МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ

Код РПНД

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Проректор з науково-
педагогічної роботи

Єлободян С.О.

# *РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ*

**Program of the Discipline**

# *ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ*

**Numerical Methods**

рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

тип дисципліни: вибіркова

мова(и) викладання: українська

**Миколаїв – 2022**

Робоча програма навчальної дисципліни "Чисельні методи" є однією із складових комплексної підготовки здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань 12 "Інформаційні технології"
«26» 05 2022 року. – 17 с.

Розробник:
Т.А. Фаріонова, к.т.н., доцент кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем, професор НУК

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни "Чисельні методи" розглянуто на засіданні кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем.
Протокол №10 від «26» 05 2022 р.
Завідувач кафедри _____ /С. Б. Приходько/

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни "Чисельні методи" розглянуто Науково-методичною комісією Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та управління проєктами.
Протокол №10 від «26» 05 2022 р.
Голова _____ /Т. А. Фаріонова/

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни "Чисельні методи" погоджено з навчальним відділом.
Начальник відділу _____ /А. В. Лабарткава/

Робоча програма навчальної дисципліни "Чисельні методи" затверджена Навчально-методичною радою НУК.
Протокол №5 від «29» 06 2022 р.

Голова НМР НУК _____ /Є. І. Трушляков/

© НУК, 2022

# Зміст

Вступ ..... 4
1. Опис навчальної дисципліни ..... 6
2. Мета вивчення навчальної дисципліни ..... 7
3. Передумови для вивчення дисципліни ..... 7
4. Очікувані результати навчання ..... 7
5. Програма навчальної дисципліни ..... 8
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування ..... 12
7. Форми поточного та підсумкового контролю ..... 13
8. Критерії оцінювання результатів навчання ..... 15
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна ..... 16
10. Рекомендовані джерела інформації ..... 16

# Вступ

## Анотація

Дисципліна «Чисельні методи» спрямована на оволодіння студентами теоретичних знань та практичних навичок застосування наближених методів для розв’язання математичних задач, що виникають в інженерної діяльності та моделюванні фізичних систем, у тому й при розробці програмного забезпечення.

Курс зорієнтований на опанування студентами чисельних методів, передбачених програмою; здобуття досвіду алгоритмізації і програмування при комп’ютерній реалізації цих методів у ході виконання лабораторних робіт. Набуті в процесі вивчення компетентності, майбутній фахівець зможе застосовувати як при подальшому навчанні, так і після отримання вищої освіти у своїй професійній діяльності.

**Ключові слова:** чисельний метод, похибка, алгоритмізація, нелінійні рівняння, система лінійних алгебраїчних рівнянь, чисельне диференціювання та інтегрування, наближення функцій

## Abstract

The discipline "Numerical Methods" is aimed at mastering by students theoretical knowledge and practical skills of applying approximate methods for solving mathematical problems that arise in engineering activities in software development. The course is focused on students mastering the numerical methods provided by the program; gaining experience in algorithmization and programming in the computer implementation of these methods in the course of laboratory work. Acquired in the process of learning competencies, the future specialist will be able to apply both in further education and after higher education in their professional activities.


**Key words:** numerical method, error, algorithmization, nonlinear equations, system of linear algebraic equations, numerical differentiation and integration, approximation of functions

## 1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>Денна форма навчання</td><td>Заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 5</td><td></td><td colspan="2">Вибіркова</td></tr>
<tr><td>Модулів – 1</td><td rowspan="5">Для всіх спеціальностей та освітніх програм</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 2</td><td rowspan="2">2-й</td><td rowspan="2">2-й</td></tr>
<tr><td>Електроний адрес РПНД на сайті Університету:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин – 150</td><td colspan="2">Семестри</td></tr>
<tr><td>4-й</td><td>4-й</td></tr>
<tr><td rowspan="12">Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 6.</td><td rowspan="12">Освітній рівень: перший (бакалаврський)</td><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td>30 год</td><td>10 год</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичі заняття</td></tr>
<tr><td>30 год</td><td>12 год</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>90 год</td><td>128 год</td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальні завдання</td></tr>
<tr><td>–</td><td>–</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю: залік</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма контролю: комбінована (письмовий контроль, тестовий контроль)</td></tr>
</table>

## 2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни "Чисельні методи" є формування у студентів формування базових знань з теорії похибок і теорії наближень, засвоєння студентами основних чисельних методів алгебри і математичного аналізу та надбання навичок їх застосування для рішення математичних задач, що виникають в інженерної діяльності, у тому й при розробці програмного забезпечення.

Вивчення дисципліни сприяє формуванню у студентів наступних **компетентностей**:

- здатності до абстрактного мислення, аналізу і синтезу;
- здатності до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- здатності формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів;
- володіння знаннями про інформаційні моделі даних, здатності створювати програмне забезпечення для зберігання, видобування та опрацювання даних;
- здатності застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв’язання завдань, повязаних із використанням наближених методів обчислень для вирішення прикладних задач;
- здатності обґрунтовано обирати наближені методи обчислень для розв’язання прикладних задач;
- здатності до алгоритмічного та логічного мислення.

## 3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовою для вивчення дисципліни є базові знання отримані з дисциплін вища математика та основи програмування (або основи інформаційних технологій та програмування, або інформатика).

## 4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у

студентів таких результатів навчання:

**Знання** загальних понять, пов’язаних із постановкою типових математичних задач та використання чисельних методів для їх розв’язку; основних підходів в області апроксимації та інтерполяції функцій, чисельного диференціювання та інтегрування, методів обчислення власних значень і власних векторів матриць, наближених методи розв’язку алгебраїчних рівнянь, систем, диференціальних рівнянь і систем, звичайних і в частинних похідних.

**Вміння** проаналізувавши задачу, правильно обрати наближений метод її розв’язку; запрограмувавши відповідний алгоритм, отримати числовий результат; оцінити похибку, що виникла в результаті розв’язку та проінтерпретувати одержані результати.

## 5. Програма навчальної дисципліни

**Модуль 1**

**Змістовий модуль 1.** Методи лінійної та нелінійної алгебри.

**Тема 1.** Вступ. Етапи розв’язання задач із використанням ЕОМ Сутність чисельних методів. Загальні поняття. Арифметика з плаваючою крапкою. Джерела похибки результатів [1] стор. 19-31, 33-41; [4-9].

**Тема 2.** Чисельні методи розв’язання нелінійних рівнянь одним невідомим. Постановка задачі розв'язання нелінійних рівнянь з одним невідомим. Методи розв’язання нелінійних рівнянь: ділення навпіл, хорд, ітерацій, Ньютона-Рафсона. [1] стор. 170-216; [3] стор. 100-119; [4-9].

**Тема 3.** СЛАР у математичному моделюванні. Точні методи розв’язання СЛАР: метод Гауса із вибором головного елементу, методи LU-розкладення та квадратного кореня. Оцінка похибки. Обумовленість СЛАР. Проблеми розв’язання СЛАР великих розмірів [1] стор. 47-50, 69-115; [3] стор. 120-130; [4-9].

**Тема 4.** Ітераційні методи розв’язання СЛАР. Метод простої ітерації. Умови збіжності. Норми векторів і матриць. Метод Зейделя [1] стор. 125-131, 134-146; [4-9].

**Тема 5.** Ітераційні методи розв’язання СНР. Метод простої ітерації. Умови збіжності. Норми векторів і матриць. Метод Ньютона-Рафсона [1] стор. 227-232; [3] стор. 324-335; [ 4-9].

**Змістовий модуль 2.** Чисельне інтегрування та методи розв’язання диференціальних рівнянь. Наближення функцій.

**Тема 6.** Чисельне інтегрування функцій. Формули чисельного інтегрування прямокутників, трапецій, Сімпсона. Оцінка похибки чисельного інтегрування [1] стор. 390-402; [3] стор. 86-98, 113-115; [3] стор. 86-99; [ 4-9].

**Тема 7.** . Чисельне інтегрування диференційних рівнянь. Формулювання задачі Коші для диференційних рівнянь та їх систем. Методи Ейлера, Рунге-Кутта. Крайові задачі для звичайних диференціальних рівнянь [2] стор. 24-43; [3] стор. 148-157; [ 4-9].

**Тема 8.** Інтерполяція функцій. Постановка задачі інтерполяції функцій. Поліном Лагранжа. Апроксимація функцій, постановка задачі, критерії наближення. МНК. [1] стор. 238-266; [3] стор. 131-147; [ 4-9].

## Тематичний план навчальної дисципліни

| **Назви змістових модулів і тем** | **Кількість годин** | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **денна форма** | | | | | | **Заочна форма** | | | | | |
| | **усього** | **у тому числі** | | | | | **усього** | **у тому числі** | | | | |
| | | **л** | **лаб** | **п** | **ср** | **інд** | | **л** | **лаб** | **п** | **ср** | **інд** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** |
| **Змістовий модуль 1. Методи лінійної та нелінійної алгебри** | | | | | | | | | | | | |
| **Тема 1.** Вступ. Етапи розв’язання задач із використанням ЕОМ Сутність чисельних методів. Загальні поняття. Арифметика з плаваючою крапкою. Джерела похибки результатів | **10** | 2 | 0 | 2 | 6 | 0 | **10** | 1 | 0 | 0 | 9 | 0 |
| **Тема 2.** Чисельні методи розв’язання нелінійних рівнянь одним невідомим. Постановка задачі розв'язання | **14** | 4 | 0 | 4 | 6 | 0 | **14** | 2 | 0 | 4 | 8 | 0 |

| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | денна форма | | | | | | Заочна форма | | | | | |
| | усього | у тому числі | | | | | усього | у тому числі | | | | |
| | | л | лаб | п | ср | інд | | л | лаб | п | ср | інд |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| нелінійних рівнянь з одним невідомим. Методи розв'язання нелінійних рівнянь: ділення навпіл, хорд, ітерацій, Ньютона-Рафсона | | | | | | | | | | | | |
| **Тема 3.** СЛАР у математичному моделюванні. Точні методи розв'язання СЛАР: метод Гауса із вибором головного елементу, методи LU-розкладення та квадратного кореня. Оцінка похибки. Обумовленість СЛАР. | **14** | 4 | 0 | 4 | 6 | 0 | **14** | 1 | 0 | 2 | 11 | 0 |
| **Тема 4.** Ітераційні методи розв'язання СЛАР. Метод простої ітерації. Умови збіжності. Норми векторів і матриць. Метод Зейделя. | **12** | 2 | 0 | 2 | 8 | 0 | **12** | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 |
| **Тема 5.** Ітераційні методи розв'язання СНР. Метод простої ітерації. Умови збіжності. Норми векторів і матриць. Метод Ньютона | **10** | 2 | 0 | 2 | 6 | 0 | **10** | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 |
| **Разом за ЗМ 1** | **60** | **14** | **0** | **14** | **32** | **0** | **60** | **4** | **0** | **6** | **50** | **0** |
| **Змістовий модуль 2. Чисельне інтегрування та методи розв'язання диференціальних рівнянь. Наближення функцій** | | | | | | | | | | | | |
| **Тема 6**. Чисельне інтегрування функцій. Формули чисельного інтегрування прямокутників, трапецій, Сімпсона. Оцінка похибки чисельного | **25** | 4 | 0 | 4 | 17 | 0 | **25** | 2 | 0 | 2 | 21 | 0 |

| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | денна форма | | | | | | Заочна форма | | | | | |
| | усього | у тому числі | | | | | усього | у тому числі | | | | |
| | | л | лаб | п | ср | інд | | л | лаб | п | ср | інд |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| інтегрування | | | | | | | | | | | | |
| **Тема 7.** Чисельне інтегрування диференційних рівнянь. Формулювання задачі Коші для диференційних рівнянь та їх систем. Методи Ейлера, Рунге-Кутта. Крайові задачі для звичайних диференціальних рівнянь | **25** | 4 | 0 | 4 | 17 | 0 | **25** | 2 | 0 | 2 | 21 | 0 |
| **Тема 8.** Інтерполяція функцій. Постановка задачі інтерполяції функцій. Поліном Лагранжа. Апроксимація функцій, постановка задачі, критерії наближення, МНК. | **40** | 8 | 0 | 8 | 24 | 0 | **40** | 2 | 0 | 2 | 36 | 0 |
| **Разом за ЗМ 2** | **90** | **16** | **0** | **16** | **58** | **0** | **90** | **6** | **0** | **6** | **78** | **0** |
| **Усього годин** | **150** | **30’** | **0** | **30** | **90** | **0** | **150** | **10** | **0** | **12** | **128** | **0** |

## Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин | |
|---|---|---|---|
| | | денна форма | заочна форма |
| 1. | Програмування матричних операцій | 2 | - |
| 2. | Розв’язання нелінійних рівнянь | 4 | 4 |
| 3. | Розв’язання СЛАР за “точними” методами | 4 | 2 |
| 4. . | Розв’язання СЛАР за ітераційними методами | 2 | - |
| 5. | Розв’язання СНР за ітераційними методами | 2 | - |
| 6. | Чисельне інтегрування функцій | 4 | 2 |
| 7. | Чисельні методи розв’язку звичайних диференційних рівнянь | 4 | 2 |
| 8. | Інтерполяція функцій | 2 | - |
| 9. | Апроксимація функцій. Метод найменших квадратів. Лінеаризація апроксимуючої залежності. | 6 | 2 |
| | **Разом** | **30** | **12** |

## Самостійна робота

### Розподіл часу самостійної роботи

| № з/п | Вид роботи | Кількість годин | |
|---|---|---|---|
| | | денна форма | заочна форма |
| 1 | Підготовка до лекцій | 15 | 10 |
| 2 | Підготовка до практичних робіт | 45 | 88 |
| 3 | Підготовка до поточних модульних контрольних робот та підсумкового тестового контролю | 30 | 30 |
| | **РАЗОМ** | **90** | **128** |

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

При викладені дисципліни використовуються такі методи навчання:

- пояснювально-ілюстративний (ПІ) (пов’язаний з використанням засобів наочності та репродуктивним характером засвоєння знань; робиться все, щоб у здобувача було менше механічного запам’ятовування, а більше розуміння сутності);

- проблемний (П) (полягає в утворенні під час вивчення дисципліни пошукових ситуацій; проблемний метод сприяє розвитку у здобувачів активності, самостійності, творчих здібностей);

- евристичний (Е) (спонукає здобувачів до самостійної пошукової діяльності, оволодіння прийомами активного мовленнєвого спілкування, постановки й вирішення поставлених завдань).

Методи навчання включають теоретичний та практичний цикли підготовки. Теоретичні знання студенти одержують під час лекційних занять та самостійної роботи з науковою та методичною літературою. Для поглибленого вивчення тематики досліджень рекомендується систематичне опрацювання додаткової літератури, фахових видань та використання ресурсів Інтернет. Практичне закріплення знань проводиться при виконанні практичних робіт, завдань для

самостійної роботи. З метою роз’яснення найбільш складних питань дисципліни та підвищення якості виконання завдань проводяться групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри.

Як наочний матеріал під час проведення лекційних та практичних занять використовуються мультимедійний проектор, слайд-презентації.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з дисципліни "Чисельні методи" є:

– звіти з виконання лабораторних робіт та демонстрація програмної реалізації розв’язку завдання, згідно з темою та завданням на практичну роботу, додаткові завдання для захисту практичної роботи;

– поточні модульні контрольні роботи;

– підсумковий тестовий контроль.

## 7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе суму оцінок поточного контролю, поточного модульного контролю (ПМК) у вигляді двох контрольних модульних робіт різної складності та підсумкового тестового контролю. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному 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 роботи на практичних заняттях.

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

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

**Поточний контроль виконання практичних робіт (письмовий контроль)**

Виконання кожної практичної роботи має супроводжуватися звітом та демонстрацією програмної реалізації розв’язку завдання (на обраній здобувачем

мові програмування), згідно з темою та завданням на лабораторну роботу.

| **Оцінювання практичних робіт, Бал** | **Критерії оцінювання** |
|---|---|
| 5 | Робота виконана у встановлений термін, самостійно, має чітко сформульовані цілі, завдання та проведений аналіз отриманих результатів. Застосовувалися коректні методи обробки вихідних даних. У висновках представлено коректну інтерпретацію отриманих результатів. Завдання для захисту виконано в повному обсязі, без помилок та в установлений термін. |
| 4 | Робота виконана у встановлений термін, самостійно, має чітко сформульовані цілі, завдання та проведений аналіз отриманих результатів. Застосовувалися коректні методи обробки вихідних даних. Робота містить незначні помилки. Завдання для захисту виконано в повному обсязі, в установлений термін, має незначні помилки |
| 3 | Робота виконана з порушенням встановлених термінів, однак відповідає методичним рекомендаціям, щодо структури та змісту. Робота містить незначні помилки. Завдання для захисту виконано в повному обсязі, з деякими незначними помилками. |
| 2 | Робота виконана з порушенням встановлених термінів, однак відповідає методичним рекомендаціям, щодо структури та змісту. Робота містить незначні помилки. Завдання для захисту виконано з порушенням терміну, з деякими незначними помилками. |
| 1 | Робота виконана з порушенням встановлених термінів, однак відповідає методичним рекомендаціям, щодо структури та змісту. Робота містить і помилки. Завдання для захисту виконано з порушенням терміну, містить суттєві помилки. |
| 0 | Робота не виконувалася. |

Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 45 балів (9 практичних робіт по 5 балів).

## Поточний модульний контроль

По завершенні змістовного модуля здійснюється поточний модульний контроль у вигляді письмовою модульної контрольної роботи (МКР). Допуском до поточної МКР є виконані та захищені практичні роботи відповідного модулю. Кожна МКР складається з 3-х завдань. Кожне завдання оцінюється максимум в 5 балів. Максимальна оцінка за кожну модульну роботу складає 15 балів.

| **Оцінювання модульних робіт, Бал** | **Критерії оцінювання** |
|---|---|
| 5 | Розв’язок правильний, повний, логічний, містить аналіз та аргументовані результати. |

| | |
|---|---|
| 4 | Розв’язок в цілому правильний, достатньо повний, логічний; допущені несуттєві помилки та неточності |
| 3 | Розв’язок частково правильний, містить неточності, недостатньо обґрунтований результат |
| 2 | Розв’язок має суттєві помилки, результат хибний |
| 1 | Відповідь містить значну кількість суттєвих помилок, результат хибний |
| 0 | Розв’язок відсутній |

## Підсумковий тестовий контроль

| **Правильних відповідей,%** | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Бал** | 25 | 23 | 20 | 18 | 15 | 13 | 10 | 8 | 5 | 3 | 2 |

По завершенні курсу здійснюється підсумковоий тестовий контроль.

| **Форма контролю** | **Максимальна кількість балів** | |
|---|---|---|
| | **Денна форма** | **Заочна форма** |
| Виконання та захист практичних робіт | 9 х 5 балів = 45 балів | 9 х 5 балів = 45 балів |
| Поточний модульний контроль | 2 х 15 балів = 30 балів | 2 х 15 балів = 30 балів |
| Підсумковий тестовий контроль | 25 балів | 25 балів |
| **Всього** | **100** | **100** |

## 8. Критерії оцінювання результатів навчання

| | | **Денна форма** | | **Заочна форма** | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **Вид роботи** | **Кількість балів** | **Вид роботи** | **Кількість балів** |
| ЗМ 1 | Т 1 | Практична робота № 1 | 5 | Лабораторна робота № 1 | - |
| | Т 2 | Практична робота № 2 | 5 | Практична робота № 2 | 5*k |
| | Т 3 | Практична робота № 3 | 5 | Практична робота № 3 | 5*k |
| | Т 4 | Практична робота № 4 | 5 | Практична робота № 4 | - |
| | Т 5 | Практична робота № 5 | 5 | Практична робота № 5 | - |
| | Т 1-5 | Поточний модульний контроль | 15 | Поточний модульний контроль | 15 |
| ЗМ 2 | Т 6 | Практична робота № 6 | 5 | Практична робота № 6 | 5*k |
| | Т 7 | Практична робота № 7 | 5 | Практична робота № 7 | 5*k |

| | | Денна форма | | Заочна форма | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **Вид роботи** | **Кількість балів** | **Вид роботи** | **Кількість балів** |
| ЗМ 2 | Т 8 | Практична робота № 8 | 5 | Практична робота № 8 | - |
| | | Практична робота № 9 | 5 | Практична робота № 9 | 5*k |
| | Т 6-8 | Поточний модульний контроль | 15 | Поточний модульний контроль | 15 |
| ПМК | | Тест | 25 | Тест | 25 |
| Сума | | | 100 | | 100 |

k=1,8 – коефіцієнт для оцінювання практичних робіт студентів заочної форми навчання

## 9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

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

## 10. Рекомендовані джерела інформації

### Основна література


1. Андруник В.А. Чисельні методи в комп'ютерних науках. Т.1: навчальний посібник / В.А Андруник., В.А.Висоцька, В.В Пасічник., Л.Б Чирун., Л.В. Чирун – Львів: Видавництво «Новий світ – 2000», 2020. – 470 с.
2. Андруник В.А. Чисельні методи в комп'ютерних науках. Т.2: навчальний посібник / В.А Андруник., В.А.Висоцька, В.В Пасічник., Л.Б Чирун., Л.В. Чирун – Львів: Видавництво «Новий світ – 2000», 2020. – 536 с.
3. Основи інформаційних технологій: навчальний посібник / І. Л. Михелєв, С. О. Слободян. – Миколаїв : НУК, 2014. – 168 с.
4. Чисельні методи: Навчальний посібник. / Волонтир Л.О, Зелінська О.В., Потапова Н.А., Чіков І.А – Вінниця: ВНАУ, 2020 – 322 с. Режим доступу: https://bit.ly/40UmKEA/ – Назва з екрану.

**Допоміжна література**

5. Гончаров О. А. Чисельні методи розв’язання прикладних задач : навч. посіб./ О. А. Гончаров, Л. В. Васильєва, А. М. Юнда. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 142 с.
6. Основи методів обчислень на ЕОМ: учбовий посібник / Н.В.Місюра, С.Б.Приходько, С.В.Суслов, В.І.Тимофєєв. – Миколаїв: УДМТУ, 1998. – 54с.
7. Фельдман, Л.П. Чисельні методи в інформатиці / Л.П. Фельдман, А.І. Петренко, О.А. Дмитрієва – К. :Видавнича група BHV, 2006. - 480 с.

**15. Інформаційні ресурси**

8. Чисельні методи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://bit.ly/3nBbPkK – Назва з екрану.

9. Задачин В. М. Конюшенко І. Г. Чисельні методи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http:// http://kist.ntu.edu.ua/textPhD/CHM_Zadachin.pdf . – Назва з екрану.