

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

Кафедра механіки, автоматизації та інформаційних технологій



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної роботи

2025 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»

Робоча програма навчальної дисципліни «Обчислювальна математика» –
Одеса: ОНУ, 2025. – 17 с.

Розробники:

Іщенко Олеся Володимирівна, канд. техн. наук, доцент.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри
механіки, автоматизації та інформаційних технологій

Протокол № 1 від “24” серпня 2025 року

Завідувач кафедри  (Алла РАЧИНСЬКА)

Погоджено із гарантом ОПІ/ОНП «КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ»

 (Алла КАМЕНСЬКА)

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК)
з інформаційних технологій

Протокол № 1 від “29” вересня 2025 року

Голова НМК  (Лариса МАРТИНОВИЧ)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри
механіки, автоматизації та інформаційних технологій

Протокол № _____ від “ _____ ” _____ 202_ року

Завідувач кафедри _____ (Алла РАЧИНСЬКА)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри
механіки, автоматизації та інформаційних технологій

Протокол № _____ від “ _____ ” _____ 202_ року

Завідувач кафедри _____ (Алла РАЧИНСЬКА)

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>Лекції</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: залік	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета

На основі теоретичних знань сформувати практичні вміння застосовувати відомі закони та методи підготовки і виконання наближених обчислень із використанням сучасної обчислювальної техніки та актуальних мов програмування.

Передбачається використання методів наближених обчислень для розв'язання типових задач фізики, механіки, прикладної математики та інших проєктних завдань.

Додаткові розділи обчислювальної математики поглиблюють знання студентів із векторної та вищої алгебри, математичного аналізу й диференціальних рівнянь. Інструментарій вищої математики застосовується для вирішення практичних задач, що потребують побудови відповідних обчислювальних алгоритмів.

Продемонструвати загальні принципи розроблення прикладного математичного забезпечення, методи створення тестових завдань, а також навести приклади стійких і нестійких обчислювальних алгоритмів. Окрема увага приділяється вивченню видів помилок, які виникають під час чисельного моделювання та обчислень, і наданню рекомендацій щодо їх зменшення для різних типів задач.

Оволодіти сучасними мовами програмування та засвоєння прийомів їх використання під час розроблення чисельних алгоритмів.

Набуття навичок розв'язування базових науково-технічних обчислювальних задач із належним оформленням результатів.

Завдання:

Завданням дисципліни є засвоєння студентами основних положень обчислювальної математики, принципів чисельних методів та алгоритмів.

Навчитися застосовувати знання з математичних дисциплін для постановки та розв'язання задач чисельного аналізу.

Навчитися формулювати вимоги до чисельних методів, які плануються для вирішення фізико-математичних задач.

Навчитися розпізнавати особливості програмної реалізації чисельних алгоритмів і створювати тестові завдання для перевірки їх коректності.

Оволодіти засобами візуалізації числових даних, що являють собою набори параметрів певної фізико-математичної задачі, та принципами компонування програм із використанням чисельних методів.

Навчитися застосовувати сучасні мови програмування та середовища розробки для створення прикладних обчислювальних програм або пакетів прикладного математичного забезпечення для розв'язання поставлених задач.

Навчитися здійснювати комп'ютерні обчислення, зберігати результати у вигляді файлів і 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'язання фізико-математичної задачі;
- 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 проєктування, 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 проєктування 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;
- обирати та обґрунтовувати чисельні методи для конкретних задач;
- обчислювати значення числових або функціональних рядів, розраховувати таблиці функцій та проводити аналіз функцій за таблицями даних;
- використовувати засоби візуалізації даних;
- будувати графіки функцій за допомогою будь-якої програмної оболонки математичного призначення;
- 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 або Ньютона 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 похибка. 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 для наближених обчислень для розробки чисельних алгоритмів.

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'язання 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. «Програмна реалізація лінійної алгебри: матриці, вектори та операції над ними»

Класи, призначені для розв'язання задач лінійної алгебри. Масиви, матриці, вектори. 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'язання 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 ї н а	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
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’язання 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. «Програмна реалізація лінійної алгебри: матриці, вектори та операції над ними»	24	6	—	6	12	33	2	—	1	30
Тема 6. «Методи розв’язання 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

№	Кількість
---	-----------

з/п	Назва теми	ГОДИН	
		очне	заочне
1	Створення робочого простору Visual Studio Code (VS Code) задля розміщення проєктів та програмних компонентів з даної навчальної дисципліни. Розробка 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	Розв'язання системи двох нелінійних рівнянь	4	0,5
8	Розробка програмних компонентів, призначених для застосування методу Ньютона до задачі розв'язання системи нелінійних рівнянь.	4	0,5
9	Розробка програмних компонентів Matrix та Vector. Ввод-вивід чисельних значень з об'єктів Matrix та Vector.	4	0,5
10	Арифметичні операції з 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'язання СЛАР методом Жордана-Гаусса	2	0,5
13	Розв'язування СЛАР методом Зейделя.	2	0,5
14	Методи обчислення оберненої матриці. Розв'язання СЛАР із використанням оберненої матриці.	2	0,5
	Разом	34	6

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		очне	заочн е
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’язання 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. «Програмна реалізація лінійної алгебри: матриці, вектори та операції над ними»			
7	Обчислення із об’єктами програмних компонент 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’язання СЛАР»			
10	Розв’язання СЛАР методом Гаусса	5	11
11	Розв’язання СЛАР методом простих ітерацій	5	11
12	Розв’язання СЛАР за правилом Крамера	5	11
Разом		67	123

В якості самостійної роботи здобувач може пройти професійні курси, тренінги, професійне стажування, он-лайн курси, громадську освіту, отримати відповідний сертифікат на освітніх платформах, що може бути зараховано як періодичний, поточний та фрагмент підсумкового контролю.

Пропонуються до розгляду такі курси, які можуть бути визнані як періодичний, поточний контроль та/або бонусні бали (за бажанням здобувача):

<i>Назва освітньої платформи, назва он-лайн курсу, короткий опис, посилання</i>	<i>Дотично до теми (та/або компетентності, результати навчання, що формуються)</i>
UDEMY <i>Programing Numerical Methods in Python</i> <i>Numerical Analysis & Methods with Python: Theory & Practice</i> https://www.udemy.com/courses/search/?src=ukw&q=Numerical%20Methods	СК 4, 19 ПР 2, 5, 6, 17.
OpenCourseWare <i>Introduction to Numerical Methods</i> https://ocw.mit.edu/courses/18-335j-introduction-to-numerical-methods-spring-2019/	СК 4, 19 ПР 2, 5, 6, 17.
COURSERA <i>Програмування для всіх(Початок роботи з Python)</i> <i>Структури даних в Python</i> <i>Чисельні методи для інженерів</i> <i>Матрична алгебра для інженерів</i> https://www.coursera.org/	СК 4, 19 ПР 2, 5, 6, 17

Здобувач може самостійно обрати ресурси, які будуть відповідати навчальній дисципліні.

Для зарахування в якості періодичного, поточного або фрагмента підсумкового контролю здобувач має подати документ, що підтверджує неформальну освіту, програму, зробити опис компетентностей та результатів навчання, сформованих під час неформальної освіти.

Викладач залишає за собою право перевірити сформованість перелічених компетентностей та результатів навчання.

9. Методи навчання

Словесні: лекція, консультація.

Наочні: ілюстрація матеріалу у вигляді мультимедійних презентацій.

Практичні: розв'язання 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 колоквіум за теоретичним матеріалом всіх змістових модулів.

Критерії оцінювання

Оцінка за національною шкалою для заліку та іспиту	100 бальна шкала/ Оцінка ECTS	Теоретична підготовка	Практична підготовка
Зараховано / відмінно	90-100/ A	Здобувач у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, розгорнуто, обґрунтовано та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей. Здобувач демонструє чітке знання відповідних категорій, їх змісту, розуміння їх взаємозв'язку, правильно формулює тлумачення відповідних понять, демонструє знання змісту передбачених програмою питань, робить самостійні висновки. Здобувач вміє самостійно знаходити додаткову інформацію та використовувати її для реалізації поставлених завдань, вільно використовує нові інформаційні технології для поповнення знань.	Здобувач може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання практичних завдань, виконує практичні завдання, не передбачені навчальною програмою, вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу, проявляє творчий підхід до виконання індивідуальних та колективних завдань при самостійній роботі.

Зараховано / добре	85 – 89 / В	Здобувач достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, використовуючи при цьому обов'язкову літературу, застосовує знання для розв'язання стандартних ситуацій, самостійно аналізує, узагальнює і систематизує навчальну інформацію, але допускає неточності, які не є суттєвими для характеристики предмету питання та не впливають істотно на загальну характеристику того чи іншого явища (поняття).	Здобувач має стійкі навички виконання практичних завдань, правильно вирішує більшість практичних завдань.
Зараховано / добре	75 – 84 / С	Здобувач виявляє загалом високий рівень знань щодо всієї програми навчальної дисципліни, на достатньому рівні володіє навчальним матеріалом, застосовує знання для розв'язання стандартних ситуацій, але не вміє самостійно аналізувати деякі питання, не завжди повністю переконливо аргументувати свої відповіді, допускає незначні неточності.	Здобувач за зразком самостійно виконує практичні завдання, передбачені програмою навчальної дисципліни

Зараховано / задовільно	70 – 74 / D	Здобувач володіє навчальним матеріалом на репродуктивному рівні або відтворює певну частину навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків. Здобувач знає основні поняття навчального матеріалу, але має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого, а також під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків та формулювання висновків.	Здобувач має елементарні навички виконання практичних завдань, правильно вирішує лише половину практичних завдань.
Зараховано / задовільно	60 – 69 / E	Здобувач не повною мірою розуміє предмет навчальної дисципліни, наявні недоліки у розкритті змісту понять. Здобувач надає нечіткі характеристики відповідних явищ, викладає свої думки з істотним порушенням логіки подання матеріалу.	Здобувач може використовувати знання лише в стандартних практичних ситуаціях, має нестійкі навички виконання практичних завдань, робить багато суттєвих помилок.
Не зараховано з можливістю повторного складання	35 – 59 / FX	Здобувач неправильно розкриває сутність базових питань навчальної дисципліни, допускає суттєві змістові помилки, володіє навчальним матеріалом поверхнево й фрагментарно, безсистемно виокремлює випадкові ознаки вивченого, не вміє сформулювати свою думку та викласти її в логічній послідовності, робити	Здобувач здатний виконати лише окремі практичні завдання за допомогою викладача. У здобувача відсутні сформовані уміння та навички.

		узагальнення та висновки.	
Не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	0 – 34 / F	Здобувач не знає основних положень навчальної дисципліни, не володіє навчальним матеріалом.	Здобувач виконує лише елементи практичних завдань, потребує постійної допомоги викладача.

11. Питання для підсумкового контролю

Змістовий модуль 1. «Елементарні обчислення»
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'язання 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'язання систем нелінійних рівнянь. 9. Методика тестування програмних компонентів.
Змістовий модуль 2. «Методи задач лінійної алгебри»
10. Поняття вектор та матрицю. Основні поняття та означення теорії матриць. Основні операції з векторами та матрицями. Алгоритми. 11. Аналітичні методи розв'язання систем алгебраїчних рівнянь. 12. Ітераційні методи розв'язання систем алгебраїчних рівнянь. 13. Методи обчислення визначника матриці. 14. Обернена матриця. Застосування оберненої матриці для розв'язання 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	

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 C# 7.0: навчальний посібник. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017. 300 с.
2. Герберт Шилдт. C# 4.0 : Переклад з англ. – «И.Д. Вильямс», 2011. 1056 с.
3. Лабор В.В. C# / 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.

15. Електронні інформаційні ресурси

[https://drive.google.com/drive/folders/1JA3Ks5rvGCIEumi_R-6kc3FnLeG6egY1?usp=drive link](https://drive.google.com/drive/folders/1JA3Ks5rvGCIEumi_R-6kc3FnLeG6egY1?usp=drive_link)