

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

Кафедра механіки, автоматизації та інформаційних технологій



ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з науково-педагогічної роботи

» _____ 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

OK12 Обчислювальна математика

(назва навчальної дисципліни)

Рівень вищої освіти: Перший (бакалаврський)

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»

Спеціальність: 122 «Комп'ютерні науки»

Спеціалізація: _____

Освітньо-професійна/наукова програма: «КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ»

ОНУ
2024

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		<i>Очна форма навчання</i>	<i>Заочна форма навчання</i>
Загальна кількість: кредитів – 4,5 годин – 135 змістових модулів – 2	Галузь знань <u>12 «Інформаційні технології»</u> (шифр і назва) Спеціальність <u>122 «Комп’ютерні науки»</u> (код і назва) Спеціалізації: _____ (назва) Рівень вищої освіти: <u>Перший (бакалаврський)</u>	<i>Обов’язковий компонент ОП</i>	
		<i>Рік підготовки:</i>	
		2-й	2-й
		<i>Семестр</i>	
		3-й	3-й
		<i>Леції</i>	
		34 години	6 годин
		<i>Практичні, семінарські</i>	
		– годин	– годин
		<i>Лабораторні</i>	
		34 години	6 годин
		<i>Самостійна робота</i>	
		67 годин	123 години
		Форма підсумкового контролю: <i>залік</i>	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета

На основі теоретичного підґрунтя опанувати практичні навички застосування відомих законів та методик підготовки та здійснення наближених обчислень із використанням сучасної обчислювальної техніки та певних сучасних мов програмування.

Застосування методів наближених обчислень до розв'язування типових задач фізики, механіки та прикладної математики, або інших проектних завдань.

Додаткові розділи обчислювальної математики розширюють знання студентів з векторної та вищої алгебри, математичного аналізу, диференціальних рівнянь. Апарат вищої математики задіюється для розв'язування практичних завдань, що потребують побудування відповідних обчислювальних алгоритмів.

Продемонструвати загальні правила розробки прикладного математичного забезпечення, методи створення тестових завдань. Навести приклади стійких та нестійких обчислювальних алгоритмів. Вивчити типи похибок, що виникають під час чисельного моделювання та проведення відповідних обчислень. Надати рекомендації щодо зменшення похибок для окремих видів обчислень.

Оволодіти та всебічно засвоїти прийоми використання сучасних мов програмування при розробці чисельних алгоритмів.

Отримати навички розв'язування простіших обчислювальних задач науково-технічного характеру та змісту, та правила оформлення відповідних звітів.

Завдання:

Завданням дисципліни є набуття студентами теоретичних знань та практичних навичок обчислювальної математики, її загальних положень, алгоритмів, принципів математичної теорії чисельних методів.

Навчитися застосовувати знання з загальних математичних дисциплін до постановки та розв'язування основних задач чисельного аналізу.

Навчитися формулювати основні вимоги до чисельних методів, які плануються для використання при розв'язуванні певних фізико-математичних проблем.

Навчитися відокремлювати особливості в програмних реалізаціях тих чи інших методів обчислень певного класу, будувати або формувати тестові завдання (задачі), що призначені для перевірки коректності розроблених чисельних алгоритмів та відповідних програмних компонентів.

Вивчити існуючі засоби візуалізації масивів числових даних, що являють собою набори параметрів певної фізико-математичної задачі, особливості компонування комп'ютерних програм, де використовуються розроблені чисельні алгоритми та компоненти.

Навчитися використовувати сучасні мови програмування та існуючі середовища розробки прикладних обчислювальних програм або пакетів прикладного математичного забезпечення для розв'язування поставлених задач.

Навчитися здійснювати безпосередні комп'ютерні обчислення та розрахунки, зберігати результати у виді файлів (структур даних) певного типу.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей**:

а) інтегральних (ІК) та загальних (ЗК):

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

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

ЗК 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

СК 3. Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем.

СК 4. 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.

СК 19. Здатність розв'язувати прикладні задачі моделювання механічних процесів та систем за допомогою чисельних методів та проектних розрахунків.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПР2. Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації.

ПР5. Проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій.

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.

ПР17. 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.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основні задачі, які вирішує обчислювальна математика;
- поняття про: чисельний експеримент, його складові та етапи реалізації;
- основні етапи розв'язування сучасної фізико-математичної проблеми;
- поняття про: моделі, методи, алгоритми та програмну реалізацію та їх місце у вирішенні певної або загальної проблеми;
- поняття про: головні джерела та типи числових похибок, абсолютну та відносну похибку обчислень, цілу, десятинну та бінарну форми запису числових даних, похибку заокруглення, похибку реалізації алгоритму обчислень;
- поняття про: вірні та значущі цифри десятинного числа, яке отримане під час обчислень;
- поняття про: похибки, які виникають під час проектування, програмування та безпосередньої реалізації обчислень за фізико-математичною проблемою;
- поняття про: стійкі та нестійкі алгоритми за певною математичною моделлю, вхідні та вихідні числові дані, файли тощо;
- математичні постановки основних задач механіки та їх складові;
- основні елементи сучасного програмування, які застосовуються під час проектування чисельних алгоритмів для фізико-математичних задач;
- чисельні методи розв'язування нелінійних та алгебраїчних рівнянь;
- чисельні методи розв'язування систем нелінійних рівнянь;
- основні чисельні методи розв'язування задач лінійної алгебри.

вміти:

- застосовувати сучасні мови програмування та середовища розробки програмних компонентів до розв'язування певних або загальних фізико-математичних проблем;
- будувати стійкі чисельні алгоритми обчислень для складних математичних формул;
- обчислювати значення числових або функціональних рядів, розраховувати таблиці функцій та проводити аналіз функцій за таблицями даних;
- будувати графіки функцій за допомогою будь-якої програмної оболонки математичного призначення, наприклад, **MS Excel**;
- обчислювати абсолютну та відносну похибки шуканого чисельного результату та підраховувати кількість виконаних ітерацій;
- застосовувати методи дихотомії, дотичних або хорд до проблеми пошуку множини коренів нелінійного рівняння;
- застосовувати методи ітерацій, Ньютона або Пікара до проблеми пошуку коренів систем нелінійних рівнянь;
- застосовувати чисельні методи до задач лінійної алгебри (СЛАР), обчислювати визначник матриці, обчислювати обернену матрицю, обчислювати власні значення матриць.

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. «Елементарні обчислення»

Тема 1. «Введення у чисельні методи»

Задачі обчислювальної математики. Основні етапи розв'язування фізико-математичної проблеми. Моделі, методи, алгоритми та програмна реалізація.

Головні джерела і типи похибок. Елементи теорії похибок. Абсолютна та відносна похибки. Форми запису наближених даних. Похибки заокруглення. Похибка функції та програмної реалізації. Тестування алгоритмів. Стійкі та нестійкі алгоритми. Особливості реалізації обчислень у вигляді програмних модулів та компонентів.

Тема 2. «Методи обчислення рядів»

Методи обчислення числових рядів. Методи обчислення степеневих рядів.

Методи обчислення спеціальних математичних функцій.

Бібліотеки класів та методів наближених обчислень.

Тема 3. «Впорядковані набори числових даних»

Набори числових даних. Таблиця функції. Таблиця даних – результатів чисельного експерименту. Схема аналізу даних в таблиці. Програмні компоненти та методи обробки даних. Графічне зображення таблиці даних, таблиці функції.

Тема 4. «Методи розв'язування нелінійних та алгебраїчних рівнянь»

Загальна постановка проблеми. Алгебраїчні та трансцендентні рівняння. Виділення коренів. Метод поділу навпіл – метод дихотомії. Метод простих ітерацій. Метод Ньютона (дотичних). Метод січних (хорд). Метод хорд та дотичних (комбінований метод). Метод золотого перерізу. Спеціальні методи розв'язування рівнянь.

Системи нелінійних рівнянь. Координатний метод розв'язування системи нелінійних рівнянь. Метод Ньютона розв'язування системи нелінійних рівнянь.

Програмне забезпечення, яке призначене для аналізу функцій двох змінних. Застосування цього ПО для розв'язування систем нелінійних рівнянь.

Змістовий модуль 2. «Методи задач лінійної алгебри»

Тема 5. «Класи Matrix та Vector»

Класи, призначені для розв'язування задач лінійної алгебри. Масиви, матриці, вектори. Класи Matrix та Vector. Реалізація основних математичних операцій із матрицями та векторами. Транспонована матриця, трикутна матриця, одинична матриця.

Визначник матриці. Методи обчислення визначника матриці. Обернена матриця. Методи обчислення елементів оберненої матриці.

Методи вводу-виводу для матриць та векторів. Перетворення матриць. Алгоритми методів та їх програмні реалізації.

Тема 6. «Методи розв'язування слар»

Метод Гауса. Метод Гауса з вибором головного елемента. Метод Жордана-Гаусса. Метод LU-розвинення (схема Халецького). Метод простих ітерацій. Метод Зейделя. Метод ортогоналізації. Метод Крамера. Інші методи та алгоритми.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин									
	Очна форма					Заочна форма				
	У С Ь О Г О	у тому числі				У С Ь О Г О				
		л е к ц і ї	п р а к т и ч н і	с е м і н а р с ь к і	л а б о р а т о р н і		с р о б о т а	л а б о р а т о р н і	с р о б о т а	л а б о р а т о р н і
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Змістовий модуль 1. «Елементарні обчислення»										
Тема 1. «Введення у чисельні методи»	16	4	–	4	8	10,5	0,5	–	–	10
Тема 2. «Методи обчислення рядів»	16	4	–	4	8	11,5	0,5	–	1	10
Тема 3. «Впорядковані набори числових даних»	16	4	–	4	8	16,5	0,5	–	1	15
Тема 4. «Методи розв'язування нелінійних та алгебраїчних рівнянь»	32	8	–	8	16	26,5	0,5	–	1	25
Разом за змістовим модулем 1	80	20	–	20	40	65	2	–	3	60
Змістовий модуль 2. «Методи задач лінійної алгебри»										
Тема 5. «Класи Matrix та Vector»	24	6	–	6	12	33	2	–	1	30
Тема 6. «Методи розв'язування СЛАР»	31	8	–	8	15	37	2	–	2	33
Разом за змістовим модулем 2	55	14	–	14	27	70	4	–	3	63
Усього годин	135	34	–	34	67	135	6	–	6	123

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені.

6. Теми практичних занять

Практичні заняття не передбачені.

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		очне	заочне
1	Створення робочого простору MS Visual Studio за для розміщення проектів та програмних компонентів з даної навчальної дисципліни. Розробка бібліотеки класів та програмного компонента, призначеного для створення графіків функцій та таблиць даних.	2	–
2	Алгоритми обчислення сум числових рядів	2	–
3	Алгоритми обчислення значень степеневих рядів (спецфункцій)	2	0,5
4	Формування наборів числових даних в виді таблиці функції	2	0,5
5	Обчислення коренів нелінійного рівняння методом дихотомії	2	0,5
6	Дослідження збіжності ітераційних схем методу Ньютона	2	0,5
7	Застосування ПЗ SURFER до розв'язування системи двох нелінійних рівнянь	4	0,5
8	Розробка програмних компонентів, призначених для застосування методу Ньютона до задачі розв'язування системи нелінійних рівнянь.	4	0,5
9	Класи Matrix та Vector. Генерація екземплярів заданого типу. Ввод-вивід чисельних значень з об'єктів Matrix та Vector.	4	0,5
10	Арифметичні операції із об'єктами класів Matrix та Vector. Операції перетворення матриць. Розкладання матриць.	2	0,5
11	Мінори. Алгебраїчні доповнення. Детермінант матриці. Методи обчислення визначника.	4	0,5
12	Розв'язування СЛАР методом Жордана-Гаусса	2	0,5
13	Розв'язування СЛАР методом Зейделя.	2	0,5
14	Методи обчислення оберненої матриці. Розв'язування СЛАР із використанням оберненої матриці.	2	0,5
	Разом	34	6

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		очне	заочне
Тема 1. «Введення у чисельні методи»			
1	Побудування графіка бібліотечної функції	8	10
Тема 2. «Методи обчислення рядів»			
2	Обчислення сум числових рядів з абсолютною і відносною похибкою	4	5
3	Обчислення значень степеневих рядів (спецфункцій)	4	5
Тема 3. «Впорядковані набори числових даних»			
4	Побудування таблиці функції із заданою точністю	8	15
Тема 4. «Методи розв'язування нелінійних та алгебраїчних рівнянь»			
5	Визначення абсцис, які відповідають заданому значенню функції. Метод дихотомії.	4	5
6	Обчислення коренів нелінійного рівняння методом Ньютона	4	5
7	Уточнення розв'язків системи двох нелінійних рівнянь методом стиснення регіону	4	5
8	Уточнення розв'язків системи нелінійних рівнянь за схемою Ньютона	4	10
Тема 5. «Класи Matrix і Vector»			
7	Обчислення із об'єктами класів Matrix і Vector	4	10
8	Матричні обчислення. LU-розкладання матриці	4	10
9	Обчислення детермінанта заданої матриці через розкладання за елементами її рядка або її стовпчика	4	10
Тема 6. «Методи розв'язування СЛАР»			
10	Розв'язування СЛАР методом Гаусса	5	11
11	Розв'язування СЛАР методом простих ітерацій	5	11
12	Розв'язування СЛАР за правилом Крамера	5	11
Разом		67	123

9. Методи навчання

Словесні: лекція, консультація.

Наочні: ілюстрація матеріалу у вигляді мультимедійних презентацій.

Практичні: розв'язування розрахункових задач; лабораторні роботи; виконання індивідуальних контрольних завдань.

10. Форми контролю і методи оцінювання

Методи поточного \ періодичного контролю: оцінювання виконання лабораторних робіт та індивідуальних контрольних завдань.

Підсумковий контроль: Залік. Залікове завдання – письмовий колоквиум за теоретичним матеріалом всіх змістових модулів.

Критерії оцінювання

Теоретична підготовка	Практична підготовка
відмінно	
Здобувач освіти здатен дати пояснення суті теоретичних питань, характеризувати причинно-наслідкові зв'язки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати аксіоматикою, постулатами та їх наслідками. Здатний до самостійного аналізу проблем, пропонує альтернативні підходи розв'язування завдань, або знаходить додаткові джерела із іншими методиками або програмними реалізаціями.	Здобувач освіти здатен самотужки виконувати програмне моделювання математичних проблем та реалізовувати їх у вигляді додатків та компонентів. Проявляє творчий підхід до реалізації запропонованих алгоритмів або пропонує власні раціональні способи виконання поставлених завдань. Здійснює безпомилкові обчислення, розрахунки, та оформлює відповідні звіти. Виконав всі заплановані завдання.
добре	
Здобувач освіти здатен правильно користуватися теоретичним матеріалом та формулами, розуміючи їх причинно-наслідкові зв'язки, спираючись на висновки і пояснення, які надаються у відповідному методичному матеріалі. Здобувач освіти здатний до самостійного відтворення наданих методик та алгоритмів розв'язування типових завдань та їх програмних реалізацій.	Здобувач освіти здатен без помилково виконувати програмне моделювання математичних проблем та реалізовувати їх у вигляді додатків та компонентів за наявності відповідного методичного забезпечення. Проявляє ретельний підхід до реалізації алгоритмів та обчислень. Самостійно виправляє помилки в програмних компонентах. Виконав більше ніж половину всіх запланованих завдань.
задовільно	
Здобувач освіти володіє навчальним матеріалом на репродуктивному рівні або відтворює його певну частину з елементами логічних зв'язків. Знає основні поняття навчального матеріалу, але не може дати чіткого тлумачення їх змісту та не виявляє причинно-наслідкові зв'язки між ними,	Здобувач освіти робить помилки при виконанні програмного моделювання та при його реалізації у вигляді додатків та компонентів за наявності відповідного методичного забезпечення. Проявляє недбалість при реалізації запропонованих алгоритмів та обчислень. Не здатний самостійно виправляти помилки в

має ускладнення під час формулювання висновків та обґрунтувань. Не може кваліфікувати теоретичний матеріал за його призначенням.	обчисленнях або в програмних компонентах. Виконав менше половини запланованих завдань.
незадовільно	
Здобувач освіти володіє навчальним матеріалом лише поверхнево й фрагментарно (без аргументації та обґрунтування); безсистемно виокремлює випадкові ознаки вивченого; не вміє робити найпростіші операції з об'єктами, що вивчаються. Під час відповіді на поточні питання допускає суттєві помилки принципового характеру.	Здобувач освіти робить системні помилки при виконанні програмного моделювання та при його реалізації у вигляді додатків та компонентів за наявності відповідного методичного забезпечення. Не здатний розуміти помилки в обчисленнях або в програмних компонентах, на які йому вказує викладач. Виконав менше третини від всіх запланованих завдань.

11. Питання для підсумкового контролю

Змістовий модуль 1. «Елементарні обчислення»
<ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття про абсолютну та відносну похибки обчислень. 2. Поняття про значущі та вірні цифри числа. 3. Алгоритми обчислення числових та функціональних рядів. 4. Постановка задачі наближеного розв'язування нелінійного рівняння. 5. Метод дихотомії. Методи дотичних. Алгоритм. Властивості. 6. Метод простої ітерації. Алгоритм. Властивості. 7. Поняття про таблицю даних та таблицю функції. 8. Методи розв'язування систем нелінійних рівнянь. 9. Методика тестування програмних компонентів.
Змістовий модуль 2. «Методи задач лінійної алгебри»
<ol style="list-style-type: none"> 10. Поняття вектор та матрицю. Основні поняття та означення теорії матриць. Основні операції з векторами та матрицями. Алгоритми. 11. Аналітичні методи розв'язування систем алгебраїчних рівнянь. 12. Ітераційні методи розв'язування систем алгебраїчних рівнянь. 13. Методи обчислення визначника матриці. 14. Обернена матриця. Застосування оберненої матриці для розв'язування СЛАР. 15. Методика тестування програмних компонентів алгебри матриць.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний та періодичний контроль за 3-й семестр				Су ма ба лів
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2		
Лабораторні роботи	Контрольні завдання	Лабораторні роботи	Контрольні завдання	
30	30	20	20	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82 – 89	B	добре	
74 – 81	C		
64 – 73	D	задовільно	
60 – 63	E		
35 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0 – 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

13. Навчально-методичне забезпечення

- а) робоча програма навчальної дисципліни;
- б) силабус;
- в) конспект лекцій з чисельних методів;
- г) методичні вказівки (рекомендації) щодо виконання лабораторних робіт та контрольних завдань;
- д) програмно-методичне забезпечення виконання завдань.

14. Рекомендована література

Основна

1. Андруник В. А., Висоцька В. А., Пасічник В. В., Чирун Л. Б., Чирун Л. В. Чисельні методи в комп'ютерних науках : навчальний посібник. Львів : «Новий світ – 2000», 2020. 470 с.
2. Шахно С. М. Чисельні методи лінійної алгебри : навчальний посібник. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 245 с.
3. Шахно С. М., Дудикевич А. Т., Левицька С. М. Практикум з чисельних методів : навчальний посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2013. 432 с.
4. Караванова Т. П. Основи алгоритмізації та програмування. 750 задач з рекомендаціями та прикладами : Київ : Форум, 2002. 287 с.
5. Daniel D. McCracken, William S. Dorn. Numerical Methods and Fortran Programming. New York, Wiley International Edition, Second printing, 1965. 584 с.

Додаткова

1. Коноваленко І. В., Марущак П. О., Савків В. Б. Програмування мовою С# 7.0: навчальний посібник. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017. 300 с.
2. Герберт Шилдт. С# 4.0 : Переклад з англ. – «И.Д. Вільямс», 2011. 1056 с.
3. Лабор В.В. С# / Створення додатків для Windows : Мінськ, Харвест, 2010.
4. Andrew Troelsen. PRO C# 2005 and the .NET 2.0 Platform Thread Edition. APRESS. Berkley, CA. 796 с.
5. J.H.Wilkinson, C.Reinsch Handbook for Automatic Computation Linear Algebra. Heidelberg New York, 1976. 392 с.
6. Volkov V. Mathematical and information modeling of grain elevators as potentially explosive objects / V. Volkov, Yu. Kryvchenko, N. Novikova // CEUR Workshop Proceedings. – Volume 3126, 2021. – P. 279-284.

15. Електронні інформаційні ресурси

https://drive.google.com/drive/folders/1JA3Ks5rvGCIEumi_R-6kc3FnLeG6eqY1?usp=drive_link