

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

ВК5 Дисципліна з каталогу галузі – Чисельні методи

(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 «Чисельні методи» – Одеса:  
ОНУ, 2024. – 15 с.

Розробники:

Волков Віктор Едуардович, док. техн. наук, професор;

Царенко Олексій Павлович, старший викладач;

Недєва Ольга Анатоліївна, викладач.

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

Протокол № 1 від “29” 08 2024 року

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

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

\_\_\_\_\_ (підпис) (Алла КАМЕНЄВА)

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК)  
з інформаційних технологій

Протокол № 1 від “30” 08 2024 року

Голова НМК \_\_\_\_\_ (підпис) (Лариса МАРТИНОВИЧ)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри

механіки, автоматизації та інформаційних технологій

Протокол № \_\_\_\_ від “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 202\_ року

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

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри

механіки, автоматизації та інформаційних технологій

Протокол № \_\_\_\_ від “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 202\_ 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>6</b> годин – <b>180</b> змістових модулів – <b>3</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>Вибірковий компонент ОП</i>	
		<b>Рік підготовки:</b>	
		<b>2-й</b>	<b>3-й</b>
		<b>Семестр</b>	
		<b>4-й</b>	<b>5-й</b>
		<b>Лекції</b>	
		<b>34 години</b>	<b>10 годин</b>
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		– годин	– годин
		<b>Лабораторні</b>	
		<b>56 години</b>	<b>8 годин</b>
		<b>Самостійна робота</b>	
		<b>90 годин</b>	<b>162 години</b>
		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 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 прикладної науки та їх складові;
- основні елементи сучасного програмування, які застосовуються під час проектування чисельних алгоритмів для фізико-математичних задач;
- чисельні методи розв'язування задач обчислення визначених інтегралів;
- чисельні методи розв'язування задач інтерполяції та обробки результатів експериментів (регресійний аналіз);
- основні чисельні методи розв'язування задач Коші та крайових задач.

**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;
- обчислювати абсолютну та відносну похибки шуканого чисельного результату та підраховувати кількість виконаних ітерацій;
- застосовувати методи інтерполяції за для обробки таблиць функцій, здійснювати чисельне диференціювання;
- застосовувати методи наближеного обчислення визначених інтегралів, в тому числі подвійних або потрійних інтегралів, або інтегралів спеціального виду;
- застосовувати чисельні методи розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь, а також методи розв'язування крайових задач.

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### **Змістовий модуль 1. «Інтерполяція функцій»**

##### **Тема 1. «Інтерполяція за Лагранжем»**

Задачі, що приводять до інтерполяції функцій. Інтерполяційний многочлен Лагранжа. Алгоритм методу Лагранжа та його програмна реалізація.

##### **Тема 2. «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.

##### **Тема 3. «Інтерполяція сплайнами»**

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

##### **Тема 4. «Чисельне диференціювання»**

Загальна постановка задачі чисельного диференціювання.

Диференціювання з використанням інтерполяційного многочлена Лагранжа.

Диференціювання з використанням інтерполяційних многочленів Ньютона.

Диференціювання з використанням сплайнів.

##### **Тема 5. «Регресійний аналіз»**

Загальна постановка задачі. Метод найменших квадратів. Обчислення коефіцієнтів регресій для елементарних функцій заданого функціонального виду.

#### **Змістовий модуль 2. «Квадратурні формули»**

##### **Тема 6. «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 7. «Квадратурні формули 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.

### **Змістовий модуль 3. «Методи розв'язування задачі Коші»**

#### **Тема 8. «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.

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

#### **Тема 9. «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.

Багатокрокові методи розв'язування задачі Коші.



#### 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	л а б о р а т о р н і	с р о б о т а с а м о с т і й н а
		л е к ц і ї	п р а к т и ч н і	л а б о р а т о р н і	с р о б о т а с а м о с т і й н а					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Змістовий модуль 1. «Інтерполяція функцій»</b>										
Тема 1. «Інтерполяція за Лагранжем»	8	2	–	2	4	21	0,5	–	0,5	20
Тема 2. «Інтерполяція за Ньютоном»	16	4	–	4	8	21	0,5	–	0,5	20
Тема 3. «Інтерполяція сплайнами»	14	2	–	4	8	21	0,5	–	0,5	20
Тема 4. «Чисельне диференціювання»	14	2	–	4	8	21	0,5	–	0,5	20
Тема 5. «Регресійний аналіз»	18	4	–	6	8	21,5	1	–	0,5	20
Разом за змістовим модулем 1	70	14	–	20	36	105,5	3	–	2,5	100
<b>Змістовий модуль 2. «Квадратурні формули»</b>										
Тема 6. «Квадратурні формули Ньютона-Котеса»	28	6	–	8	14	18	2	–	1	15
Тема 7. «Квадратурні формули типу Гауса»	24	4	–	8	12	16,5	1	–	0,5	15
Разом за змістовим модулем 2	50	10	–	16	24	34,5	3	–	1,5	30
<b>Змістовий модуль 3. «Методи розв'язування задачі Коші»</b>										
Тема 8. «Аналітичні методи розв'язування задачі Коші для ЗДР»	24	4	–	8	12	20	2	–	2	16
Тема 9. «Методи типу Рунге-Кутта».	36	6	–	12	18	20	2	–	2	16
Разом за змістовим модулем 3	60	10	–	20	30	40	4	–	4	32
<b>Усього годин</b>	180	34	–	56	90	180	10	–	8	162

### 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	Інтерполяція за Лагранжем	2	0,5
2	Інтерполяція за Ньютоном (скінченні різниці)	4	0,5
3	Дослідження функції, яку задано таблицею, на екстремуми із використанням сплайнів 2-го степеня	4	0,5
4	Диференціювання на основі інтерполяційного многочлена Лагранжа	4	0,5
5	Визначення функціонального виду деякої залежності за її дискретними даними	6	0,5
6	Наближене обчислення інтеграла із застосуванням схем трапецій та Сімпсона.	2	–
7	Обчислення вагових коефіцієнтів для квадратурних формул Ньютона-Котеса	2	0,5
8	Обчислення визначених інтегралів за допомогою квадратурних формул Ньютона-Котеса замкнутого типу	4	0,5
9	Обчислення абсцис та вагових коефіцієнтів для квадратурних формул Гауса.	4	–
10	Обчислення визначених інтегралів за допомогою квадратурних формул Гаусса.	4	0,5
11	Чисельний розв'язок ЗДР першого порядку методом розкладання в ряд Тейлора	4	1
12	Розробка класу, який реалізує схеми Рунге-Кутта для інтегрування ЗДР першого порядку	4	1
13	Розробка класу, який реалізує схеми Рунге-Кутта для інтегрування ЗДР другого порядку	6	1
14	Розробка класу, що реалізує схеми Рунге-Кутта для інтегрування системи двох ЗДР першого порядку	6	1
	Разом	56	8

## 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		очне	заочне
Тема 1. «Інтерполяція за Лагранжем»			
1	Ущільнення таблиці функції із застосуванням інтерполяційного многочлена Лагранжа	4	20
Тема 2. «Інтерполяція за Ньютоном»			
2	Інтерполяція за Ньютоном (поділені різниці)	8	20
Тема 3. «Інтерполяція із використанням сплайнів»			
3	Аналіз результатів чисельного експерименту із застосуванням інтерполяції квадратичними сплайнами	8	20
Тема 4. «Чисельне диференціювання»			
4	Аналіз таблиці функції на екстремуми із використанням чисельного диференціювання за Лагранжем	4	10
5	Аналіз таблиці функції на екстремуми із використанням чисельного диференціювання за Ньютоном	4	10
Тема 5. «Регресійний аналіз»			
6	Визначення функціонального виду деякої залежності за її дискретними даними	8	20
Тема 6. «Квадратурні формули Ньютона-Котеса»			
7	Наближене обчислення інтеграла із застосуванням схем трапецій та Сімпсона	4	6
8	Застосування класу раціональних чисел <b>RNumber</b> до задачі обчислення вагових коефіцієнтів для квадратурних схем Ньютона-Котеса	4	8
9	Обчислення визначених інтегралів за допомогою квадратурних формул Ньютона-Котеса замкнутого типу	6	8
Тема 7. «Квадратурні формули типу Гауса»			
10	Обчислення визначених інтегралів за допомогою квадратурних формул типу Гауса	12	8
Тема 8. «Аналітичні методи розв'язування задачі Коші для ЗДР»			
11	Чисельний розв'язок ЗДР першого порядку методом розкладання в ряд Тейлора	12	16
Тема 9. «Методи типу Рунге-Кутта»			
12	Застосування класу, який реалізує схеми Рунге-Кутта для інтегрування ЗДР першого порядку	6	4

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		очне	заочне
13	Застосування класу, що реалізує схеми Рунге-Кутта для інтегрування ЗДР другого порядку	6	6
14	Застосування класу, що реалізує схеми Рунге-Кутта для інтегрування системи двох ЗДР першого порядку	6	6
Разом		90	162

## 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 та формулами, розуміючи їх причинно-наслідкові зв'язки, спираючись на висновки і пояснення,	Здобувач освіти здатен без помилково виконувати програмне моделювання математичних проблем та реалізовувати їх у вигляді додатків та компонентів за наявності відповідного

які надаються у відповідному методичному матеріалі. Здобувач освіти здатний до самостійного відтворення наданих методик та алгоритмів розв'язування типових завдань та їх програмних реалізацій.	методичного забезпечення. Проявляє ретельний підхід до реалізації алгоритмів та обчислень. Самостійно виправляє помилки в програмних компонентах. Виконав більше ніж половину всіх запланованих завдань.
<b>задовільно</b>	
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, має ускладнення під час формулювання висновків та обґрунтувань. Не може кваліфікувати теоретичний матеріал за його призначенням.	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. Виконав менше половини запланованих завдань.
<b>незадовільно</b>	
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

<b>Змістовий модуль 1. «Інтерполяція функцій»</b>
<ol 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).</li> <li>4. Інтерполяція квадратичними та кубічними сплайнами. Алгоритм. Властивості. Методика тестування програмних компонентів.</li> <li>5. Диференціювання із використанням інтерполяційних многочленів.</li> <li>6. Основні положення методу найменших квадратів. Регресійний аналіз.</li> </ol>

<b>Змістовий модуль 2. «Квадратурні формули»</b>	
1. Застосування інтерполяційних многочленів до побудування квадратурних формул. Формули прямокутників, трапецій, Сімпсона. 2. Принципи обчислення коефіцієнтів формул Ньютона-Котеса. 3. Формули Ньютона-Котеса загального типу. Алгоритми методів. 4. Побудування квадратурних формул типа Гаусса. Методика тестування програмних компонентів чисельного інтегрування.	
<b>Змістовий модуль 3. «Методи розв'язування задачі Коші»</b>	
1. Загальна постановка задачі Коші для ЗДР. 2. Аналітичні методи розв'язування задачі Коші. 3. Принципи побудування схем Рунге-Кутта. 4. Розв'язування систем диференціальних рівнянь. 5. Методика тестування програмних компонентів задачі Коші.	

### 12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний та періодичний контроль за 3-й семестр				Су ма ба лі в
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2		
Лабораторні роботи	Контрольні завдання	Лабораторні роботи	Контрольні завдання	
<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	
Змістовий модуль 3				
Лабораторні роботи	Контрольні завдання	<b>Підсумковий контроль</b>		
<b>15</b>	<b>15</b>	<b>10</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 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.
6. Volkov V.E. Mathematical and information models of decision support systems for explosion protection //Applied Aspects of Information Technology. – Vol. 5, №3, 2022. – P. 179-195.

## 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)