Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет математики та інформатики
(назва факультету/навчально-наукового інституту)

Кафедра математичного моделювання
(назва кафедри, що забезпечує викладання)

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Декан факультету
математики та інформатики
_____ Ольга МАРТИНЮК
"28" серпня 2026 року

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни
Теоретичні основи прикладних досліджень
(назва навчальної дисципліни)

вибіркова
(вказати: обов'язкова)

Освітньо-професійна програма Комп'ютерні науки та проєктування програмних систем
(назва програми)

Спеціальність F3 Комп'ютерні науки
(вказати: код, назва)

Галузь знань F Інформаційні технології
(вказати: шифр, назва)

Рівень вищої освіти другий (магістерський)
(вказати: перший (бакалаврський) / другий (магістерський) / третій (освітньо-науковий)

Факультет математики та інформатики
(назва факультету/ навчально-наукового інституту, на якому здійснюється підготовка фахівців за вказаною освітньою програмою)

Мова навчання українська
(вказати: на якій мові читається дисципліна)

Чернівці 2026 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «*Теоретичні основи прикладних досліджень*» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Комп'ютерні науки та проєктування програмних систем»

Розробники:
Черевко Ігор Михайлович, завідувач кафедри математичного моделювання, доктор фіз.-мат. наук, професор;
Пасічник Галина Савеліївна, доцент кафедри математичного моделювання, кандидат фіз.-мат. наук, доцент

Викладачі, що забезпечують читання даної навчальної дисципліни:
Черевко Ігор Михайлович, завідувач кафедри математичного моделювання, доктор фіз.-мат. наук, професор;
Пасічник Галина Савеліївна, доцент кафедри математичного моделювання, кандидат фіз.-мат. наук, доцент

Затверджено на засіданні кафедри математичного моделювання
Протокол № 1 від «27» серпня 2026 року

Завідувач кафедри _____ **Ігор ЧЕРЕВКО**

Схвалено методичною радою факультету математики та інформатики
Протокол № 1 від «28» серпня 2026 року

Голова методичної ради _____ **Тоня ФРАТАВЧАН**

Анотація дисципліни

Навчальна дисципліна присвячена поглибленому вивченню математичного апарату для моделювання складних процесів. Курс формує теоретичний та методологічний фундамент для розв'язання наукоємних обчислювальних задач у галузі комп'ютерних наук. Зокрема у сферах штучного інтелекту, фінансового моделювання та інженерії.

У межах дисципліни розглядаються сучасні математичні методи та системний інструментарій для проєктування й дослідження інтелектуальних систем в умовах концептуальної та інформаційної невизначеності, коли класичні детерміновані алгоритми є непридатними. Особливий акцент зроблено на сучасні розділи теорії алгоритмів та обчислювальної складності, моделюванні процесів, які описуються параболічними рівняннями (зокрема, оцінювання вартості акцій азійського ринку), інтерпретацію розв'язку а аспекті комп'ютерного моделювання. Здобувачі навчаться формалізувати складні нетривіальні задачі, оцінювати межі обчислюваності та застосовувати передові теоретичні моделі при проєктуванні надійних програмних систем.

Матеріал курсу безпосередньо спирається на актуальні наукові дослідження.

Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета курсу:

- Сформувати у здобувачів глибоке розуміння сучасних теоретичних основ комп'ютерних наук та розвинути навички застосування складного математичного апарату для вирішення дослідницьких і прикладних задач інженерії програмного забезпечення та аналізу даних.
- Сформувати уявлення про прикладне значення диференціальних рівнянь із частинними похідними, критерії коректності постановки задач, методи знаходження точного розвязку, розвинути навички розробки базових алгоритмів дискретизації та наближеного розв'язування крайових задач.

Основні завдання:

- поглибити знання магістрів у галузі сучасних чисельних методів та наближених обчислень, роботі з погано обумовленими задачами та розв'язанні великих систем рівнянь, що виникають у сучасному комп'ютерному моделюванні, машинному навчанні та інженерії даних;
- навчити застосовувати сучасні ітераційні алгоритми, навички побудови сплайн-апроксимацій для обробки багатовимірних даних, розвинути вміння оцінювати обчислювальну складність, стійкість та похибки алгоритмів;
- розвинути у здобувачів вищої освіти системне уявлення про математичні методи моделювання складних динамічних процесів за допомогою диференціальних рівнянь із частинними похідними;
- сформувати навички побудови та дослідження фундаментального розв'язку задачі Коші (зокрема, для параболічних рівнянь), а також навчити застосовувати інтегральні представлення для отримання розв'язків задач із заданими початковими умовами.

Вивчення навчальної дисципліни «Теоретичних основи прикладних досліджень» передбачає формування таких компетентностей для студентів спеціальності F3 «Комп'ютерні науки»:

Загальні та спеціальні компетентності:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК5. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.
ЗК6. Здатність бути критичним і самокритичним.
ЗК7. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
СК01. Усвідомлення теоретичних засад комп'ютерних наук.

СК03. Здатність використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметної області.
СК06. Здатність застосовувати існуючі і розробляти нові алгоритми розв'язування задач у галузі комп'ютерних наук

Програмні результати навчання:

РН1. Мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерних наук і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у сфері комп'ютерних наук та на межі галузей знань.
РН7. Розробляти та застосовувати математичні методи для аналізу інформаційних моделей.
РН11. Створювати нові алгоритми розв'язування задач у сфері комп'ютерних наук, оцінювати їх ефективність та обмеження на їх застосування

Пререквізити. Ефективність засвоєння змісту дисципліни «Теоретичних основи прикладних досліджень» значно підвищиться при попередньо опанованих дисциплінах: Теорія ймовірності та математична статистика; Інтелектуальний аналіз даних; методи обчислень; диференціальні рівняння.

Опис навчальної дисципліни
Загальна інформація

Форма навчання	**Рік підготовки**	**Семестр**	**Кількість**		**Кількість годин**						**Вид підсумкового контролю**
			кредитів	**годин**	**лекції**	**практичні**	**семінарські**	**лабораторні**	**самостійна робота**	**індивідуальні завдання**	
Денна	2	1	3	90	14	14	–	–	62	–	залік

Структурний зміст навчальної дисципліни

Назви змістових модулів 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
Змістовий модуль 1. Поглиблені чисельні методи для математичного та комп'ютерного моделювання.												
Тема 1. Елементи теорії похибок	8	1	1			6						
Тема 2. Методи розв'язування нелінійних рівнянь	12	2	2			8						
Тема 3. Прямі та ітераційні алгоритми розв'язування СЛАР	9	2	2			5						
Тема 4. Апроксимація функцій	10	2	2			6						
Разом за ЗМ1	**39**	**7**	**7**			**25**						
Змістовий модуль 2. Аналітичні та наближені методи дослідження моделей, що описуються параболічними системами												

Тема 5. Приклади задач, які приводять до диференціальних рівнянь з частинними похідними. Постановка крайових задач, їх коректність.	13	2	2			9						
Тема 6. Фундаментальний розв'язок задачі Коші	11	2	2			7						
Тема 7 Моделі азійського ринку і вироджені параболічні рівняння	10	2	1			7						
Тема 8. Наближені методи розв' язування крайових задач	11	1	2			8						
Разом за ЗМ 2	**45**	**7**	**7**			**37**						
Усього годин	**90**	**14**	**14**			**62**						

Тематика лекційних занять з переліком питань

№	Назва теми з основними питаннями
Тема 1	Елементи теорії похибок 1. Джерела та походження похибок. 2. Значущі та правильні цифри. 3. Граничні абсолютна та відносна похибки. 4. Похибки функцій та арифметичних операцій.
Тема 2	Методи розв'язування нелінійних рівнянь 1. Відокремлення дійсних коренів. 2. Принцип стислих відображень. Метод простої ітерації. 3. Метод Ньютона. 4. Гібридний квазіньютонівський алгоритм. 5. Стохастична апроксимація.
Тема 3	Прямі та ітераційні алгоритми розвязування СЛАР 1. Метод Гауса. 2. Ітераційні алгоритми розвязування СЛАР. 3. СЛАР з прямокутними матрицями. 4. Псевдообернена матриця. 5. Знаходження нормального узагальненого розв'язку.
Тема 4	Апроксимація функцій 1. Інтерполяційний многочлен Лаганжа. 2. Побудова ІМЛ, похибка інтерполяції. 3. Апроксимація функцій сплайнами. 4. Кубічні інтерполяційні сплайни.
Тема 5	Приклади задач, які приводять до диференціальних рівнянь з частинними похідними. Постановка крайових задач, їх коректність. 1. Рівняння теплопровідності та згладжування шуму на фотографіях зі збереженням чітких контурів об'єктів.

	2. Просторові SIR-моделі з дифузією для прогнозування географічного поширення вірусів або вірусного контенту (мемів, фейків) у соціальних мережах. 3. Справедлива ціна європейських опціонів у часі залежно від ціни базового активу та волатильності ринку 4. Постановка крайових задач та їхній прикладний зміст.
Тема 6	Фундаментальний розв'язок задачі Коші 1. Означення. 2. Застосування перетворення Фур'є до знаходження розв'язку задачі Коші 3. Метод Леві
Тема 7	Моделі азійськогого ринку і вироджені параболічні рівняння 1. Моделювання виплат залежно від усієї історії руху ціни. 2. Вироджені параболічні рівняння і рівняння типу Колмогорова. 3. Аналіз сучасних наукових результатів
Тема 8	Наближені методи розв' язування крайових задач 1. Метод скінченних різниць для рівняння Блека — Шоулза (рівняння теплопровідності) 2. Метод скінченних елементів як основа сучасних інженерних пакетів (ANSYS, COMSOL) і симуляцій у іграх 3. Нейронної мережі як універсального апроксиматора розв'язку

Теми практичних занять

№	Назва теми	год
1	Знаходження похибок функцій та арифметичних операцій	1
2	Методи розв'язування нелінійних рівнянь	2
3	Прямі та ітераційні алгоритми розв'язування СЛАР	2
4	Апроксимація функцій ІМ та сплайнами.	2
5	Побудова математичних моделей процесів, які приводять до диференціальних рівнянь з частинними похідними	2
6	Побудова фундаментального розв'язку задачі Коші для параболічного рівняння другого порядку (модель, що описує процес горіння).	2
7	Побудова розв'язку задачі Коші для виродженого параболічного рівняння, що є моделлю задачі визначення ціни акцій на азійському опціоні.	1
8	Сучасні наближені методи розв'язування крайових задач для вироджених рівнянь.	2

Зміст завдань самостійної роботи

Самостійна робота студентів складає 62 годин. Розподіл самостійної роботи за видами навчальних робот:

1) підготовка до лекційних занять – 10 годин;

2) підготовка до практичних занять та їх виконання – 20 годин;

3) самостійне опрацювання додаткового матеріалу – 18 годин;

4) підготовка до модульних контрольних робіт – 8 години;

5) підготовка до заліку – 6 годин.

Студент може індивідуально виконувати додаткові завдання навчально-дослідницької спрямованості за завданнями, наданими викладачем та отримати до 10 балів в рахунок ІНДЗ**.**

Самостійна робота

№	Назва теми	год
1.	Аналіз граничних похибок функцій та арифметичних операцій.	4
2.	Методика приведення нелінійного рівняння до вигляду зручного для застосування методу простої ітерації	4
3.	Обчислювальна схема гібридного квазіньютонівського алгоритма.	4
4.	Метод Монте-Карло для знаходження нулів стохастичних функцій.	4
5.	Огляд всеможливих варіантів методу Гауса.	4
6.	Система функцій Чебишова, існування узагальненого многочлена.	4
7.	СЛАР з прямокутними матрицями. Псевдообернена матриця.	4
8.	Кубічні інтерполяційні сплайни дефекту 2	4
9.	Доповнити поданий на лекціях перелік задач, які приводять до диференціальних рівнянь з частинними похідними.	5
10.	Задача Діріхле, Неймана та третя крайові задачі.	4
11.	Застосування перетворення Фур'є до знаходження розв'язку задачі Коші та при обробці зображень	7
12.	Прикладний аналіз фундаментального розв'язку задачі Коші для рівняння, яке описує акції європейського та азійського опціонів	7
13.	Застосувати прикладні пакети та бібліотека до розв'язування задач, що містять частинні похідні, написати власний код	4
14.	Використання нейронної мережі як універсального апроксиматора розв'язку для багатовимірних параболічних крайових задач.	4
		62

Система контролю та оцінювання

Види та форми контролю

1. Поточний (усне опитування)
2. Модульний (контрольні роботи)
3. Підсумковий (залік)

Засоби оцінювання:

- контрольні роботи;
- командні проекти;
- аналітичні звіти про виконання індивідуальних завдань та самостійної роботи.

Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

Система оцінювання рівня навчальних досягнень ґрунтується на принципах ECTS та є накопичувальною. На протязі семестру студенти виконують дві контрольні роботи (до 10 балів кожна), та індивідуальний дослідницький проєкт (до 25 балів кожен).

Підсумковим контролем з дисципліни є усний залік. Білет містить три питання, з яких одне питання теоретичне і два практичні.

1. Повна відповідь на кожне питання оцінюється 10 балами.

2. За кожну помилку, яка допущена у відповіді, знімається певна кількість балів, а саме:

При відповіді на питання у випадку неістотної помилки знімається 1-2 бали, а у випадку істотної 3-5 балів, якщо ж студент не опанував теоретичний матеріал, плутається в означеннях, наводить логічно невірні твердження, то знімається до 10 балів;

3. Максимальна кількість, яку можна набрати на підсумковому модулі 30 балів.

4. Підсумкова оцінка виставляється за результатами суми балів набраних на змістовних модулях під час семестру та підсумковому модулі (заліку) згідно таблиці

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
	Оцінка (бали)	**Пояснення за розширеною шкалою**
Відмінно	A (90-100)	відмінно
Добре	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	добре
Задовільно	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо
Незадовільно	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим самостійним повторним опрацюванням освітнього компонента до перескладання

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота								Підсумковий (залік)	Сума
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T4	30	100
10	10	10	10	10	7	8	15		

T1, T2 ... T12 – теми змістових модулів.

Політика освітнього процесу

Студенти зобов'язані своєчасно та якісно виконувати всі отримані завдання і акуратно їх оформлювати у вигляді звіту. За необхідністю з метою з'ясування всіх незрозумілих під час самостійної та індивідуальної роботи питань, відвідувати консультації викладача. Кожний студент зобов'язаний дотримуватися принципів академічної доброчесності. Виконаний студентом не свій варіант завдання не оцінюється. Складання (перескладання) заліку проводиться за встановленим деканатом розкладом.

Політика щодо академічної доброчесності

Дотримання політики щодо академічної доброчесності учасниками освітнього процесу при вивченні освітнього компонента регламентовано чинними документами ЧНУ:

- "Кодекс академічної доброчесності та етики Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича" https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/kodeks-akademichnoidobrochesnosti-ta-etyky-chernivetskoho-natsionalnoho-universytetu-imeni-yuriiafedkovycha/
- "Положення про виявлення та запобігання академічного плагіату у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича" https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/polozhennia-provyiavlennia-ta-zapobihannia-akademichnomu-plahiatu-u-chernivetskomunatsionalnomu-universyteti-imeni-yuriia-fedkovycha/
- "Політика використання штучного інтелекту в Чернівецькому національному університету імені Юрія Федьковича" https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/politykavykorystannia-shtuchnoho-intelektu-v-chernivetskomu-natsionalnomu-universytetiimeni-yuriia-fedkovycha-zi-zminamy-zatverdzhenymy-vchenoiu-radoiu-chnu-imeniyuriia-fedkovycha/

Використання здобувачами освіти інструментів штучного інтелекту (ШІ) під час виконання навчальних завдань:

- допускається за умови дотримання принципів академічної доброчесності (здобувач освіти несе відповідальність за зміст, достовірність і результати поданої роботи, а у разі використання ШІ зобов'язаний зазначити факт і спосіб його застосування);
- не допускається використання ШІ як заміни самостійного виконання завдань або з метою порушення вимог академічної доброчесності.

Рекомендована література

Основна література

1. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Рівест Р., Стайн К. *Вступ до алгоритмів* (Introduction to Algorithms). — 4-те вид. — MIT Press, 2022.
2. Андруник В.А., Висоцька В.А., Пасічник В.В., Чирун Л.Б., Чирун Л.В. Чисельні методи в комп'ютерних науках: навчальний посібник – Львів: Видавн. «Новий світ – 2000», 2020. – 470 с
3. Мокін Б. І., Мокін В. Б., Мокін О. Б. Методи та засоби комп'ютерних обчислень : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2024. 155 с.
4. Костюшко І.А., Любашенко Н.Д., Третиник В.В. Методи обчислень: Підручник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка». –. 2021– 243 с
5. Фельдман Л.П., Петренко А.І., Дмитрієва О.А. Чисельні методи в інформатиці. – К.: Видавнича група BHV, 2006. – 480 с.
6. Івасишен С.Д., Давренчук В.П., Готинчан Т.І., Мельничук Л.М. Рівняння математичної фізики: основні методи, приклди, задачі.—Чернівці: Видвничий дім "Родовід", 2016. – 212 с.
7. A. Pascucci, "Kolmogorov equations in physics and in finance," // Elliptic and Parabolic Problems, Birkhauser Basel (2005), pp. 313–324.
8. Brunton, S. L., Kutz, J. N. Data-Driven Science and Engineering: Machine Learning, Dynamical Systems, and Control. (2nd ed.). Cambridge University Press. 2022.
9. Ляшко, С. І., Клюшин, Д. А., & Оноцький, В. В**.** Чисельні методи та комп'ютерне моделювання. Київ: ВПЦ «Київський університет»**.,** 2021.

Додаткова література

1. Дзелендзяк У.Ю., Павельчак А.Г. Числові методи в ІТ. Видавництво Львівської політехніки. 2024-136 с.
2. Lu, L., Meng, X., Mao, Z., & Karniadakis, G. E DeepXDE: A deep learning library for solving differential equations. SIAM Review, 2021., 63(1), 208–228.
3. Sipser M. *Introduction to the Theory of Computation*. — 3rd ed. — Cengage Learning, 2012.
4. Golub G. H., Van Loan C. F. *Matrix Computations*. 4th ed. Johns Hopkins University Press, 2013. (Базовий підручник із матричних обчислень).
5. Voznyak, O.H., Medynskyi, I.P. Fundamental Solution of the Cauchy Problem for Degenerate Parabolic Kolmogorov-Type Equations of Any Order with Degeneration on the Initial Hyperplane. *J Math Sci* 299, 431–454 (2026). https://doi.org/10.1007/s10958-026-08438-8

Анотація дисципліни

Навчальна дисципліна присвячена поглибленому вивченню математичного апарату для моделювання складних процесів. Курс формує теоретичний та методологічний фундамент для розв'язання наукоємних обчислювальних задач у галузі комп'ютерних наук. Зокрема у сферах штучного інтелекту, фінансового моделювання та інженерії.

У межах дисципліни розглядаються сучасні математичні методи та системний інструментарій для проєктування й дослідження інтелектуальних систем в умовах концептуальної та інформаційної невизначеності, коли класичні детерміновані алгоритми є непридатними. Особливий акцент зроблено на сучасні розділи теорії алгоритмів та обчислювальної складності, моделюванні процесів, які описуються параболічними рівняннями (зокрема, оцінювання вартості акцій азійського ринку), інтерпретацію розв'язку а аспекті комп'ютерного моделювання. Здобувачі навчаться формалізувати складні нетривіальні задачі, оцінювати межі обчислюваності та застосовувати передові теоретичні моделі при проєктуванні надійних програмних систем.

Матеріал курсу безпосередньо спирається на актуальні наукові дослідження.

Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета курсу:

- Сформувати у здобувачів глибоке розуміння сучасних теоретичних основ комп'ютерних наук та розвинути навички застосування складного математичного апарату для вирішення дослідницьких і прикладних задач інженерії програмного забезпечення та аналізу даних.
- Сформувати уявлення про прикладне значення диференціальних рівнянь із частинними похідними, критерії коректності постановки задач, методи знаходження точного розвязку, розвинути навички розробки базових алгоритмів дискретизації та наближеного розв'язування крайових задач.

Основні завдання:

- поглибити знання магістрів у галузі сучасних чисельних методів та наближених обчислень, роботі з погано обумовленими задачами та розв'язанні великих систем рівнянь, що виникають у сучасному комп'ютерному моделюванні, машинному навчанні та інженерії даних;
- навчити застосовувати сучасні ітераційні алгоритми, навички побудови сплайн-апроксимацій для обробки багатовимірних даних, розвинути вміння оцінювати обчислювальну складність, стійкість та похибки алгоритмів;
- розвинути у здобувачів вищої освіти системне уявлення про математичні методи моделювання складних динамічних процесів за допомогою диференціальних рівнянь із частинними похідними;
- сформувати навички побудови та дослідження фундаментального розв'язку задачі Коші (зокрема, для параболічних рівнянь), а також навчити застосовувати інтегральні представлення для отримання розв'язків задач із заданими початковими умовами.

Вивчення навчальної дисципліни «Теоретичних основи прикладних досліджень» передбачає формування таких компетентностей для студентів спеціальності F3 «Комп'ютерні науки»:

Загальні та спеціальні компетентності:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК5. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.
ЗК6. Здатність бути критичним і самокритичним.
ЗК7. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
СК01. Усвідомлення теоретичних засад комп'ютерних наук.

СК03. Здатність використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметної області.
СК06. Здатність застосовувати існуючі і розробляти нові алгоритми розв'язування задач у галузі комп'ютерних наук

Програмні результати навчання:

РН1. Мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерних наук і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у сфері комп'ютерних наук та на межі галузей знань.
РН7. Розробляти та застосовувати математичні методи для аналізу інформаційних моделей.
РН11. Створювати нові алгоритми розв'язування задач у сфері комп'ютерних наук, оцінювати їх ефективність та обмеження на їх застосування

Пререквізити. Ефективність засвоєння змісту дисципліни «Теоретичних основи прикладних досліджень» значно підвищиться при попередньо опанованих дисциплінах: Теорія ймовірності та математична статистика; Інтелектуальний аналіз даних; методи обчислень; диференціальні рівняння.

Опис навчальної дисципліни
Загальна інформація

Форма навчання	**Рік підготовки**	**Семестр**	**Кількість**		**Кількість годин**						**Вид підсумкового контролю**
			кредитів	**годин**	**лекції**	**практичні**	**семінарські**	**лабораторні**	**самостійна робота**	**індивідуальні завдання**	
Денна	2	1	3	90	14	14	–	–	62	–	залік

Структурний зміст навчальної дисципліни

Назви змістових модулів 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
Змістовий модуль 1. Поглиблені чисельні методи для математичного та комп'ютерного моделювання.												
Тема1 Похибки, обумовленість та стійкість алгоритмів. Машинна арифметика.	8	1	1			6						
Тема 2. Принцип стислих відображень, метод Нютона, гібридні квазіньютонівські алгоритми, стохастична апроксимація.	12	2	2			8						

Тема 3. Прямі та ітераційні методи дослідження СЛАР. Порівняльний аналіз швидкості збіжності методів, обчислення визначників та обернених матриць.	12	2	2			8						
Тема 4. Сучасні методи наближення функцій. Інтерполяційні сплайни, В-сплайни та порівняння з інтерполяційними многочленами.	13	2	2			9						
Разом за ЗМ 1	**45**	**7**	**7**			**31**						
Змістовий модуль 2. Аналітичні та наближені методи дослідження моделей, що описуються параболічними системами												
Тема 5. Приклади задач, які приводять до диференціальних рівнянь з частинними похідними. Постановка крайових задач, їх коректність.	13	2	2			9						
Тема 6. Фундаментальний розв'язок задачі Коші	11	2	2			7						
Тема 7 Моделі азійського ринку і вироджені параболічні рівняння	10	2	1			7						
Тема 8. Наближені методи розв'язування крайових задач	11	1	2			8						
Разом за ЗМ 2	**45**	**7**	**7**			**37**						
Усього годин	**90**	**14**	**14**			**62**						

Тематика лекційних занять з переліком питань

№	Назва теми з основними питаннями
Тема 1	Елементи теорії похибок 1. Джерела та походження похибок. 2. Значущі та правильні цифри. 3. Граничні абсолютна та відносна похибки. 4. Похибки функцій та арифметичних операцій.
Тема 2	Методи розв'язування нелінійних рівнянь 1. Відокремлення дійсних коренів. 2. Принцип стислих відображень. Метод простої ітерації 3. Метод Ньютона. 4. Гібридний квазіньютонівський алгоритм. 5. Стохастична апроксимація.

Тема 3	Прямі та ітераційні алгоритми розвязування СЛАР 1. Метод Гауса. 2. Ітераційні алгоритми розвязування СЛАР. 3. СЛАР з прямокутними матрицями. 4. Псевдообернена матриця. 5. Знаходження нормального узагальненого розв'язку.
Тема 4	Апроксимація функцій 1. Інтерполяційний многочлен Лаганжа. 2. Побудова ІМЛ, похибка інтерполяції. 3. Апроксимація функцій сплайнами. 4. Кубічні інтерполяційні сплайни.
Тема 5	Приклади задач, які приводять до диференціальних рівнянь з частинними похідними. Постановка крайових задач, їх коректність. 1. Рівняння теплопровідності та згладжування шуму на фотографіях зі збереженням чітких контурів об'єктів. 2. Просторові SIR-моделі з дифузією для прогнозування географічного поширення вірусів або вірусного контенту (мемів, фейків) у соціальних мережах. 3. Справедлива ціна європейських опціонів у часі залежно від ціни базового активу та волатильності ринку 4. Постановка крайових задач та їхній прикладний зміст.
Тема 6	Фундаментальний розв'язок задачі Коші 1. Означення. 2. Застосування перетворення Фур'є до знаходження розв'язку задачі Коші 3. Метод Леві
Тема 7	Моделі азійськогого ринку і вироджені параболічні рівняння 1. Моделювання виплат залежно від усієї історії руху ціни. 2. Вироджені параболічні рівняння і рівняння типу Колмогорова. 3. Аналіз сучасних наукових результатів
Тема 8	Наближені методи розв' язування крайових задач 1. Метод скінченних різниць для рівняння Блека — Шоулза (рівняння теплопровідності) 2. Метод скінченних елементів як основа сучасних інженерних пакетів (ANSYS, COMSOL) і симуляцій у іграх 3. Нейронної мережі як універсального апроксиматора розв'язку

Теми практичних занять

№	Назва теми	год
1	Знаходження похибок функцій та арифметичних операцій	1
2	Методи розв'язування нелінійних рівнянь	2
3	Прямі та ітераційні алгоритми розв'язування СЛАР	2
4	Апроксимація функцій ІМ та сплайнами.	2
5	Побудова математичних моделей процесів, які приводять до диференціальних рівнянь з частинними похідними	2
6	Побудова фундаментального розв'язку задачі Коші для параболічного рівняння другого порядку (модель, що описує процес горіння).	2
7	Побудова розв'язку задачі Коші для виродженого параболічного рівняння, що є моделлю задачі визначення ціни акцій на азійському опціоні.	1
8	Сучасні наближені методи розв'язування крайових задач для вироджених рівнянь.	2

Зміст завдань самостійної роботи

Самостійна робота студентів складає 62 годин. Розподіл самостійної роботи за видами навчальних робот:

1) підготовка до лекційних занять – 10 годин;
2) підготовка до практичних занять та їх виконання – 20 годин;
3) самостійне опрацювання додаткового матеріалу – 18 годин;
4) підготовка до модульних контрольних робіт – 8 години;
5) підготовка до заліку – 6 годин.

Студент може індивідуально виконувати додаткові завдання навчально-дослідницької спрямованості за завданнями, наданими викладачем та отримати до 10 балів в рахунок ІНДЗ**.**

Самостійна робота

№	Назва теми	год
1.	Аналіз граничних похибок функцій та арифметичних операцій.	4
2.	Методика приведення нелінійного рівняння до вигляду зручного для застосування методу простої ітерації	4
3.	Обчислювальна схема гібридного квазіньютонівського алгоритма.	4
4.	Метод Монте-Карло для знаходження нулів стохастичних функцій.	4
5.	Огляд всеможливих варіантів методу Гауса.	4
6.	Система функцій Чебишова, існування узагальненого многочлена.	4
7.	СЛАР з прямокутними матрицями. Псевдообернена матриця.	4
8.	Кубічні інтерполяційні сплайни дефекту 2	4
9.	Доповнити поданий на лекціях перелік задач, які приводять до диференціальних рівнянь з частинними похідними.	5
10.	Задача Діріхле, Неймана та третя крайові задачі.	4
11.	Застосування перетворення Фур'є до знаходження розв'язку задачі Коші та при обробці зображень	7
12.	Прикладний аналіз фундаментального розв'язку задачі Коші для рівняння, яке описує акції європейського та азійського опціонів	7
13.	Застосувати прикладні пакети та бібліотека до розв'язування задач, що містять частинні похідні, написати власний код	4
14.	Використання нейронної мережі як універсального апроксиматора розв'язку для багатовимірних параболічних крайових задач.	4
		62

Освітні технології, методи навчання і викладання навчальної дисципліни

Використовуються основні традиційні (лекція, розповідь, бесіда, демонстрація) та інтерактивні методи навчання, а саме проєктне навчання, де студенти працюють над конкретними індивідуальним завданнями; кейс-методи для аналізу розв'язку та дистанційна освіта для консультацій та занять згідно з розкладом.

Система контролю та оцінювання

Види та форми контролю

1. Поточний (усне опитування)
2. Модульний (контрольні роботи)
3. Підсумковий (залік)

Засоби оцінювання:

- контрольні роботи;
- командні проекти;
- аналітичні звіти про виконання індивідуальних завдань та самостійної роботи.

Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

Система оцінювання рівня навчальних досягнень ґрунтується на принципах ECTS та є накопичувальною. На протязі семестру студенти виконують дві контрольні роботи (до 10 балів кожна), та індивідуальний дослідницький проєкт (до 25 балів кожен).

Підсумковим контролем з дисципліни є усний залік. Білет містить три питання, з яких одне питання теоретичне і два практичні.

1. Повна відповідь на кожне питання оцінюється 10 балами.

2. За кожну помилку, яка допущена у відповіді, знімається певна кількість балів, а саме:

При відповіді на питання у випадку неістотної помилки знімається 1-2 бали, а у випадку істотної 3-5 балів, якщо ж студент не опанував теоретичний матеріал, плутається в означеннях, наводить логічно невірні твердження, то знімається до 10 балів;

3. Максимальна кількість, яку можна набрати на підсумковому модулі 30 балів.

4. Підсумкова оцінка виставляється за результатами суми балів набраних на змістовних модулях під час семестру та підсумковому модулі (заліку) згідно таблиці

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка за національною шкалою	**Оцінка за шкалою ECTS**	
	Оцінка (бали)	**Пояснення за розширеною шкалою**
Відмінно	A (90-100)	відмінно
Добре	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	добре
Задовільно	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо
Незадовільно	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим самостійним повторним опрацюванням освітнього компонента до перескладання

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота								Підсумковий (залік)	Сума
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T4	30	100
10	10	10	10	10	7	8	15		

T1, T2 ... T12 – теми змістових модулів.

Політика освітнього процесу

Студенти зобов'язані своєчасно та якісно виконувати всі отримані завдання і акуратно їх оформлювати у вигляді звіту. За необхідністю з метою з'ясування всіх незрозумілих під час самостійної та індивідуальної роботи питань, відвідувати консультації викладача. Кожний студент зобов'язаний дотримуватися принципів академічної доброчесності. Виконаний студентом не свій варіант завдання не оцінюється. Складання (перескладання) заліку проводиться за встановленим деканатом розкладом.

Політика щодо академічної доброчесності

Дотримання політики щодо академічної доброчесності учасниками освітнього процесу при вивченні освітнього компонента регламентовано чинними документами ЧНУ:

- "Кодекс академічної доброчесності та етики Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича" https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/kodeks-akademichnoidobrochesnosti-ta-etyky-chernivetskoho-natsionalnoho-universytetu-imeni-yuriiafedkovycha/
- "Положення про виявлення та запобігання академічного плагіату у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича" https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/polozhennia-provyiavlennia-ta-zapobihannia-akademichnomu-plahiatu-u-chernivetskomunatsionalnomu-universyteti-imeni-yuriia-fedkovycha/
- "Політика використання штучного інтелекту в Чернівецькому національному університету імені Юрія Федьковича" https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/politykavykorystannia-shtuchnoho-intelektu-v-chernivetskomu-natsionalnomu-universytetiimeni-yuriia-fedkovycha-zi-zminamy-zatverdzhenymy-vchenoiu-radoiu-chnu-imeniyuriia-fedkovycha/

Використання здобувачами освіти інструментів штучного інтелекту (ШІ) під час виконання навчальних завдань:

- допускається за умови дотримання принципів академічної доброчесності (здобувач освіти несе відповідальність за зміст, достовірність і результати поданої роботи, а у разі використання ШІ зобов'язаний зазначити факт і спосіб його застосування);
- не допускається використання ШІ як заміни самостійного виконання завдань або з метою порушення вимог академічної доброчесності.

Рекомендована література

Основна література

1. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Рівест Р., Стайн К. *Вступ до алгоритмів* (Introduction to Algorithms). — 4-те вид. — MIT Press, 2022.
2. Андруник В.А., Висоцька В.А., Пасічник В.В., Чирун Л.Б., Чирун Л.В. Чисельні методи в комп'ютерних науках: навчальний посібник – Львів: Видавн. «Новий світ – 2000», 2020. – 470 с
3. Мокін Б. І., Мокін В. Б., Мокін О. Б. Методи та засоби комп'ютерних обчислень : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2024. 155 с.
4. Костюшко І.А., Любашенко Н.Д., Третиник В.В. Методи обчислень: Підручник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка». –. 2021– 243 с
5. Фельдман Л.П., Петренко А.І., Дмитрієва О.А. Чисельні методи в інформатиці. – К.: Видавнича група BHV, 2006. – 480 с.
6. Івасишен С.Д., Давренчук В.П., Готинчан Т.І., Мельничук Л.М. Рівняння математичної фізики: основні методи, приклди, задачі.—Чернівці: Видвничий дім "Родовід", 2016. – 212 с.
7. A. Pascucci, "Kolmogorov equations in physics and in finance," // Elliptic and Parabolic Problems, Birkhauser Basel (2005), pp. 313–324.
8. Brunton, S. L., Kutz, J. N. Data-Driven Science and Engineering: Machine Learning, Dynamical Systems, and Control. (2nd ed.). Cambridge University Press. 2022.
9. Ляшко, С. І., Клюшин, Д. А., & Оноцький, В. В**.** Чисельні методи та комп'ютерне моделювання. Київ: ВПЦ «Київський університет»**.,** 2021.

Додаткова література

1. Дзелендзяк У.Ю., Павельчак А.Г. Числові методи в ІТ. Видавництво Львівської політехніки. 2024-136 с.

2. Lu, L., Meng, X., Mao, Z., & Karniadakis, G. E DeepXDE: A deep learning library for solving differential equations. SIAM Review, 2021., 63(1), 208–228.
3. Sipser M. *Introduction to the Theory of Computation*. — 3rd ed. — Cengage Learning, 2012.
4. Golub G. H., Van Loan C. F. *Matrix Computations*. 4th ed. Johns Hopkins University Press, 2013. (Базовий підручник із матричних обчислень).
5. Voznyak, O.H., Medynskyi, I.P. Fundamental Solution of the Cauchy Problem for Degenerate Parabolic Kolmogorov-Type Equations of Any Order with Degeneration on the Initial Hyperplane. *J Math Sci* 299, 431–454 (2026). https://doi.org/10.1007/s10958-026-08438-8