



Робоча програма навчальної дисципліни «Обчислювальна математика» –  
Одеса: ОНУ, 2023. – 21 с.

Розробники:

Волков Віктор Едуардович, док. техн. наук, професор;  
Косой Михайло Броніславович, канд. техн. наук, доцент;  
Царенко Олексій Павлович, старший викладач;  
Недева Ольга Анатоліївна, викладач.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри  
механіки, автоматизації та інформаційних технологій  
Протокол № 1 від “28” 08 2023 року

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ (підпис) Алла РАЧИНСЬКА )

Погоджено із гарантом ОПП/ОНП «КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ»  
\_\_\_\_\_ (підпис) Алла КАМЄНЄВА )

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК)  
з інформаційних технологій

Протокол № 1 від “31” 08 2023 року

Голова НМК \_\_\_\_\_ (підпис) Алла РАЧИНСЬКА )

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри  
механіки, автоматизації та інформаційних технологій  
Протокол № \_\_\_\_\_ від “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 року

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ (підпис) Алла РАЧИНСЬКА )

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри  
механіки, автоматизації та інформаційних технологій  
Протокол № \_\_\_\_\_ від “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 року

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ (підпис) 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 – <b>4,5</b> годин – <b>135</b> змістових модулів – <b>5</b>	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>	
		<b>Рік підготовки:</b>	
		<b>2-й</b>	–й
		<b>Семестр</b>	
		<b>3-й</b>	–й
		<b>Лекції</b>	
		<b>34</b> годин	годин
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		години	– годин
		<b>Лабораторні</b>	
		<b>34</b> години	– годин
		<b>Самостійна робота</b>	
		<b>67</b> годин	– годин
Форма підсумкового контролю: <b>залік</b>			

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

### Мета

На основі теоретичного підґрунтя опанувати практичні навички застосування відомих законів та методик 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 даних певної фізико-математичної задачі, особливості компонування комп'ютерних програм, де використовуються розроблені чисельні алгоритми.

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.

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

б) спеціальних/фахових:

СК3. 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.

СК4. 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.

СК19. 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 похибку 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 похибка. Форми запису наближених даних. Похибки заокруглення. Похибка функції та програмної реалізації. Тестування алгоритмів.

Стійкі та нестійкі алгоритми. Особливості реалізації математичних обчислень у вигляді програмних модулів та компонентів.

##### Тема 2. «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.

Алгоритми перелічених методів та їх програмні реалізації. Тестування алгоритмів та відповідних програмних модулів.

##### Тема 3. «Методи розв'язування систем нелінійних рівнянь»

Загальна постановка проблеми. Метод простих ітерацій. Метод Ньютона. Метод Пікара. Алгоритми методів та їх програмні реалізації. Задачі механіки, які потребують розв'язування систем нелінійних рівнянь. Тестування алгоритмів та відповідних програмних модулів.

#### Змістовий модуль 2. «Методи лінійної алгебри»

##### Тема 4. «Задачі алгебри матриць»

Загальна постановка проблеми. Термінологія, основні визначення, аксіоми та теореми лінійної алгебри. Задачі загальної механіки, які потребують застосування методів лінійної алгебри. Обчислення визначника матриці. Обчислення оберненої матриці. Розробка класів.

##### Тема 5. «Методи розв'язування СЛАР»

Метод Гауса. Метод Гауса з вибиранням головного елемента. Метод LU-розвинення (схема Халецького). Метод простих ітерацій. Метод Зейделя. Метод ортогоналізації. Метод Крамера.

Алгоритми методів та їх програмні реалізації. Тестування алгоритмів та відповідних програмних модулів.

### **Змістовий модуль 3. «Інтерполяція функцій»**

#### **Тема 6. «Інтерполяція за Лагранжем»**

Задачі, що приводять до інтерполяції функцій. Інтерполяційний многочлен Лагранжа. Алгоритм методу Лагранжа та його програмна реалізація. Тестування алгоритму та відповідного програмного модуля.

#### **Тема 7. «Інтерполяція за Ньютоном»**

Кінцеві та поділені різниці.

Інтерполяційний многочлен Ньютона для нерівновіддалених вузлів. Інтерполяційний многочлен Лагранжа та інтерполяційний многочлен Ньютона для рівновіддалених вузлів. Обернена інтерполяція.

Алгоритми методів та їх програмні реалізації. Тестування алгоритмів та відповідних програмних модулів.

#### **Тема 8. «Інтерполяція з використанням сплайнів»**

Наближення функцій сплайнами. Недоліки та переваги інтерполяції на базі сплайнів різного степеня. Алгоритми методів та їх програмні реалізації.

#### **Тема 9. «Чисельне диференціювання»**

Загальна постановка задачі чисельного диференціювання.

Диференціювання з використанням інтерполяційного многочлена Лагранжа.

Диференціювання з використанням інтерполяційних многочленів Ньютона.

Диференціювання з використанням сплайнів.

Алгоритми методів та їх програмні реалізації. Тестування алгоритмів та відповідних програмних модулів..

#### **Тема 10. «Регресійний аналіз»**

Метод найменших квадратів. Загальна постановка задачі. Побудування апроксимуючої функції в формі відомих простих функціональних виразів. Загальний алгоритм вибору кращої регресії (метод найменших квадратів).

Алгоритми перелічених методів та їх програмні реалізації. Тестування алгоритмів та відповідних програмних модулів.

### **Змістовий модуль 4. «Квадратурні формули»**

#### **Тема 11. «Квадратурні формули Ньютона-Котеса»**

Постановка задачі чисельного інтегрування. Застосування інтерполяційного многочлена Лагранжа до задачі чисельного інтегрування. Коефіцієнти Котеса, їх формула, алгоритм та методика обчислення.

Часткові випадки формул Ньютона-Котеса замкненого типу. Формула трапецій. Формула Сімпсона. Загальні квадратурні формули трапецій та Сімпсона. Алгоритм обчислення інтегралу з використанням формули Сімпсона. Програмна реалізація обчислень за квадратурними формулами Ньютона-Котеса.



## **Тема 12. «Квадратурні формули типа Гаусса»**

Загальна постановка проблеми. Принцип будування квадратурних формул типа Гаусса. Отримання вузлів та вагових коефіцієнтів для простішої квадратурної формули. Формули Гаусса для довільної кількості вузлів.

Многочлени Лежандра. Властивості многочленів Лежандра, правило обчислення значень для многочленів та його похідних. Алгоритм визначення вузлів та коефіцієнтів квадратурної формули типа Гаусса.

Алгоритми застосування квадратурної формули типа Гаусса для обчислення визначених інтегралів та їх програмні реалізації. Тестування алгоритмів та відповідних програмних модулів.

## **Змістовий модуль 5. «Методи розв'язування задачі Коші»**

### **Тема 13. «Аналітичні методи розв'язування задачі Коші для ЗДР»**

Загальна постановка проблеми. Термінологія, основні визначення, аксіоми та теореми з курсу диференціальних рівнянь. Задачі загальної механіки та фізики, прикладної математики, які потребують інтегрування звичайних диференціальних рівнянь (ЗДР). Методи розв'язування.

Метод Пікара. Теоретичний приклад. Метод Тейлора. Теоретичний приклад. Метод малого параметра.

Степеневі ряди. Алгоритми обчислення коефіцієнтів степеневих рядів. Додавання, віднімання, множення, ділення та інші дії із степеневими рядами.

Алгоритми методів та їх програмні реалізації. Тестування алгоритмів та відповідних програмних модулів.

### **Тема 14. «Методи типа Рунге-Кутта»**

Постановка проблеми. Принципи, які покладені в схему Рунге-Кутта.

Формули першого порядку. Метод Ейлера. Модифікований метод Ейлера.

Формули другого порядку. Їх геометрична інтерпретація. Схема Хойна.

Формули третього та четвертого порядків. Популярна схема 4-го порядку та її геометрична інтерпретація.

Алгоритми методів та їх програмні реалізації. Тестування алгоритмів та відповідних програмних модулів.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин										
	Очна форма					Заочна форма					
	Ус ЬОГ О	у тому числі				Ус ЬОГ О	ле кці ї	п ра кт и ч ні / се мі на р сь к і	ла бо ра то р ні	са мо ст ій на ро бо та	са мо ст і й на ро бо та
		лек ції	пр ак ти чн і / се мі на р сь к і	ла бо ра то р ні	са мо ст ій на ро бо та						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<b>Змістовий модуль 1. «Елементарні обчислення»</b>											
Тема 1. «Введення у чисельні методи»	9	2		2	5						
Тема 2. «Методи розв'язування нелінійних та алгебраїчних рівнянь»	9	2		2	5						
Тема 3. «Методи розв'язування систем нелінійних рівнянь»	9	2		2	5						
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>27</b>	<b>6</b>		<b>6</b>	<b>15</b>						
<b>Змістовий модуль 2. «Методи лінійної алгебри»</b>											
Тема 4. «Задачі алгебри матриць»	9	2		2	5						
Тема 5. «Методи розв'язування СЛАР»	9	2		2	5						
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>18</b>	<b>4</b>		<b>4</b>	<b>10</b>						
<b>Змістовий модуль 3. «Інтерполяція функцій»</b>											
Тема 6. «Інтерполяція за Лагранжем»	9	2		2	5						
Тема 7. «Інтерполяція за Ньютоном»	9	2		2	5						
Тема 8. «Інтерполяція із використанням сплайнів»	9	2		2	5						
Тема 9. «Чисельне диференціювання»	9	2		2	5						
Тема 10. «Регресійний аналіз»	9	2		2	5						
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>45</b>	<b>10</b>		<b>10</b>	<b>25</b>						

#### 4. Структура навчальної дисципліни (продовження)

Назви тем	Кількість годин									
	Очна форма					Заочна форма				
	Ус ЬОГ О	у тому числі				Ус ЬОГ О				
		лек ції	пр ак ти чн і / се мі на рсь кі	ла бо ра то р ні	са мо ст ій на ро бо та		лек ції	п ра кт и ч ні / се мі на рсь кі	ла бо ра то р ні	са мо ст ій на р о бо та
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Змістовий модуль 4. «Квадратурні формули»</b>										
Тема 11. «Квадратурні формули Ньютона-Котеса»	9	2		2	5					
Тема 12 . «Квадратурні формули типа Гауса»	13	4		4	5					
<b>Разом за змістовим модулем 4</b>	<b>22</b>	<b>6</b>		<b>6</b>	<b>10</b>					
<b>Змістовий модуль 5. «Методи розв'язування задачі Коші»</b>										
Тема 13. «Аналітичні методи розв'язування задачі Коші для ЗДР»	13	4		4	5					
Тема 14. «Методи типа Рунге-Кутта».	10	4		4	2					
<b>Разом за змістовим модулем 5</b>	<b>23</b>	<b>8</b>		<b>8</b>	<b>7</b>					
<b>Усього годин</b>	<b>135</b>	<b>34</b>		<b>34</b>	<b>67</b>					

#### 5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені.

## 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		очне	заочне
1	Алгоритми обчислення сум числових рядів.	2	
2	Алгоритми обчислення значень степеневих рядів (спецфункцій)	2	
3	Формування наборів числових даних в виді таблиці функції	2	
4	Обчислення коренів нелінійного рівняння методом дихотомії	2	
5	Дослідження збіжності ітераційних схем методу Ньютона	2	
6	Застосування ПЗ <b>SURFER</b> до розв'язування системи двох нелінійних рівнянь	2	
7	Розробка програмних компонентів, призначених для застосування методу Ньютона до задачі розв'язування системи нелінійних рівнянь	2	
8	Класи Matrix і Vector	2	
9	Матричні обчислення. LU-розкладання матриці	1	
10	Матричні обчислення. Методи обчислення визначника	1	
11	Розв'язування СЛАР методом Жордана-Гаусса	2	
12	Розв'язування СЛАР методом Зейделя	2	
13	Методи обчислення оберненої матриці	2	
14	Інтерполяція за Лагранжем	2	
15	Інтерполяція за Ньютоном (скінченні різниці)	2	
16	Дослідження функції, яку задано таблицею, на екстремуми із використанням сплайнів 2-го степеня	2	
17	Диференціювання на основі інтерполяційного многочлена Лагранжа та Ньютона	2	
18	Визначення функціонального виду деякої залежності за дискретними даними	2	
	Разом	34	

## 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		очне	заочне
1	Наближене обчислення інтеграла із застосуванням схем трапецій та Сімпсона	4	
2	Обчислення вагових коефіцієнтів для квадратурних формул Ньютона-Котеса	4	
3	Обчислення визначених інтегралів за допомогою квадратурних формул Ньютона-Котеса замкненого типу	4	
4	Обчислення визначених інтегралів за допомогою квадратурних формул типа Гаусса	4	
5	Чисельний розв'язок ЗДР першого порядку методом розкладання в ряд Тейлора	4	
6	Розробка класу, який реалізує схеми Рунге-Кутта для інтегрування ЗДР першого порядку	4	
7	Розробка класу, що реалізує схеми Рунге-Кутта для інтегрування ЗДР другого порядку	6	
8	Розробка класу, що реалізує схеми Рунге-Кутта для інтегрування системи двох ЗДР першого порядку	4	
	Разом	34	

## 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		очне	заочне
Тема 1. «Введення у чисельні методи»			
1	Створення програмного компонента для візуалізації результатів чисельного експерименту	2	
2	Обчислення сум числових рядів з абсолютною і відносною похибкою	2	
3	Обчислення значень степеневих рядів (спецфункцій)	2	
4	Побудування таблиці функції із заданою точністю	2	
Тема 2. «Методи розв'язування нелінійних та алгебраїчних рівнянь»			
5	Визначення абсцис, які відповідають заданому значенню функції	2	
6	Обчислення коренів нелінійного рівняння методом Ньютона	2	
Тема 3. «Методи розв'язування систем нелінійних рівнянь»			
7	Уточнення розв'язків системи двох нелінійних рівнянь методом стиснення регіону	2	
8	Уточнення розв'язків системи нелінійних рівнянь за схемою Ньютона	2	
Тема 4. «Задачі алгебри матриць»			
9	Класи Matrix і Vector	2	
10	Матричні обчислення. LU-розкладання матриці	2	
11	Обчислення детермінанта заданої матриці через розкладання за елементами її рядка або її стовпчика	2	
Тема 5. «Методи розв'язування СЛАР»			
12	Розв'язування СЛАР методом Гаусса	2	
13	Розв'язування СЛАР методом простих ітерацій	2	
14	Розв'язування СЛАР за правилом Крамера	2	
15	Тема 6. «Інтерполяція за Лагранжем» Ущільнення таблиці функції із застосуванням інтерполяційного многочлена Лагранжа	2	
16	Тема 7. «Інтерполяція за Ньютоном» Інтерполяція за Ньютоном (поділені різниці)	2	
17	Тема 8. «Інтерполяція із використанням сплайнів» Аналіз результатів чисельного експерименту із застосуванням інтерполяції квадратичними сплайнами	3	
Тема 9. «Чисельне диференціювання»			

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		очне	заочне
18	Аналіз таблиці функції на екстремуми із використанням чисельного диференціювання за Лагранжем	4	
19	Аналіз таблиці функції на екстремуми із використанням чисельного диференціювання за Ньютоном	4	
20	Тема 10. «Регресійний аналіз» Визначення функціонального виду залежності для дискретних даних, які задані таблицею	2	
Тема 11. «Квадратурні формули Ньютона-Котеса»			
21	Наближене обчислення інтеграла із застосуванням схем трапецій та Сімпсона	4	
22	Застосування класу раціональних чисел <b>RNumber</b> до задачі обчислення вагових коефіцієнтів для квадратурних схем Ньютона-Котеса	2	
23	Обчислення визначених інтегралів за допомогою квадратурних формул Ньютона-Котеса замкнутого типу	4	
24	Тема 12. «Квадратурні формули типу Гауса» Обчислення визначених інтегралів за допомогою квадратурних формул типу Гауса	2	
25	Тема 13. «Аналітичні методи розв'язування ЗДР» Чисельний розв'язок ЗДР першого порядку методом розкладання в ряд Тейлора	4	
Тема 14. «Методи типу Рунге-Кутта»			
26	Застосування класу, який реалізує схеми Рунге-Кутта для інтегрування ЗДР першого порядку	2	
27	Застосування класу, що реалізує схеми Рунге-Кутта для інтегрування ЗДР другого порядку	2	
28	Застосування класу, що реалізує схеми Рунге-Кутта для інтегрування системи двох ЗДР першого порядку	2	
Разом		67	

## 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
<b>відмінно</b>	
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.
<b>добре</b>	
Здобувач освіти здатен правильно користуватися теоретичним матеріалом або формулами, розуміючи їх причинно-наслідкові зв'язки, та спираючись на висновки і пояснення, які надаються у відповідному методичному забезпеченні. Здобувач освіти здатний до самостійного відтворення запропонованих 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 запропонованих алгоритмів та обчислень. Самостійно виправляє помилки в обчисленнях або в програмних компонентах. Виконав більше ніж половину всіх запланованих завдань.
<b>задовільно</b>	



<p>Здобувач освіти володіє навчальним матеріалом на репродуктивному рівні або відтворює його певну частину з елементами логічних зв'язків.</p> <p>Знає основні поняття навчального матеріалу, але не може дати чіткого тлумачення їх змісту та не виявляє причинно-наслідкові зв'язки між ними, має ускладнення під час формулювання висновків та обґрунтувань.</p> <p>Не може кваліфікувати теоретичний матеріал за його призначенням.</p>	<p>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 обчисленнях або в програмних компонентах.</p> <p>Виконав менше половини запланованих завдань.</p>
<b>незадовільно</b>	
<p>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.</p> <p>Під час відповіді на поточні питання допускає суттєві помилки принципового характеру.</p>	<p>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.</p> <p>Виконав менше третини від всіх запланованих завдань.</p>

## 11. Питання для підсумкового контролю

<b>Змістовий модуль 1. «Елементарні обчислення»</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2.</li> <li>3.</li> <li>4.</li> <li>5.</li> <li>6.</li> <li>7.</li> <li>8.</li> <li>9.</li> <li>10.</li> <li>11.</li> </ol>	<p>Поняття про абсолютну та відносну похибки обчислень.</p> <p>Поняття про значущі та вірні цифри числа.</p> <p>Алгоритми обчислення числових та функціональних рядів.</p> <p>Загальна постановка задачі наближеного розв'язування нелінійного рівняння.</p> <p>Метод дихотомії. Алгоритм. Властивості.</p> <p>Методи дотичних. Алгоритм. Властивості.</p> <p>Метод простої ітерації. Алгоритм. Властивості.</p> <p>Метод хорд. Алгоритм. Властивості.</p> <p>Метод золотого перетину. Алгоритм. Властивості.</p> <p>Поняття про таблицю даних та таблицю функції.</p> <p>Постановка задачі про розв'язування системи двох нелінійних рівнянь.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>12. Метод спуску до екстремальної точки. Алгоритм. Властивості.</li> <li>13. Метод Ньютона. Схема, алгоритм. Властивості.</li> <li>14. Метод простих ітерацій. метод Пікара. Схеми, алгоритми.</li> <li>15. Методика тестування програмних компонентів.</li> </ul>
<b>Змістовий модуль 2. «Методи лінійної алгебри»</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Поняття вектор та матрицю. Основні поняття та означення теорії матриць.</li> <li>2. Основні операції з векторами та матрицями. Алгоритми.</li> <li>3. Аналітичні методи розв'язування систем алгебраїчних рівнянь.</li> <li>4. Ітераційні методи розв'язування систем алгебраїчних рівнянь.</li> <li>5. Методи обчислення визначника матриці.</li> <li>6. Обернена матриця. Застосування оберненої матриці для розв'язування СЛАР.</li> <li>7. Методика тестування програмних компонентів алгебри матриць.</li> </ul>
<b>Змістовий модуль 3. «Інтерполяція функцій»</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Загальна постановка задачі інтерполяції.</li> <li>2. Інтерполяція за Лагранжем. Алгоритм. Властивості.</li> <li>3. Інтерполяція за Ньютоном (поділені та кінцеві різниці). Алгоритм. Властивості.</li> <li>4. Інтерполяція квадратичними та кубічними сплайнами. Алгоритм. Властивості.</li> <li>5. Методика тестування програмних компонентів з інтерполяцією.</li> <li>6. Методика диференціювання із використанням інтерполяційних многочленів.</li> <li>7. Метод найменших квадратів. Регресійний аналіз.</li> </ul>
<b>Змістовий модуль 4. «Квадратурні формули»</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Застосування інтерполяційних многочленів до побудування квадратурних формул.</li> <li>2. Формули прямокутників, трапецій, Сімпсона. Алгоритми методів.</li> <li>3. Принципи обчислення коефіцієнтів формул Ньютона-Котеса. Алгоритм.</li> <li>4. Формули Ньютона-Котеса загального типу.</li> <li>5. Побудування квадратурних формул типа Гаусса.</li> <li>6. Методика тестування програмних компонентів чисельного інтегрування.</li> </ul>
<b>Змістовий модуль 5. «Методи розв'язування задачі Коші»</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Загальна постановка задачі Коші для ЗДР.</li> <li>2. Аналітичні методи розв'язування задачі Коші.</li> <li>3. Принципи побудування схем Рунге-Кутта.</li> <li>4. Розв'язування систем диференціальних рівнянь.</li> </ul>

5. Методика тестування програмних компонентів задачі Коші.

**12. Розподіл балів, які отримують студенти**

Поточний та періодичний контроль за 3-й семестр						Су ма бал ів
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2		Змістовий модуль 3		
Лабораторні роботи	Контрольні завдання	Лабораторні роботи	Контрольні завдання	Лабораторні роботи	Контрольні завдання	
<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

Поточний та періодичний контроль за 4-й семестр				Су ма бал ів
Змістовий модуль 4		Змістовий модуль 5		
Лабораторні роботи	Контрольні завдання	Лабораторні роботи	Контрольні завдання	
<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>100</b>

**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
<b>90 – 100</b>	<b>A</b>	відмінно	зараховано
<b>82 – 89</b>	<b>B</b>	добре	
<b>74 – 81</b>	<b>C</b>		
<b>64 – 73</b>	<b>D</b>	задовільно	
<b>60 – 63</b>	<b>E</b>		
<b>35 – 59</b>	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
<b>0 – 34</b>	<b>F</b>	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. Вильямс», 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.

## 15. Електронні інформаційні ресурси

[https://drive.google.com/drive/folders/1PhMfiJ8jc9b\\_p01Lm2wHlrTe74cD7Qnv?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1PhMfiJ8jc9b_p01Lm2wHlrTe74cD7Qnv?usp=sharing)