

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Кафедра інформаційних технологій  
та фізико-математичних дисциплін

E711



**ЗАТВЕРДЖЕНО**  
Заступник директора з  
навчальної роботи

*[Signature]*  
к.т.н., проф. Дудченко О.М.

***РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ***

**Program of the Discipline**

**ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ**

**Numerical Methods**

рівень вищої освіти      *перший (бакалаврський)*

тип дисципліни          *обов'язкова*

мова викладання        *українська*

Херсон - 2022 рік

Робоча програма навчальної дисципліни “Чисельні методи” є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 12 “Інформаційні технології”

спеціальності 121 - “Інженерія програмного забезпечення”

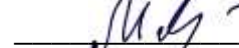
освітня програма “Інженерія програмного забезпечення”

“26” серпня 2022 року. – 22 с.

Розробник: Дудченко О.М., професор НУК кафедри інформаційних технологій та фізико-математичних дисциплін, канд. техн. наук.

Проект робочої програми навчальної дисципліни “Чисельні методи” узгоджено з гарантом освітньої програми

Гарант освітньої програми “Інженерія програмного забезпечення”

д.пед.н., к.ф.-м.н., проф.  М.Б. Літвінова

Проект робочої програми навчальної дисципліни “Чисельні методи” розглянуто на засіданні кафедри інформаційних технологій та фізико-математичних дисциплін

Протокол № 08 від “27” серпня 2022 р.

Завідувач кафедри  П. Й. Гучек

Робоча програма навчальної дисципліни “Чисельні методи” затверджена методичною радою ХННІ НУК.

Протокол № 01 від “29” серпня 2022 р.

Голова МР ХННІ НУК  О.М. Дудченко

© ХННІ НУК, 2022 рік

© Дудченко О.М., 2022 рік

## Зміст

Вступ .....	4
1. Опис навчальної дисципліни .....	5
2. Мета навчальної дисципліни .....	6
3. Передумови для вивчення дисципліни .....	6
4. Очікувані результати навчання .....	6
5. Програма навчальної дисциплін .....	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування .....	13
7. Форми поточного та підсумкового контролю .....	13
8. Критерії оцінювання результатів навчання .....	16
9. Засоби навчання .....	17
10. Рекомендовані джерела інформації .....	18
Додаток.....	20

## ВСТУП

### Анотація

Дисципліною “Чисельні методи” передбачено набуття студентами знань які потрібні для розв’язання на ЕОМ задач, пов’язаних з обчисленнями. При вивченні дисципліни студенти опановують основи наближених обчислень та сферу застосування чисельних методів, алгоритми основних чисельних методів, зображення математичних об’єктів засобами мов програмування, принципи використання стандартних алгоритмів у випадку розв’язання прикладних задач.

Програма навчальної дисципліни “Чисельні методи” розрахована на студентів, які вивчили математику, фізику та основи програмування. Програма передбачає комплексне застосування набутих компетенцій для розв’язання прикладних задач. Опанування курсу надає професійні компетенції для подальшого вивчення дисциплін професійної підготовки.

Дисципліна “Чисельні методи” носить міждисциплінарний характер, вона забезпечує підготовку студентів до вивчення навчальних дисциплін “Комп’ютерна графіка”, “Обробка експериментальних даних на комп’ютері”, “Емпіричні методи програмної інженерії” та “Теорія прийняття рішень”.

**Ключові слова:** алгоритм, програмування, чисельні методи, нелінійні рівняння, системи лінійних рівнянь, чисельне інтегрування, диференціальні рівняння, обробка числових даних.

### Annotation

The discipline “Numerical Methods” provides students with the knowledge needed to solve computer problems related to calculations. When studying the discipline, students master the basics of approximate calculations and the scope of numerical methods, algorithms of basic numerical methods, representation of mathematical objects by programming languages, the principles of using standard algorithms in solving applied problems.

The program of the discipline “Numerical Methods” is designed for students who have studied mathematics, physics and basics of programming. The program provides a comprehensive application of the acquired competencies to solve applied problems. Mastering the course provides professional competencies for further study.

The discipline “Numerical Methods” is interdisciplinary, it prepares students for studying “Computer Graphics”, “Computer Processing of Experimental Data”, “Empirical Methods of Software Engineering” and “Decision Theory”.

**Key words:** algorithm, programming, numerical methods, nonlinear equations, systems of linear equations, numerical integration, differential equations, numerical data processing.

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 12 - “Інформаційні технології”	Обов'язкова	
Модулів - 3		<b>Рік підготовки</b>	
Змістових модулів - 3		2-й	2-й
Електронна адреса на сайті ХННІ НУК: <a href="http://kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/b-software-engineering.html">http://kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/b-software-engineering.html</a> Індивідуальне науково-дослідне завдання - нема Загальна кількість годин - 120	Спеціальність 121 - “Інженерія програмного забезпечення”  Освітня програма “Інженерія програмного забезпечення”	<b>Семестри</b>	
		4-й	4-й
		<b>Лекції</b>	
		4-й семестр – 15 год.	6 год.
		<b>Лабораторні</b>	
		4-й семестр – 30 год.	6 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних: 4-й семестр – 3 самостійної роботи студента: 4-й семестр – 5	Освітній рівень: <b>перший (бакалаврський)</b>	<b>Самостійна робота</b>	
		4-й семестр – 75 год.	108 год.
		<b>Індивідуальні завдання: год.</b>	
		-	-
		<b>Види контролю:</b> 4-й семестр – екзамен	
		<b>Форма контролю:</b> комбінована (письмовий контроль, тестовий контроль)	

## **2. Мета навчальної дисципліни**

Метою вивчення навчальної дисципліни “Чисельні методи” є формування у студентів згідно зі Стандартом вищої освіти України, затвердженим Наказом Міністерства освіти і науки України від 29.10.2018 №1166 таких компетентностей:

Інтегральна компетентність

– здатність розв’язувати складні спеціалізовані завдання або практичні проблеми інженерії програмного забезпечення, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, із застосуванням теорій та методів інформаційних технологій.

Загальні компетентності:

К01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

К02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

К06. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

К19. Володіння знаннями про інформаційні моделі даних, здатність створювати програмне забезпечення для зберігання, видобування та опрацювання даних.

К20. Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв’язання завдань інженерії програмного забезпечення.

К25. Здатність обґрунтовано обирати та освоювати інструментарій з розробки та супроводження програмного забезпечення.

К26. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

## **3. Передумови для вивчення дисципліни**

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: математика, фізика та основи інформатики в курсі середньої школи.

## **4. Очікувані результати навчання**

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

ПР01. Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.

ПР05. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об’єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.

ПР13. Знати і застосовувати методи розробки алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань.

ПР15. Мотивовано обирати мови програмування та технології розробки для розв’язання завдань створення і супроводження програмного забезпечення.

ПР18. Знати та вміти застосовувати інформаційні технології обробки, зберігання та передачі даних.

## 5. Програма навчальної дисципліни

### 4-й семестр

#### Модуль 1.

#### **Змістовий модуль 1. Розв'язання нелінійних рівнянь та систем лінійних алгебраїчних рівнянь.**

Тема 1. Роль чисельних методів в рішенні інженерних, економічних і наукових задач. Теорія похибок. Джерела і класифікація похибок. Абсолютна і відносна похибки. Форми запису даних. Обчислювальна похибка. Похибка машинних обчислень. Дослідження алгебраїчних та трансцендентних рівнянь. Відокремлення коренів. Методом поділу навпіл.

Джерела інформації: [5] – стор. 256-263; [16] – стор. 19-20, 31-32; [22] – стор. 324-325.

Тема 2. Розв'язання нелінійних рівнянь методом хорд, методом Ньютона та методом простих ітерацій. Алгоритми методів та їх графічне представлення. Порівняння методів.

Джерела інформації: [5] – стор. 263-283; [7] – стор. 4-25; [8] – стор. 98-104; [16] – стор. 20-31; [22] – стор. 325-339.

Тема 3. Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Обумовленість систем рівнянь. Точні методи. Метод Крамера, метод Гауса. Наближені методи. Точечні методи. Метод Якобі. Метод Гауса-Зейделя. Метод релаксації. Блочні методи. Метод Зейделя.

Джерела інформації: [5] – стор. 94-138; [10] – стор. 5-14; [16] – стор. 44-79.

#### Модуль 2.

#### **Змістовий модуль 2. Чисельне інтегрування. Методи обробки числових даних. Бібліотека програм чисельних методів**

Тема 4. Чисельне інтегрування. Визначені інтеграли. Основні методи їх обчислень. Метод трапецій. Метод Сімпсона. Метод Чебишева. Визначення відносно похибки квадратурних формул. Вибір належної кількості ординат. Приведені ординати. Порівняння та практичне застосування методів.

Джерела інформації: [4] – стор. 86-164; [6] – стор. 171-174; [7] – стор. 49-60; [8] – стор. 382-386; [16] – стор. 177-207.

Тема 5. Методи обробки числових даних. Інтерполяція функцій. Апроксимація функцій. Поліноміальна апроксимація. Середньоквадратична апроксимація. Сплайн-апроксимація функцій.

Джерела інформації: [4] – стор. 10-91, 191-200; [6] – стор. 92-155; [7] – стор. 26-48; [9] – стор. 12-21, 21-26; [16] – стор. 146-160, 168-176.

Тема 6. Гармонічний аналіз. Обчислення коефіцієнтів Фур'є. Практичні схеми використання. Тригонометричне інтерполювання. Призначення та практичне використання методів.

Джерела інформації: [8] – стор. 515-532; [9] – стор. 49-56; [23] – стор.414-427,441-445; 563-573.

Тема 7. Бібліотеки програм чисельних методів. Склад та правила використання. Бібліотеки IMSL, LIBNAL, NAG.

Джерела інформації: [2], [24], [25].

### Модуль 3.

**Змістовий модуль 3. Чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь. Диференціальні рівняння у звичайних та часткових похідних. Задачі і методи оптимізації функцій**

Тема 8. Постановка задачі Коші. Методи розв'язування. Однокрокові методи Ейлера, Рунге-Кутта другого та четвертого порядку, Рунге-Кутта-Мерсона. Багатокрокові методи. Методи прогнозу та коррекції Адамса, Гіра, Мілна.

Джерела інформації: [1] стор.410-463; [13] стор.197-208; [14] стор.176-197.

Тема 9. Розв'язування систем диференціальних рівнянь першого та вищих порядків. Метод Рунге-Кутта. Оцінка похибки розв'язання. Правило Рунге. Чисельні методи для систем диференціальних рівнянь.

Джерела інформації: [4] – стор. 355-367; [6] – стор.236-242; [8] – стор 432-435; [16] – стор. 120-134.

Тема 10. Постановка крайових задач для диференціальних рівнянь у часткових похідних. Методи скінченних різниць (об'ємів) та кінцевих елементів.

Джерела інформації: [12] стор. 290-311, [13] стор.237-246.

Тема 11. Методи оптимізації функцій: одномірна, багатомірна. Оптимізація функцій з обмеженнями.

Джерела інформації: [1] стор.236-290, [2] ч.2 стор.113, 115,117, 123-145; [3] стор.83-124; [13] стор.102-107.[14] стор. 246-263.



### 5.1 Тематичний план навчальної дисципліни

3. Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		л	лаб	с.р.		л	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>4-й семестр</b>								
<b>Модуль 1</b>								
<b>Змістовий модуль 1. Розв'язання нелінійних рівнянь та систем лінійних алгебраїчних рівнянь</b>								
Тема 1. Роль чисельних методів в рішенні інженерних, економічних і наукових задач. Теорія похибок. Джерела і класифікація похибок. Абсолютна і відносна похибка. Форми запису даних. Обчислювальна похибка. Похибка машинних обчислень. Дослідження алгебраїчних та трансцендентних рівнянь. Відокремлення коренів. Метод поділу навпіл.	14	1	2	11				13
Тема 2. Розв'язання нелінійних рівнянь методом хорд, методом Ньютона та методом простих ітерацій. Алгоритми методів та їх графічне представлення. Порівняння методів.	14	1	2	11				14
Тема 3. Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Обумовленість систем рівнянь. Точні методи. Метод Крамера, метод Гауса. Наближені методи. Точечні методи. Метод Якобі. Метод Гауса-Зейделя. Метод релаксації. Блочні методи. Метод Зейделя.	17	2	4	11				14
<b>Разом за модулем 1</b>	<b>45</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>33</b>	<b>45</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>41</b>
<b>Модуль 2</b>								
<b>Змістовий модуль 2. Чисельне інтегрування. Методи обробки числових даних. Бібліотека програм чисельних методів</b>								
Тема 4. Чисельне інтегрування. Визначені інтеграли. Основні методи їх обчислень. Метод трапецій. Метод Сімпсона. Метод Чебишева. Визначення відносної похибки квадратурних формул. Вибір належної кількості ординат. Приведені ординати. Порівняння та практичне застосування методів.	12	2	4	6				10

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тема 5. Методи обробки числових даних. Інтерполяція функцій. Апроксимація функцій. Поліноміальна апроксимація. Середньоквадратична апроксимація. Сплайн-апроксимація функцій.	13	2	4	7				10
Тема 6. Гармонічний аналіз. Обчислення коефіцієнтів Фур'є. Практичні схеми використання. Тригонометричне інтерполювання. Призначення та практичне використання методів.	13	2	4	7				10
Тема 7. Бібліотеки програм чисельних методів. Склад та правила використання. Бібліотеки IMSL, LIBNAL, NAG.	7	-	-	7				11
<b>Разом за модулем 2</b>	<b>45</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>27</b>	<b>45</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>41</b>
<b>Модуль 3</b>								
<b>Змістовий модуль 3. Чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь. Диференціальні рівняння у звичайних та часткових похідних. Задачі і методи оптимізації функцій</b>								
Тема 8. Постановка задачі Коші. Методи розв'язування. Однокрокові методи Ейлера, Рунге-Кутта другого та четвертого порядку, Рунге-Кутта-Мерсона. Багатокрокові методи. Методи прогнозу та корекції Адамса, Гіра, Мілна.	10	1	6	3				6
Тема 9. Розв'язування систем диференціальних рівнянь першого та вищих порядків. Метод Рунге-Кутта. Оцінка похибки розв'язання. Правило Рунге. Чисельні методи для систем диференціальних рівнянь.	10	2	4	4				6
Тема 10. Постановка крайових задач для диференціальних рівнянь у часткових похідних. Методи скінченних різниць (об'ємів) та кінцевих елементів.	6	2	-	4				7
Тема 11. Методи оптимізації функцій: одномірні, багатомірні. Оптимізація функцій з обмеженнями.	4	-	-	4				7
<b>Разом за модулем 3</b>	<b>30</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>26</b>
<b>Разом</b>	<b>120</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>75</b>	<b>120</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>108</b>

**Примітка.** Для студентів заочної форми навчання викладаються оглядові лекції за темами змістових модулів в обсягах відповідно до таблиці.

## 5.2 Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
<b>4-й семестр</b>			
1	Розв'язання нелінійних рівнянь методом поділу навпіл та методом хорд. Джерела інформації: [15], робота 1; [11], робота 1.	1	0,5
2	Розв'язання нелінійних рівнянь методом хорд. Джерела інформації: [11], робота 2.	1	0,5
3	Розв'язання нелінійних рівнянь методом Ньютона. Джерела інформації: [11], робота 3; [15], робота 3.	1	0,5
4	Розв'язання нелінійних рівнянь методом простих ітерацій. Джерела інформації: [11], робота 4; [15], робота 2.	1	0,5
5	Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь методами Гауса-Зейделя та Якобі. Джерела інформації: [10], стор. 24-26.	4	0,5
6	Наближене обчислення визначених інтегралів. Метод трапецій. Джерела інформації: [19], робота 1.	2	0,5
7	Наближене обчислення визначених інтегралів Метод Сімпсона. Джерела інформації: [15], робота 6; [19], робота 2.	2	0,5
8	Апроксимація функцій за методом найменших квадратів. Джерела інформації: [15], робота 16.	4	0,5
9	Гармонічний аналіз. Джерела інформації: [15], робота 12.	2	0,5
10	Тригонометричне інтерполювання. Джерела інформації : [15], робота 13.	2	0,5
11	Наближене розв'язання звичайних диференціальних рівнянь першого порядку методом Ейлера та модифікованим методом Ейлера. Джерела інформації: [15], робота 8, [19], роботи 3 та 4.	3	0,5
12	Наближене розв'язання звичайних диференціальних рівнянь першого порядку методом Рунге-Кутта. Джерела інформації: [19], робота 5.	3	0,5
13	Наближене розв'язання задачі Коші методом Рунге-Кутта. Джерела інформації: [15], робота 9.	2	1
14	Наближене розв'язання задачі Коші методом прогнозу та корекції. Джерела інформації: [15], робота 10.	2	1
<b>Разом</b>		<b>30</b>	<b>8</b>

**Примітка.** Частково введення та коригування текстів програм для виконання лабораторних робіт здійснюється студентами позааудиторно під час самостійної роботи.

### 5.3 Самостійна робота та індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
<b>4-й семестр</b>			
1	Похибки результатів чисельного розв'язання задач	0,4	0,7
2	Абсолютна та відносна похибки. Похибки обчислень	0,4	0,7
3	Математичні моделі. Основні етапи математичного моделювання	0,4	0,7
4	Використання математичних моделей і чисельних методів у задачах спеціальності	0,4	0,7
5	Приклади розв'язання нелінійних рівнянь в інженерних розрахунках	0,4	0,7
6	Види матриць. Дії з матрицями. Обчислення визначників	0,4	0,7
7	Приклади розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь в інженерних розрахунках	0,4	0,7
8	Квадратурні формули Ньютона-Котеса, Ромберга, Гауса	0,4	0,7
9	Використання квадратурних формул при обчисленнях подвійних інтегралів	0,4	0,7
10	Практичне використання квадратурних формул при обчислення об'ємів, площ, статичних моментів тощо	0,4	0,7
11	Обчислення інтегралів із заданою похибкою	0,5	0,7
12	Емпіричні формули. Визначення параметрів емпіричних формул	0,5	0,7
13	Поліноміальна апроксимація	0,5	0,7
14	Ортогональні поліноми	0,5	0,7
15	Склад та правила використання бібліотек IMSL, LIBNAL, NAG.	0,5	0,7
16	Однокрокові методи розв'язування задачі Коші: Пікара, Ейлера, Рунге-Кутта другого та четвертого порядку, Рунге-Кутта-Мерсона.	0,5	0,7
17	Багатокрокові методи розв'язування задачі Коші: Адамса, Гіра, Мілна, Адамса-Штьормера.	0,5	0,7
18	Методи розв'язування крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь: стрільби, кінцевих різниць, коллокації, Гальоркіна та кінцевих елементів.	0,5	0,7
19	Методи мінімізації одномірних функцій: дихотомії, Фібоначі, золотого перерізу, бісекції, Ньютона,	0,5	0,8

	послідовної параболічної інтерполяції.		
20	Методи безумовної багатомірної мінімізації: метод координатного та градієнтного спуску, Ньютона, спряжених градієнтів, без рахування похідних.	0,5	0,8
21	Методи багатомірної мінімізації з обмеженнями: Хука-Дживса, комплексний, штрафних функцій.	0,5	0,8
<b>Разом</b>		<b>9,5</b>	<b>15</b>

#### 5.4 Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
<b>4-й семестр</b>			
1	Підготовка до лекцій	7,5	6
2	Підготовка до лабораторних робіт	28	42
3	Підготовка до поточного модульного контролю	15	-
4	Виконання контрольної роботи	-	30
5	Самостійне вивчення тем, що не входять до лекційного курсу	9,5	15
6	Підготовка до екзамену	15	15
<b>РАЗОМ</b>		<b>75</b>	<b>108</b>

#### 6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання:

для всіх видів занять:

- робота з літературою - опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольної-корекційної функції в умовах формальної освіти;

для лекційних занять:

- лекція - усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;

- відеометод - використання відеоматеріалів для активізації наочно-чуттєвого сприймання; забезпечує більш легке і міцне засвоєння знань в їх образно-понятійній цілісності та емоційній забарвленості;

для лабораторних занять:

- лабораторна робота - метод поглиблення і закріплення теоретичних знань шляхом створення програм і отримання результатів роботи програми з використанням комп'ютерів;

- інструктаж - ознайомлення зі способами виконання завдань, інструментами, матеріалами, технікою безпеки та організацію робочого місця.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- звіти з виконання лабораторної роботи та презентації результатів виконаних лабораторних робіт на комп'ютері (або письмовий контроль результатів);

- усні відповіді на лабораторних заняттях;

- поточні модульні контрольні роботи у формі тестування (тестовий контроль);

- екзамен.

## 7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного іспиту.

Питома вага заключного іспиту в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право здавати заключний іспит дається студенту, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного іспиту набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту.

Поточний контроль проводиться на кожному лабораторному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань лабораторних робіт.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

### 7.1 Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

#### Критерії оцінювання лабораторних робіт

Бал	Критерії оцінювання
3,5	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
3,0	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.

2,5	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
2,0	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
1,5	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася.

**Критерії оцінювання поточного модульного контролю знань  
у формі тестування**

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
<b>4-й семестр</b>										
<b>Бал</b>	11	9,5	8,5	7,5	6,5	5,5	4,5	3,5	2,5	1,5

**Критерії оцінювання контрольної роботи (для заочної форми)**

Бал	Критерії оцінювання
11	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, аргументовано і у правильній послідовності. Під час захисту роботи студент вільно орієнтується в матеріалах.
7	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, але частка програм наведена без результатів розрахунків. Під час захисту роботи студент вільно орієнтується в матеріалах.
3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено у правильній послідовності, але недостатньо повно, більша частка програм наведена без результатів розрахунків. Під час захисту роботи студент слабо орієнтується в матеріалах.
0	Роботу не виконано.

**Узагальнюючі результати поточного контролю знань**

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
<b>4-й семестр</b>		
Виконання лабораторних робіт	14 роб. × 3,5 бали = 49 балів	14 роб. × 3,5 бали = 49 балів
Поточний модульний контроль	1 МКР × 11 балів = 11 балів	-

Виконання контрольних робіт	-	1 роб. × 11 балів = 11 балів
<b>Всього</b>	<b>60</b>	<b>60</b>

### Критерії оцінювання екзамену

Бал	Критерії оцінювання
40	Студент склав програму для заданого чисельного методу самостійно без помилок та відповідає на теоретичні питання без помилок.
30	Студент склав програму для заданого чисельного методу самостійно без помилок, але відповіді на теоретичні питання не повні.
20	Студент розуміє алгоритм, але склав програму для заданого чисельного методу, яка працює не правильно, проте відповідає на теоретичні питання без помилок.
10	Студент не розуміє алгоритм, не склав програму для заданого чисельного методу, але відповідає на теоретичні питання без помилок.
0	Студент не розуміє алгоритм, не склав програму для заданого чисельного методу і не відповідає на теоретичні питання без помилок.

### 8. Критерії оцінювання результатів навчання

Змісто вий модуль	Тема	Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Бали	Вид роботи	Бали
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>4-й семестр</b>					
ЗМ 1	T1	Лабораторна робота № 1	3,5	Лабораторна робота № 1	3,5
	T2	Лабораторна робота № 2	3,5	Лабораторна робота № 2	3,5
	T2	Лабораторна робота № 3	3,5	Лабораторна робота № 3	3,5
	T2	Лабораторна робота № 4	3,5	Лабораторна робота № 4	3,5
	T 3	Лабораторна робота № 5	3,5	Лабораторна робота № 5	3,5
ЗМ 2	T4	Лабораторна робота № 6	3,5	Лабораторна робота № 6	3,5
	T4	Лабораторна робота № 7	3,5	Лабораторна робота № 7	3,5
	T5	Лабораторна робота № 8	3,5	Лабораторна робота № 8	3,5
	T6	Лабораторна робота № 9	3,5	Лабораторна робота № 9	3,5
	T7	Лабораторна робота №10	3,5	Лабораторна робота №10	3,5



<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
	T1-T7	Поточний модульний контроль	11	-	-
ЗМ 3	T8	Лабораторна робота №11	3,5	Лабораторна робота №11	3,5
	T8	Лабораторна робота №12	3,5	Лабораторна робота №12	3,5
	T9	Лабораторна робота №13	3,5	Лабораторна робота №13	3,5
	T9	Лабораторна робота №14	3,5	Лабораторна робота №14	3,5
	T1-T9	-	-	Контрольна робота	11
Підсумковий контроль	Екзамен		40	Екзамен	40
Сума			<b>100</b>		<b>100</b>

## **9. Засоби навчання**

Технічні засоби навчання: мультимедійний проектор, персональні комп'ютери з підключенням до мережі Інтернет.

При проведенні занять за дистанційною формою навчання (у період карантину) використовуються дистанційні платформи й інформаційно-комунікаційні технологій (Moodle, Google Classroom, DingTalk, ZOOM Cloud Meetings, Skype, Viber, WeChat, Telegram, соціальні мережі тощо).

## 10. Рекомендовані джерела інформації

### Основна література

1. Амосов А.А., Дубинський Ю.А., Копченкова Н.В. Вычислительные методы для инженеров. –М.: Высшая школа, 1994, 543с.
2. Бартенев О.В. Фортран для профессионалов. Математическая библиотека IMSL. –М.: Диалог МИФИ, ч.1, 2000, 448с., ч.2, 2001, 319с., ч.3, 2001, 368с.
3. Банди Б.Д. Методы оптимизации. Вводный курс. –М.: Радио и связь, 1988, 128с.
4. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. М. Лаборатория Базовых Знаний, 2000 г. – 624 с.: ил.
5. Вержбицкий В.М. Численные методы (линейная алгебра и нелинейные уравнения): Учебное пособие для вузов. 2-е изд., искр. – М.: ООО “Издательский дом “ОНИКС 21 век””, 2005. - 432 с.: ил.
6. Вержбицкий В.М. Численные методы (математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения): Учебное пособие для вузов. 2-е изд., искр. – М.: ООО “Издательский дом “ОНИКС 21 век””, 2005. - 400 с.: ил.
7. Вычислительные методы математического анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие [В.Н. Варапаев и др.] –М. Национальный исследовательский Моск. гос. строит. Университет, 2017, 78с.
8. Джон Берд. Инженерная математика: Карманный справочник/Пер. с англ. –М.: Издательский до «Додэка-XXI», 2010, 544 с.
9. Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалов Э.З. Численные методы анализа. - М.: Наука, 1968, 368 с.
10. Дудченко О.М. Чисельні методи в інженерних розрахунках. Частина 3. Розв’язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь за допомогою ПК: Миколаїв: УДМТУ, 2003 р. 28 с.
11. Дудченко О.М. Чисельні методи розв’язування нелінійних рівнянь: Миколаїв, НУК, 2008 р., 30 с.
12. Калиткин Н.Н. Численные методы. –М.: Наука, 1978, 512с.
13. Лутманов С.В. Лекции по методам оптимизации. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001, 368с.
14. Мудров А.Е. Численные методы для ПЭВМ на языках Бейсик, Фортран и Паскаль. –Томск.: МП «РАСКО», 1991, 270с.
15. Плис А.И., Сливина Н.А. Лабораторный практикум по высшей математике. Учебное пособие - М.: Высшая школа, 1983, 208 с.: ил.
16. Т.Е. Шуп Прикладные численные методы в физике и технике.- М.: Высшая школа, 1990., 255 с.: ил.

### Допоміжна література

17. Воробьева Г.Н., Данилова А.Н. Практикум по вычислительной математике. Учебное пособие - М.: Высшая школа, 1990, 208 с.: ил.

18. Дудченко О.Н., Лугинин О.Е., Войтенко В.А. Численные методы в инженерных задачах. Часть 1. Решение алгебраических и трансцендентных уравнений. Херсон.: ХСПО, 1994 г., 26 с.

19. Дудченко О.М., Тендітний Ю.Г. Чисельні методи в інженерних розрахунках. Частина 2. Обчислення визначених інтегралів, Розв'язання диференціальних рівнянь 1-го порядку. Херсон.: ХСЗ, 1998 р. 26 с.

20. Лисицин Б.М., Кривенко В.И. Технические средства и математические методы САПР. – К.: Выща шк. Головное изд-во, 1988.- 192 с.: ил.

21. Маликов В.Т., Кветный Р.Н. Вычислительные методы и применение ЭВМ. – К.: Выща шк. Головное издательство изд-во, 1989. – 213 с.

22. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Том I.- М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1970. -608 с.

23. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Том III.- М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1970. - 656 с.

24. БЧА НИВЦ МГУ, <http://www.srcc.msu.su/>

25. NAGWARE LIB, <http://www.nag.co.uk/>

### Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Сайт ХННІ НУК: <http://kb.nuos.edu.ua>

2. <http://www.srcc.msu.su/>

3. <http://num-anal.srcc.msu.ru/>

4. <http://www.nag.co.uk/>

Розробник  
к.т.н., професор НУК



Дудченко О.М.

## Питання для модульного контролю

### 4-й семестр

#### Контрольні питання до 1-го модуля

1. Чисельні методи. Призначення та використання.
2. Методи розв'язання нелінійних рівнянь. Відокремлення коренів.
3. Загальна характеристика метода бісекцій, метода хорд, метода дотичних, метода простих ітерацій.
4. Алгоритм та блок-схема методу бісекцій.
5. Алгоритм та блок-схема методу хорд.
6. Алгоритм та блок-схема методу дотичних.
7. Алгоритм та блок-схема методу простих ітерацій.
8. Методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Точні та наближені методи. Точечні та блочні методи.
9. Практичний вибір методів розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь.
10. Загальна характеристика метода Крамера та метода Гауса.
11. Загальна характеристика метода Якобі та метода Гауса-Зейделя.
12. Загальна характеристика метода верхньої релаксації.
13. Загальна характеристика метода Зейделя.
14. Наближені методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Вибір початкових значень. Умови збіжності систем.
15. Алгоритм метода Гауса-Зейделя.
16. Алгоритм метода Якобі.
17. Алгоритм метод релаксації.
18. Алгоритм метода Зейделя.

#### Контрольні питання до 2-го модуля

1. Наближені методи інтегрування. Метод трапецій
2. Методи Сімпсона та Чебишева. Визначення відносної похибки методів.
3. Обробка експериментальних даних. Інтерполяція та екстраполяція функцій.
4. Апроксимація функцій. Метод найменших квадратів.
5. Сплайн-апроксимація функцій.
6. Приклади періодичних функцій в математиці та інженерній практиці.
7. Гармонічний аналіз.
8. Тригонометрична інтерполяція.
9. Практичні схеми обчислення коефіцієнтів Ейлера-Фур'є.
10. Коефіцієнти Ейлера-Фур'є для парної та непарної функцій.

11. Поліноміальна апроксимація.
12. Ортогональні поліноми.
13. Лінійна інтерполяція.
14. Багаточлени Лагранжа.
15. Метод розділених різниць. Ітераційні методи інтерполяції.
16. Схема Ейткена.
17. Бібліотека IMSL, бібліотека LIBNAL, бібліотека NAG.

### **Контрольні питання до 3-го модуля**

1. Постановка задачі Коші.
2. Метод Пікара.
3. Метод Ейлера.
4. Метод Рунге-Кутта другого порядку, метод Рунге-Кутта четвертого порядку.
5. Метод Рунге-Кутта-Мерсона.
6. Постановка крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь.
7. Класифікація наближених методів розв'язування крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь.
8. Метод стрільби.
9. Метод кінцевих різниць.
10. Метод коллокації.
11. Метод Гальоркіна.
12. Метод кінцевих елементів.
13. Постановка крайових задач для диференціальних рівнянь у часткових похідних.
14. Метод кінцевих елементів.
16. Використання методів мінімізації.
17. Методи продовження та диференціювання по параметру.
18. Постановка задачі одновимірної мінімізації.
19. Відрізок локалізації та унімодальність функцій.
20. Обумовленість задач мінімізації.
21. Оптимальний пасивний пошук.
22. Метод дихотомії (ділення відрізка наполовину).
13. Метод Фібоначчі.
24. Метод золотого перерізу.
25. Метод бісекції.
26. Метод Ньютона для мінімізації одновимірних функцій.
27. Метод послідовної параболічної інтерполяції.
28. Постановка задачі багатомірної мінімізації.
29. Поверхні рівня, градієнт і матриця Гессе. Необхідні і достатні умови локального мінімуму.
30. Метод координатного спуску.
31. Метод градієнтного спуску.

32. Метод Ньютона для мінімізації функцій багатьох перемінних.
33. Метод спряжених градієнтів.
34. Методи мінімізації без рахування похідних.
35. Обмеження у вигляді рівностей і нерівностей в задачах мінімізації.
36. Опуклість і увігнутість.
37. Модифікований метод Хука-Дживса.
38. Комплексний метод.
39. Метод штрафних функцій.