

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
Кафедра прикладної математики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету  
математики і інформатики

Григорій ЖОЛТКЕВИЧ



08

2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Чисельний аналіз**

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань 11 – математика статистика

спеціальність 113 – Прикладна математика, 111 – Математика  
(шифр і назва)

освітня програма Прикладна математика, Математика  
(шифр і назва)

спеціалізація \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

вид дисципліни обов'язкова  
(обов'язкова / за вибором)

факультет математики і інформатики


2023/2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету математики і інформатики  
“29” серпня 2023 року, протокол № 8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: **Коробов Валерій Іванович**, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри прикладної математики.


Програму схвалено на засіданні кафедри Прикладної математики  
Протокол від “28” серпня 2023 року №10

Завідувач кафедри Прикладної математики

  
\_\_\_\_\_  
(підпис) Валерій КОРОБОВ  
(прізвище та ініціали)


Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми (керівником проектної групи) Прикладна математика  
назва освітньої програми

Гарант освітньо-професійної програми  
(керівник проектної групи) Прикладна математика

  
\_\_\_\_\_  
(підпис) Сергій ПОСЛАВСЬКИЙ  
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми (керівником проектної групи) Математика  
назва освітньої програми


Гарант освітньо-професійної програми  
(керівник проектної групи) Математика

  
\_\_\_\_\_  
(підпис) Олександр ЯМПОЛЬСЬКИЙ  
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією факультету математики і інформатики Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна  
назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “29” серпня 2023 року, протокол № 1

Голова науково-методичної комісії факультету математики і інформатики

  
\_\_\_\_\_  
(підпис) Ольга АНОЩЕНКО  
(прізвище та ініціали)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “**Чисельний аналіз**” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки

бакалавр

(назва рівня вищої освіти)

спеціальності (напряму) 111 – Математика, 113 – Прикладна математика

спеціалізації \_\_\_\_\_

### 1. Опис навчальної дисципліни

#### 1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Чисельний аналіз» є навчання майбутніх спеціалістів наближеним методам обчислення.

#### 1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення дисципліни «Чисельний аналіз» є оволодіння майбутніми спеціалістами основними чисельними методами, здатність їх застосовувати для розв’язання розглядуваних задач та уміння знаходити наближені розв’язки із заданою точністю.

#### 1.3. Кількість кредитів – 4

#### 1.4. Загальна кількість годин – 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Обов’язкова	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	-й
Семестр	
5-й	-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
56 год.	год.
у тому числі індивідуальні завдання	
24 год.	

#### 1.6. Заплановані результати навчання

За результатами вивчення даного курсу студенти повинні

**знати:**

- методи інтерполяції функцій та їх особливості;
- методи чисельного інтегрування;
- метод найменших квадратів;
- методи чисельного диференціювання.
- кусково-поліноміальна апроксимація (кубічні сплайни);

**вміти:**

- чисельно інтегрувати;
- чисельно інтерполювати функції;
- чисельно знаходити похідну;
- чисельно розв'язувати рівняння методом найменших квадратів;
- провести алгоритмізацію методів, скласти обчислювальну схему методів, написати програму обчислень на мові програмування високого рівня (Паскаль, Сі та інші) або з використанням пакетів програм (Матлаб, Maple, Математика та інші); фактично провести обчислення на комп'ютері з доведенням обчислень до заданої точності та зручною формою видачі результатів; на основі цього подати і захистити відповідної форми звіт.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

### Тема 1. *Інтерполяційні поліноми Лагранжа, Ньютона, Ерміта*

- Постановка задачі інтерполяції. Достатні умови того, щоб система функцій була системою Чебишева. Узагальнена теорема Ролля. Існування та єдиність узагальненого інтерполяційного полінома.
- Інтерполяційний поліном Лагранжа та його залишковий член. Поліноми Чебишева та їх властивості. Побудова полінома Лагранжа за вузлами, які є коренями полінома Чебишева, та його залишковий член.
- Розділені різниці та їх властивості. Інтерполяційний поліном Ньютона. Інтерполяція поліномами Ерміта.
- Розділені різниці із значеннями аргументу, що повторюються.
- Інтерполяційний поліном Ерміта.
- Введення інтерполяційних поліномів Лагранжа та Ерміта за допомогою визначника.

### Тема 2. *Кубічні інтерполяційні сплайни.*

- абстрактна постановка задачі інтерполяції сплайнами;
- визначення, побудова та екстремальна властивість кубічного інтерполяційного сплайна;
- збіжність процесу інтерполяції кубічними сплайнами;
- побудова кубічних інтерполяційних сплайнів через базисні кубічні сплайни;
- фундаментальні сплайни, побудова кубічних інтерполяційних сплайнів ;

### Тема 3. *Наближення функцій.*

- критерій лінійної незалежності функцій;
- наближення функцій, які задані таблицею по методу найменших квадратів;
- середньоквадратичне наближення лінійно незалежними функціями;

- середньоквадратичне наближення функцій алгебраїчними многочленами;
- середньоквадратичне наближення функцій тригонометричними многочленами;
- середньоквадратичне наближення функцій системою ортогональних многочленів.

#### **Тема 4. Чисельне інтегрування.**

- квадратурні формули прямокутників, трапецій, парабол (Сімпсона);
- оцінка похибки квадратур;
- квадратурні формули Ньютона-Котеса;
- побудова квадратурних формул методом невизначених коефіцієнтів;
- квадратурні формули Гауса;
- квадратурні формули Чебишева;

#### **Тема 5. Чисельне диференціювання.**

- чисельне диференціювання з використанням поліномів Лагранжа;
- оцінка похибки;
- чисельне диференціювання методом невизначених коефіцієнтів.

### **3. Структура навчальної дисципліни**

Назви модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
Л		п	лаб	інд	ср	
1	2	3	4	5	6	7
Тема 1. Інтерполяційні поліноми Лагранжа, Ньютона, Ерміта	24	8	8			8
Тема 2. Кубічні інтерполяційні сплайни.	20	6	6			8
Тема 3. Наближення функцій.	17	6	6			5
<i>Колоквіум</i>	2		2			
Тема 4. Чисельне інтегрування.	17	6	6			5
Тема 5. Чисельне диференціювання.	16	6	4			6
<i>Виконання трьох індивідуальних розрахунково-графічних завдань</i>	24					24
<b>Разом</b>	120	32	32			56
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>32</b>	<b>32</b>			<b>56</b>

### **4. Теми практичних занять**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Побудова інтерполяційного полінома Лагранжа.	2

2	Побудова інтерполяційного полінома Ньютона	2
3	Побудова інтерполяційного полінома Ерміта	2
4	Поняття сплайну	2
5	Побудова кубічного сплайну.	2
6	Наближення функцій методом найменших квадратів.	2
7	Середньоквадратичне наближення функцій лінійно незалежними функціями	2
8	Середньоквадратичне наближення функцій алгебраїчними многочленами	2
9	Середньоквадратичне наближення функцій тригонометричними многочленами	2
10	Середньоквадратичне наближення функцій ортогональними многочленами	2
11	Квадратурні формули прямокутників.	2
12	Квадратурні формули трапецій	2
13	Квадратурні формули парабол	2
14	Квадратурні формули Гауса	2
15	Квадратурні формули Чебишева	2
16	Чисельне диференціювання	2
	<b>Разом</b>	<b>32</b>

### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Підготовка до практичних занять, колоквиуму, виконання домашніх завдань за темами 1-3.	18
2	Підготовка до практичних занять, виконання домашніх завдань за темами 4-5.	14
3	Виконання трьох індивідуальних розрахунково-графічних завдань	24
	<b>Разом</b>	<b>56</b>

### 6. Індивідуальні завдання

Індивідуальне розрахунково-графічне завдання №1 «Інтерполяція функцій поліномами за формулами Лагранжа, Ньютона і Ерміта». Студентам пропонується завдання за одною з таких тем:

1. Практична побудова многочлена Лагранжа з рівновіддаленими вузлами.
2. Практична побудова многочлена Лагранжа з вузлами, які є коренями полінома Чебишева.
3. Порівняння результатів побудови многочлена Лагранжа з рівновіддаленими вузлами та вузлами, які є коренями полінома Чебишева.
4. Практична побудова многочлена Ньютона.
5. Практична побудова многочлена Ерміта.

Індивідуальне розрахунково-графічне завдання №2 «Інтерполяція функцій сплайнами»: практична побудова сплайнів першого, другого та третього порядків.

Індивідуальне розрахунково-графічне завдання №3 «Обчислення інтегралів за допомогою квадратурних формул трапецій та парабол»: застосування формул прямокутників, трапецій, Симпсона до наближеного обчислення визначених інтегралів; порівняння результатів.

## 7. Методи навчання

Пояснювально-ілюстративні лекції, репродуктивні і частково-пошукові методи при проведенні практичних занять, індивідуальні завдання. Студенти опановують значну частину теоретичного матеріалу шляхом самостійного написання комп'ютерних програм.

## 8. Методи контролю

- поточний контроль (опитування за теоретичним матеріалом);
- перевірка індивідуальних завдань;
- проведення колоквіуму;
- проведення екзамену.

## 9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання					Екзамен	Сума
Індивідуальне завдання №1	Індивідуальне завдання №2	Індивідуальне завдання №3	Колоквіум	Разом		
20	15	15	10	60	40	100

Мінімальна кількість балів з навчальної дисципліни, яку здобувач вищої освіти повинен набрати під час поточного контролю, самостійної роботи, індивідуального завдання для допуску до складання підсумкового контролю (екзамену), не передбачена програмою.

## Критерії оцінювання

**Колоквіум:** у разі правильної обґрунтованої відповіді студент отримує за завдання до 10 балів; якщо у відповіді є помилки, бал може бути зменшено в залежності від критичності зроблених помилок.

**Індивідуальні розрахунково-графічні завдання:** студентам надаються задачі за темою індивідуального завдання. Вони повинні написати комп'ютерну програму, яка розв'язує поставлену задачу, проаналізувати отримані результати і зробити висновки.

Після виконання кожного індивідуального завдання студенти надають звіт, що складається з наступних пунктів: постановка задачі, опис теоретичних методів для розв'язання задачі, код програми, результати розрахунків, аналіз отриманих результатів і висновки.

За результатами цього звіту виставляється оцінка за такими критеріями:

- максимальний бал у разі правильного виконання кожного з пунктів завдання;
- за незначні помилки оцінка зменшується від 10 до 30 відсотків;
- за значні логічні помилки оцінка зменшується до 50 відсотків, якщо хід міркувань в цілому правильний;
- якщо відповідь не відповідає жодному з критеріїв – виставляється 0 балів.

**Екзаменаційна робота** складається з трьох завдань і передбачає письмову відповідь на два теоретичних питання зі списку, який надається студентам заздалегідь, а також розв'язання практичної задачі.

По кожному завданню екзаменаційної роботи нараховується:

- максимальний бал у разі правильної обґрунтованої відповіді;
- за незначні помилки оцінка зменшується від 10 до 30 відсотків;
- за значні логічні помилки оцінка зменшується до 50 відсотків, якщо хід розв'язання в цілому правильний,
- у разі частково правильних міркувань за відсутності обґрунтованої відповіді виставляється до 30 відсотків від максимальної кількості балів
- відповідь не відповідає жодному з критеріїв, які сформульовані вище, – виставляється 0 балів.

#### **Шкала оцінювання: чотирирівнева**

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
90 – 100	відмінно
70-89	добре
50-69	задовільно
1-49	незадовільно

### **10. Рекомендована література**

#### **Основна література**

1. Richard L. Burdenand, J. Douglas Faires. Numerical Analysis, Ninth Edition 2011, 2005, 2001 Brooks/Cole, Cengage Learning.
2. С. М. Шахно, А. Т. Дудикевич, С. М. Левицька. Практикум з чисельних методів. Львів, 2009.
3. І. А. Дичка, М. В. Онай, Р. А. Гадиняк. Чисельні методи. Розв'язання задач лінійної алгебри та нелінійних рівнянь: лабораторний практикум. Київ, 2018.

#### **Допоміжна література**

1. A. Greenbaum, T. Chartier. Numerical Methods: Design, Analysis, and Computer Implementation of Algorithms. – 2012.