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
В.о. проректора з науково-педагогічної роботи
_____ Віктор ОСТРОВЕРХОВ
"___"_____2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни "Чисельні методи"

Ступінь вищої освіти - бакалавр

Галузь знань - 12 "Інформаційні технології"

Спеціальність 124 "Системний аналіз"

Освітньо-професійна програма "Системний аналіз"

Кафедра економічної кібернетики та інформатики

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Лабораторні (год.)	Індив. робота (год.)	Тренінг, КПІЗ (год.)	Самост. робота (год.)	Всього (год.)	Іспит (сем.)
ДФН	II	3	42	28	4	4	102	180	3
ЗФН	II	3	8	4			138	150	3

Тернопіль – ЗУНУ
2023

Робочу програму складено на основі освітньо-професійних програм підготовки бакалавра галузі знань 12 “Інформаційні технології” спеціальності 124 “Системний аналіз” затверджених Вченою радою ЗУНУ протокол №9 від 15.06.2022 р.

Робочу програму розробив к.т.н., доцент Андрій МУШАК.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри економічної кібернетики та інформатики, протокол № 28 від “28” серпня 2023 р.

Завідувач кафедри Леся БУЯК

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності Системний аналіз, протокол № 1 від “30” серпня 2023 р.

Керівник групи
забезпечення спеціальності Роман ПАСІЧНИК

Гарант ОП Роман ПАСІЧНИК

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
"Чисельні методи"

1. Опис дисципліни "Чисельні методи"

Дисципліна – Чисельні методи	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS - 6.0	**Галузь знань 12 "Інформаційні технології"**	**Статус дисципліни: обов'язкова Мова навчання: українська**
Кількість залікових модулів - 4	**Спеціальність 124 "Системний аналіз"**	**Рік підготовки 2 Семестр 3**
Кількість змістових модулів - 3	**Ступінь вищої освіти – бакалавр**	**Лекції:** Денна 42 год. Заочна 8 год. **Лабораторні заняття:** Денна 28 год. Заочна 4 год.
Загальна кількість годин - 180		Самостійна робота: Денна - **106 год.,** тому числі тренінг **4 год.** Заочна – 138 год. Індивідуальна робота: **4 год.**
Тижневих годин 10 год, з них аудиторних - 4 год.		**Вид підсумкового контролю – іспит**

2. Мета й завдання вивчення дисципліни "Чисельні методи"

2.1. Мета викладання дисципліни

Метою викладання дисципліни "Чисельні методи" є створення міцного фундаменту математичної освіти; навчання студента основним методам теорії алгоритмів; розвиток навичок творчого дослідження математичних задач; навчання методам розв'язку математично формалізованих задач.

2.2. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни «Чисельні методи»:

- Здатність до комп'ютерної реалізації математичних моделей реальних систем і процесів; проектувати, застосовувати і супроводжувати програмні засоби

моделювання, прийняття рішень, оптимізації, обробки інформації, інтелектуального аналізу даних
- Здатність використовувати сучасні інформаційні технології для комп'ютерної реалізації математичних моделей та прогнозування поведінки конкретних систем а саме: об'єктно-орієнтований підхід при проектуванні складних систем різної природи, прикладні математичні пакети, застосування баз даних і знань

2.3. Результати вивчення дисципліни

Знання та вміння, набуті студентами при вивченні дисципліни «Методи обчислень», необхідні їм також при вивченні дисциплін циклу професійної та практичної підготовки, зокрема, дисципліни "Моделювання систем", для аналізу матеріалів практик, виконання випускних кваліфікаційних робіт, в подальшій професійній діяльності тощо.

2.4 Передумови для вивчення дисципліни

Дисципліна "Методи обчислень" опирається на такі дисципліни математичного циклу, як: "Лінійна алгебра та аналітична геометрія", "Математичний аналіз", "Дискретна математика", "Теорія ймовірностей та математична статистика", "Диференціальні рівняння".

3. Програма дисципліни "Методи обчислень"

Змістовий модуль 1.

Тема 1. Етапи розв'язування задач на ЕОМ. Математичне моделювання

Методи розв'язування математичних задач. Чисельні методи. Структура похибки розв'язку задачі. Похибки функції. Обернена задача теорії похибок. Представлення чисел в ЕОМ. Стійкість. Коректність.

Література [2]

Тема 2. Чисельні методи розв'язування задач з однією змінною

Відокремлення коренів. Метод поділу відрізка навпіл. Метод дотичних. Метод хорд. Комбінований метод. Метод ітерації.

Література [1,3,8]

Тема 3. Розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь

Деякі поняття матричної алгебри. Представлення лінійної системи в матричній формі. Розв'язання систем лінійних рівнянь в матричній формі. Метод Крамера. Метод Гауса. Матричний метод. Ітераційні методи.

Література [3,4]

Тема 4. Розв'язування задач лінійного програмування

Постановка задачі математичного програмування. Системи лінійних нерівностей. Задача лінійного програмування. Геометричний зміст. Геометрична інтерпретація. Загальні відомості про симплекс-метод.

Література [2,5,6]

Тема 5. Інтерполяція функції

Задача наближеної функції. Інтерполяційні многочлени Ньютона і Лагранжа. Оцінка похибки інтерполяції. Екстраполяція й обернена інтерполяція. Інтерполяція функції за допомогою сплайнів.

Література [6,7]

Тема 6. Методи обробки експериментальних даних

Задача найкращого наближення. Рівномірне наближення. Середньоквадратичне наближення. Метод найменших квадратів наближення функції, заданої таблично. Побудова емпіричних формул, визначення параметрів залежності. Згладжування табличних функцій

Література [1,2]

Тема 7. Чисельне диференціювання

Некоректність задачі чисельного диференціювання. Використання інтерполяційних поліномів для побудови формул чисельного диференціювання. Оцінка погрішності чисельного диференціювання

Література [4,7,9]

Тема 8. Чисельне інтегрування функцій

Задача чисельного інтегрування. Побудова квадратурних формул. Оцінка похибки чисельного інтегрування. Квадратурні формули Ньютона-Котеса. Формули прямокутників, трапецій, Сімпсона. Наближене обчислення кратних інтегралів

Література [3,9]

Тема 9. Розв‘язування звичайних диференціальних рівнянь

Чисельні методи розв‘язування звичайних диференціальних рівнянь. Постановка задачі Коші. Метод Ейлера. Метод Рунге – Кутта. Оцінка точності. Крайові задачі. Метод кінцевих різностей. Рівняння другого порядку та методи їх вирішення

Література [5,6,7]

4. Структура залікового кредиту дисципліни "Методи обчислень"

	Кількість годин					
	Лекції	Лабораторні заняття	Самостійна робота	Індивід. робота	Тренінг, КПІЗ	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1 – Методи лінійної та нелінійної алгебри						
Тема 1. Етапи розв‘язування задач на ЕОМ. Математичне моделювання	4	3	11			Поточне опитування
Тема 2. Чисельні методи розв‘язування задач з однією змінною	4	3	11		1	
Тема 3. Розв‘язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь	4	3	11		1	
Тема 4. Розв‘язування задач лінійного програмування	6	3	11	1	1	
Змістовий модуль 2 – Методи наближення функцій						
Тема 5. Інтерполяція функції	6	3	11	2		Поточне опитування
Тема 6. Методи обробки експериментальних даних	4	3	11			
Тема 7. Чисельне диференціювання	4	3	12			
Тема 8. Чисельне інтегрування функцій	4	3	12	1	1	
Тема 9. Розв‘язування звичайних диференціальних рівнянь	6	4	12			
РКР						2
Разом	42	28	102	4	4	

5. Тематика практичних занять

Практичне заняття 1.

Прямі алгоритми для розв’язування лінійних алгебраїчних рівнянь – 4 год.

1. Алгоритм Гауса з вибором головного елементу для розв’язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь і обчислення визначників.
2. Знаходження обернених матриць

Практичне заняття 2.

Ітераційні методи для розв’язування лінійних алгебраїчних рівнянь – 4 год.

1. Ітераційні методи розв’язування лінійних алгебраїчних рівнянь.
2. Метод простих ітерацій і метод Зейделя.

Практичне заняття 3.

Наближені методи для розв'язування нелінійних алгебраїчних рівнянь – 4 год.

1. Нелінійні алгебраїчні та трансцендентні рівняння і методи їх розв'язування.
2. Метод половинного ділення, метод хорд,
3. Метод дотичних, метод Ньютона

Практичне заняття 4.

Наближені методи для розв'язання систем нелінійних рівнянь – 4 год.

1. Методи розв'язування систем нелінійних алгебраїчних та трансцендентних рівнянь.
2. Розв'язування систем нелінійних рівнянь: простої ітерації Зейделя, Ньютона-Рафсона.

Практичне заняття 5.

Інтерполяція функцій – 2 год.

1. Інтерполяційний поліном Лагранжа
2. Скінченні та розділенні різниці, інтерполяційний поліном Ньютона.
3. Інтерполяція сплайнами.

Практичне заняття 6.

Чисельне інтегрування – 2 год.

1. Обчислювальні методи знаходження визначених інтегралів.
2. Квадратурні формули прямокутників, трапецій та Сімпсона.
3. Оцінка похибок наближених методів.

Практичне заняття 7.

Наближені методи для диференціальних рівнянь – 2 год.

1. Наближені методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь. Початкові і крайові задачі.
2. Методи Ейлера та Адамса для розв'язування диференціальних рівнянь.
3. Метод Рунге-Кутти.
4. Жорсткі диференціальні рівняння, Метод Гіра.
5. Розв'язування диференціальних рівнянь в часткових похідних методом сіток.
6. Метод скінчених елементів для рівнянь в часткових похідних.

Практичне заняття 8.

Методи оптимізації - 2 год.

1. Одновимірна оптимізація.
2. Методи Фібоначі, золотого перетину, дихотомії.

3. Оптимізація багатовимірних функцій.
4. Методи градієнтного і координатного спуску.
5. Математичне програмування.
6. Чисельні методи розв’язання задач нелінійного програмування.

Практичне заняття 9.

Ефективне застосування систем комп’ютерної алгебри – 4 год.

1. Стандартні математичні пакети Mathlab, Mathcad , Mathematica, Mapple, Linpack, Derive.
2. Розв’язання типових задач в середовищі пакетів.

6. Тематика самостійної роботи студентів

1. Внесок вітчизняних науковців у розвиток теорії алгоритмів та методів обчислень.
2. Рекурсивні функції. Нормальні алгоритми Маркова.
3. Алгоритмічна система Поста.Теорема Поста.
4. Алгоритмічна система Тюрінга.Машина Тюрінга.
5. Методи розробки алгоритмів Метод приватних цілей. Евристичний підхід. Рекурсія в порівнянні з ітерацією.
6. Алгоритмічно нерозв’язні проблеми. Складність алгоритмів.
7. Алгоритми з поліноміальною та експоненціальною складністю. Приклади
8. NP-складні задачі. Задача комівояжера.
9. Похибки обчислень в наближених методах. Усувні і неусувні похибки. Похибки заокруглення.
10. Прямий і зворотній аналіз похибок заокруглення. Лема Дж.Х.Уілкінсона для врахування похибок заокруглення. Концепція В.Воєводіна для обчислень в околі машинного нуля.
11. Розв’язування лінійних алгебраїчних рівнянь. Алгоритми відсічених систем. Алгоритм Штрассена. Обчислення визначників. Знаходження обернених матриць.
12. Прямий і зворотній аналіз похибок заокруглення. Розв’язування лінійних алгебраїчних рівнянь. Число обумовленості системи.
13. Ітераційні методи розв’язування лінійних алгебраїчних рівнянь. Однокрокові і багатокрокові ітераційні методи.
14. Обчислення значень математичних функцій. Схема Горнера для обчислення значень многочленів.
15. Обчислення значень аналітичних функцій. Ітераційний метод обчислення значень функцій.
16. Нелінійні алгебраїчні та трансцендентні рівняння. Методи розв’язування їх за допомогою ланцюгових дробів.

17. Методи розв'язування систем нелінійних алгебраїчних та трансцендентних рівнянь матричними гіллястими ланцюговими дробами.
18. Інтерполяція. Скінченні та розділенні різниці, інтерполяційний поліном Ньютона.
19. Інтерполяція сплайнами. Інтерполяція R-фукціями і Up-функціями.
20. Інтерполяція Wewlet-функціями.
21. Чисельне інтегрування. Обчислювальні методи знаходження визначених інтегралів. Квадратурні формули Ньютона-Котеса. Оцінка похибок наближених методів.
22. Обчислювальні методи знаходження визначених інтегралів. Метод Монте-Карло.
23. Наближені методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь. Початкові і крайові задачі. Методи Рунге-Кутти 4-го і 5-го порядків. Нелінійні явні формули для диференціальних рівнянь.
24. Жорсткі диференціальні рівняння, Метод Гіра. Дробово-лінійні формули для жорстких диференціальних рівнянь.
25. Розв'язування диференціальних рівнянь в часткових похідних рівнянь. Крайові задачі для диференціальних рівнянь. Розв'язування диференціальних рівнянь з розривними коефіцієнтами методом сіток. Метод скінчених елементів.
26. Розв'язування диференціальних рівнянь в часткових похідних рівнянь. Метод скінчених елементів і його застосування для крайових задач з областями складної форми.
27. Наближені методи для інтегральних рівнянь. Рівняння Фредгольма першого і другого роду та методи для їх розв'язання, аналіз їх стійкості.
28. Одновимірна оптимізація.Параметрична оптимізація
29. Оптимізація багатовимірних функцій. Градієнтні методи. Метод Шора.
30. Математичне програмування. Комп'ютерні методи розв'язання задач нелінійного програмування.
31. Розв'язування систем нелінійних рівнянь за допомогою методів оптимізації.
32. Математичний пакет Mathlab і його можливості. Області застосування пакета.
33. Математичний пакет Mathematica і його можливості. Склад пакета і області його застосування
34. Пакет комп'ютерної алгебри Mapple і його застосування для символьних перетворень, області його застосування

7. Комплексне практичне індивідуальне завдання

Індивідуальні завдання з дисципліни «Чисельні методи» виконується самостійно кожним студентом. КПІЗ охоплює усі основні теми дисципліни

«Методи обчислень». Метою виконання КПІЗ є оволодіння навичками застосування методів обчислень при розв'язуванні задач практичного характеру. КПІЗ оформлюється о відповідності з встановленими вимогами. Кожен з пунктів КПІЗ оцінюється за 100-бальною шкалою, а також визначається підсумкова оцінка (як середня арифметична з проміжних оцінок). Виконання КПІЗ з одним із обов'язкових складових модулів залікового кредиту з методів обчислень.

8. Організація і проведення тренінгу

Тематика: Комплексний підхід до застосування чисельних методів.

Порядок проведення:

- Побудова та дослідження дискретних динамічних моделей.
- Дослідження необхідних і достатніх умов стабільності дискретних динамічних моделей.
- Побудова траєкторій розвитку основних макроекономічних показників моделі.
- Представлення результатів моделювання у вигляді короткого звіту.

9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

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

- стандартизовані тести;
- поточне опитування;
- залікове модульне тестування та опитування;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- оцінювання результатів КПІЗ;
- ректорська контрольна робота;
- екзамен.

10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальної шкалою) з дисципліни «Чисельні методи» визначається як середньозважена величина, в залежності від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2	Заліковий модуль 3	Заліковий модуль 4	Разом
20 %	20 %	20 %	40 %	100%
1. Усне опитування під час заняття (4 теми по 5 балів – макс. 20 балів). 2. Письмова робота – макс.	1. Усне опитування під час заняття (5 тем по 10 балів – макс. 50 балів). 2. Письмова робота – макс.	1.Написання та захист КПІЗ – макс. 80 балів. 2. Виконання завдань під час тренінгу – макс. 20 балів	Тестові завдання (20 тестів по 2 бали – макс. 40 балів). Завдання 1 – макс. 30 балів. Завдання 2 – макс. 30 балів	

80 балів	50 балів			

Шкала оцінювання:

За шкалою Університет	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.	Інтегрований пакет для математиків MathCad, середовище програмування Python	1-9
2.	Мультимедійний проектор	1-9
3.	Проекційний екран	1-9
4.	Комунікаційне програмне забезпечення - браузери	1-9

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. 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.
2. Дзісь В.Г.,Левчук О.В., Дячинська О.М. Прикладна математика на основі MathCAD: Навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 378с.
3. Шевчук О. Ф., Найко Д.А. Теорія ймовірностей та математична статистика: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 382 с.
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. Квєтний Р.Н. Комп’ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень / Р. Н. Квєтний, І. В. Богач, О.Р. Бойко, О.Ю. Софина, О.М. Шушуна – [Електронний ресурс] – режим доступу: http://posibnyky.vntu.edu.ua/k_m/index.htm
6. Москвіна С.М. Комп’ютерні методи дослідження та аналіз даних. – К.: ВНТУ, 2020. – [Електронний ресурс] – режим доступу: http://posibnyky.vntu.edu.ua/met/zmist.htm