Міністерство освіти і науки України
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
ННІ Інформаційних та освітніх технологій

ЗАТВЕРДЖЕНО
Завідувач кафедри прикладної математики та інформатики

_____ О. В. Піскун
28.05.2024

Робоча програма навчальної дисципліни

МЕТОДИ ОБЧИСЛЕНЬ

Освітній ступінь	Семестр за навч. планом	Спеціальність	Освітня програма	Обов'язковість дисципліни	Мова навчання	Погодження керівника ГЗ ОП*
бакалавр	5	126 Інформаційні системи та технології 113 Прикладна математика	Інтелектуальний аналіз даних Прикладна математика	обов'язкова	українська	О. А. Сердюк

* групи забезпечення освітньої програми

Розробники робочої програми

Л. І. Гладка	кафедра прикладної математики та інформатики	доцент	к. т. н.	

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Форма навчання	Семестр у межах дисципліни	Кількість кредитів	Загальна кількість годин	Аудиторна робота				Самостійна робота			Форма підсумкового контролю
				лекції	лабораторні	практичні	семінарські	розрахункові роботи	індивідуальні завдання	підготовка до занять	
денна	1	6	180 год	60 год / 33 %				120 год / 67 %			екзамен
				30 год	30 год				70 год	50 год	

МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою викладання навчальної дисципліни «Методи обчислень» є навчити студентів класичним і сучасним методам чисельного розв'язування задач алгебри, математичного аналізу і диференціальних рівнянь, що виникають у інженерній практиці.

Основне **завдання** вивчення дисципліни «Методи обчислень» полягає у засвоєнні методів обчислювальної математики: правил наближених обчислень, чисельних методів розв'язування нелінійних рівнянь і систем, систем лінійних рівнянь, теорії інтерполяції, чисельного диференціювання та інтегрування, використання чисельних методів для обробки експериментальних даних, чисельних методів розв'язання задачі Коші та крайових задач для звичайних диференціальних.

ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ ТА УЗГОДЖЕННЯ З ІНШИМИ ДИСЦИПЛІНАМИ

При вивченні курсу використовується теоретичний матеріал таких дисциплін: «Математичний аналіз», «Лінійна алгебра та геометрія», «Програмування».

ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- методи розв'язування нелінійних рівнянь;
- методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь;
- методи розв'язування систем нелінійних рівнянь;
- методи інтерполяції функцій та їх особливості;
- методи чисельного інтегрування;
- способи чисельного диференціювання;
- методи розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь;

- методи розв'язування крайової задачі для звичайних диференціальних рівнянь.

вміти:

- застосовувати на практиці обчислювальні методи;
- розробляти алгоритм обчислювального методу розв'язування задачі;
- реалізувати обчислювальний алгоритм на мові програмування Matlab / Octave / Python;
- аналізувати отримані результати;
- оцінювати похибку обчислень;
- володіти методологією та навичками застосування чисельних методів для вирішення прикладних завдань, самостійно здійснювати вибір методики рішення і побудови алгоритму тієї чи іншої задачі, давати повний аналіз результатів рішення і оцінювати межі застосування обраного методу.

Результатом вивчення навчальної дисципліни «Методи обчислень» є формування комплексу компетентностей:

- інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в області інформаційних систем та технологій, або в процесі навчання, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, які потребують застосування теорій та методів інформаційних технологій.

- загальні компетентності:

ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу..

- фахові компетентності:

СК 13. Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень.

ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

ПРН 3. **Використовувати** базові знання інформатики й сучасних інформаційних систем та технологій, навички програмування, технології безпечної роботи в комп'ютерних мережах, методи створення баз даних та інтернет-ресурсів, технології розроблення алгоритмів і комп'ютерних програм мовами високого рівня із застосуванням об'єктно-орієнтованого програмування для розв'язання задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.

ПРН 6. Демонструвати знання сучасного рівня технологій інформаційних систем, практичні навички програмування та використання прикладних і спеціалізованих комп'ютерних систем та середовищ з метою їх запровадження у професійній діяльності.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти підсумкового оцінювання може бути досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом навчання навчальної дисципліни, який визначається до кожного завдання через якісні критерії і трансформується в мінімальну позитивну оцінку обраної для даної дисципліни шкали. Після завершення курсу використана шкала перенормовується у накопичувальну 100-бальну системою з відповідністю у національній («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») та ЄКТС (A, B, C, D, E, FX, F) шкалах.

Контроль проводиться у чотири етапи: вхідний (у формі тесті для визначення рівня підготовки студентів з дисциплін, що забезпечують цей курс; за результатами цього контролю розробляються заходи індивідуальної допомоги студентам, коригування освітнього процесу тощо), поточний (при проведенні лекцій, практичних, лабораторних, семінарських та інших занять і має на меті перевірку рівня засвоєння студентом матеріалу курсу та підготовленості студента до виконання конкретних видів навчальної діяльності), проміжний (модульного; при завершення вивчення логічно завершеної частини навчальної дисципліни) та семестровий контроль.

Формою семестрового (підсумкового) контролю з курсу «Методи обчислень» є екзамен.

Передумовою отримання студентом позитивної екзаменаційної оцінки з дисципліни є:

1. успішне виконання всіх завдань лабораторних робіт та індивідуальних завдань за варіантами;
2. позитивна оцінка результату виконання самостійної роботи і підсумкової контрольної роботи.

Бали студент набирає протягом семестру. Для покращення результатів при недостатній кількості балів студент може виконати додаткові індивідуальні завдання.

ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ

Екзамен; звіти з лабораторних робіт;опитування; тест; самостійна робота, підсумкова контрольна робота.

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Аудиторна робота *«Слухай, читай, обговорюй»* (**Л** – лекція, **Лб** – лабораторне заняття, **Пр** – практичне заняття, **См** – семінарське заняття)
Самостійна робота *«Думай, пиши, аналізуй, досліджуй, твори»* (**Рр** – розрахункова робота, **Інд** – індивідуальне завдання, **Пз** – підготовка до занять)
Контроль *«Захищай, відстоюй, неси відповідальність»* (**МК** – модульний контроль, **ПК** - підсумковий контроль)

Тема	**Тема навчального заняття**	**К-сть годин за денною/ заочною формами навчання**	**Засіб оцінювання**	**Максимальна кількість балів за формами навчання**
Вхідний контроль			тест	---
Змістовий модуль 1. Чисельні методи алгебри				**20 / ---**
1.1. Вступ до обчислювальної математики.	**Л1** Вступ до обчислювальної математики – Роль чисельних методів при розв'язанні математичних задач. – Поняття про наближені числа. Числа з плаваючою комою. Дії та операції над	2 / ---	---	---

Елементи теорії похибок	наближеними числами. – Класифікація похибок. Поняття про абсолютну та відносну похибку. Повна похибка. – Похибки в арифметичних обчисленнях. Джерела виникнення похибок. Методи зменшення похибок обчислень. *Л-ра: 1-10*			
	Лб1 Елементи теорії похибок - Типи похибок. Похибка. Абсолютна похибка. Межова абсолютна похибка. Відносна похибка. Межова відносна похибка. *Л-ра: 1-9*	2 / ---	письмовс домашнє завдання	1 / ---
1.2 Розв'язу-вання нелінійних рівнянь	**Л2** Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь - Етапи знаходження наближених коренів рівняння. Способи відокремлення коренів. - Метод половинного поділу (дихотомії). Алгоритм методу половинного поділу. - Розрахункова формула методу простих ітерацій. Достатня умова збіжності методу простих ітерацій. *Л-ра: 2-4, 6-10*	2 / ---	---	---
	Лб2 Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь - Умова зупинки ітераційного процесу уточнення кореня рівняння. - Реалізація методу половинного поділу (дихотомії). - Реалізація методу простих ітерацій. *Л-ра:2-4, 6-10*	2 / ---	демонстрація програм	0,5 / ---
	Пз1 Застосування функцій solve( ), root( ) у Matlab / Octave *Л-ра: 11, 12*	8/ ---	опитування	---
	Л3 Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь - Метод січних. - Метод Ньютона. - Метод хибного положення. *Л-ра: 2-4, 6-10*	2 / ---	опитування	---
	Лб3 Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь - Реалізація методу січних. - Реалізація методу Ньютона.	2 / ---	демонстрація програм	0,5 / ---

	– Реалізація методу хибного положення. *Л-ра: 2-4, 6-10*			
	Інд1 Розв'язування індивідуальних завдань за варіантом *Л-ра: 11, 12*	14/ ---	звіт з лабораторної роботи	5 / ---
1.3 Розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь	**Л4** Чисельні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь – Прямі та ітераційні методи. Умова зупинки ітераційних процесів розв'язання систем рівнянь. – Норма матриці. Норма вектора. Число обумовленості матриці. – Метод Гауса. Модифікація методу Гауса. *Л-ра: 2-4, 6-10*	2 / ---	---	---
	Лб4 Чисельні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь – Реалізація методу Гауса. – Реалізація модифікованого методу Гауса. *Л-ра: 2-4, 6-10*	2 / ---	демонстрація програм	1 / ---
	Пз2 Застосування функцій linsolve( ), equationsToMatrix( ) у Matlab / Octave *Л-ра: 11, 12*	8/ ---	опитування	---
	Л5 Чисельні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь – Загальний запис системи лінійних рівнянь з тридіагональною матрицею. Отримання розрахункових формул методу прогонки. – Розв'язування СЛАР за допомогою LU-розкладу *Л-ра: 2-4, 6-10*	2 / ---	опитування	---
	Лб5 Чисельні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь – Реалізація методу прогонки – Реалізація методу LU-розкладу *Л-ра:2-4, 6-10*	2 / ---	демонстрація програм	1 / ---
	Пз3 Застосування функції lu( ) у Matlab / Octave *Л-ра: 11, 12*	8 / ---	опитування	---
	Л6 Чисельні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь – Ітераційні методи. Принцип побудови ітераційних процесів. – Метод простих ітерацій. Достатня умова збіжності методу простих ітерацій.	2 / ---	---	---

	– Метод Зейделя. *Л-ра: 2-4, 6-10*			
	Лб6 Чисельні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь – Реалізація методу простих ітерацій – Реалізація методу Зейделя *Л-ра: 2-4, 6-10*	2 / ---	демонстрація програм	1 / ---
1.4 Розв'язування систем нелінійних рівнянь	**Л7** Чисельні методи розв'язання систем нелінійних рівнянь – Метод простих ітерацій та метод Зейделя. – Метод Ньютона. *Л-ра:2-4, 6-10*	2 / ---	---	---
	Лб7 Чисельні методи розв'язання систем нелінійних рівнянь – Реалізація методу простих ітерацій – Реалізація методу Зейделя – Реалізація методу Ньютона *Л-ра:2-4, 6-10*	2 / ---	демонстрація програм	1 / ---
	Інд2 Розв'язування індивідуальних завдань за варіантом *Л-ра: 11,12*	14/ ---	звіт з лабораторної роботи	5 / ---
	МК1 Самостійна робота за матеріалами змістового модуля 1	15 / ---		4 / ---
Змістовий модуль 2. Наближення функцій. Чисельне інтегрування та диференціювання				**30 / ---**
2.1 Теорія наближення функцій	**Л8** Наближення функцій за допомогою многочленів – Постановка задачі інтерполяції. Екстраполяція. – Формула інтерполяційного многочлена Лагранжа *n*-го степеня. Формули інтерполяційного многочлена Лагранжа 1-го і 2-го степеня. – Формула інтерполяційного многочлена Ньютона *n*-го степеня *Л-ра:3, 4, 6, 7*	2 / ---	---	---
	Лб8 Наближення функцій за допомогою многочленів *Л-ра:3, 4, 6, 7*	2 / ---	демонстрація програм	0,5 / ---

	Л9 Наближення функцій за допомогою сплайнів – Означення сплайну степеня *m* дефекту *r*. – Інтерполяція квадратичними сплайнами – Інтерполяція кубічними сплайнами. Алгоритм побудови кубічних сплайнів *Л-ра:3, 4, 6, 7*	2 / ---	---	---
	Лб9 Наближення функцій за допомогою сплайнів – Реалізація сплайн-інтерполяції *Л-ра: 3, 4, 6, 7*	2 / ---	демонстрація програм	1 / ---
	Пз4 Застосування функції spline( ) у Matlab / Octave *Л-ра: 11, 12*	8 / ---	опитування	---
	Л10 Метод найменших квадратів – Середньоквадратичне наближення. – Лінійна апроксимація за методом найменших квадратів – Квадратична апроксимація за методом найменших квадратів *Л-ра:3, 4, 6, 7, 8, 10*	2 / ---	опитування	---
	Лб10 Метод найменших квадратів – Реалізація лінійної апроксимації за методом найменших квадратів – Реалізація квадратичної апроксимації за методом найменших квадратів – Застосування інших функцій для апроксимації за методом найменших квадратів *Л-ра:3, 4, 6, 7, 8, 10*	2 / ---	демонстрація програм	1 / ---
	Інд3 Розв’язування індивідуальних завдань за варіантом *Л-ра: 3, 4, 6, 7, 8, 10*	14/ ---	звіт з лабораторної роботи	5 / ---
2.2 Чисельне диферен-ціювання	**Л11**Чисельне диференціювання – Розклад функції у ряд Тейлора. – Формули лівої, правої і центральної різниці для першої похідної. – Формула центральної різниці для другої похідної. – Порядок апроксимації похідних *Л-ра:3, 4, 6, 7, 8, 10*	2 / ---	---	---
	Лб11Чисельне диференціювання	2 / ---	демонстрація	0,5 / ---

	Л-ра:3, 4, 6, 7, 8, 10		програм	
2.3 Чисельне інтегрування	**Л12** Чисельне інтегрування – Геометрична інтерпретація визначеного інтеграла. – Формули Ньютона-Котеса. – Метод прямокутників. – Метод трапецій. – Метод Сімпсона. – Порядок точності методу, апріорна оцінка похибки методу. *Л-ра:3, 4, 6, 7, 8, 10*	2 / ---	---	---
	Лб12 Чисельне інтегрування – Реалізація методу прямокутників, трапецій і Сімпсона *Л-ра:3, 4, 6, 7, 8, 10*	2 / ---	демонстрація програм	1 / ---
	Пз5 Застосування функційintegral( ), trapz( ) у Matlab / Octave *Л-ра: 11, 12*	8 / ---	опитування	---
	Л13 Чисельне інтегрування – Правило Рунге практичної оцінки похибки. – Формули чисельного інтегрування Гауса. – Метод Монте-Карло. *Л-ра:3, 4, 6, 7, 8, 10*	2 / ---	---	---
	Лб13 Чисельне інтегрування – Реалізація правила Рунге практичної оцінки похибки. – Реалізаціяметоду Гауса. – Реалізація методу Монте-Карло. *Л-ра:3, 4, 6, 7, 8, 10*	2 / ---	демонстрація програм	1 / ---
	Інд4 Розв’язування індивідуальних завдань за варіантом *Л-ра: 3, 4, 6, 7, 8, 10*	14/ ---	звіт з лабораторної роботи	5 / ---
2.4 Розв’язу-вання звичайних	**Л14** Чисельні методи розв’язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь – Метод Ейлера та його модифікації розв’язування задачі Коші для ЗДР.	2 / ---	---	---

диференціальних рівнянь	– Метод Рунге-Кутта та його модифікації розв'язування задачі Коші для рівняння першого порядку. – Багатокрокові методи розв'язування задачі Коші для ЗДР. *Л-ра:4-8, 10*			
	Лб14 Чисельні методи розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь – Реалізація методу Ейлерата його модифікацій – Реалізація методів Рунге-Кутта – Реалізація багатокроковихметодів *Л-ра:4-8, 10*	2 / ---	демонстрація програм	1 / ---
	Пз6 Застосування функцій ode23( ), ode45( ) у Matlab / Octave *Л-ра: 11, 12*	8/ ---	опитування	---
	Л15 Чисельні методи розв'язування крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь – Метод скінченних різниць розв'язування крайової задачі для ЗДР. – Збіжність і оцінка похибки різницевого методу. *Л-ра:4-8, 10*	2 / ---	---	---
	Лб15 Чисельні методи розв'язування крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь – Реалізація методу скінчених різниць. *Л-ра:4-8, 10*	2 / ---	демонстрація програм	1 / ---
	Інд5 Розв'язування індивідуальних завдань за варіантом *Л-ра: 4-8, 10*	14/ ---	звіт з лабораторної роботи	5 / ---
	МК1 Підсумкова контрольна робота	2/ ---	контрольна робота	8 / ---
Разом за поточний контроль				**50**

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Шахно С.М. Практикум з чисельних методів : навчальний посібник / С. М. Шахно, А. Т. Дудикевич, С. М. Левицька . – Львів : Видавництво Львівського університету ім. І. Франка, 2013. – 431 с.
2. Фельдман Л. П.Чисельні методи в інформатиці : підручник для вузів / Л. П. Фельдман, А. І. Петренко, О. А. Дмитрієва ; За заг. ред. М.З. Згуровський . – Київ : BHV, 2006 . – 479 с.
3. Chapra S.C.,Canale R.P. Numerical Methods for Engineers6th ed. –McGraw-Hill Primis, 2009. – 970 p.
4. Stormy Attaway, MATLAB: A Practical Introduction to Programming and Problem Solving, Third Edition, 538pp., Burlington, MA, Elsevier Inc., 2013.

Допоміжна

5. Гаврилюк І.П., Макаров В.Л. Методи обчислень: Підручник: У 2 ч. – К., 1995. – ч.1, Л.П. Фельдман, А.І. Петренко, О.А. Дмитрієва. Чисельні методи в інформатиці. – К: Видавнича група BHV, 2006. – 480 с.
6. Цегелик Г.Г. Чисельні методи: Підручник. – Львів, 2004. – 408 с.

ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Середовище Matlab / Octave.
2. Персональний комп’ютер/ноутбук