

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В. о. декана факультету
комп'ютерних інформаційних
технологій

Ігор ЯКИМЕНКО

“ ” 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Директор навчально-наукового
інституту новітніх освітніх
технологій

Святослав ПИГЕЛЬ

“ ” 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В. р. проректора з науково-педагогічної
роботи

Віктор ОСТРОВЕРХОВ

“ ” 2023 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 – „Комп’ютерні науки”

Кафедра інформаційно-обчислювальних систем і управління

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Лабораторні заняття (год.)	ІРС (год.)	Тренінг, КПЗ (год.)	Самост. робота студ. (год.)	Разом (год.)	Екз. (сем.)
Денна	2	4	28	42	4	10	66	150	4
Заочна	2	4	8	4	–	–	138	150	4

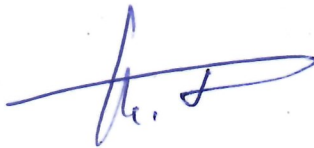
Тернопіль – ЗУНУ
2023

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Комп'ютерні науки» підготовки бакалавра галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», затвердженої Вченою радою ЗУНУ (протокол № 9 від 15.06.2022 р.).

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 29 серпня 2023 р.

Завідувач кафедри



Мирослав КОМАР

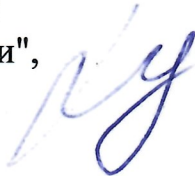
Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності 122 „Комп'ютерні науки”, протокол № 1 від 29 серпня 2023 р.

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



Мирослав КОМАР

Гарант освітньо-професійної
програми "Комп'ютерні науки",
канд. техн. наук, доцент



Христина ЛІП'ЯНИНА-ГОНЧАРЕНКО

**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 – 4	Спеціальність – 122 «Комп’ютерні науки»	Рік підготовки: 2 Семестр: <i>Денна – 4</i> <i>Заочна – 4</i>
Кількість змістових модулів – 3	Освітньо-професійна програма «Комп’ютерні науки»	Лекції: <i>Денна – 28 год.</i> <i>Заочна – 8 год.</i> Лабораторні заняття: <i>Денна – 42 год.</i> <i>Заочна – 4 год.</i>
Загальна кількість годин – 150	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Самостійна робота: <i>Денна – 66 год.,</i> <i>Заочна – 138 год.</i> Тренінг, КПЗ: <i>Денна – 10 год.</i> Індивідуальна робота: <i>Денна – 4 год.</i>
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.

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, наближені методи розв'язку алгебраїчних рівнянь, систем, інтегральних рівнянь, диференціальних рівнянь і систем, звичайних і в частинних похідних;
- 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. ЛІНІЙНЕ ПРОГРАМУВАННЯ ТА МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ

Тема 8. Задачі лінійного програмування

Побудова математичних моделей проблемних ситуацій. Поняття про задачі лінійного програмування. Задачі, які приводять до задач лінійного програмування. Задача про розподіл сировини. Задача про дієту. Транспортна задача.

Тема 9. Методи розв'язування задач лінійного програмування

Підхід до розв'язування задач лінійного програмування. 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. Методи 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»

ДЕННА ФОРМА НАВЧАННЯ

Тема	Кількість годин					
	Лекції	Лабор.	ІР	Тренінг, КПЗ	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	-	-	4	4	Опитування під час заняття
Тема 2. Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь	2	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	1		8	Опитування під час заняття
<u>Змістовий модуль 2. Методи розв'язання диференціальних та інтегральних рівнянь</u>						
Тема 5. Методи чисельного диференціювання	2	4	1	2	4	Опитування під час заняття
Тема 6. Методи наближеного інтегрування функцій	4	6	-		8	Опитування під час заняття
Тема 7. Наближені методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь	2	4	1		8	Опитування під час заняття
<u>Змістовий модуль 3. Лінійне програмування та методи оптимізації</u>						
Тема 8. Задачі лінійного програмування	2	2		4	4	Опитування під час заняття
Тема 9. Методи розв'язування задач лінійного програмування	4	6			6	Опитування під час заняття
Тема 10. Методи оптимізації	4	4	1		10	Опитування під час заняття
ВСЬОГО	28	42	4	10	66	

ЗАОЧНА ФОРМА НАВЧАННЯ

Тема	Кількість годин			
	Лекції	Лабораторні заняття	Тренінг, КПЗ	Самостійна робота
<u>Змістовий модуль 1. Методи лінійної та нелінійної алгебри. Методи наближення функцій</u>				
Тема 1. Вступ до чисельних методів. Загальні поняття	4	2	-	8
Тема 2. Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь				10
Тема 3. Чисельні методи розв'язання систем лінійних рівнянь				12
Тема 4. Інтерполяції функцій. Апроксимація функцій. Екстраполяція та наближення функцій				12
<u>Змістовий модуль 2. Методи розв'язання диференціальних та інтегральних рівнянь</u>				
Тема 5. Методи чисельного диференціювання	2	2	-	12
Тема 6. Методи наближеного інтегрування функцій				12
Тема 7. Наближені методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь				12
<u>Змістовий модуль 3. Лінійне програмування та методи оптимізації</u>				
Тема 8. Задачі лінійного програмування	2	-	-	20
Тема 9. Методи розв'язування задач лінійного програмування				20
Тема 10. Методи оптимізації				20
Разом	8	4	-	138

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. КОМПЛЕКСНЕ ПРАКТИЧНЕ ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Комплексне практичне індивідуальне завдання виконується кожним студентом одноосібно. Студенти повинні вибрати одну із запропонованих тем, відповідно до власних вподобань та в рамках даного предмету, погодити її з викладачем.

1. Класифікація похибок.
2. Пряма і обернена задача теорії похибок.
3. Поліноми Лагранжа. Похибка апроксимації поліномами Лагранжа.
4. Поліноми Чебишова.
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. САМОСТІЙНА РОБОТА

	Тематика	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
1.	Вступ до чисельних методів. Загальні поняття	4	8
2.	Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь	6	10
3.	Чисельні методи розв'язання систем лінійних рівнянь	8	12
4.	Інтерполяції функцій. Апроксимація функцій. Екстраполяція та наближення функцій	8	12
5.	Методи чисельного диференціювання	4	12
6.	Методи наближеного інтегрування функцій	8	12
7.	Наближені методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь	8	12
8.	Задачі лінійного програмування	4	20
9.	Методи розв'язування задач лінійного програмування	6	20
10.	Методи оптимізації	10	20
	ВСЬОГО	66	138

8. ТРЕНІНГ З ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п	Вид роботи	Порядок проведення тренінгу
1.	Вступна частина	Ознайомлення студентів з темою тренінгового заняття і видача завдання
2.	Практична частина	Виконання завдань студентами згідно з індивідуальним завданням; оформлення короткого звіту
3.	Підведення підсумків	Обговорення результатів виконаних завдань

9. 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;
- ректорська контрольна робота;
- оцінювання виконання завдань тренінгу;
- оцінювання результатів КПІЗ;
- 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:

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2	Заліковий модуль 3	Екзамен
20 %	20 %	20 %	40 %
1. Виконання та захист лабораторних робіт (4 роботи по 10 балів) – 40 балів 2. Модульна контрольна робота – 60 балів	1. Виконання та захист лабораторних робіт (4 роботи по 10 балів) – 40 балів 2. Ректорська контрольна робота – 60 балів	1. Виконання завдань під час тренінгу – 20 балів 2. Написання та захист КПІЗ – 80 балів	1. Тестові завдання (25 тестів по 2 бали) – 50 балів 2. Завдання 1 – 25 балів 3. Завдання 2 – 25 балів

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	1-10
2.	Комп'ютери з доступом до мережі Інтернет	1-10
3.	Інтерпретатор Python	1-10
4.	Середовище PyCharm	1-10

12. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

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, 2021. <https://moodle.wunu.edu.ua>.
2. Загородня Д.І., Биковий П.Є. Опорний конспект лекцій з дисципліни «Чисельні методи та програмування» для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки». - Тернопіль: ЗУНУ, 2021. - 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. Загородня Д.І., Биковий П.Є. Методичні вказівки до виконання комплексного практичного індивідуального завдання з дисципліни «Чисельні методи та програмування» для студентів спеціальності «Комп'ютерні науки». - Тернопіль: ЗУНУ, 2021. - 12 с.
5. 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.
6. 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.
7. Методи обчислень: Частина 1. Чисельні методи алгебри: навч. посіб. для студ. спеціальності 113 «Прикладна математика», спеціалізації «Наука про дані (Data Science) та математичне моделювання» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В. В. Третиник, Н. Д. Любашенко. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 138 с.
8. Костюченко А.О. Основи програмування мовою Python: навчальний посібник. - Ч.: ФОП Баликіна С.М., 2020. - 180 с.
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.