

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



ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету комп'ютерних
інформаційних технологій
ІМЕНКО
2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. проректора з науково-педагогічної
роботи
Віктор ОСТРОВЕРХОВ
"31" 2023 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА
з дисципліни «Інтервальні обчислення»

Ступінь вищої освіти – магістр

Галузь знань – 12 «Інформаційні технології»

Спеціальність – 121 «Інженерія програмного забезпечення»

Освітньо-наукова програма – «Математичне та програмне забезпечення
комп'ютерних систем»

Кафедра комп'ютерних наук

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Практ. (год.)	ІРС (год.)	Тренінг (год.)	СРС (год.)	Разом (год.)	Екз. (сем)
денна	1	2	30	14	4	4	68	120	2

31.08.2023р.

Тернопіль – ЗУНУ
2023

Робоча програма складена на основі освітньо-наукової програми підготовки магістрів галузі знань 12 Інформаційні технології спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення, затвердженої Вченою Радою ЗУНУ (протокол № 10 від 23 06 2023р.).

Робочу програму склала доцент кафедри комп'ютерних наук, к.т.н., Світлана Крепич.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп'ютерних наук, протокол № 1 від 28 08 2023 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор



Андрій ПУКАС

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення», протокол № 1 від 30 08 2023 р.

Голова групи
забезпечення спеціальності
д.т.н., професор



Микола ДИВАК

Гарант ОНП,
к.т.н., доцент



Ірина СПІВАК

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Інтервальні обчислення»

1. Опис дисципліни «Інтервальні обчислення»

Дисципліна «Інтервальні обчислення»	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 4	Галузь знань – 12 «Інформаційні технології»	Статус дисципліни: обов'язкова Мова навчання: українська
Кількість залікових модулів – 4	Спеціальність – 121 «Інженерія програмного забезпечення»	Рік підготовки: <i>денна</i> – 1 Семестр: <i>денна</i> – 2
Кількість змістових модулів – 2	Ступінь вищої освіти – магістр	Лекції: <i>денна</i> – 30 год. Практичні заняття: <i>денна</i> – 14 год.
Загальна кількість годин – 120 год		Самостійна робота: <i>денна</i> – 68 год. Тренінг: <i>денна</i> – 4 год. Індивідуальна робота (КПЗ): <i>денна</i> – 4 год.
Тижневих годин – 10 год., з них аудиторних – 3 год.		Вид підсумкового контролю – екзамен

2. Мета й завдання вивчення дисципліни «Інтервальні обчислення»

2.1. Мета вивчення дисципліни.

Метою викладання навчальної дисципліни «Інтервальні обчислення» є формування у студентів знань щодо головних методологічних та методичних питань вивчення основних операцій над дійсними інтервалами та реалізації інтервальної арифметики, звертаючи головну увагу на методику здійснення основних операцій над дійсними інтервалами, а також на інтервальне оцінювання та математичне моделювання систем на основі інтервальних даних.

2.2. Завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення дисципліни «Інтервальні обчислення» є вивчення інтервальної арифметики, методів математичного моделювання систем на основі інтервальних даних, методів оцінювання області параметрів інтервальних моделей.

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

ЗК4. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК5. Здатність працювати автономно.

СК03. Здатність проектувати архітектуру програмного забезпечення, моделювати процеси функціонування окремих підсистем і модулів.

СК08. Здатність розробляти і координувати процеси, етапи та ітерації життєвого циклу програмного забезпечення на основі застосування сучасних

моделей, методів та технологій розроблення програмного забезпечення.

СК09. Здатність забезпечувати якість програмного забезпечення.

СК12. Здатність розв'язувати комплексні завдання, пов'язані із створенням інноваційних продуктів, призначених для опрацювання даних, отриманих в умовах невизначеності.

2.4. Результати навчання.

У результаті вивчення курсу «Інтервальні обчислення» студенти повинні:

РН01. Знати і застосовувати сучасні професійні стандарти і інші нормативно-правові документи з інженерії програмного забезпечення.

РН03. Будувати і досліджувати моделі інформаційних процесів у прикладній області.

РН08. Розробляти і модифікувати архітектуру програмного забезпечення для реалізації вимог замовника.

РН09. Обґрунтовано вибирати парадигми і мови програмування для розроблення програмного забезпечення; застосовувати на практиці сучасні засоби розроблення програмного забезпечення.

РН11. Забезпечувати якість на всіх стадіях життєвого циклу програмного забезпечення, у тому числі з використанням релевантних моделей та методів оцінювання, а також засобів автоматизованого тестування і верифікації програмного забезпечення.

РН12. Приймати ефективні організаційно-управлінські рішення в умовах невизначеності та зміни вимог, порівнювати альтернативи, оцінювати ризики.

РН13. Конфігурувати програмне забезпечення, керувати його змінами та розробленням програмної документації на всіх етапах життєвого циклу.

РН14. Прогнозувати розвиток програмних систем та інформаційних технологій.

РН18. Розробляти математичне і програмне забезпечення для наукових досліджень в галузі інженерії програмного забезпечення.

РН21. Розв'язувати комплексні завдання, пов'язані із створенням інноваційних продуктів, призначених для опрацювання даних, отриманих в умовах невизначеності.

3. Програма навчальної дисципліни «Інтервальні обчислення»

Тема 1. Дійсна, машинна та комплексна інтервальна арифметика.

Дійсні інтервали. Комплексні інтервали. Найбільш важливі співвідношення інтервальної арифметики. Метрика.

Література: 1-9

Тема 2. Операції над інтервальними матрицями.

Арифметика інтервальних матриць та їх метричні властивості.

Література: 1-9

Тема 3. Системи рівнянь, які піддаються методу ітерації.

Рішення систем лінійних рівнянь у такому вигляді, який піддається ітеруванню. Метод релаксації. Умови збіжності.

Література: 1,2,3,4

Тема 4. Застосування методу Гауса до систем з інтервальними коефіцієнтами.

Адаптація методу Гауса до обчислення множини, яка включає розв'язок системи рівнянь з інтервальними коефіцієнтами.

Література: 3-6

Тема 5. Ітераційні методи для локалізації оберненої матриці і розкладу на трикутні.

Методи ітераційної локалізації матриці, оберненої до дійсної. Збіжність методів.

Література: 1-3,7

Тема 6. Локалізація множини параметрів інтервальних моделей.

Методи уточнення області, в якій знаходиться рішення дійсного (точного) рівняння. Збіжність та порядок збіжності.

Література: 1-3,5

Тема 7. Моделювання статичних систем з інтервальною невизначеністю у вхідних даних.

Література: 2,3,4

Тема 8. Моделювання динамічних систем з інтервальною невизначеністю у вхідних даних.

Література: 2,5,7,10

Тема 9. Моделювання систем з розподіленими параметрами з інтервальною невизначеністю у вхідних даних.

Література: 2,3,4,10

4. Структура залікового кредиту з дисципліни «Інтервальні обчислення»

Денна форма навчання	Кількість годин					
	Лекції	Практична робота	СРС	ІРС	Тренінг, КПЗ	Контрольні заходи
Змістовний модуль №1						
Тема 1. Дійсна, машинна та комплексна інтервальна арифметика.	2	2	8	2	2	Усне опитування/тестування
Тема 2. Операції над інтервальними матрицями.	4	2	8			Усне опитування/тестування
Тема 3. Системи рівнянь, які піддаються методу ітерації.	4		7			Усне опитування/тестування
Тема 4. Застосування методу Гауса до систем з інтервальними коефіцієнтами.	2		7			Усне опитування/тестування
Тема 5. Ітераційні методи для локалізації оберненої матриці і розкладу на трикутні.	2	7	Усне опитування/тестування			
Змістовний модуль №2						
Тема 6. Локалізація множини параметрів інтервальних моделей.	4	2	7	2	2	Усне опитування/тестування
Тема 7. Моделювання статичних	4	2	8			Усне

систем з інтервальною невизначеністю у вхідних даних.						опитування/ тестування
Тема 8. Моделювання динамічних систем з інтервальною невизначеністю у вхідних даних.	4	2	8			Усне опитування/ тестування
Тема 9. Моделювання систем з розподіленими параметрами з інтервальною невизначеністю у вхідних даних.	4	2	8			Усне опитування/ тестування
Разом	30	14	68	4	4	

5. Тематика практичних занять

Практичне заняття №1 (2Год)

Тема: Інтервальна арифметика.

Мета: Дійсна та комплексна інтервальна арифметика, операції над інтервальними матрицями.

Література: 1,2,3

Практичне заняття №2. (4Год)

Тема: Застосування методу ітерацій.

Мета: розгляд систем рівнянь, при пошуку розв'язку яких використовується метод ітерації.

Література:1,2,6,9

Практичне заняття №3. (2 год)

Тема: Основи інтервального аналізу.

Мета: застосування класичних методів до систем з інтервальними коефіцієнтами, ітераційні методи для локалізації оберненої матриці і розкладу на трикутні, побудова інтервальних моделей, локалізація множини параметрів інтервальних моделей.

Література:1,3,5,7,8

Практичне заняття №4. (6 год)

Тема: Моделювання систем з інтервальною невизначеністю у вхідних даних.

Мета: побудова моделей статичних систем з інтервальною невизначеністю у вхідних даних, побудова моделей динамічних систем з інтервальною невизначеністю у вхідних даних, побудова моделей систем з розподіленими параметрами з інтервальною невизначеністю у вхідних даних.

Література:1,2,3,4,10

6. Комплексне практичне індивідуальне завдання

Індивідуальне завдання з дисципліни «Інтервальні обчислення» виконується самостійно кожним студентом, а саме:

1) дослідити фізичне явище (або пристрій), вибране студентом індивідуально, з метою визначення залежності його характеристик;

2) подати графічно визначену залежність;

3) таблично представити вхідні та вихідні експериментальні дані з врахуванням правила нормування вхідних та похибки вимірювання вихідних даних;

- 4) провести аналіз методів побудови інтервальних моделей;
- 5) по-етапно розписати процес побудови моделі;
- 6) оцінити область параметрів отриманої моделі;
- 7) у звіті представити результати ідентифікації, отриманий коридор експериментальних та прогнозних значень, залежність експериментальних та прогнозних значень, оцінку точності отриманої моделі.

Індивідуальне завдання оцінюється за 100-бальною шкалою. Виконання індивідуального завдання є одним із обов'язкових складових модулів залікового кредиту з дисципліни «Інтервальні обчислення».

7. Самостійна робота

- 1 Унарні операції над інтервалами.
- 2 Комутативність, асоціативність, субдистрибутивність.
- 3 Межі інтервалу. Замкнутий дійсний інтервал. Точковий інтервал.
- 4 Властивість включення.
- 5 Прямокутники та кола в якості комплексних інтервалів.
- 6 Інтервальна оцінююча функція.
- 7 Методи ділення при локалізації.
- 8 Методи локалізації ньютонівського типу. Інтерполяційна формула Ньютона.
- 9 Визначення оптимального методу локалізації.
- 10 Квадратично збіжні методи локалізації.
- 11 Методи більш високих порядків локалізації.
- 12 Множина замкнутих дійсних інтервалів
- 13 Інтерполяційні методи локалізації.
- 14 Константа Ліпшица.
- 15 Повнокроковий та коротко кроковий метод ітерації.
- 16 Симетричний короткокроковий метод.
- 17 Асимптотичний фактор збіжності ітерації.
- 18 Симетричний короткокроковий метод із взяттям перетину після кожної компоненти.
- 19 Метод Хансена.
- 20 Процедура Купермана і Хансена.
- 21 Алгоритм Гауса.
- 22 Статичні та динамічні системи з інтервальною невизначеністю у вхідних даних.
- 23 Системи з розподіленими параметрами з інтервальною невизначеністю у вхідних даних.
- 24 Область параметрів інтервальних моделей.

8. Тренінг з дисципліни

Тематика: Методи послідовних наближень розв'язку інтервальних систем лінійних алгебраїчних рівнянь.

Порядок проведення:

1. Здійснити аналіз методів послідовних наближень розв'язку інтервальних

- систем лінійних алгебраїчних рівнянь.
2. На основі проведеного аналізу вибрати оптимальний.
 3. Знайти розв'язок інтервальної системи лінійних алгебраїчних рівнянь.
 4. Результат пошуку представити у реферативному вигляді.

9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

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

- поточне опитування;
- залікове модульне тестування та опитування;
- презентації результатів виконання завдань та досліджень;
- оцінювання результатів КППЗ;
- ректорська контрольна робота;
- іспит.

10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Інтервальні обчислення» визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2 (РКР)	Заліковий модуль 3 (КППЗ)	Заліковий модуль 4 (екзамен)	Разом
20%	20%	20%	40%	100%
Виконання лабораторних робіт (2 роботи по 25 балів – 50 балів) Написання модульної роботи – 50 балів	Виконання лабораторних робіт (2 роботи по 20 балів – 40 балів) Написання ректорської контрольної роботи – 60 балів	Виконання завдань під час тренінгу (20 балів) Написання та захист КППЗ (80 балів)	Тестові завдання (10 тестів по 5 балів – 50 балів) Завдання по теорії (2 завдання по 10 балів – 20 балів) Практичне завдання (2 завдання по 15 балів – 30 балів)	100

Шкала оцінювання:

За шкалою ТНЕУ	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	Мультимедійний проектор	1-9
2	Проекційний екран	1-9
3	Комунікаційне програмне забезпечення (Google Chrome, Mozilla Firefox)	1-9
4	Операційна система Windows, наявність доступу до мережі Internet	1-9
5	Персональні комп'ютери	1-9
6	Комунікаційне програмне забезпечення (Zoom) для проведення занять у режимі онлайн (за необхідності)	1-9
7	Комунікаційна навчальна платформа (Moodle) для організації дистанційного навчання (за необхідності)	1-9
8	Базове програмне забезпечення Microsoft Office	1-9
9	Спеціалізоване програмне забезпечення: - Microsoft Visual Studio	1-9

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Mitsuhiro T. Nakao, Michael Plum, Yoshitaka Watanabe. Numerical Verification Methods and Computer- Assisted Proofs for Partial Differential Equations. Springer Singapore, 2019, 467p.
2. Mark Bridger. Real Analysis: A constructive approach through interval arithmetic (pure and applied undergraduate texts). American Mathematical Society. 2019. 302p.
3. М. Дивак, А. Пукас, Н. Порплиця та А. Мельник. Прикладні задачі структурної та параметричної ідентифікації складних об'єктів. 2021. - 230с.
4. Dave Eberly. Robust and error-free geometric computing. CRC Press. 2021. 286p.
5. Ramon E. Moore, R. Baker Kearfott and Michael J. Cloud. Introduction to Interval Analysis. 2019. 184p.
6. Співак І.Я., Крепич С.Я. Прикладні аспекти інтервальних обчислень. Навчальний посібник. Тернопіль. 2019. 153с.
7. Шелестов А.Ю., Куссуль Н.М. Засоби підготовки та аналізу даних. Лабораторний практикум. Київ. 2021. 31с.
8. Tofiq Allahviranloo, Witold Pedrycz, Armin Esfandiari. Advances in numerical analysis emphasizing interval data. CRC Press. 2022. 204p.
9. М. Дивак, Н. Порплиця та Т. Дивак. Ідентифікація дискретних моделей систем з розподіленими параметрами на основі аналізу інтервальних даних. 2018р. - 220с.
10. Самойчук К.О., Верхоланцева В.О. Методи теоретичних і експериментальних досліджень. Електронний навчальний посібник. ТДАТУ, 2021р.