



СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

University department logo

РІВНЯННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ

ID 6659

Шифр, назва спеціальності та освітній рівень	124 Системний аналіз (бакалавр)	Назва освітньої програми	Інтелектуальний аналіз даних (2025)
Тип програми	Освітньо-професійна	Мова викладання	Українська
Факультет	Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії (ФІС)	Кафедра	Каф. систем штучного інтелекту та аналізу даних (СА)

Викладач/викладачі

Крива Надія Романівна, старший викладач, [профіль на порталі "Науковці ТНТУ"](#)

Загальна інформація про дисципліну

Мета курсу	Основною метою викладання є ознайомлення з основними поняттями та методами теорії рівнянь математичної фізики. Формування у студентів розуміння, знань і навичок щодо постановок та методів розв'язування задач для найпростіших рівнянь з частинними похідними другого порядку, які є математичними моделями різних природних процесів.
Формат курсу	Дисципліна передбачає проведення лекційних, практичних занять та консультацій. Для кращого розуміння та засвоєння викладеного матеріалу дисципліна має супровід у вигляді електронного навчального курсу в системі A-Tutor (https://dl.tntu.edu.ua). Електронний навчальний курс має лекційний матеріал, практичні роботи, приклади розв'язування практичних задач, завдання для самостійної роботи, питання підсумкового контролю та систему оцінювання.
Компетентності ОП	K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. K17. Здатність використовувати системний аналіз як сучасну міждисциплінарну методологію, що базується на прикладних математичних методах та сучасних інформаційних технологіях і орієнтована на вирішення задач аналізу і синтезу технічних, економічних, соціальних, екологічних та інших складних систем. K18. Здатність формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів. K19. Здатність будувати математично коректні моделі статичних та динамічних процесів і систем із зосередженими та розподіленими параметрами із врахуванням невизначеності зовнішніх та внутрішніх факторів. K20. Здатність визначати основні чинники, які впливають на розвиток фізичних, економічних, соціальних процесів, виокремлювати в них стохастичні та невизначені показники, формулювати їх у вигляді випадкових або нечітких величин, векторів, процесів та досліджувати залежності між ними. K25. Здатність представляти математичні аргументи і висновки з них з ясністю і точністю і в таких формах, які підходять для аудиторії як усно так і в письмовій формі.
Програмні результати навчання з ОП	ПР04. Знати та вміти застосовувати базові методи якісного аналізу та інтегрування звичайних диференціальних рівнянь і систем, диференціальних рівнянь в частинних похідних, в тому числі рівнянь математичної фізики. ПР12. Застосовувати методи і засоби роботи з даними і знаннями, методи математичного, логіко-семантичного, об'єктного та імітаційного моделювання, технології системного і статистичного аналізу.
Обсяг курсу	Очна (денна) форма здобуття освіти: Кількість кредитів ECTS — 9; лекції — 70 год.; практичні заняття — 52 год.; лабораторні заняття — - год.;

	самостійна робота — 148 год.;
Ознаки курсу	Рік навчання — 3,4; семестр — 6-7; Обов’язкова (для здобувачів інших ОП може бути вибірковою) дисципліна; кількість модулів — 3;
Форма контролю	Поточний контроль: модуль 1, модуль 2, модуль 3 Підсумковий контроль: екзамен, 6 семестр Підсумковий контроль: екзамен, 7 семестр
Компетентності та дисципліни, що є передумовою для вивчення	K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. K18. Здатність формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів. K19. Здатність будувати математично коректні моделі статичних та динамічних процесів і систем із зосередженими та розподіленими параметрами із врахуванням невизначеності зовнішніх та внутрішніх факторів. K25. Здатність представляти математичні аргументи і висновки з них з ясністю і точністю і в таких формах, які підходять для аудиторії як усно так і в письмовій формі. Вища математика, диференціальні рівняння
Матеріально-технічне та/або інформаційне забезпечення	проектор, мережа інтернет з можливістю доступу до середовища дистанційного навчання ATutor.

СТРУКТУРА КУРСУ

Лекційний курс

Годин
ОФЗО ЗФЗО

VI СЕМЕСТР

Лекція 1. Диференціальні рівняння з частинними похідними, основні поняття. Лінійні диференціальні рівняння з частинними похідними та властивості їх розв'язків. Класифікація лінійних диференціальних рівнянь другого порядку з двома незалежними змінними. Постановка задачі для диференціального рівняння другого порядку з частинними похідними. Поняття про рівняння математичної фізики.

2

Лекція 2. Хвильове рівняння. Задача про вільні коливання нескінченної струни та її розв'язування методом Даламбера.

4

Лекція 3-4. Диференціальні рівняння з частинними похідними гіперболічного типу. Задача про вільні коливання струни із закріпленими кінцями та її розв'язування. Задача Штурма-Ліувілля

2

Лекція 5. Задача про вимушені коливання струни із закріпленими кінцями та її розв'язування методом розвинення за власними функціями.

2

Лекція 6. Загальна схема методу Фур'є.

4

Лекція 7-8. Диференціальні рівняння з частинними похідними параболічного типу. Рівняння лінійної теплопровідності для плоского стрижня без теплових потоків та джерел. Рівняння лінійної теплопровідності для плоского стрижня з тепловими потоками та джерелами.

4

Лекція 9-10. Принцип максимуму для рівняння теплопровідності в обмежених та необмежених областях. Теореми єдиності розв'язку поставлених задач для рівняння теплопровідності. Теорема про стабілізацію розв'язків рівняння теплопровідності.

2

Лекція 11. Фундаментальний розв'язок рівняння теплопровідності. Інтеграл Пуассона. Принцип Дюамеля.

2

Лекція 12. Метод Фур'є розв'язання крайових задач для рівняння теплопровідності.

2

Лекція 13. Гармонічні функції. Зв'язок між аналітичними та гармонічними функціями.	2
Лекція 14. Формули Гріна. Лема про тепловий потік	2
Лекція 15. Сферично симетричні розв'язки рівняння Лапласа. Фундаментальний розв'язок оператора Лапласа.	2
Лекція 16. Потенціали та їх властивості. Представлення функцій через потенціали.	2
Лекція 17. Теореми про середнє значення по сфері та по кулі для гармонічних функцій.	2
Лекція 18. Принцип максимуму для гармонічних функцій. Теорема єдиності розв'язку задачі Діріхле для рівняння Пуассона.	2
Лекція 19. Функція Гріна для кулі. Формула Пуассона розв'язку задачі Діріхле для рівняння Пуассона в кулі.	2
Лекція 20. Метод Фур'є розв'язання крайових задач для рівняння Пуассона в прямокутних областях.	2
Лекція 21. Нерівність Харнака. Перша теорема Ліувіля.	2
Лекція 22. Оцінка похідних гармонічних функцій. Друга теорема Ліувіля.	2
Лекція 23. Лема про косу похідну. Теорема єдиності розв'язку задачі Неймана для рівняння Пуассона.	2
Лекція 24. Теорема про усуну особливості гармонічних функцій.	2
Лекція 25. Зовнішні задачі для рівняння Пуассона.	2
Лекція 26. Метод Фур'є розв'язання крайових задач для рівняння Пуассона в кругових областях.	2
Лекція 27. Узагальнені розв'язки задачі Діріхле для рівняння Пуассона.	2
VII СЕМЕСТР	
Лекція 1. Рівняння математичної фізики в нескінченних областях. Коротке повторення основних типів рівнянь (гіперболічні, параболічні, еліптичні). Розв'язання задачі Коші для хвильового рівняння в просторі R^n . Формули Кірхгофа та Пуассона. Фундаментальні розв'язки і їх застосування для розв'язання неоднорідних рівнянь.	2

Лекція 2. Принцип максимуму та його узагальнення. Детальне вивчення принципу максимуму для рівнянь параболічного та еліптичного типів. Доведення теорем порівняння. Використання принципу максимуму для доведення єдиності розв'язків.	2
Лекція 3. Методи інтегральних перетворень. Основні ідеї методу: перетворення Фур'є та Лапласа. Розв'язання рівняння теплопровідності та хвильового рівняння за допомогою перетворення Фур'є. Розв'язання рівняння Лапласа в напівпросторі.	2
Лекція 4. Метод функцій Гріна. Повторення ідеї функції Гріна для задачі Діріхле. Побудова функцій Гріна для інших областей, зокрема для напівпростору та квадранта.	2
Лекція 5. Варіаційні методи в математичній фізиці. Поняття функціоналу та його мінімізації. Рівняння Ейлера-Лагранжа. Зв'язок між рівняннями математичної фізики та варіаційними задачами (принцип Гамільтона). Варіаційний підхід до рівняння Лапласа та Пуассона.	2
Лекція 6. Вступ до теорії розподілів (узагальнених функцій). Поняття пробних функцій та лінійного неперервного функціоналу. Дельта-функція Дірака. Використання розподілів для розв'язання рівнянь з точковими джерелами. Теорема про фундаментальний розв'язок оператора Лапласа.	2
Лекція 7. Рівняння математичної фізики в неklasичних постановках. Постановка задач з узагальненими розв'язками. Рівняння з негладкими коефіцієнтами. Вплив різних типів граничних умов на властивості розв'язків.	2
Лекція 8. Чисельні методи розв'язання рівнянь математичної фізики. Короткий огляд: метод скінченних різниць, метод скінченних елементів. Апроксимація похідних. Розв'язання рівняння Лапласа та теплопровідності методом скінченних різниць. Обговорення стабільності та збіжності чисельних схем.	2
РАЗОМ:	70

Практичні заняття (теми)		Годин
		ОФЗО ЗФЗО
VI СЕМЕСТР		
Практичне заняття 1.		2
Типи лінійних диференціальних рівнянь в частинних похідних другого порядку.		

Практичне заняття 2. Зведення лінійних диференціальних рівняннях в частинних похідних другого порядку з двома незалежними змінними до канонічного вигляду. Метод характеристик.	2
Практичне заняття 3. Рівняння гіперболічного типу. Постановка задачі Коші для нескінченної струни. Формула Даламбера, її фізичний зміст. Неоднорідне рівняння струни.	2
Практичне заняття 4. Задача про вільні коливання струни із закріпленими кінцями та її розв'язування. Задача Штурма-Ліувілля	2
Практичне заняття 5. Загальна схема методу Фур'є.	2
Практичне заняття 6. Задача Коші для рівняння теплопровідності. Принцип максимуму для розв'язків рівняння теплопровідності.	2
Практичне заняття 7. Фундаментальний розв'язок рівняння теплопровідності. Формула Пуассона розв'язку задачі Коші для однорідного рівняння теплопровідності.	2
Практичне заняття 8. Метод Фур'є розв'язання крайових задач для рівняння теплопровідності.	2
Практичне заняття 9. Модуль 1	2
Практичне заняття 10. Рівняння Лапласа. Гармонічні функції та їх властивості. Теорема про середнє значення. Принцип максимуму гармонічної функції. Постановка крайових задач для рівняння Лапласа.	2
Практичне заняття 11. Фундаментальний розв'язок рівняння Лапласа. Функція Гріна першої та другої крайових задач, їх властивості.	2
Практичне заняття 12. Застосування властивостей гармонічних функцій в дослідженні крайових задач для еліптичних рівнянь.	2

Практичне заняття 13. Знаходження розв'язків задач Діріхле та Неймана для рівняння Лапласа за допомогою функції Гріна.	2
Практичне заняття 14. Методи інтегральних перетворень розв'язування задач математичної фізики. . Перетворення Лапласа	2
Практичне заняття 15. Методи інтегральних перетворень розв'язування задач математичної фізики. Дискретні інтегральні перетворення. Перетворення Фур'є.	2
Практичне заняття 16. Зведення крайових задач для рівняння Лапласа до інтегральних рівнянь та їх дослідження.	2
Практичне заняття 17. Крайові задачі для рівняння Лапласа в канонічних областях. Метод розділення змінних в рівнянні Лапласа в полярних і сферичних координатах. Крайові задачі для кола і кулі	2
Практичне заняття 18. Модуль 2	2
VII СЕМЕСТР	
Практичне заняття 1. Хвильове рівняння та задача Коші. Розв'язання задачі Коші для одновимірного, двовимірного та тривимірного хвильового рівняння. Використання формул Д'Аламбера, Кірхгофа та Пуассона для конкретних початкових умов. Аналіз областей залежності та поширення збурень для різних розмірностей простору.	2
Практичне заняття 2. Застосування принципу максимуму. Доведення єдиності розв'язків рівнянь теплопровідності та Лапласа для різних граничних умов, використовуючи принцип максимуму. Розв'язання задач на порівняння, що демонструють властивості розв'язків еліптичних та параболічних рівнянь.	2

Практичне заняття 3. Методи інтегральних перетворень. Розв'язання рівнянь теплопровідності на нескінченній прямій за допомогою перетворення Фур'є. Розв'язання рівняння Лапласа в напівплощині (або квадранті) з використанням інтегральних перетворень.	2
Практичне заняття 4. Функції Гріна та їх побудова. Побудова функції Гріна для рівняння Лапласа в простих областях (наприклад, для напівплощини) методом відображень. Використання функції Гріна для знаходження розв'язку неоднорідного рівняння Пуассона.	2
Практичне заняття 5. Варіаційні формулювання. Побудова відповідних функціоналів для заданих рівнянь (наприклад, рівняння Лапласа або рівняння для коливань мембрани). Використання рівняння Ейлера - Лагранжа для отримання рівняння з заданого функціоналу.	2
Практичне заняття 6. Робота з дельта-функцією. Обчислення інтегралів, що містять дельта-функцію Дірака. Знаходження фундаментальних розв'язків диференціальних операторів (наприклад, Δ або $\partial_t - \Delta$) у просторі розподілів.	2
Практичне заняття 7. Аналіз неklasичних розв'язків. Аналіз прикладів рівнянь з розривними початковими або граничними умовами. Обговорення та ілюстрація, чому класичні методи не працюють, і як виникає потреба в узагальнених розв'язках.	2
Практичне заняття 8. Вступ до чисельних методів. Побудова схеми скінченних різниць для одновимірного рівняння теплопровідності. Обчислення розв'язку на кількох кроках за часом, ілюструючи концепцію стабільності та збіжності.	2
РАЗОМ: 52	

Курсова робота/проект

Мета виконання курсової роботи	Метою виконання курсової роботи з дисципліни «Рівняння математичної фізики» є систематизація, закріплення та розширення теоретичних знань, їхнє застосування для вирішення конкретного практичного завдання відповідно до вимог формування компетентностей згідно освітньої програми «Рівняння математичної фізики».
Завдання курсової роботи	Головним завданням курсового проектування є підготовка студента до самостійної творчої науково-аналітичної діяльності в області формалізації, моделювання та оптимізації складних динамічних процесів на основі знань, отриманих в процесі вивчення дисципліни.
Структура курсової роботи	Титульний лист; завдання на курсову роботу; анотація; зміст; перелік умовних позначень; вступ; основна частина; висновки; список використаних джерел; додатки.
Обсяг курсової роботи	Рекомендований обсяг - 20-30 сторінок.
Етапи виконання	Вибір та затвердження теми курсової роботи; критичний аналіз нормативно-правової бази, спеціальної літератури з проблем, що розглядаються, пошук додаткових джерел інформації; складання плану курсової роботи; узагальнення та аналіз накопиченого матеріалу, обробка даних, обґрунтування пропозицій; написання тексту і оформлення курсової роботи; захист курсової роботи згідно з встановленим графіком.
Оцінювання курсової роботи	Зміст курсової роботи – 75 балів, захист курсової роботи – 25 балів.
Форма контролю	Захист курсової роботи передбачає: - стислу доповідь (5 хв.) студента, в якій необхідно відокремити мету, об'єкт, предмет дослідження та коротко висвітлити зміст одержаних результатів . Зробити акцент на висновках та рекомендаціях. Бажано, щоб доповідь студента під час захисту супроводжувалась презентацією результатів, підготовленою за допомогою засобів «Microsoft PowerPoint»; - співбесіду і відповіді на запитання керівника та членів комісії. Курсова робота та її захист оцінюється відповідно до вимог кредитно-модульної системи.
Технічне й програмне забезпечення	Технічні засоби для демонстрування результатів виконання курсової роботи (ноутбук, проектор). Пакет програмних продуктів Microsoft Office.

ІНШІ ВИДИ РОБІТ

Теми, короткий зміст

Інформаційні джерела для вивчення курсу

1. Білококос Є.Д., Шека Д.Д., Збірник задач з курсу “Рівняння математичної фізики”. – К: 2017.
2. Журавська Г.В. Класичні методи розв’язування задач математичної фізики. Навчальний посібник для інженерних спеціальностей./ Журавська Г.В., Качаєнко О.Б., Кузьма О.В., Рева Н.В., Стогній В.І. - Київ: КПІ, 2017. - 258 с.
3. Грицайчук В. М., Колісник Р. В. Рівняння математичної фізики: Навчальний посібник. – Хмельницький: Хмельницький національний університет, 2020. – 130 с.
4. Дерябін С. М., Іванова О. М., Петрик М. Р. Рівняння математичної фізики: Навчальний посібник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 188 с.
5. Савула Я. Г., Семчишин Я. М. Рівняння математичної фізики: навчальний посібник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2020. – 208 с.
6. Вовк О. Р., Пахомова Л. Є., Тінькова К. І. Рівняння математичної фізики: Навчальний посібник. – Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2021. – 148 с.
7. Лапицька А. А., Шабельнікова І. В. Рівняння математичної фізики: Курс лекцій. – Київ: Національний авіаційний університет, 2021. – 160 с.
8. Ігнатенко В. В., Дзябенко О. М., Бутіріна Н. С. Рівняння математичної фізики: Навчальний посібник. – Одеса: Одеський національний технологічний університет, 2022. – 120 с.
9. Кардаш В. А., Зікунова О. В., Лазарева М. С. Методи розв’язання рівнянь математичної фізики: Навчальний посібник. – Одеса: Національний університет "Одеська політехніка", 2022. – 156 с. (Фокус на методах, що є суттю курсу РМФ).
10. Колісник Р. В., Медведєв М. Г. Рівняння математичної фізики. Частина 1: Навчальний посібник. – Одеса: Одеська національна академія зв’язку ім. О. С. Попова, 2022. – 140 с.
11. Попов О. Б., Стельмах С. О., Попова Г. О. Рівняння математичної фізики: Навчальний посібник. – Київ: НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», 2023. – 220 с.
12. Шинкаренко В. І., Галушак Р. М., Колісник Р. В. Рівняння математичної фізики: Навчальний посібник. – Чернігів: Національний університет «Чернігівська політехніка», 2023. – 136 с.

Політики курсу

Політика контролю	Використовуються такі засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання: поточне опитування; тестування; виконання індивідуальних завдань та презентацій; оцінювання результатів виконаних самостійних робіт; бесіди та обговорення проблемних питань; дискусії; індивідуальні консультації; екзамен. Можливий ректорський контроль.
Політика щодо консультування	Консультації при вивченні дисципліни проводяться згідно затвердженого на кафедрі . Консультування передбачено як очно ,так і з використанням ресурсів електронного навчального курсу у середовищі електронного навчання університету.
Політика щодо перескладання	Студент має право на повторне складання модульного контролю з метою підвищення рейтингу протягом тижня після складання модульного контролю за графіком. Перескладання екзамену відбувається в терміни, визначені графіком освітнього процесу. Здобувач ВО має право на зарахування результатів навчання здобутих у неформальній чи інформальній освіті.
Політика щодо академічної доброчесності	При складанні усіх видів контролю у середовищі електронного навчання завжди активується система розпізнавання особи, що складає контроль. Усі практичні роботи у ЕНК перевіряються вбудованою системою Антиплагіат. При складанні усіх форм контролю забороняється списування, у тому числі з використанням сучасних інформаційних технологій.
Політика щодо відвідування	Відвідування занять є обов'язковим компонентом освітнього процесу. За наявності поважних причин (наприклад, хвороба, особливі потреби, відрядження, сімейні обставини, участь у програмах академічної мобільності тощо) навчання може здійснюватися за індивідуальним графіком, погодженим з деканом факультету.

СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ

Розподіл балів, які отримують студенти за курс

Семестр 6

Модуль 1			Модуль 2			Підсумковий контроль		Разом з дисципліни
Аудиторна та самостійна робота			Аудиторна та самостійна робота			Теоретич ний курс	Практич не завдання	100
Теоретичний курс (тестування)	Практична робота		Теоретичний курс (тестування)	Практична робота				
15	25		15	20		15	10	
№ лекції	Види робіт	К-ть балів	№ лекції	Види робіт	К-ть балів			
Тема 1-12	Контрольно-модульна робота	25	Тема 13-27	Контрольно-модульна робота	20			

Семестр 7

Модуль 1			Підсумковий контроль		Разом з дисципліни
Аудиторна та самостійна робота			Теоретичний курс	Практичне завдання	100
Теоретичний курс (тестування)	Практична робота				
25	50				
№ лекції	Види робіт	К-ть балів			
Тема 1-8	Контрольно-модульна робота	50			

Розподіл балів, які отримують студенти за виконання та захист КР

Модуль 1		Підсумковий контроль	Разом за КР
Виконання розділів		Захист КР	100
75		25	
Види робіт	К-ть балів		
Етап 1.1	15		
Етап 1.2	10		
Етап 1.3	15		
Етап 1.4	15		
Етап 1.5	20		

Розподіл оцінок

Сума балів за навчальну діяльність	Шкала ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	Відмінно
82-89	B	Добре
75-81	C	Добре
67-74	D	Задовільно
60-66	E	Задовільно
35-59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання
1-34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Затверджено рішенням кафедри СА, протокол №1 від «28» серпня 2025 року.