідуально. Під час виконання самостійної роботи студенти можуть консультуватися з викладачами та з іншими студентами, але повинні самостійно розв'язувати завдання, керуючись власними знаннями, уміннями та навичками. Посилання на всі ресурси та джерела (наприклад, у звітах, самостійних роботах чи презентаціях) повинні бути чітко визначені та оформлені належним чином. У разі спільної роботи з іншими студентами над виконанням індивідуальних завдань, Ви повинні зазначити ступінь їхньої залученості до роботи.

## **9. Інтеграція студентів із обмеженими можливостями (доступ до дистанційного навчання)**

Вища освіта є провідним чинником підвищення соціального статусу, досягнення духовної, матеріальної незалежності і соціалізації молоді з обмеженими функціональними можливостями й відображає стан розвитку демократичних процесів і гуманізації суспільства.

Для інтеграції студентів із обмеженими можливостями в освітній процес Українського державного університету залізничного транспорту створена система дистанційного навчання на основі сучасних педагогічних, інформаційних, телекомунікаційних технологій.

Доступ до матеріалів дистанційного навчання з цього курсу можна знайти за посиланням: <http://do.kart.edu.ua/>.

## **10. Команда викладачів.**

[Храбустовський Володимир Іванович](#) –Доцент кафедри вищої математики та фізики, отримав ступінь к.ф.-м.н. в 1975 році у ФТІНТ АН УРСР за спеціальністю 01.01.01 «Теорія функцій і функціональний аналіз». Напрямок наукової діяльності: спектральна теорія диференціальних операторів.