

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЧИСЕЛЬНИХ МЕТОДІВ:

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання міждисциплінарної курсової роботи з програмування та чисельних методів

спеціальність	G7 (174) Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
назва освітньо-професійної програми	Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка в металургії та гірництві

Рекомендовано Науково-методичною
радою ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
(протокол № 5 від 27.02.2026 р)

Автори:

Койфман О. О., канд. техн. наук, доцент

Мірошніченко В. І., канд. техн. наук, доцент

Давиденко О. В., аспірант

Рецензент:

Костіков О. А. – канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри цифрових технологій та проектних рішень ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА».

К55 Койфман О. О., Мірошніченко В. І., Давиденко О. В. Програмна реалізація чисельних методів : методичні рекомендації до виконання міждисциплінарної курсової роботи з програмування та чисельних методів для здобувачів вищої освіти за першим (бакалаврським) рівнем спеціальності G7 (174) Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка ОПП «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка в металургії та гірництві». Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2026. 45 с.

Методичні вказівки включають методичні рекомендації до структури та змісту міждисциплінарної курсової роботи; вимоги до оформлення пояснювальної записки та захисту міждисциплінарної курсової роботи, критерії оцінювання міждисциплінарної курсової роботи, зразок титульної сторінки, завдання, рекомендовані літературні джерела.

УДК 681.5 (072)

ЗМІСТ

1	МЕТА ТА ЗАВДАННЯ МІЖДИСЦИПЛІНАРНОЇ КУРСОВОЇ РОБОТИ	5
2	РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО СТРУКТУРИ ТА ЗМІСТУ МІЖДИСЦИПЛІНАРНОЇ КУРСОВОЇ РОБОТИ	7
2.1	Загальні вимоги до змісту та структури МДКР	7
2.2	Рекомендації щодо змісту, реферату, вступу та переліку скорочень, символів і спеціальних термінів	7
2.3	Рекомендації щодо розділу «Знаходження суми елементів функціонального ряду».....	8
2.4	Рекомендації щодо розділу «Методи розв'язання систем алгебраїчних лінійних рівнянь»	9
2.3	Рекомендації щодо формулювання висновків.....	14
3	ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ З МІЖДИСЦИПЛІНАРНОЇ КУРСОВОЇ РОБОТИ	15
3.1	Загальні вимоги до оформлення тексту	15
3.2	Вимоги до оформлення основного тексту.....	15
3.3	Вимоги до оформлення рисунків	16
3.4	Вимоги до оформлення таблиць	16
3.5	Вимоги до оформлення формул.....	17
3.6	Вимоги до оформлення переліків.....	18
3.7	Вимоги до оформлення посилань	19
3.8	Вимоги до оформлення переліку посилань	19
3.9	Вимоги до оформлення додатків.....	20
3.10	Вимоги до оформлення презентації.....	20
4	ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТУ МІЖДИСЦИПЛІНАРНОЇ КУРСОВОЇ РОБОТИ	21
4.1	Етапи виконання та захисту курсової роботи	21
4.2	Права та обов'язки керівника курсової роботи, здобувача освіти, комісії із оцінювання курсових робіт.....	22
4.3	Застереження щодо академічної доброчесності	23
4.4	Регламенти і процедури виявлення порушень вимог академічної доброчесності та наслідки такого виявлення	27
4.5	Критерії оцінювання курсової роботи	29
4.6	Порядок оскарження результатів оцінювання курсової роботи	31
	РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА	33
	ДОДАТОК А БЛАНК ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА	34
	ДОДАТОК Б БЛАНК ЗАВДАННЯ	35
	ДОДАТОК В ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ	37
	ДОДАТОК Г ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ №1	39

ДОДАТОК Г	
ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ №2	40

1 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ МІЖДИСЦИПЛІНАРНОЇ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Міждисциплінарна курсова робота (МДКР) – це компонент професійного ядра освітньої програми «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка в металургії та гірництві», виконання якого забезпечує набуття здобувачами вищої освіти першого бакалаврського рівня загальних та фахових компетенцій.

Під час роботи над МДКР передбачається поєднання та поглиблення теоретичних знань і практичних умінь, набутих здобувачами освіти в результаті вивчення деяких дисциплін професійної підготовки бакалаврів, а саме:

- методи в програмуванні АСУТП;
- комп'ютерна техніка, алгоритмізація та програмування.

МДКР є індивідуальною творчою роботою, яка виконується здобувачем вищої освіти самостійно під керівництвом викладача згідно із поставленими завданнями.

Розробка МДКР сприяє розширенню та поглибленню теоретичних знань, розвитку навичок їх практичного використання, формує вміння самостійного розв'язання конкретних професійних завдань, створює підґрунтя для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра.

Метою курсової роботи є набуття здобувачами практичних навичок з програмування алгоритмів базових чисельних методів, що застосовуються у вирішенні практичних задач автоматизації технологічних процесів, а також закріплення та впровадження у практику знань та навичок, набутих під час вивчення курсу.

Завдання курсової роботи передбачає вирішення класичних задач застосування чисельних методів: знаходження суми функціональних рядів та розв'язання СЛАР методами Гаусса, Гаусса-Жордана та Гаусса з вибором головного елемента.

Для досягнення цієї мети необхідно поставити та вирішити такі **завдання:**

- сформулювати постановку задачі;
- навести математичну постановку задачі;
- навести опис методів розв'язання;
- навести опис вхідних та вихідних даних;
- розробити блок-схему алгоритму розв'язання задачі та навести її опис;
- розробити інструкцію користувача програми;
- підготувати презентацію результатів виконання міждисциплінарної курсової роботи, продемонструвати вміння обґрунтовано та коректно презентувати та відстоювати власну думку перед професійною аудиторією під час захисту.

Дисципліна спрямована на отримання здобувачами наступних загальних та спеціальних (фахових) компетентностей:

Загальні компетентності:

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;
- навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;
- здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

Фахові компетентності:

– здатність застосовувати знання математики в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації;

– здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та чисельні методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій;

– здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації.

У результаті виконання МДКР здобувач вищої освіти повинен продемонструвати достатній рівень сформованості наступних програмних результатів навчання:

– знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, функції багатьох змінних, функціональні ряди, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію функції комплексної змінної, теорію ймовірностей та математичну статистику, теорію випадкових процесів в обсязі, необхідному для користування математичним апаратом та методами у галузі автоматизації;

– вміти застосовувати сучасні інформаційні технології та мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми з використанням мов високого рівня та технологій об'єктно-орієнтованого програмування, створювати бази даних та використовувати інтернет-ресурси;

– вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та чисельні методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому для аналізу якості їх функціонування з використанням новітніх комп'ютерних технологій [1].

2 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО СТРУКТУРИ ТА ЗМІСТУ МІЖДИСЦИПЛІНАРНОЇ КУРСОВОЇ РОБОТИ

2.1 Загальні вимоги до змісту та структури МДКР

Міждисциплінарна курсова робота повинна мати чітку і логічну структуру, складовими якої є:

1. Пояснювальна записка (за необхідністю зміст пояснювальної записки може бути змінено за узгодженням з керівником курсової роботи):

- Титульний лист (Додаток А).
- Завдання (див. Додаток Б).
- Зміст.
- Перелік умовних позначень, скорочень, символів і спеціальних термінів (за необхідності).
- Вступ.
- Завдання 1. Розробити програму обчислення суми елементів функціонального ряду згідно з варіантом завдання в Додатку В (табл. В.1). Перевірка отриманих результатів виконується з використанням спеціалізованого програмного забезпечення Scilab, Matlab, Maple, Excel тощо.
- Завдання 2. Розробити програму розв'язання СЛАР методами Гаусса, Гаусса-Жордана, Гаусса з вибором головного елемента, згідно з варіантом завдання в Додатку В (табл. В.1).
Порівняти результати методів та зробити висновки.

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 = a_{14} \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 = a_{24} \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 = a_{34} \end{cases},$$
$$\varepsilon = 0,5 \cdot 10^{-6}$$

Перевірка отриманих результатів виконується з використанням Scilab, Matlab, Maple, Excel тощо.

- Висновки.
- Перелік використаних джерел.

2.2 Рекомендації щодо змісту, реферату, вступу та переліку скорочень, символів і спеціальних термінів

У змісті послідовно перераховуються заголовки розділів, підрозділів, пунктів і підпунктів, додатків і вказуються сторінки, на яких вони розміщені. Якщо сторінок декілька, вказується номер першої сторінки, з якої починається пункт і де розташований заголовок пункту. Зміст повинен включати всі заголовки, наявні в тексті.

Перелік скорочень, символів і спеціальних термінів містить скорочення, символи і терміни, які розташовуються у вигляді стовпчика, в якому ліворуч наведені скорочення (символ, спеціальний термін), а праворуч - їхнє детальне розшифрування.

У вступі необхідно: навести обґрунтування необхідності виконання роботи при сучасному стані проблеми (актуальність теми), сформулювати мету та задачі роботи [2].

2.3 Рекомендації щодо розділу «Знаходження суми елементів функціонального ряду»

Організація обчислення суми кінцевого числа членів функціонального ряду із заданою точністю передбачає, що заданий певний ряд доданків $a_1(x) + \dots + a_n(x)$ і необхідно знайти його суму. Якщо доданки залежать від певного параметра X та номера n , що визначає місце цього доданка в ряді, такий ряд називається функціональним. Якщо доданки залежать тільки від номера, такий ряд називається чисельним. Зазвичай функціональні та чисельні ряди задаються у вигляді формули загального члена ряду, які за методами обчислення можна розбити на три типи (табл. 2.1.):

Таблиця 2.1 – Типи рядів

I	$\frac{X^{a_n+b}}{(an+b)!}; \frac{(-1)^n X^{a_n+b}}{(an+b)!}; \frac{(-1)^n X^{a_n+b}}{(cn)!}$
II	$\frac{\cos(an^k+b)x}{\sin(an^k+b)x}; \frac{\cos(an^k+b)x}{cn^k+d}; \frac{(an^k+b)x}{cn^m+d}$
III	$\frac{(-1)^n x^{an+d}}{bn^m+c}; \frac{(-1)^n \sin(an+b)x}{cn^k+d}; \frac{(-1)^n (an^k+b)x^{dn}}{cn}$

де m, n, k - цілі числа; a, b, c, d - дійсні числа.

1. Для обчислення члену ряду типу I найзручніше використовувати рекурентні співвідношення, тобто наступний член ряду визначатиметься через попередній, що істотно скоротить обсяг обчислювальної роботи, особливо при обчисленні факторіалів.

Обчислення наступного члену ряду можна подати у вигляді рекурентної формули:

$$A[n + 1] = A[n] \cdot G(n, x),$$

$$\text{де } G(n, x) = \frac{a_{n+1}}{a_n}.$$

При використанні рекурентних формул необхідно визначити початкове значення n , з якого виконуються рекурентні співвідношення, а, отже, цим визначаються початкові значення (вирази для a і S).

2. Якщо формула загального члену ряду належить типу II, то доцільніше і ефективніше обчислювати кожен член ряду за загальною формулою. У завданнях цього типу необхідно звернути увагу до визначення початкового значення n і початкове значення суми.

3. Якщо формула загального члену ряду належить типу III, доцільно обчислення поточного члену ряду подати як добуток двох або більше співмножників.

При обчисленні ряду цього виду важливим моментом є вибір початкового значення S , a_1 , n , S .

Блок-схема обчислення суми ряду типу I наведена на рис. 1.

З наведених прикладів видно, що алгоритм обчислення суми членів деякого функціонального ряду відноситься до складної циклічної структури із вкладеним циклом. Внутрішній цикл обчислює суму ряду за фіксованого параметра x , а зовнішній - організує зміну параметра x .

2.4 Рекомендації щодо розділу «Методи розв'язання систем алгебраїчних лінійних рівнянь»

2.4.1 Метод Гаусса

Нехай дана система n лінійних рівнянь з n змінними:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2, \\ \dots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n = b_n. \end{cases}$$

Коефіцієнти a_{ij} при змінних будемо розглядати як елементи двомірного масиву $A(N, N)$, а вільні члени b_i – як елементи одновимірного масиву $B(N)$. Розв'язання x_i ($i=1, \dots, n$) розмістимо в одновимірному масиві $V(N)$. Коефіцієнти a_{ij} та вільні члени b_i розглядатимемо як елементи розширеної матриці

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} & b_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} & b_n \end{pmatrix}.$$

Передбачені методом Гаусса перетворення будемо виконувати над елементами розширеної матриці. Опишемо формально алгоритм розв'язання лінійної системи методом Гаусса без вибору головного елемента (рис. 2).

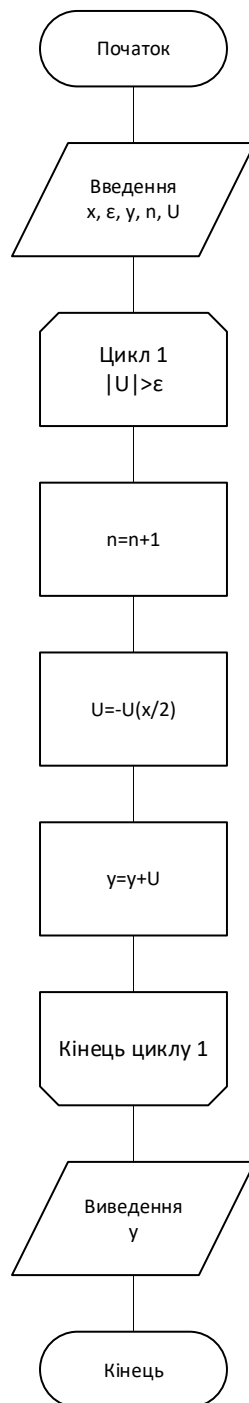


Рисунок 1 – Блок-схема обчислення суми ряду

1. Елементи першого рядка розширеної матриці $(A|B)$ ділимо на a_{11} . Отриманий після такого поділу перший рядок множимо послідовно на a_{k1} ($k=2, \dots, n$) і віднімаємо його потім з k -ого рядка ($k=2, \dots, n$). Після цього перетворення у першому стовпці масиву A (крім $a_{11}^{(1)} = 1$) всі елементи дорівнюватимуть нулю, тобто отримуємо матрицю:

$$\left(\begin{array}{cccc|c} 1a_{12}^{(1)} & a_{13}^{(1)} & \dots & a_{1n}^{(1)} & b_1^{(1)} \\ 0a_{22}^{(1)} & a_{23}^{(1)} & \dots & a_{2n}^{(1)} & b_2^{(1)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0a_{n2}^{(1)} & a_{n3}^{(1)} & \dots & a_{nn}^{(1)} & b_n^{(1)} \end{array} \right)$$

2. Елементи другого рядка розширеної матриці ділимо на $a_{22}^{(1)}$, потім множимо його послідовно на $a_{k2}^{(1)}$ та віднімаємо з рядків, що залишилися при ($k=3, \dots, n$).

3. Продовжуємо цей процес виключення змінних (отримання нулів) доти, доки подібна процедура не буде зроблена з (n-1)-м рядком матриці. Після цього отримуємо матрицю:

$$\left(\begin{array}{cccc|c} 1 & a_{12}^{(1)} & a_{13}^{(1)} & a_{1n}^{(1)} & b_1^{(1)} \\ 0 & 1 & a_{23}^{(2)} & a_{2n}^{(2)} & b_2^{(2)} \\ 0 & 0 & 0 & 1a_{n-1,n}^{(n-1)} & b_{n-1}^{(n-1)} \\ 0 & 0 & 0 & 0a_{nn}^{(n-1)} & b_n^{(n-1)} \end{array} \right)$$

4. Елементи n-го рядка ділимо на $a_{nn}^{(n-1)}$ та в результаті отримуємо:

$$\left(\begin{array}{cccc|c} 1 & a_{12}^{(1)} & \dots & a_{1n}^{(1)} & b_1^{(1)} \\ 0 & 1 & \dots & a_{2n}^{(2)} & b_2^{(2)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & b_n^{(n)} \end{array} \right) \Rightarrow x_n = \frac{b_n^{(n-1)}}{a_{nn}^{(n-1)}} = b_n^{(n)}.$$

На цьому закінчився прямий хід методу Гауса.

5. Виконуємо зворотний хід методу Гауса: (n-1)-й рядок останньої матриці підставляємо значення x_n і знаходимо значення x_{n-1} потім послідовно знаходимо $x_{n-2}, x_{n-3}, \dots, x_2, x_1$ за формулами:

$$x = b_k^{(k)} - \sum_{j=k+1}^n a_{kj}^{(k)} x_j.$$

Цей алгоритм є економічним у сенсі використання пам'яті, тому що всі проміжні та остаточні значення елементів у процесі перетворення матриць послідовно зберігаються в тих же осередках пам'яті, що і масиви А та В.

Наступні значення діагональних елементів $a_{ij}^{(k)}$ перед початком перетворення рядків будемо надавати простій змінній d, що дозволить зберігати їх до закінчення чергового рядка матриці.

Значення змінних x_n, x_{n-1}, \dots, x_1 присвоюються елементам масиву вільних членів В [3-6].

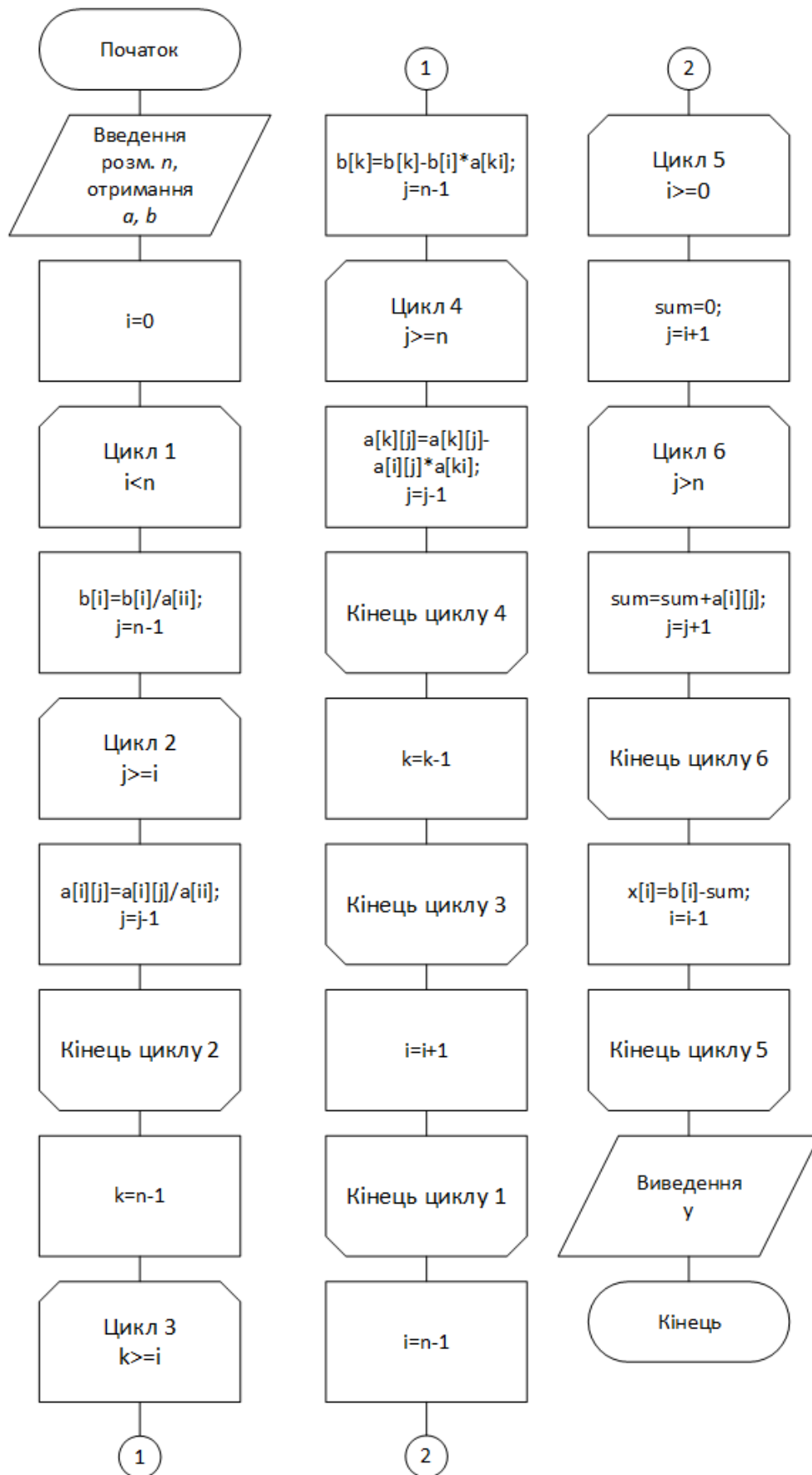


Рисунок 2 – Алгоритм методу Гаусса

2.2.2 Метод Гаусса-Жордана

Метод Гаусса був доповнений математиком Жорданом. Він запропонував замість зворотного ходу, коли підставляються знайдені значення x , продовжити віднімати рядки, але в зворотному порядку. Так, матриця

$$\left(\begin{array}{cccc|c} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} & b_1' \\ 0 & 1 & \dots & a_{2n} & b_2' \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & b_n' \end{array} \right)$$

перетворюється в одиничну матрицю розміром n . В результаті перетворений масив B стає рівним масиву X :

$$\left(\begin{array}{cccc|c} 1 & 0 & \dots & 0 & x_1 \\ 0 & 1 & \dots & 0 & x_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & x_n \end{array} \right).$$

2.2.3 Метод Гаусса з вибором головного елемента

Методи Гаусса и Гаусса-Жордана можуть виявитися нестійкими у випадку, якщо на одному з етапів перетворення значення коефіцієнту на головній діагоналі буде дорівнювати нулю. В цьому випадку, якщо на даному етапі розв'язання виключаються елементи саме цього стовпця, з'являється необхідність ділення на 0, що є неприпустимою дією. Жоден з елементів на головній діагоналі не стане дорівнювати нулю, якщо початкова матриця буде діагонально переважаючою – тобто, буде виконуватися умова:

$$|a_{ii}| \geq \sum_{i \neq j} |a_{ij}|$$

Відомо, що результат обчислень не зміниться, якщо поміняти місцями два рядки, або просто зміниться порядок у вихідному масиві, якщо поміняти місцями два стовпця. Враховуючи це, можна розмістити рядки та стовпці таким чином, щоб на головній діагоналі (елементи з індексом a_{ii}) знаходились найбільші з можливих елементів. Для цього метод Гаусса доповнюють алгоритмом вибору головного елемента.

Так, спочатку обирається найбільший елемент матриці A , після чого рядки та стовпці переміщуються таким чином, що цей елемент отримує індекс a_{11} . Далі, не переміщуючи ці стовпці, обирають найбільший елемент з меншої матриці, квадрата розмірністю $\{2 \dots n\}$. Операція повторюється до тих пір, поки не залишиться елемент a_{nn} . Він залишається на своєму місці. Далі, розв'язок знаходиться за класичним

методом Гаусса. Після чого відновлюється порядок елементів масиву X . Отримана матриця є розв'язанням СЛАР [6-10].

2.3 Рекомендації щодо формулювання висновків

У розділі необхідно стисло і точно сформулювати теоретичні висновки та, за наявності, практичні рекомендації, розроблені в процесі виконання курсової роботи. Формулювання висновків та рекомендацій не можуть повністю повторювати викладений раніше в роботі текст, вони мають бути узагальненими та конкретизованими.

3 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ З МІЖДИСЦИПЛІНАРНОЇ КУРСОВОЇ РОБОТИ

3.1 Загальні вимоги до оформлення тексту

Основні вимоги до оформлення текстової частини пояснювальної записки відповідають ДСТУ 3008-2015 [2]:

- формат А4;
- поля: ліве – 30 мм, праве – 15 мм, верхнє і нижнє – 20 мм;
- шрифт Arial;
- розмір (кегель) шрифту – 14 пт;
- міжрядковий інтервал – одинарний;
- абзацний відступ (новий рядок) – 12,5 мм;
- вирівнювання тексту – по ширині;
- інтервал до / після основного заголовка розділу – 18 пт;
- інтервал до / після підрозділу – 12 / 6 пт.

3.2 Вимоги до оформлення основного тексту

Пояснювальна записка виконується в текстовому редакторі Word згідно з наведеними вище рекомендаціями (див. п. 3.1).

Розділи повинні мати порядкові номери, позначені арабськими цифрами без крапки. Кожен розділ рекомендується починати з нового аркуша (сторінки). Структурні елементи: «Зміст», «Скорочення та умовні позначки», «Вступ», «Висновки», «Перелік використаних джерел», — не нумерують, а їхні назви є заголовками структурних елементів.

Підрозділи нумеруються арабськими цифрами в межах розділу. Номер складається з номера розділу і порядкового номера підрозділу, між якими ставлять крапку. Після номера підрозділу крапки не ставлять. Підрозділи при необхідності розбивають на пункти, які нумеруються арабськими цифрами в межах підрозділу, тобто номер пункту складається з номера розділу, номера підрозділу та порядкового номера власне пункту. Всі цифри поділяються точками, в кінці крапка не ставиться. Наприклад, номер 3.2.1 слід розуміти як перший пункт другого підрозділу третього розділу. Пункти поділяються на підпункти, які нумеруються в межах пункту за правилами, аналогічним викладеним вище.

Найменування розділів записують у вигляді заголовків (посередині рядка) прописними буквами, найменування підрозділів - у вигляді заголовків (з абзацного відступу) малими літерами, крім першої великої. Перенесення слів в заголовках не допускаються. Аббревіатури в заголовках не вживають, їх треба розшифровувати у тексті. Крапку в кінці заголовка не ставлять. Якщо заголовок складається з двох речень, їх розділяють крапкою.

Сторінки звіту нумерують наскрізно, охоплюючи додатки. Номер сторінок рукопису проставляють на нижньому полі аркуша посередині,

починаючи з третьої сторінки, дотримуючись наскрізної нумерації без пропусків і буквених доповнень. На сторінках 1 (титульний лист) і 2 (завдання) номер сторінки не ставиться. Листи «ЗМІСТ» та додатки включаються в наскрізну нумерацію сторінок.

3.3 Вимоги до оформлення рисунків

Усі графічні матеріали звіту (графіки, блок-схеми тощо) повинні мати однаковий підпис «Рисунок». Рисунок подають одразу після тексту, де вперше посилаються на нього, або якнайближче до нього на наступній сторінці, а за потреби — в додатках.

Якщо рисунки створені не автором звіту, подаючи їх у звіті, треба дотримуватися вимог чинного законодавства України про авторське право.

Рисунки нумерують наскрізно арабськими цифрами, крім рисунків у додатках. Дозволено рисунки нумерувати в межах кожного розділу. У цьому разі номер рисунка складається з номера розділу та порядкового номера рисунка в цьому розділі, які відокремлюють крапкою, наприклад, «Рисунок 3.2» — другий рисунок третього розділу. Рисунки кожного додатка нумерують окремо. Номер рисунка додатка складається з позначки додатка та порядкового номера рисунка в додатку, відокремлених крапкою. Наприклад, «Рисунок В.1 —», тобто перший рисунок додатка В.

3.4 Вимоги до оформлення таблиць

Цифровий матеріал оформляють у вигляді таблиць (табл. 3.1).

Таблицю слід розташовувати безпосередньо після тексту, в якому вона згадується вперше, або на наступній сторінці.

Таблиці слід нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу, за винятком таблиць, наведених у додатках.

Номер таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці, відокремлених крапкою, наприклад, таблиця 2.1 – перша таблиця другого розділу. Таблиця може мати назву, яку друкують малими літерами (крім першої великої) і вміщують над таблицею. Назва повинна бути стислою і відбивати зміст таблиці [2].

Таблиця 3.1 – Основні характеристики ДП № 2

№№ п/п	Характеристика	Величина	Од. вим.
1	2	3	4
	1. Розміри профілю		
1	Корисний об'єм	1719	м ³
2	Висота корисна	29070	мм
3	Висота повна	31820	мм
4	Висота колошника	1900	мм
5	Висота шахти	17800	мм
6	Висота распара	1700	мм
7	Висота заплічок	3000	мм
8	Висота горна	4000	мм
9	Висота поду	5457	мм
10	Висота мертвого шару	1242	мм
11	Висота осі повітряних фурм	2800	мм
12	Висота осі шлакової льотки	1600	мм
13	Діаметр колошника	6900	мм
14	Діаметр распара	10250	мм
15	Кут нахилу шахти	84°62'	град, хв
16	Кут нахилу заплічок	79°27'	град, хв
17	Діаметр горна	9100	мм
	Хід великого конуса	750	мм
18	Кількість повітряних фурм	20	шт.
	2. Бункерна естакада		
19	Об'єм скіпів	10	м ³
20	Об'єм коксових воронок	10	м ³
21	Вантажопідйомність скипової лебідки	22,5	т
22	Швидкість руху скіпа	3,5	м/с
23	Вантажопідйомність вагон-вагів	40	т
24	Кількість рудних бункерів	52	шт
25	Об'єм рудних бункерів	85	м ³

3.5 Вимоги до оформлення формул

Формули повинні бути оформлені в програмі за допомогою редактору формул MS Word. Формули і рівняння у звіті (за винятком формул і рівнянь, наведених у додатках) слід нумерувати порядковою нумерацією в межах розділу. Номер формули або рівняння складається з номера розділу і порядкового номера формули або рівняння, відокремлених крапкою, наприклад, формула (1.3) – третя формула першого розділу. Номер формули або рівняння зазначають на рівні формули або рівняння в дужках у крайньому правому положенні на рядку.

Пояснення значень символів і чисельних коефіцієнтів, що входять до формули чи рівняння, слід наводити безпосередньо під формулою у тій послідовності, в якій вони наведені у формулі чи рівнянні. Пояснення значення кожного символу та чисельного коефіцієнта слід давати з нового рядка.

Переносити формули чи рівняння на наступний рядок допускається тільки на знаках виконуваних операцій, причому знак операції на початку наступного рядка повторюють. При перенесенні формули або рівняння на знакові операції множення застосовують знак «×».

Формули, що йдуть одна за одною й не розділені текстом, відокремлюють комою [2].

Для зручності роботи з формулами та нумерацією формул можна використовувати таблиці з невидимими кордонами.

$$dK = d \cdot \varepsilon \cdot \Phi / (1 - \varepsilon), \quad (3.1)$$

де ε – порозність шару, $\text{м}^3/\text{м}^3$;

Φ – фактор форми, для куль $\Phi = 2/3$.

3.6 Вимоги до оформлення переліків

Переліки, за потреби, можуть бути наведені всередині пунктів або підпунктів. Перед переліком ставлять двокрапку.

Перед кожною позицією переліку слід ставити малу літеру української абетки з дужкою, або, не нумеруючи – дефіс (перший рівень деталізації).

Для подальшої деталізації переліку слід використовувати арабські цифри з дужкою (другий рівень деталізації).

Переліки першого рівня деталізації друкують малими літерами з абзацного відступу, другого рівня – з відступом відносно місця розташування переліків першого рівня.

Нижче наведено приклади перерахування.

Приклад № 1

Процес виробництва чавуну в доменній печі складається з наступних етапів:

- формування запасу шихтових матеріалів на бункерній естакаді;
- набір і подача шихти на колошник;
- завантаження шихтових матеріалів у доменну піч.

Приклад № 2

Причинами опускання матеріалів є:

1) горіння коксу перед фурмами та утворення в результаті цього вільного простору, в який надходить кокс, які перебувають вище осередків горіння;

2) зменшення обсягу матеріалів внаслідок розміщення дрібної фракції в порожнинах між великими шматками, подрібнення та стирання шматків;

3) перехід в нижній частині шахти, в распарі і заплічках твердих матеріалів в рідкий стан;

4) випуск з печі чавуну і шлаку.

Приклад № 3

Функція АСУ ТП повітрянагрівачів – оптимізація їх теплових режимів, що зводиться до вирішення трьох завдань:

а) визначення оптимальної тривалості складових циклу роботи повітрянагрівачів:

- 1) тривалості періоду нагрівання;
- 2) тривалості періоду дуття;

б) вибір оптимальних параметрів:

- 1) температури купола;
- 2) витрати газу;
- 3) закону їх зміни в період нагрівання повітрянагрівача;

в) пошук оптимального режиму роботи блоку:

- 1) послідовного;
- 2) попарно-паралельного;
- 3) змішаного [2].

3.7 Вимоги до оформлення посилань

Посилання в тексті записки на джерела слід вказувати порядковим номером за переліком посилань, виділеним двома квадратними дужками, наприклад: «... в роботах [1-3]»

При посиланнях на розділи, підрозділи, пункти, підпункти, ілюстрації, таблиці, формули, рівняння, додатки зазначають їх номери.

При посиланнях слід писати: «... в розділі 4 ...», «... дивись 2.1 ...», «... по 3.3.4 ...», «... відповідно до 2.3.4.1 ...», «... на рис.1.3 ...», або «... на рисунку 1.3 ...», «... в таблиці 3.2 ...», «... (см.табл.3.2) ...», «... за формулою (3.1)», «... в рівняннях (1.23) - (1.25) ...», «... в додатку Б ...» [2].

3.8 Вимоги до оформлення переліку посилань

Список включає всі використовувані джерела, які слід розташовувати в порядку появи посилань у тексті записки. При посиланні в тексті на джерело інформації вказується його характер (монографія, стаття тощо) і порядковий номер у списку, укладений у квадратні дужки (наприклад, в статті [9]) посилання на креслення робляться в тексті із зазначенням номера креслення. Посилання в тексті представляють собою порядковий номер джерела, через кому – номер сторінки, на яку посилається автор, взяті в квадратні скобки, наприклад: [12, с.36]. При використанні цитати з певного джерела в тексті вказують автора і наводять уривок за правилами прямої мови також з обов'язковим посиланням на джерело.

Якщо текст не наводиться дослівно, а викладається власними словами, то обов'язково має бути збережений його зміст. Бібліографічні описи посилань у списку наводять відповідно до ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні вимоги та правила складання» [11].

3.9 Вимоги до оформлення додатків

У додатках розміщують офіційні, додаткові і розрахункові матеріали, допоміжні висновки тощо. Усі додатки повинні мати буквену нумерацію. Нумерація формул, таблиць і рисунків у кожному з додатків має бути самостійною [2].

3.10 Вимоги до оформлення презентації

Презентація – документ або комплект документів, призначений для подання чого-небудь (організації, проекту, продукту і т. п.).

Мета презентації - донести до аудиторії повноцінну інформацію про об'єкт презентації в зручній формі.

Презентація націлена на візуалізацію доповіді при захисті курсової роботи. Виконується в електронній формі у вигляді слайдів за наданим шаблоном, на яких слід розміщувати інформативні матеріали з курсової роботи, які повинні ілюструвати окремі тези виступу або результати, отримані в курсовій роботі. Презентація може бути підготовлена за допомогою будь-якої програми відкритого доступу, наприклад Microsoft PowerPoint, або іншої наявної ліцензійної програми. Допускається включати в презентацію разом зі статичними зображеннями відеоматеріали і анімацію за темою з обов'язковим посиланням на джерело інформації.

4 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТУ МІЖДИСЦИПЛІНАРНОЇ КУРСОВОЇ РОБОТИ

4.1 Етапи виконання та захисту курсової роботи

До основних етапів виконання МДКР належать.

1. Отримання завдання на курсову роботу

Завдання видається керівником міждисциплінарної курсової роботи на початку семестру.

2. Здійснення огляду джерел

Аналіз стану питання щодо тематики курсової роботи виконується на основі огляду інформації, опублікованої в навчальній і науково-технічній літературі, в науково-технічних статтях, вебресурсах, інших доступних джерелах інформації.

3. Виконання курсової роботи.

Після погодження та затвердження календарного плану (додаток Б) роботи здобувач починає виконувати курсову роботу. Вимоги до структури й оформлення окремих розділів наведені в цих методичних рекомендаціях вище. У процесі написання окремих розділів здобувач вищої освіти подає їх керівнику на перевірку, виправляє та вносить доповнення у разі потреби, звітує керівнику про готовність роботи. Обговорення проблемних питань з викладачем – керівником здійснюється під час індивідуально-консультативних зустрічей з підготовки курсової роботи або на консультаціях викладача відповідно до затвердженого розкладу.

4. Подання роботи на перевірку.

Файл із пояснювальною запискою курсової роботи у форматі:

Дисципліна_ВидДокументу_Прізвище_Група.docx

наприклад,

MDKR_PZ_Ivanenko_G7_23_1p.docx

де

MDKR – міждисциплінарної курсової роботи;

PZ – пояснювальна записка (PVS – проєкт програми у Visual Studio, BS – блок-схема тощо);

Ivanov – прізвище студента

G7_2X_1p – академічна група

Назви додаткових файлів формуються у аналогічному форматі.

Для архівування використовувати у формат *.zip.

Файли прикріплюються у відповідному завданні освітнього компоненту «Міждисциплінарна курсова робота з програмування та

чисельних методів» в системі Moodle у встановлений термін згідно з календарним планом.

Відповідальний за перевірку курсових робіт на кафедрі на дотримання вимог академічної доброчесності здійснює перевірку пояснювальної записки відповідно до п. 4.4 цих методичних рекомендацій на плагіат і надсилає звіт про результати перевірки керівникові. В разі, якщо звіт свідчить про належність дотримання академічних вимог при виконанні курсових робіт, керівник надалі здійснює оцінювання якості виконання роботи, виставляє оцінку за виконаний проєкт (за 100-бальною шкалою) та допускає до захисту.

В разі, якщо звіт про перевірку на плагіат є негативним, то подальші дії регламентуються п. 4.4 цих методичних рекомендацій.

5. Захист курсової роботи.

Захист курсової роботи відбувається з використанням Центру командної роботи Teams, здобувачу можуть задавати будь-які питання по суті роботи усі присутні. Оцінює захист комісія, до складу якої входять якнайменш два викладача з робочої групи спеціальності G7.

Здобувачі освіти, які вчасно не подали та/або не захистили курсовий проєкт:

- з поважної, документально підтвердженої причини – з дозволу декану можуть захистити її під час встановленого деканом терміну ліквідації академічної заборгованості;

- без поважної причини – вважаються такими, що не виконали індивідуальний навчальний план і відраховуються з Університету.

В разі, якщо захист було визнано незадовільним, з дозволу декана та на умовах, визначених Положенням про організацію освітнього процесу, здобувач може захистити курсову роботу у термін, встановлений деканом факультету. В разі неуспішності такого захисту здобувачі освіти вважаються такими, що не виконали індивідуальний навчальний план і відраховуються з Університету [12].

4.2 Права та обов'язки керівника курсової роботи, здобувача освіти, комісії із оцінювання курсових робіт

Керівництво курсовою роботою здійснюється з метою надання здобувачам вищої освіти необхідних консультацій, контролю термінів виконання та якості проєкту.

Обов'язками керівника курсової роботи є:

- Формування завдання курсової роботи, що відображає основний зміст і обсяг, містить основні дані, необхідні для виконання роботи, особливі вимоги до розробки окремих розділів, терміни виконання роботи (календарний план). Завдання курсової роботи оформляється на спеціальному бланку (Додаток Б).

- складання календарного плану-графіку (Додаток Б) виконання роботи;

- рекомендація здобувачеві необхідної основної літератури, довідкових матеріалів, інших джерел за темою;
- надання систематичних консультацій;
- перевірка виконання роботи (по частинах та/або в цілому);
- здійснення контролю за правильністю загального напрямку роботи;

- надання здобувачеві методичної та консультаційної допомоги у вирішенні принципів питань, надаючи йому більшу самостійність при розробці роботи, всіляко заохочуючи прояви творчої ініціативи.

Обов'язки здобувача освіти:

- ознайомитись із цими методичними рекомендаціями;
- проявляти ініціативність та сумлінність при виконанні курсової роботи;
- своєчасно відвідувати консультації керівника курсової роботи;
- дотримання термінів виконання курсової роботи;
- дотримуватися вимог академічної доброчесності при виконанні та захисті курсової роботи.

Права здобувача освіти:

- отримувати консультації, в т.ч. організаційно-методичні, з приводу виконання курсової роботи;
- отримувати роз'яснення від керівника щодо вирішення задач курсової роботи, підготовки тексту, підготовки до захисту курсової роботи;
- отримувати поради від керівника щодо літературних джерел та інших інформаційних ресурсів, які можна використати при виконанні курсової роботи;
- вимагати дотримання умов об'єктивності та дотримання процедури оцінювання курсової роботи;
- оскаржувати оцінку керівника та комісії з захисту курсової роботи в установленому порядку [12].

4.3 Застереження щодо академічної доброчесності

Як член студентської спільноти Технічного університету «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» здобувач має дотримуватися певних стандартів та академічної політики [12]:

- шахрайство та плагіат заборонені.
- методичні та інші матеріали, які отримані здобувачами в рамках процедур організації виконання курсової роботи, захищені авторським правом, можуть бути використані лише тільки здобувачами освіти, яким призначено даний курс, зарахованих на курс для цілей, пов'язаних з цим курсом і не можуть поширюватися.
- спілкування з однокурсниками та викладачем має бути професійним та ввічливим.
- очікується, що здобувач освіти перевірятиме всі власні письмові

повідомлення, включаючи поштові повідомлення, на коректність змісту та мови.

– університет прагне підтримувати середовище, вільне від дискримінації або дискримінаційних домагань, спрямованих на будь-яку людину або групу в межах своєї спільноти - здобувачів освіти, співробітників або відвідувачів.

Виконання МДКР має здійснюватися з урахуванням вимог щодо академічної доброчесності. Відповідно до статті 42 Закону України «Про освіту» [13]: «Академічна доброчесність – це сукупність етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової (творчої) діяльності з метою забезпечення довіри до результатів навчання та/або наукових (творчих) досягнень». Головним проявом академічної недоброчесності вважається академічний плагіат. Академічний плагіат – оприлюднення (частково або повністю) наукових (творчих) результатів, отриманих іншими особами, як результатів власного дослідження (творчості) та/або відтворення опублікованих текстів (оприлюднених творів мистецтва) інших авторів без зазначення авторства, а саме:

а) відтворення в тексті роботи (повний текст роботи, з коментарями, примітками, бібліографією, переліком джерел та всіма додатками до основного тексту) без змін, з незначними змінами, або в перекладі тексту іншого автора (інших авторів), обсягом від речення і більше, без посилання на автора (авторів) відтвореного тексту;

б) відтворення в тексті роботи, повністю або частково, тексту іншого автора (інших авторів) через його перефразування чи довільний переказ без посилання на автора (авторів) відтвореного тексту;

в) відтворення в тексті роботи наведених в іншому джерелі цитат з третіх джерел без вказання, за яким саме безпосереднім джерелом наведена цитата.

г) відтворення в тексті роботи наведеної в іншому джерелі науково-технічної інформації (крім загальновідомої) без вказування на те, з якого джерела взята ця інформація.

д) перефразування тексту джерела у формі, що є близькою до оригінального тексту, або наведення узагальнення ідей, інтерпретацій чи висновків з певного джерела без посилання на це джерело;

е) подання як власних робіт, виконаних на замовлення іншими особами, у тому числі робіт, стосовно яких справжні автори надали згоду на таке використання [13].

Рекомендації щодо запобігання академічному плагіату в курсовій роботі:

а) робота має виконуватися самостійно, без видання за власний результат чужих робіт і результатів;

б) будь-який текстовий фрагмент обсягом від речення і більше, відтворений в тексті роботи без змін, із незначними змінами, або в

перекладі з іншого джерела, обов'язково має супроводжуватися посиланням на це джерело (у формі підрядкового посилання, наприклад як це зроблено щодо Закону «Про освіту» на попередній сторінці); винятки допускаються лише для стандартних текстових кліше, які не мають авторства та/чи є загальноживаними;

в) якщо перефразування чи довільний переказ в тексті роботи тексту іншого автора (інших авторів) займає більше одного абзацу, посилання (бібліографічне та/або текстуальне) на відповідний текст та/або його автора (авторів) має міститися щонайменше один раз у кожному абзаці роботи, крім абзаців, що повністю складаються з формул, а також нумерованих та маркованих списків (в останньому разі допускається подати одне посилання наприкінці списку);

г) якщо цитата з певного джерела наводиться за першоджерелом, в тексті роботи має бути наведено посилання на першоджерело; якщо цитата наводиться не за першоджерелом, в тексті роботи має бути наведено посилання на безпосереднє джерело цитування («цитуються за ХХХХХХ») і посилання на відповідний пункт списку використаних джерел;

д) будь-яка наведена в тексті роботи науково-технічна інформація має супроводжуватися чітким вказуванням на джерело, з якого взята ця інформація із посиланням на відповідний пункт списку використаних джерел; винятки припускаються лише для загальновідомої інформації, визнаної всією спільнотою фахівців відповідного профілю; у разі використання у роботі тексту нормативно-правового акту достатньо зазначити його назву, дату ухвалення та, за наявності, дату ухвалення останніх змін до нього або нової редакції, а також посилання на відповідний пункт списку використаних джерел.

е) для підтвердження власних аргументів посиланням на авторитетне джерело або для критичного аналізу того чи іншого друкованого твору слід наводити цитати; науковий етикет потребує точно відтворювати цитований текст, бо найменше скорочення наведеного витягу може спотворити зміст, закладений автором [14].

Правила цитування та посилання на використані джерела є такими:

1. При написанні МДКР здобувач повинен давати посилання на джерела, матеріали з яких наводяться у проєкті. Такі посилання дають змогу відшукати документи та перевірити достовірність відомостей про цитування документа, дають необхідну інформацію щодо нього, допомагають з'ясувати його зміст, мову тексту, обсяг. Посилатися бажано на останні видання публікацій. На більш ранні видання можна посилатися лише в тих випадках, коли в них є матеріал, який не включено до останнього видання.

2. Якщо використовують відомості, матеріали з монографій, оглядових статей, інших джерел з великою кількістю сторінок, тоді в посиланні необхідно точно вказати номери сторінок, ілюстрацій, таблиць, формул з джерела, на яке дано посилання в МДКР.

3. Посилання додаються одразу після закінчення цитати у квадратних дужках, де вказується порядковий номер джерела у списку літератури та відповідна сторінка джерела (наприклад: [12, с. 172]), або під текстом цієї сторінки у вигляді зноски, в якій вказують прізвище та ініціали автора, назву джерела, видавництво, рік видання та сторінку. При цьому враховувати наступне:

- текст цитати починається і закінчується лапками і наводиться в тій граматичній формі, в якій він поданий у джерелі, із збереженням особливостей авторського написання; наукові терміни, запропоновані іншими авторами, не виділяються лапками, за винятком тих, що викликали загальну полеміку – у цих випадках використовується вираз «так званий»;

- цитування повинно бути повним, без довільного скорочення авторського тексту та без перекручень думок автора;

- пропуск слів, речень, абзаців при цитуванні допускається без перекручення авторського тексту і позначається трьома крапками, вони ставляться у будь-якому місці цитати (на початку, всередині, наприкінці); якщо перед випущеним текстом або за ним стояв розділовий знак, то він не зберігається;

- кожна цитата обов'язково супроводжується посиланням на джерело;

- при непрямому цитуванні (переказі, викладі думок інших авторів своїми словами), що дає значну економію тексту, слід бути гранично точним у викладенні думок автора, коректним щодо оцінювання його результатів і давати відповідні посилання на джерело;

- якщо необхідно виявити ставлення автора роботи до окремих слів або думок з цитованого тексту, то після них у круглих дужках ставлять знак оклику або знак питання;

- коли автор роботи, наводячи цитату, виділяє в ній деякі слова, то робиться спеціальне застереження, тобто після тексту, який пояснює виділення, ставиться крапка, потім дефіс і вказуються ініціали автора дисертації, а весь текст застереження вміщується у круглій дужці. Варіантами таких застережень є: (курсив наш. – М.Х.), (підкреслено мною. – М.Х.), (розбивка моя. – М.Х.) [14].

До числа інших порушень академічної доброчесності, класифікованих законодавством України [13, 15], що можуть трапитися при виконанні курсової роботи, належать:

- фабрикація – вигадкування даних чи фактів, що використовуються в курсовому проекті;

- фальсифікація – свідомо зміна чи модифікація вже наявних даних, що стосуються змісту курсової роботи;

- хабарництво – надання (отримання) учасником освітнього процесу чи пропозиція щодо надання (отримання) коштів, майна, послуг, пільг чи будь-яких інших благ матеріального або нематеріального характеру з

метою отримання неправомірної переваги в освітньому процесі;
необ'єктивне оцінювання – свідоме завищення або заниження оцінки результатів навчання здобувачів освіти.

В разі, якщо здобувач стикається із двома останніми формами порушень академічної доброчесності, він має повідомити про це завідувача кафедри, комісію з академічної доброчесності, Уповноваженого з питань протидії корупції, які, в свою чергу, повинні негайно після повідомлення забезпечити вжиття заходів попередження або виправлення таких порушень.

4.4 Регламенти і процедури виявлення порушень вимог академічної доброчесності та наслідки такого виявлення

На першому етапі особа, відповідальна за перевірку документу на наявність плагіату, призначена кафедрою, проводить перевірку електронної версії документу на наявність ознак академічного плагіату за допомогою системи StrikePlagiarism.com (<http://strikeplagiarism.com>) (далі – Система), використання яких регламентується відповідними угодами університету. Система формує звіт подібності, що містить інформацію, яка вказує на наявність текстових та інших запозичень зі знайдених джерел.

Така відповідальна особа не дає оцінку змісту наукової складової, а виконує виключно технічну перевірку. Подальший аналіз звіту подібності здійснює науковий керівник.

Інтерпретація показників звіту подібності системи StrikePlagiarism.com:

коефіцієнт подібності №1 – відсотковий показник, що визначає рівень текстових запозичень, знайдених у джерелах баз даних системи та Інтернет, який розраховується на підставі коротких словосполучень (довжиною мінімум 5 слів);

коефіцієнт подібності №2 – відсотковий показник, що визначає рівень текстових запозичень, знайдених у джерелах баз даних системи та Інтернет, який розраховується на підставі словосполучень, довжина яких становить 25 слів;

коефіцієнт цитувань – відсотковий показник, що показує на рівень текстових фрагментів у роботі;

сигнал «Тривога!» – вказує на наявність у тексті знаків одного алфавіту, замінених схожими знаками іншого алфавіту. Велика кількість таких замін може вказувати на спробу фальсифікувати результати перевірки з метою збільшення показників оригінальності документу;

сигнал «Білі знаки» – вказує на наявність у тексті прихованих символів (використання невидимих знаків між словами). Такі дії вказують на спробу фальсифікувати результат перевірки з метою збільшення показників оригінальності роботи; кількість точних збігів слів (фрагментів) та їх відсоткове відношення, знайдених за URL.

У разі наявності сигналу «Тривога!» та/або «Білі знаки» в системі StrikePlagiarism.com робота обов'язково потребує додаткової перевірки наукового керівника або іншої відповідальної особи.

Виявлені у тексті роботи запозичення вважаються правомірними, якщо вони:

- є власними назвами (індивідуальними найменуваннями окремих одиничних об'єктів, у тому числі найменуваннями установ, назвами праць, які досліджувалися, бібліографічними посиланнями на джерела та ін.);
- є усталеними словосполученнями, що характерні для певної сфери знань;
- належним чином оформлені цитуваннями;
- містять кліше викладення результатів обробки результатів експерименту.

При значенні коефіцієнта подібності №1 вище 30% та/або коефіцієнта подібності №2 вище 5% в системі StrikePlagiarism.com особа, відповідальна за перевірку документу, визначає доцільність її подальшого аналізу, у тому числі із залученням експертів.

Усі запозичені фрагменти в документі мають бути розглянуті на предмет коректності оформлення цитувань та посилань на першоджерела.

На етапі перевірки на академічний плагіат курсових робіт/проектів:

рукопис вважається достатньо оригінальним, якщо рівень оригінальності «задовільний» (вище 40%), проте слід пересвідчитись у коректності надання посилань на першоджерела для цитованих фрагментів та після доопрацювання, за рекомендаціями керівника роботи, випускається до захисту;

якщо рівень оригінальності «низький» (від 31% до 40%), пропонується доопрацювати роботу за для підвищення рівня її оригінальності і пересвідчитися на коректність надання посилань на першоджерела для цитованих фрагментів та після доопрацювання направляється на повторну перевірку на рівень оригінальності тексту;

якщо рівень оригінальності «неприйнятний» (від 0% до 30%), робота вважається з незадовільним рівнем оригінальності, наявні ознаки плагіату.

Робота повертається на доопрацювання здобувачеві вищої освіти з подальшою повторною перевіркою; у разі коли проходження повторної процедури перевірки на академічний плагіат виявило незадовільні результати, робота знімається з розгляду та не випускається на захист та входить в академічну заборгованість здобувача освіти із подальшою зміною теми рукопису та ліквідується згідно термінів ліквідації академічних заборгованостей, встановлених Університетом.

Протокол перевірки пояснювальної записки формується на основі звіту подібності, що формується Системою та (за потреби) експертного аналізу наукового керівника. Зберігання висновків щодо перевірки у документах структурного підрозділу є обов'язковим протягом навчального

року. Позитивний висновок щодо відсутності ознак плагиату для навчальних робіт може зазначатися керівником при захисті [12].

4.5 Критерії оцінювання курсової роботи

Підсумкова оцінка за виконання та захист курсової роботи виставляється за прийнятою в Університеті системою оцінювання за наступною формулою:

$$\text{Оцінка КР} = 0,6 \cdot \text{Оцінка виконання роботи} + 0,4 \cdot \text{Оцінка захист}$$

Критерії оцінювання курсової роботи та його захисту наведені у табл. 4.1.

УВАГА: роботи, за якими визначено, що вони виконані без дотримання вимог академічної доброчесності, не оцінюються і до захисту не допускаються.

Таблиця 4.1 – Критерії оцінювання курсової роботи

Компетентності, рівень сформованості яких оцінюється	Критерії оцінювання курсової роботи	Мах відсоток
Ступінь досягнення результатів навчання при виконанні курсової роботи та підготовці пояснювальної записки		
<ul style="list-style-type: none"> - спроможність застосовувати сучасні інформаційні технології та мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми з використанням мов високого рівня та технологій об'єктно-орієнтованого програмування; - вміти застосовувати чисельні методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому для аналізу якості їх функціонування з використанням новітніх комп'ютерних технологій; - здатність аналізувати літературні та веб джерела, опрацьовувати отриману інформацію; - здатність застосовувати знання математики в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації; - вміння дотримуватись вимог щодо змісту та оформлення пояснювальної записки курсової роботи; - здатність до планування часу на виконання курсової роботи в межах відведеного часового ресурсу на 	<ul style="list-style-type: none"> - оформлення пояснювальної записки курсової роботи відповідає вимогам; - студент продемонстрував належний рівень володіння термінологією та здатності до розв'язування задач за допомогою програмування чисельних методів; - студент продемонстрував належний рівень здатності обґрунтовувати правильність прийнятих рішень із використанням спеціалізованого програмного забезпечення; - студент вчасно реалізовував етапи виконання курсової роботи. 	100

Компетентності, рівень сформованості яких оцінюється	Критерії оцінювання курсової роботи	Мах відс оток
самостійну та індивідуальну роботу протягом семестру; - спроможність викладати інформацію в логічному порядку з відповідним рівнем застосування української мови в технічній документації.		
Ступінь досягнення результатів навчання при захисті курсової роботи		
- здатність пояснити зміст курсової роботи та обґрунтувати прийняті в ній рішення; - здатність презентувати результати власних досліджень з використанням ілюстративного матеріалу (презентації); - здатність продемонструвати розуміння змісту предметної області, об'єкту, зв'язок результату роботи із поставленими задачами.	Демонстрація розуміння теоретичних основ теми роботи, ступеню володіння практичними аспектами за тематикою роботи, спроможності переконливо аргументувати власну точку зору щодо проблем і шляхів їх вирішення, в т.ч. в ході надання відповідей на запитання членів комісії, демонстрація володіння технічною термінологією українською мовою, здатності будувати логічні та структуровані виступи	100
Всього за результатами виконання і захисту курсової роботи		100

Здобувач вищої освіти в процесі усного захисту дає правильні відповіді на всі запитання, виявляє високий рівень знань щодо теми МДКР, добре орієнтується у змісті своєї роботи, упевнено викладає її основні положення, висновки, правильно аргументує власну позицію – **100 балів**.

Здобувач вищої освіти в процесі усного захисту дає правильні відповіді на половину запитань, виявляє достатньо високий рівень знань щодо теми МДКР, добре орієнтується у змісті своєї роботи, упевнено викладає її основні положення, висновки, правильно аргументує власну позицію – **80 балів**.

Здобувач вищої освіти в процесі усного захисту дає правильні відповіді на 25% запитань, однак виявляє достатній рівень знань щодо проблематики в МДКР, добре орієнтується у змісті своєї роботи, упевнено викладає її основні положення, висновки, однак нечітко аргументує власну позицію – **60 балів**.

УВАГА: В разі, якщо комісією виявлено, що здобувач освіти виявляє низький рівень знань щодо проблематики в МДКР, не орієнтується у змісті своєї роботи, упевнено викладає її основні положення, висновки, не може аргументувати власну позицію, то курсова робота оцінюється на **35 балів** і надалі підлягає переробці, а в разі, якщо це не можливо відповідно до календарного графіка навчання, здобувач освіти вважається таким, що не виконав індивідуальний навчальний план і підлягає відрахуванню з

Університету.

Результати захисту МДКР заносяться науково-педагогічним працівником (членом комісії, керівником роботи) в електронний журнал в системі електронного супроводу (Moodle, електронний деканат), та відомості обліку успішності [12].

4.6 Порядок оскарження результатів оцінювання курсової роботи

Упродовж одного робочого дня після оголошення результатів оцінювання керівником процесу виконання, пояснювальної записки та програмної частини курсової роботи здобувач освіти може звернутися до оцінювача за роз'ясненням щодо отриманої оцінки. Оцінювач має надати роз'яснення протягом одного робочого дня, однак щоб у здобувача освіти залишалась можливість оскарження результатів до завершення семестрового контролю. У випадку незгоди з наданим йому роз'ясненням щодо отриманої оцінки здобувач освіти не пізніше 12:00 наступного робочого дня після отримання роз'яснення може звернутись з умотивованою заявою щодо неврахування оцінювачем важливих обставин при оцінюванні до декана свого факультету.

Декан факультету ухвалює рішення за заявою здобувача освіти, керуючись аргументами, якими здобувач освіти мотивує свою незгоду з оцінкою, та поясненнями (усними чи письмовими) оцінювача. За рішенням декана комісія із захисту курсової роботи може переглянути рішення керівника курсової роботи щодо зазначеної оцінки. Крім того, за рішенням декана письмова робота здобувача освіти може бути надана для оцінки іншому науково-педагогічному працівнику, що відповідає профілю освітньої програми та має достатню компетенцію для оцінювання роботи здобувача освіти. Декан ухвалює рішення за заявою здобувача освіти, керуючись аргументами, якими здобувач освіти мотивує свою незгоду з оцінкою, та поясненнями (усними чи письмовими) оцінювача. У разі, якщо оцінка першого і повторного підсумкового оцінювання відрізняються більше ніж на 10 відсотків, робота автоматично передається для оцінки третьому оцінювачу, визначеному деканом, а підсумкова оцінка визначається як середнє трьох оцінок. В іншому разі чинною є оцінка, виставлена при першому оцінюванні.

За незгоди із результатами захисту курсової роботи або практики здобувач освіти у день оголошення оцінки може звернутися до комісії, яка проводила оцінювання, з незгодою щодо отриманої оцінки. Рішення щодо висловленої здобувачем незгоди приймає комісія.

Якщо здобувач освіти не згоден із рішенням комісії і вважає, що мало місце порушення процедури захисту або упередженість в оцінюванні, порушення академічної доброчесності, він може подати письмову заяву декану свого факультету. Декан своїм рішенням формує комісію для розгляду питання дотримання процедури. У разі підтвердження

викладених у заяві здобувача освіти обставин за розпорядженням декана проводиться новий захист з іншим складом комісії.

Процедури, передбачені вище, не можуть бути використані здобувачем освіти у випадку незгоди з оцінками інших здобувачів освіти.

Якщо створена за заявою здобувача освіти (або за поданням оцінювачів) розпорядженням декана факультету або першого проректора-проректора з навчальної роботи комісія або комісія з академічної доброчесності Університету виявить, що в ході семестрового контролю мали місце порушення, які вплинули на результат оцінювання знань студентів, не можуть бути усунені, ректор, не пізніше, ніж упродовж тижня з отримання висновку комісії має ухвалити рішення щодо про скасування результатів контрольного заходу і проведення повторного оцінювання результатів навчання для одного, декількох або всіх здобувачів освіти [12].

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Освітньо-професійна програма «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехнічні системи в металургії і гірництві» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, галузь знань 6 Інженерія, виробництво та будівництво, спеціальність 6 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка. ТОВ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА». 2024. URL: <https://metinvest.university/page/8410> (дата звернення: 31.07.2024).
2. ДСТУ 3008-2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. [На заміну ДСТУ 3008-95 ; чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 31 с. URL: http://www.knmu.kharkov.ua/attachments/3659_3008-2015.PDF.
3. Hsu T.-R. Applied engineering analysis. Wiley, 2018. 528 p.
4. Chasnov J. R. Numerical methods for engineers. The Hong Kong University of Science and Technology, 2020. 270 p.
5. Chapra S., Canale R. Numerical methods for engineers. 8th ed. McGraw Hill, 2020. 1008 p.
6. Чисельні методи : навч. посіб. / Л. О. Волонтир та ін. Вінниця : Вінн. нац. аграр. ун-т, 2020. 322 с.
7. Задачин В. М., Конюшенко І. Г. Чисельні методи : навч. посіб. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. 180 с.
8. Ярошенко О. І., Григорків М. В. Чисельні методи : навч. посіб. Чернівці : Чернів. нац. ун-т, 2018. 172 с.
9. Чисельні методи в комп'ютерних науках : навч. посіб. / В. А. Андруник та ін. Львів: Новий Світ - 2000, 2017. Т.1. 470 с.
10. Чисельні методи в комп'ютерних науках : навч. посіб. / В. А. Андруник та ін. Львів: Новий Світ - 2000, 2018. Т.2. 536 с.
11. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Чинний від 2016-07-01. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016.
12. Положення про організацію освітнього процесу у ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА». URL: <https://metinvest.university/page/1171> (дата звернення: 31.05.2024).
13. Про освіту : Закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII. Дата оновлення: 24.03.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (дата звернення: 06.02.2024).
14. Правила цитування та посилання на використані літературні джерела. *Studopedia.org*. URL: <https://studopedia.org/2-31712.html> (дата звернення: 11.01.2024).
15. Про вищу освіту : Закон України від 01.07.2014 р. № 1556-VII. Дата оновлення: 24.03.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text> (дата звернення: 08.02.2024).

БЛАНК ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Кафедра автоматизації, електро- та робототехнічних систем

Пояснювальна записка
до міждисциплінарної курсової роботи з
програмування та чисельних методів

на тему: «Програмна реалізація чисельних методів»

Варіант № ____

Здобувача групи _____

(прізвище та ініціали)

Керівник _____

(прізвище та ініціали)

(посада, звання,)

Кількість балів _____

Оцінка за шкалою _____

Запоріжжя, 202Х

БЛАНК ЗАВДАННЯ

ЗАВДАННЯ

НА МІЖДИСЦИПЛІНАРНУ КУРСОВУ РОБОТУ З
ПРОГРАМУВАННЯ ТА ЧИСЕЛЬНИХ МЕТОДІВ

рівня бакалавр

за спеціальністю G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані
технології та робототехніка»

ПІБ Студента повністю

1. Тема роботи **Програмна реалізація чисельних методів**
2. Строк здачі курсової роботи **17.06.202X р.**
3. **Варіант завдання №X.** Завдання:

3.1 Розробити програму, що обчислює суму функціонального ряду

№	Сума ряду та функція, для перевірки	Межі для розрахунку та крок
X	$S = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n}}{(2n)!}$ $f(x) = \cos x$	$X_n = 0,1, X_k = 1, h = 0,1$

3.2 Розробити програму, що знаходить розв'язок системи лінійних алгебраїчних рівнянь

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 = a_{14} \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 = a_{24} \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 = a_{34} \end{cases},$$

№	i	a_{i1}	a_{i2}	a_{i3}	a_{i4}
X	1	2,70	1,15	0,48	7,806
	2	0,86	2,60	0,32	8,382
	3	1,05	0,74	2,10	9,861

методами Гаусса, Гаусса-Жордана та Гаусса з вибором головного елемента с точністю 0.000001.

Зробити висновки.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): титульний лист, задання, зміст, введення, рішення задачі 1 (блок-схема, опис блок-схеми, текст програми, копія екрану з діалогом та відповіддю, перевірка в іншій програмі), рішення задачі 2 (блок-схема, опис блок-схеми, текст програми, копія екрану з діалогом та відповіддю, перевірка у іншій програмі), висновки, перелік використаних джерел, додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) –

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН (приклад)

№ з/п	Назва етапів розробки курсової роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1	Розробка алгоритму завдання №1	18.03.2024 – 23.03.2024	
2	Розробка алгоритму завдання №2	25.03.2024 – 06.04.2024	
3	Програмна реалізація завдання 1. Перевірка отриманих результатів	18.03.2024 – 20.04.2024	
4	Програмна реалізація завдання 2. Перевірка отриманих результатів	25.03.2024 – 01.06.2024	
5	Оформлення пояснювальної записки	03.06.2024 – 08.06.2024	
6	Оформлення презентації до захисту	10.06.2024 – 15.06.2024	
7	Перевірка на плагіат	10.06.2024 – 15.06.2024	
8	Захист	17.06.2024 – 22.06.2024	

Здобувач вищої освіти _____
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник курсової роботи _____
 (підпис) (прізвище та ініціали)

ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ

1. Оберіть завдання з таблиці В.1 згідно з варіантом, який вказано в завданні

Таблиця В.1 – Варіанти завдань

№	Сума ряду та функція, для перевірки	Межі для розрахунку та крок
1	$S = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n}}{(2n)!}$ $f(x) = \cos x$	$X_n = 0,1, X_k = 1, h = 0,1$
2	$S = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!}$ $f(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{2}$	$X_n = 0,1, X_k = 0,9, h = 0,1$
3	$S = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(n^2 + 1) \left(\frac{x}{2}\right)^n}{n!}$ $f(x) = \left(\frac{x^2}{4} + \frac{x}{2} + 1\right) e^{\frac{x}{2}}$	$X_n = 0,1, X_k = 3,1, h = 0,3$
4	$S = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\cos\left(\frac{\pi n}{4}\right) x^n}{n!}$ $f(x) = e^{x \cos\left(\frac{\pi}{4}\right)} \cos(x \sin x) a$	$X_n = 0,1, X_k = 1, h = 0,1$
5	$S = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n \cos\left(\frac{\pi n}{3}\right)}{n}$ $f(x) = -\frac{1}{2} \ln(1 - x + x^2)$	$X_n = 0,1, X_k = 1, h = 0,1$
6	$S = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n \cos(nx)}{n}$ $f(x) = \ln\left(2 \cos \frac{x}{2}\right)$	$X_n = 0,3, X_k = 3, h = 0,3$
7	$S = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n (1+x)^{2n}}{n}$ $f(x) = \ln \frac{1}{x^2 + 2x + 2}$	$X_n = -2, X_k = -1, h = 0,1$
8	$S = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n (2n+1) x^{2n}}{(2n)!}$ $f(x) = \left(1 - \frac{x^2}{2}\right) \cos x - \frac{x}{2} \sin x$	$X_n = 0,1, X_k = 1, h = 0,1$

2. Оберіть завдання з таблиці В.2 згідно з варіантом, який вказано в завданні.

Таблиця В.2 – Варіанти завдань

№	i	a_{i1}	a_{i2}	a_{i3}	a_{i4}
1	1	2,70	1,15	0,48	7,806
	2	0,86	2,60	0,32	8,382
	3	1,05	0,74	2,10	9,861
2	1	2,80	1,02	0,32	7,112
	2	0,96	2,40	0,46	8,480
	3	0,76	0,98	2,02	9,804
3	1	2,90	1,08	0,43	7,738
	2	0,82	2,50	0,64	9,114
	3	0,38	0,96	1,80	8,558
4	1	3,10	1,20	0,62	8,894
	2	1,12	2,60	0,85	10,416
	3	0,82	1,20	2,54	12,074
5	1	3,75	1,20	1,07	11,355
	2	0,89	3,50	1,54	13,245
	3	0,79	1,71	3,20	14,376
6	1	4,20	1,50	0,92	12,210
	2	1,32	4,50	1,20	15,030
	3	0,98	1,45	3,50	15,015
7	1	2,70	0,74	2,10	7,112
	2	0,96	2,40	0,32	8,480
	3	0,76	0,98	0,46	9,804
8	1	0,46	2,50	2,10	10,416
	2	1,54	3,10	1,20	7,738
	3	0,46	0,82	1,71	9,114



ДОДАТОК Г ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ №1

Обчислення суми функціонального ряду:

```
#include <stdio.h>
#include <conio.h>
#include <math.h>
int n;
double f,q,s,x,r,p,tt=0,xn=0.1,xk=3.1,h=0.3,t=1e-15;
void main(){
do{ printf("Enter t(0.00001-0.0000001)\n");
scanf("%lf",&tt); }while((tt<0.0000001)||((tt>0.00001)));
for(x=xn;x<xk+t;x+=h) {
q=1; n=0; s=0; p=1; printf("x=%lf;\t",x);
do{ if(n>0) p=p*(x/2)/n;
r=p*(n*n+1); s+=r; n++; if(n<6)q=q*r; } while(r>tt);
s-=r;
printf("sum=%lf; t=%.15lf",s,r);
f=x*x/4+x/2+1;
f=f*exp(x/2);
if(fabs(q)>t)q=fabs(q)/q*pow(fabs(q),1./3);
printf("\tproverka=%lf\n k-v chl=%d; kub.kor=%lf\n",f,n,q);}
getch();}
```



ДОДАТОК Г ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ №2

Метод Гаусса

```
#include <iostream>
#include <stdio.h>
#include "Header.h"

using namespace std;

double* gauss(double **d, double *c, short n)
{ double t = 1e-5, * x, *y, * b, ** a, *e, sum=0;
  short i, j, l,p,k;
  bool q=0;
  char inv = 0; // перетворення 0/1/2

  b = new double[n];
  a = new double* [n];
  for (i = 0; i < n; i++) a[i] = new double[n];
  for(i=0;i<n;i++) b[i] = c[i];
  for(i=0;i<n;i++) for(j=0;j<n;j++) a[i][j] = d[i][j];
  e = new double[n];

  if(inv!=0) {cout << "Отримана матриця:\n";
    for (i = 0; i < n; i++) { for (j = 0; j < n; j++) printf_s("% .5f\t", a[i][j]);
      cout << " | " << b[i] << "\n"; }}
  x = new double[n];
  y = new double[n];
  for (i = 0; i < n; i++) {
    b[i] = b[i] / a[i][i];
    for (j = n - 1; j >= i; j--) a[i][j] = a[i][j] / a[i][i];
    if (i != n) { for (l = i + 1; l < n; l++) { b[l] = b[l] - b[i] * a[l][i]; for (j = n - 1;
j >= i; j--) { a[l][j] = a[l][j] - a[i][j] * a[l][i];
    if(inv==2){ cout << "Перетворення \n";
      for (k = 0; k < n; k++) {for (p = 0; p < n; p++) printf_s("% .5f\t",
a[k][p]);
      cout << " | " << b[k] << "\n";}}}}
    if(inv==1){ cout << " Перетворення \n";
      for (k = 0; k < n; k++) {for (p = 0; p < n; p++) printf_s("% .5f\t",
a[k][p]);
      cout << " | " << b[k] << "\n";}}}

  for(i=n-1;i>=0;i--)
  { for(sum = 0,j=i+1;j<n;j++)
    sum+=x[j]*a[i][j];
```



```

x[i] = b[i] - sum;}

for (i = 0; i < n; i++) e[i] = 0;
for (i = 0; i < n; i++) for (j = 0; j < n; j++) e[i] += x[j] * d[i][j];
for (i = 0; i < n; i++) if (fabs(e[i] - c[i]) > t) q = 1;

for (i = 0; i < n; i++) delete a[i];
delete a, b, e, y;
if(q) System::Windows::Forms::MessageBox::Show("Точність
отриманих методом Гаусса даних низька. Будьте уважніше...", "Увага!");
return x; }

```

Метод Гаусса-Жордана

```

#include <iostream>
#include <stdio.h>
#include "Header.h"

```

```
using namespace std;
```

```

double* jordgauss(double **d, double *c, short n)
{ double t = 1e-5, * x, *y, * b, ** a, *e;
  short i, j, l,p,k;
  bool q=0;
  char inv = 0; // перетворення 0/1/2

```

```

  b = new double[n];
  a = new double* [n];
  for (i = 0; i < n; i++) a[i] = new double[n];
  for(i=0;i<n;i++) b[i] = c[i];
  for(i=0;i<n;i++) for(j=0;j<n;j++) a[i][j] = d[i][j];
  e = new double[n];

```

```

  if(inv!=0) {cout << "Отримана матриця:\n";
    for (i = 0; i < n; i++) { for (j = 0; j < n; j++) printf_s("% .5lf\t", a[i][j]);
      cout << " | " << b[i] << "\n"; }}

```

```

  x = new double[n];
  y = new double[n];

```

```

  for (i = 0; i < n; i++) {
    b[i] = b[i] / a[i][i];
    for (j = n - 1; j >= i; j--) a[i][j] = a[i][j] / a[i][i];
    if (i != n) { for (l = i + 1; l < n; l++) { b[l] = b[l] - b[i] * a[l][i];
      for (j = n - 1; j >= i; j--) { a[l][j] = a[l][j] - a[l][i] * a[i][j];
        if(inv==2){ cout << "Перетворення \n";
          for (k = 0; k < n; k++) {for (p = 0; p < n; p++) printf_s("% .5lf\t",

```

```

a[k][p]);

```



```
        cout << " | " << b[k] << "\n";}}}}}  
  
        if(inv==1){ cout << " Перетворення \n";  
            for (k = 0; k < n; k++) {for (p = 0; p < n; p++) printf_s("% .5lf\t",  
a[k][p]);  
            cout << " | " << b[k] << "\n";}}}  
  
        for(i=n-1;i>0;i--) for(j=0;j<i;j++) { b[j]-=b[i]*a[j][i]; a[j][i]=0;  
        if(inv==1){ cout << " Перетворення \n";  
            for (k = 0; k < n; k++) {for (p = 0; p < n; p++) printf_s("% .5lf\t",  
a[k][p]);  
            cout << " | " << b[k] << "\n";}} }  
        for (i = 0; i < n; i++) e[i] = 0;  
        for (i = 0; i < n; i++) for (j = 0; j < n; j++) e[i] += b[j] * d[i][j];  
        for (i = 0; i < n; i++) if (fabs(e[i] - c[i]) > t) q = 1;  
        for (i = 0; i < n; i++) x[i] = b[i];  
        if (inv == 1) {  
            cout << endl << "Відповіді:" << endl;  
            for (i = 0; i < n; i++) cout << x[i] << endl;  
            cout << endl << "Перевірка:" << endl;  
            for (i = 0; i < n; i++) cout << e[i] << " = " << c[i] << endl;  
            cout << "Початкова \n";  
            for (i = 0; i < n; i++) {for (j = 0; j < n; j++) cout << d[i][j] << "\t";  
                cout << " | " << c[i] << "\n"; }  
            for (i = 0; i < n; i++) delete a[i];  
            delete a, b, e, y;  
            if(q) System::Windows::Forms::MessageBox::Show("Точність  
отриманих методом Гаусса-Жордана даних низька. Будьте уважніше...",  
"Увага!");  
  
        return x; }  
  
        return x; }
```

Метод Гаусса з вибором головного елемента

```
#include <iostream>
```

```
#include <stdio.h>
```

```
#include "Header.h"
```

```
using namespace std;
```

```
/**double*/ void obstrok(double** a, double* b, int nach, int konch, int n){  
    double tmp;  
    tmp=b[nach];  
    b[nach]=b[konch];  
    b[konch]=tmp;  
    for(int i=0;i<n;i++) {tmp=a[nach][i];  
                        a[nach][i]=a[konch][i];  
                        a[konch][i]=tmp;}}
```

```

void obstol(double** a, double* b, int nach, int konch, int n) {
    double tmp;
    for (int i = 0; i < n; i++) { tmp = a[i][nach];
        a[i][nach] = a[i][konch];
        a[i][konch] = tmp; }}
double* glavelemgauss(double **d, double *c, int n)
{ double t = 1e-5, * x, *y, * b, ** a, *e, sum=0, max;
  int i, j, l,p,k, *num, ind, jnd;
  bool q=0;

  char inv = 0; // перетворення 0/1/2

  b = new double[n];
  a = new double* [n];
  for (i = 0; i < n; i++) a[i] = new double[n];
  for(i=0;i<n;i++) b[i] = c[i];
  for(i=0;i<n;i++) for(j=0;j<n;j++) a[i][j] = d[i][j];
  e = new double[n];

  if(inv!=0) {cout << "Отримана матриця:\n";
    for (i = 0; i < n; i++) { for (j = 0; j < n; j++) printf_s("% .5lf\t", a[i][j]);
      cout << " | " << b[i] << "\n"; }}

  x = new double[n];
  y = new double[n];
  { num = new int[n];
    for (i = 0; i < n; i++) num[i] = i;
    for(i=0;i<n;i++){ind=i; jnd=i; max=0;
      for(j=i;j<n;j++) for(k=i;k<n;k++) if(fabs(a[j][k])>max) {max=fabs(a[j][k]);
ind=j; jnd=k;}}
    if(ind!=i) obstrok(a, b, i, ind, n);
    if(jnd!=j) {p=num[i];
      num[i]=num[jnd];
      num[jnd]=p;
      obstol(a, b, i, jnd, n);}

    if(inv==1){ cout << "Перетворення \n"<< "Обмін рядків " << i << " та "
<< ind << endl << "Стовпчиків " << i <<" та " << jnd<<endl ;
      for (k = 0; k < n; k++) {for (p = 0; p < n; p++) printf_s("% .5lf\t",
a[k][p]);
        cout << " | " << b[k] << "\n";}}} }
    for (i = 0; i < n; i++) {
      b[i] = b[i] / a[i][i];
      for (j = n - 1; j >= i; j--) a[i][j] = a[i][j] / a[i][i];
      if (i != n) { for (l = i + 1; l < n; l++) { b[l] = b[l] - b[i] * a[l][i]; for (j = n - 1;
j >= i; j--) { a[l][j] = a[l][j] - a[l][i] * a[i][j];
      if(inv==2){ cout << " Перетворення \n";

```



```
a[k][p]);
    for (k = 0; k < n; k++) {for (p = 0; p < n; p++) printf_s("% .5lf\t",
    cout << " | " << b[k] << "\n";}}}}

    if(inv==1){ cout << " Перетворення \n";
    for (k = 0; k < n; k++) {for (p = 0; p < n; p++) printf_s("% .5lf\t",
a[k][p]);
    cout << " | " << b[k] << "\n";}}

    for(i=n-1;i>=0;i--)
    { for(sum = 0,j=i+1;j<n;j++)
    sum+=x[j]*a[i][j];
x[i] = b[i] - sum;}
{ for(i=0;i<n;i++)y[i]=x[i];
for(i=0;i<n;i++)x[num[i]]=y[i]; }
for (i = 0; i < n; i++) e[i] = 0;
for (i = 0; i < n; i++) for (j = 0; j < n; j++) e[i] += x[j] * d[i][j];
for (i = 0; i < n; i++) if (fabs(e[i] - c[i]) > t) q = 1;
if (inv!=0) {
    cout << endl << "Відповіді:" << endl;
    for (i = 0; i < n; i++) cout << x[i] << endl;
    cout << endl << "Перевірка:" << endl;
    for (i = 0; i < n; i++) cout << e[i] << " = " << c[i] << endl;
    cout << "Початкова \n";
    for (i = 0; i < n; i++) {for (j = 0; j < n; j++) cout << d[i][j] << "\t";
    cout << " | " << c[i] << "\n"; }}
for (i = 0; i < n; i++) delete a[i];
delete a, b, e, y;
if(q) System::Windows::Forms::MessageBox::Show("Точність
отриманих методом Гаусса з вибором головного елемента даних низька.
Будьте уважніше...", "Увага!");

return x; }
```



Навчально-методичне видання

Олексій Олександрович Койфман
Вікторія Ігорівна Мірошніченко
Давиденко Олег Віталійович

«ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЧИСЕЛЬНИХ МЕТОДІВ»

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
до виконання міждисциплінарної курсової роботи

Самостійне електронне мережеве видання

Публікується в авторській редакції

спеціальність	G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
назва освітньо-професійної програми	Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка в металургії та гірництві