

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Декан факультету комп'ютерних
інформаційних технологій

Ігор ЯКИМЕНКО

“30” 2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Проректор з науково-педагогічної
роботи

Віктор ОСТРОВЕРХОВ

“30” 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни «**Чисельні методи та програмування**»

ступінь вищої освіти – **бакалавр**

галузь знань – **12 “Інформаційні технології”**

спеціальність – **122 „Комп’ютерні науки”**

освітньо-професійна програма – **„Штучний інтелект”**

Кафедра інформаційно-обчислювальних систем і управління

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Лабораторні заняття (год.)	ІРС (год.)	Тренінг (год.)	Самост. робота студ. (год.)	Разом (год.)	Екз. (сем.)
Денна	2	4	30	44	4	10	62	150	4

Тернопіль – ЗУНУ
2024

30.08.2024р
[Підпис]

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Штучний інтелект» підготовки бакалавра галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», затвердженої Вченою радою ЗУНУ (протокол № 10 від 23.06.2023 р.) зі змінами відповідно до рішення Вченої ради ЗУНУ (протокол №11 від 26.06.2024р.).

Робочу програму склала доцент кафедри ІОСУ, к.т.н. Діана ЗАГОРОДНЯ

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри інформаційно-обчислювальних систем і управління, протокол № 1 від 27 серпня 2024 р.

В.о. завідувача кафедри



Надія ВАСИЛЬКІВ

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності 122 „Комп'ютерні науки”, протокол № 1 від 30 серпня 2024 р.

Голова групи
забезпечення спеціальності,
д-р техн. наук, професор



Мирослав КОМАР

Гарант освітньо-професійної
програми "Штучний інтелект",
канд. техн. наук, доцент



Василь КОВАЛЬ

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ ТА ПРОГРАМУВАННЯ»

1. ОПИС ДИСЦИПЛІНИ «ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ ТА ПРОГРАМУВАННЯ»

Дисципліна – «Чисельні методи та програмування»	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 5	Галузь знань – 12 “Інформаційні технології”	Статус дисципліни: обов’язкова дисципліна циклу професійної підготовки Мова навчання: Українська
Кількість залікових модулів – 5	Спеціальність – 122 «Комп’ютерні науки»	Рік підготовки: 2 Семестр: 4
Кількість змістових модулів – 3	Освітньо-професійна програма «Штучний інтелект»	Лекції: 30 год. Лабораторні заняття: 44 год.
Загальна кількість годин – 150	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Самостійна робота: 62 год. Тренінг: 10 год. Індивідуальна робота: 4 год.
Тижневих годин – 10, з них аудиторних – 5 год.		Вид підсумкового контролю – екзамен

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ ТА ПРОГРАМУВАННЯ»

2.1. Мета вивчення дисципліни

Метою дисципліни «Чисельні методи та програмування» є набуття теоретичних і практичних знань з основ апарату чисельних методів, методів розв'язку математично формалізованих задач, вивчення чисельних методів розв'язання задач прикладної та обчислювальної математики, які охоплюють такі класи задач, як розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь, відновлення і наближення функцій, чисельне диференціювання та інтегрування функцій, знаходження коренів нелінійних рівнянь і їх систем, знаходження значення і точки мінімуму функції однієї і багатьох змінних, розв'язання задачі Коші і крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь і їх систем та диференціальних рівнянь з частинними похідними, математичних методів дослідження операцій, методів оптимізації, методів розв'язування задач лінійного програмування, дискретного, стохастичного та динамічного програмування.

2.2. Завдання вивчення дисципліни:

Завдання дисципліни «Чисельні методи та програмування» полягає у:

- оволодіння основними поняттями чисельних методів;
- вивчення основних принципів та інструментарію апарату чисельних методів;
- вивчення основних підходів в області апроксимації функцій, чисельного диференціювання, інтегрування, наближених методів розв'язку алгебраїчних рівнянь, систем, інтегральних рівнянь, диференціальних рівнянь і систем, звичайних і в частинних похідних, задач оптимізації;
- набуття практичних навичок розв'язувати практичні задачі чисельними методами з використанням ПК;
- формування навичок прикладних математичних обчислень, які необхідні при проведенні наукових досліджень під час виконання бакалаврських та магістерських дипломних робіт.

2.3. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни:

СК4. Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач.

СК5. Здатність здійснювати формалізований опис задач дослідження операцій в організаційно-технічних і соціально-економічних системах різного призначення, визначати їх оптимальні розв'язки, будувати моделі оптимального управління з урахуванням змін економічної ситуації, оптимізувати процеси управління в системах різного призначення та рівня ієрархії.

2.4. Передумови для вивчення дисципліни:

Вивчення курсу «Чисельні методи та програмування» передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із дисциплін «Вища математика» та «Дискретна математика».

2.5. Результати навчання:

ПР6. Використовувати методи чисельного диференціювання та інтегрування функцій, розв'язання звичайних диференціальних та інтегральних рівнянь, особливостей чисельних методів та можливостей їх адаптації до інженерних задач, мати навички програмної реалізації чисельних методів.

ПР7. Розуміти принципи моделювання організаційно-технічних систем і операцій; використовувати методи дослідження операцій, розв'язання одно– та багатокритеріальних оптимізаційних задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного програмування.

ПР16. Виконувати паралельні та розподілені обчислення, застосовувати чисельні методи та алгоритми для паралельних структур, мови паралельного програмування при розробці та експлуатації паралельного та розподіленого програмного забезпечення.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ ТА ПРОГРАМУВАННЯ»

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. МЕТОДИ ЛІНІЙНОЇ ТА НЕЛІНІЙНОЇ АЛГЕБРИ. МЕТОДИ НАБЛИЖЕННЯ ФУНКЦІЙ

Тема 1. Вступ до чисельних методів. Загальні поняття

Поняття про методи обчислень. Загальні поняття. Характеристики чисельних методів. Класифікація методів. Похибки та їх класифікація. Абсолютна та відносна похибки. Визначення похибок при арифметичних обчисленнях. Обернена задача похибок. Правила округлення чисел.

Тема 2. Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь

Постановка задачі. Методи виділення кореня рівняння. Оцінка наближеного значення кореня. Суть методу послідовних наближень. Метод хорд. Метод дотичних (Ньютона). Комбінований метод. Метод дихотомії. Метод простої ітерації.

Тема 3. Чисельні методи розв'язання систем лінійних рівнянь

Основні поняття: система рівнянь, лінійне рівняння. Постановка задачі. Метод Крамера. Звичайні Жорданові виключення. Метод Жордана-Гауса. Метод Гауса. Метод оберненої матриці. Метод простої ітерації. Метод Зейделя.

Тема 4. Інтерполяції функцій. Апроксимація функцій. Екстраполяція та наближення функцій

Постановка задачі інтерполювання. Суть лінійного інтерполювання. Інтерполяційний многочлен Лагранжа. Поняття про скінчені різниці та їх властивості. Інтерполяційний многочлен Ньютона першого виду. Інтерполяційний многочлен Ньютона другого виду. Вибір вузлів інтерполяції. Інтерполяційні формули Гауса, Стірлінга та Бесселя. Оцінка абсолютної похибки інтерполяційних формул. Збіжність процесу інтерполяції.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ ТА ІНТЕГРАЛЬНИХ РІВНЯНЬ

Тема 5. Методи чисельного диференціювання

Постановка задачі наближеного диференціювання. Наближене диференціювання за допомогою інтерполяційного многочлена Ньютона. Графічне диференціювання.

Тема 6. Методи наближеного інтегрування функцій

Постановка задачі наближеного інтегрування. Метод прямокутників для обчислення визначеного інтеграла: лівих, правих, середніх. Метод трапецій. Метод Сімпсона. Метод Монте – Карло. Графічне інтегрування. Похибки формул інтегрування.

Тема 7. Наближені методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь

Постановка задачі. Метод Ейлера. Метод Рунге-Кута. Багатокроковий метод Адамса. Багатокроковий метод Мілна. Стійкість методів.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ

Тема 8. Вступ до математичних методів дослідження операцій

Основні поняття і визначення. Побудова математичних моделей проблемних ситуацій. Загальна постановка задачі дослідження операцій. Класифікація математичних моделей дослідження операцій. Методи дослідження операцій. Типові задачі дослідження операцій: задача про розподіл сировини; задача про дієту; транспортна задача.

Тема 9. Методи розв'язування задач лінійного програмування

Підхід до розв'язування задач лінійного програмування. Графічний метод розв'язування задач лінійного програмування: знайти мінімум лінійної функції; знайти максимум лінійної функції. Симплекс-метод. Розв'язування задач за допомогою симплекс-таблиць. Виділення вихідного базису.

Тема 10. Дискретне, стохастичне та динамічне програмування

Постановка задачі дискретного програмування. Метод Гоморі. Метод гілок і меж. Стохастичне програмування. Постановка задачі динамічного програмування. Класи задач динамічного програмування.

Тема 11. Методи оптимізації

Класифікація методів оптимізації. Методи оптимізації функцій, що диференціюються. Методи оптимізації функцій, що не диференціюються. Задачі та методи багатокритеріальної оптимізації.

4. СТРУКТУРА ЗАЛІКОВОГО КРЕДИТУ З ДИСЦИПЛІНИ «ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ ТА ПРОГРАМУВАННЯ»

Тема	Кількість годин					
	Лекції	Лабор.	ІР	Тренінг	СР	Контрольні заходи
<u>Змістовий модуль 1. Методи лінійної та нелінійної алгебри. Методи наближення функцій</u>						
Тема 1. Вступ до чисельних методів. Загальні поняття	2	-	1	4	4	Опитування під час заняття
Тема 2. Чисельні методи розв’язання нелінійних рівнянь	4	6			6	Опитування під час заняття
Тема 3. Чисельні методи розв’язання систем лінійних рівнянь	2	6			8	Опитування під час заняття
Тема 4. Інтерполяції функцій. Апроксимація функцій. Екстраполяція та наближення функцій	4	4			8	Опитування під час заняття
<u>Змістовий модуль 2. Методи розв’язання диференціальних та інтегральних рівнянь</u>						
Тема 5. Методи чисельного диференціювання	2	4	2	2	4	Опитування під час заняття
Тема 6. Методи наближеного інтегрування функцій	4	6			6	Опитування під час заняття
Тема 7. Наближені методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь	2	4			8	Опитування під час заняття
<u>Змістовий модуль 3. Математичні методи дослідження операцій</u>						
Тема 8. Вступ до математичних методів дослідження операцій	2	-	1	4	4	Опитування під час заняття
Тема 9. Методи розв’язування задач лінійного програмування	4	4			6	Опитування під час заняття
Тема 10. Дискретне, стохастичне та динамічне програмування	2	6			4	Опитування під час заняття
Тема 11. Методи оптимізації	2	4			4	
ВСЬОГО	30	44	4	10	62	

5. ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

1. Наближене розв'язування нелінійних рівнянь.
2. Точні методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь.
3. Наближені методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь.
4. Наближені обчислення значень функції (інтерполювання).
5. Наближене диференціювання.
6. Наближене інтегрування.
7. Наближені методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь.
8. Методи розв'язування задач лінійного програмування та оптимізації.

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

Студенти проводять дослідження на обрану з поданого нижче переліку тему та готують результати дослідження у вигляді реферату. Студенти можуть самостійно запропонувати тему дослідження, відповідно до власних вподобань та в рамках даного предмету і погодити її з викладачем.

Перелік тем:

1. Класифікація похибок.
2. Пряма і обернена задача теорії похибок.
3. Поліноми Лагранжа. Похибка апроксимації поліномами Лагранжа.
4. Поліноми Чебишева.
5. Сплайни.
6. Метод мінімізації норми при наближенні поліномами.
7. Метод найменших квадратів.
8. Найпростіші формули чисельного диференціювання.
9. Чисельне диференціювання за допомогою інтерполяційного многочлену Ньютона. Порядок похибки.
10. Квадратурна формула.
11. Формули прямокутників, середніх точок, трапецій та Сімпсона.
12. Принцип Рунге оцінки похибки, уточнення за Річардсоном.
13. Методи обчислення кратних інтегралів.
14. Методи обчислення невластних інтегралів.
15. Відокремлення коренів.
16. Метод половинного ділення.
17. Метод простих ітерацій.
18. Метод дотичних (Ньютона).
19. Метод хорд, метод січних.
20. Метод парабол.
21. Методи покоординатного та найшвидшого градієнтного спуску.
22. Методи розв'язку лінійних систем : а) метод простої ітерації; б) метод Зейделя;
23. Міра обумовленості системи. Методи регуляризації.
24. Обернення матриці. Знаходження власних значень матриць.
25. Метод Ейлера. Неявна формула Адамса другого порядку точності.
26. Методи Рунге-Кутта.
27. Багатокроковий метод Адамса.

28. Застосування правила Рунге до оцінки похибки.
29. Поняття стійкості різницевих схем.
30. Поняття жорсткості задачі.
31. Зведення до задачі Коші двохточкової крайової задачі для лінійного рівняння другого порядку.
32. Метод скінченних різниць.
33. Квадратурний метод розв'язку інтегрального рівняння.
34. Метод простої ітерації, оцінка похибки.
35. Метод заміни ядра виродженням.
36. Варіаційні і проєкційні методи.
37. Основна ідея різницевих методів. Апроксимація диференціального виразу, крайових умов та області.
38. Поняття стійкості і коректності різницевої схеми. Порядок апроксимації. Явні і неявні різницеві схеми. Шаблон.
39. Рівняння з частинними похідними другого порядку. Різницеві схеми для рівнянь параболічного, еліптичного і гіперболічного типів.

7. ТРЕНІНГ З ДИСЦИПЛІНИ

Тематика: Розв'язування задач оптимізації

Завдання, які необхідно виконати під час тренінгу:

1. Виконати аналіз отриманої задачі оптимізації та здійснити її опис.
2. Провести математичне моделювання отриманої задачі.
3. Здійснити вибір методу або розробити метод розв'язання оптимізаційної задачі.
4. Здійснити програмну реалізацію для розв'язку задачі.
5. Провести аналіз отриманого розв'язку.

8. ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ ТА МЕТОДИ ДЕМОНСТРУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

У процесі вивчення дисципліни «Чисельні методи та програмування» використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне тестування та опитування;
- оцінювання результатів лабораторних робіт;
- оцінювання виконання завдань тренінгу;
- оцінювання виконання завдань самостійної роботи;
- екзамен.

10. КРИТЕРІЇ, ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни „Чисельні методи та програмування“ визначається як середньозважена величина, в залежності від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	Модуль 4	Модуль 5
10 %	10 %	10 %	10 %	5 %	15%	40 %
Поточне оцінювання	Модульний контроль 1	Поточне оцінювання	Модульний контроль 2	Тренінг	Самостійна робота	Екзамен
Оцінка визначається як середнє арифметичне з оцінок, отриманих за виконання і захист 4 лабораторних робіт	Модульна контрольна робота (15 тестових завдань та 1 практичне)	Оцінка визначається як середнє арифметичне з оцінок, отриманих за виконання і захист 4 лабораторних робіт	Модульна контрольна робота (15 тестових завдань та 1 практичне)	Виконання завдань під час тренінгу (5 завдань)	Виконання завдання для самостійної роботи	2 теоретичні питання з розгорнутими відповідями та 2 практичні завдання

Оцінка за “Поточне оцінювання” визначається як середнє арифметичне з оцінок, отриманих під час занять (тестові завдання під час лекцій та оцінки лабораторних робіт).

Модуль “Тренінг” визначається, як середнє арифметичне з оцінок, отриманих під час тренінгу.

Модуль “Самостійна робота” визначається, як середнє арифметичне з оцінок, отриманих під час виконання завдання самостійної роботи, а саме оцінка за теоретичні знання, представлення результатів та проведених досліджень.

Шкала оцінювання:

За шкалою університету	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90-100	Відмінно	A (відмінно)
85-89	Добре	B (дуже добре)
75-84		C (добре)
65-74	Задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)
35-59	Незадовільно	FX (незадовільно, з можливістю повторного складання)
1-34		F (незадовільно, з обов’язковим повторним курсом)

11. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

№	Найменування	Номер теми
1.	Мультимедійне обладнання	1-11
2.	Комп’ютери з доступом до мережі Інтернет	1-11
3.	Інтерпретатор Python	1-11
4.	Середовище PyCharm	1-11

12. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна навчальна література:

1. Електронний курс з дисципліни «Чисельні методи та програмування» для студентів галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» на платформі Moodle ЗУНУ /Загородня Д.І., Биковий П.Є. - Тернопіль, 2024. <https://moodle.wunu.edu.ua>.
2. Загородня Д.І. Опорний конспект лекцій з дисципліни «Чисельні методи та програмування» для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки». - Тернопіль: ЗУНУ, 2024. - 100 с.
3. Загородня Д.І., Биковий П.Є. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Чисельні методи та програмування» для студентів ступеня вищої освіти «бакалавр» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» – Тернопіль, ЗУНУ, 2022. – 72с.
4. Андруник В.А., Висоцька В.А., Пасічник В.В., Чирун Л.Б., Чирун Л.В. Чисельні методи в комп'ютерних науках: навчальний посібник – Львів: Видавництво «Новий світ – 2000», 2020. – 470 с.
5. Чисельні методи: Навчальний посібник. / Волонтир Л.О, Зелінська О.В., Потапова Н.А., Чіков І.А., Вінницький національний аграрний університет. – Вінниця: ВНАУ, 2020 – 322 с.
6. Костюченко А.О. Основи програмування мовою Python: навчальний посібник. - Ч.: ФОП Баликіна С.М., 2020. - 180 с.
7. Катренко А.В. Дослідження операцій: підручник – Львів: «Магнолія-2006», 2024 – 352с.
8. G.Shcherbakova, V.Krylov, B.Rusyn, A.Sachenko, P.Bykovyy, D.Zahorodnia, L.Kopania. Optimization Methods on the Wavelet Transformation Base for Technical Diagnostic Information Systems. Proceedings of the 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS'2021), 22-25 September, 2021, Cracow, Poland, pp. 767-773. (Scopus).

Додаткова література:

9. Eric Sullivan. Numerical Methods: An Inquiry Based Approach with Python. Independently published. – 2020. – 408 p.
10. Qingkai Kong, Timmy Siau, Alexandre Bayen. Python Programming and Numerical Methods: A Guide for Engineers and Scientists 1st Edition. – Academic Press. – 2020 – 480 p.
11. William Miles. Numerical Methods with Python - De Gruyter. – 2023 – 316p.
12. Lipianina-Honcharenko K., Kit I., Zahorodnia D., Osolinskyi O. Optimization Method of Advertising Texts Based on Generative Models. CEUR Workshop Proceedings, 3rd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and

- Applied Problems, ITTAP. 2023, Volume 3628, pp. 15–27. ISSN: 1613-0073 (Scopus)
13. S.Chernov, S.Titov, Ludmila S. Chernova, Lubava S. Chernova, D.Zahorodnia, T.Lendiuk. The Methods and Means of Efficiency Increasing the Linear Optimization Problems Solving in Project Management. Proceedings of the 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications 22-25 September, 2021, Cracow, Poland, vol. 1, pp. 60-63. (Scopus).
 14. Дослідження операцій та теорія ігор. Навчально-методичний посібник./ О. М. Яцько, Ю.Я. Томка. – Чернівці: Технодрук, 2023. – 392 с.
 15. Математичні методи дослідження операцій. Лінійне програмування. Частина 1 : навчальний посібник / А. А. Яровий, Л. М. Ваховська, Л. В. Крилик. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 86 с.