

ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ

Навчально-науковий інститут денної освіти
Форма навчання денна
Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Допускається до захисту
Завідувач кафедри
_____ Олена ОЛЬХОВСЬКА
(підпис)

«__» _____ 202_ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему

**«РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІРТУАЛЬНОГО
НАВЧАЛЬНОГО ДОДАТКУ З ТЕМИ «АЛГЕБРАЇЧНІ СТРУКТУРИ»
ДИСТАНЦІЙНОГО КУРСУ «АЛГЕБРА ТА ГЕОМЕТРІЯ»**

зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки
освітня програма «Комп'ютерні науки»
ступеня магістра

Виконавець роботи Шимко Дмитро Дмитрович
_____ «__» _____ 202_ р.
(підпис)

Науковий керівник к.ф.-м.н., доц., Парфьонова Тетяна Олександрівна
_____ «__» _____ 202_ р.
(підпис)

Рецензент _____

ПОЛТАВА 2024

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ	3	
ВСТУП.....	4	
1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ.....	6	
2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОГЛЯД	8	
2.1 Огляд існуючих робіт та навчальних тренажерів з аналогічним завданням	8	8
2.2 Переваги та недоліки використаних робіт.....	10	
2.3 Актуальність і необхідність обраної теми	11	
3. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.....	12	
3.1 Визначення алгебраїчних структур та їх роль в математиці	12	
3.2 Властивості основних алгебраїчних структур: групи, кільця, поля...	16	
3.3 Алгоритм функціонування навчального тренажера.....	18	
3.4 Блок-схема роботи тренажера	26	
4. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	28	
4.1 Опис розробки програмного забезпечення навчального тренажера ..	28	
4.2 Опис роботи тренажера	33	
4.3 Інструкція з використання тренажера.....	40	
ВИСНОВКИ	41	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	42	
ДОДАТОК А. КОД ПРОГРАМИ	43	

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

Умовні позначення, символи, скорочення, терміни	Пояснення умовних позначень, скорочень, символів
Тренажер	Комп'ютерна програма-вчитель, призначена для вивчення і закріплення знань з різноманітних тем
$\circ$	Алгебраїчна операція
$A = \langle M, \circ \rangle$	Група
$A = \langle M, \varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n \rangle$	Алгебраїчна структура
$\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n$	Визначені операції

ВСТУП

У сучасному світі інформаційні технології є невід'ємною частиною життя людини. Вони використовуються у всіх сферах діяльності, від бізнесу до творчості. Інформатизація освіти також набирає обертів, і на сьогоднішній день вона є одним із пріоритетних напрямків розвитку освітньої системи.

Інформаційні технології мають великий потенціал для підвищення ефективності навчального процесу. Однак, для того, щоб повною мірою реалізувати цей потенціал, необхідно розробити узгоджені навчальні тренажери, які будуть відповідати потребам освітнього процесу.

Актуальність цієї кваліфікаційної роботи полягає в розробці віртуального навчального додатку для студентів, які навчаються у дистанційному навчальному курсі «Алгебра та геометрія». Цей додаток допоможе студентам краще засвоїти матеріал з теми «Алгебраїчні структури», а також закріпити знання виконуючи тестові завдання.

Мета кваліфікаційної роботи полягає в розробці програмного забезпечення для ефективного дистанційного навчання студентів з теми «Алгебраїчні структури». Цей тренажер буде використовуватися в рамках дистанційного навчального курсу «Алгебра та геометрія».

Для досягнення поставленої мети були розроблені такі завдання:

- описати постановку задачі;
- ознайомитись з теоретичними відомостями з теми «Алгебраїчні структури»;
- обрати мову програмування та середу розробки;
- розробити алгоритм роботи тренажера;
- скласти блок-схему тренажера;
- розробити початковий тренажер за алгоритмом.
- перевірити роботу тренажера

Об'єктом розробки є розробка програмного забезпечення віртуального навчального додатку для дистанційного навчального курсу «Алгебра та геометрія».

Предметом розробки є навчальний тренажер з теми «Алгебраїчні структури».

Методи, які використано при розробці включають в себе використання основних алгебраїчних структур та їх властивосте для створення алгоритму. Для програмування тренажера була застосована об'єктно-орієнтована мова програмування C# у середовищі візуальної розробки програм Microsoft Visual Studio 2019.

Новизною даної робот є створення програмного забезпечення навчального додатку для навчання студентів з теми «Алгебраїчні структури» дистанційного навчального курсу «Алгебра та геометрія». З теми «Алгебраїчні структури» не було знайдено навчального тренажера.

Кваліфікаційна робота складається з чотирьох розділів. У першому розділі розглянуто постановку задачі. У другому розділі оглянуто існуючі навчальні тренажери з різних дисциплін, виявлено їх переваги та недоліки та описано актуальність і необхідність обраної теми. У третьому розділі розглянуто основні визначення з теми «Алгебраїчні структури», описано алгоритм роботи тренажера, показані блок-схеми. У четвертому розділі описаний процес розробки навчального тренажера, його роботи та інструкція з використання навчального тренажера.

Обсяг пояснювальної записки: 47 сторінок, з яких основна частина 42 сторінки та 5 сторінок додатку, літературних джерел – 8 назв, рисунків – 26, блок-схем – 2 сторінки.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Завданням даної роботи є алгоритмізація та програмна реалізація програмного забезпечення віртуального навчального додатку з теми «Алгебраїчні структури» дистанційного курсу «Алгебра та геометрія»

Навчальний тренажер має бути створений за прикладом вивчення алгебраїчних в лекціях дистанційного навчального курсу «Алгебра та геометрія» та за рекомендаціями викладача курсу.

Щоб успішно виконати поставлене завдання, необхідно ознайомитися з даним курсом та алгебраїчним структурами. Також необхідно знайти, вивчити та проаналізувати навчальні тренажери, які схожі на завдання даної роботи.

Основними завданнями кваліфікаційної роботи є:

- Написання постановки задачі створення тренажера.
- Проведення дослідження навчальних тренажерів, які відповідають обраній темі та описати їх.
- Ознайомлення з літературою, що стосується розподілу алгебраїчних структур;
- Обрання мови програмування, середовища розробки та технології, які будуть використовуватися для розробки.
- Розробка алгоритму функціонування навчального тренажеру та створення його блок-схеми.
- Написання інструкції з використання тренажера.
- Оформлення навчальної записки.

На головному екрані мають бути присутні такі елементи:

- тема;
- назва дистанційного курсу;
- ПІБ автора;
- ПІБ керівника;
- кнопка для перегляду теорії;
- кнопка для переходу до тестування.

Навчальний тренажер повинен включати в себе теоретичну складову у вигляді конспекту та тестові завдання для закріплення теми.

На кожному кроці алгоритму повідомляти користувачеві умову завдання та вибрати один, або декілька варіантів відповіді. В разі невірної відповіді користувача, повідомляти про це та надати пояснення для правильної відповіді.

Тренажер має бути призначений для самостійного навчання студентів. Він має бути простим у використанні та містити завдання, які охоплюють усі основні аспекти даної теми.

Текстовий опис розробки начального додатку провести згідно правил оформлення [1].

2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОГЛЯД

2.1 Огляд існуючих робіт та навчальних тренажерів з аналогічним завданням

Під час проведення огляду робіт спочатку було досліджено навчальний тренажер на тему «Сортування бульбашками» дисципліни «Аналіз алгоритмів», який розроблено студентом Голубенко Владиславом [2].

Тренажер написано за допомогою мови програмування Java.

Даний тренажер містить теоретичну інформацію, яку користувач може переглянути перед виконанням завдання з заданою умовою, що показана на головному екрані. У процесі виконання поєднується тестова та практична частини виконання завдання (рис. 2.1).

Після двох помилок з'являються пояснення та правильний варіант відповіді.

Виконавши завдання, якщо натиснути кнопку «Виконати інший приклад», можна почати виконання завдання з новою умовою.

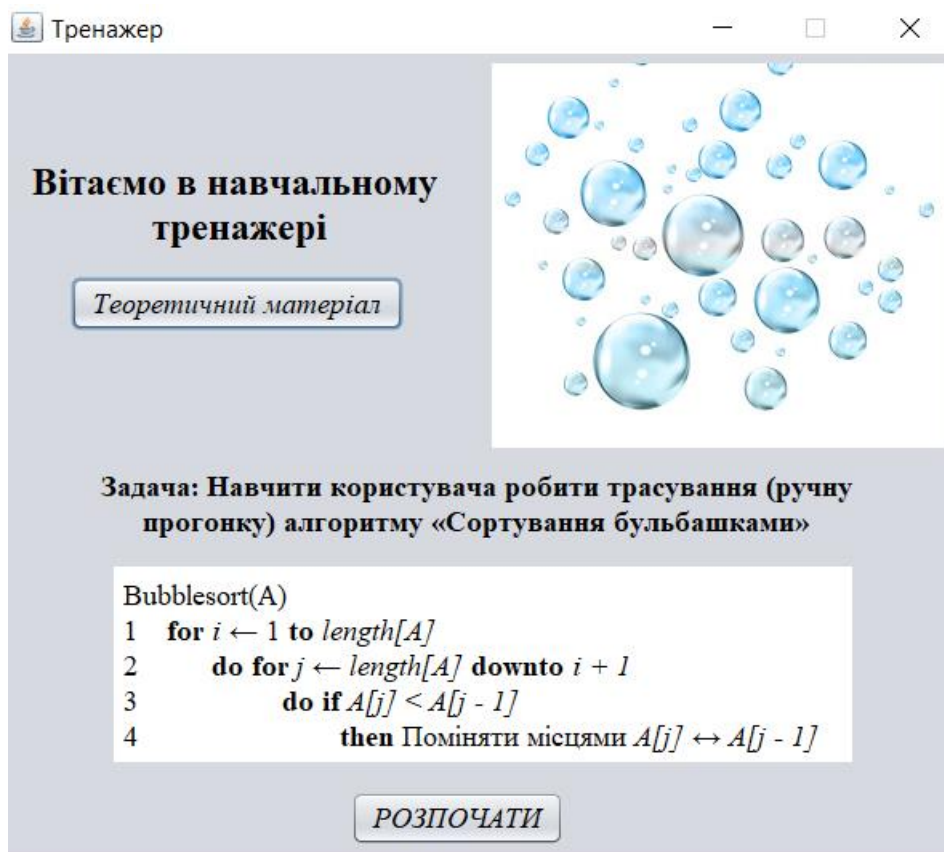


Рис. 2.1 – Тренажер «Сортування бульбашками»

Далі було розглянуто інший тренажер за темою «Асимптотичні оцінки функцій» дисципліни «Аналіз алгоритмів» розроблений студентом Ярмоленко Андрієм, і також написана за допомогою мови програмування Java [3].

Даний тренажер не містить теоретичних відомостей та практичних завдань. Натиснувши кнопку «Почати» користувачу пропонують пройти тестові завдання (рис. 2.2).

Після першої помилки тренажер надає інформацію про кількість правильних відповідей, а при другій помилці вже вказує їх конкретні номери. Проте, під кінець тестування програма припиняє надавати будь-які подальші підказки.

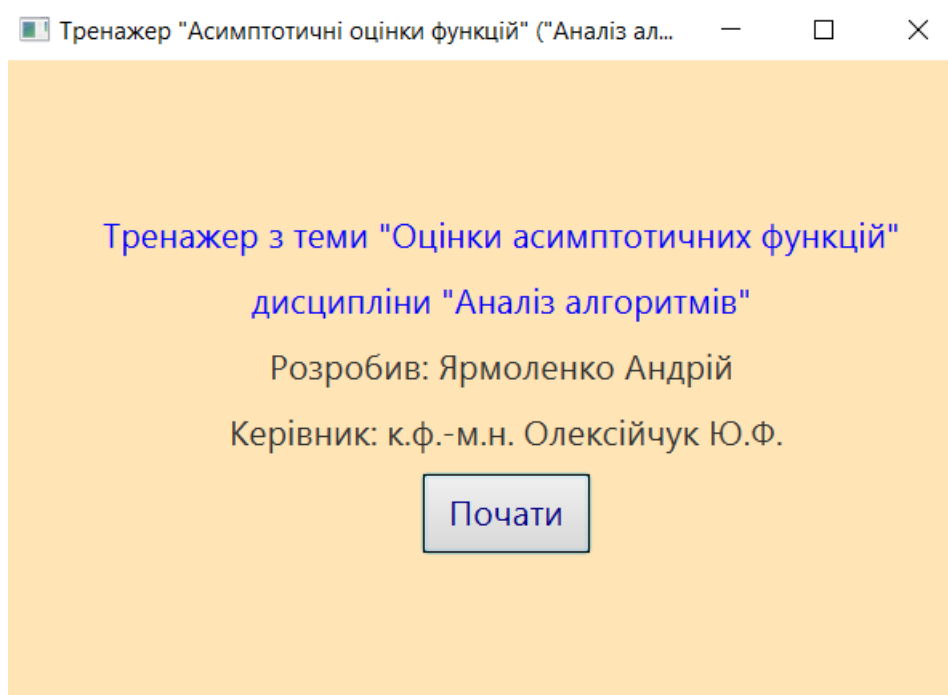


Рис. 2.2 – Тренажер «Асимптотичні оцінки функцій»

Останнім розглянутим був тренажер для навчання з теми «Аналіз алгоритму швидкого сортування» дисципліни «Аналіз алгоритмів». Цей тренажер було розроблено студентом Русіним Владиславом.

Тренажер має вигляд веб-сторінки, що робить його зручним по причині можливості відкриття на різних пристроях. Графічний інтерфейс тренажеру було реалізовано з використанням фреймворків Bootstrap та jQuery. Весь тренажер був повністю спроектований на мові програмування JavaScript, що взаємодіє з різними компонентами графічного інтерфейсу [4] (рис. 2.3).

Даний тренажер не містить теоретичних відомостей і теоретичних завдань. На

початку користувачу пропонується задати свої числа, або згенерувати для покрокового виконання алгоритму швидкого сортування. Надалі користувач повинен крок за кроком відповідати на питання, які прописує тренажер для виконання завдання. У випадку неправильної відповіді, тренажер дає підказку для правильного виконання кроку.

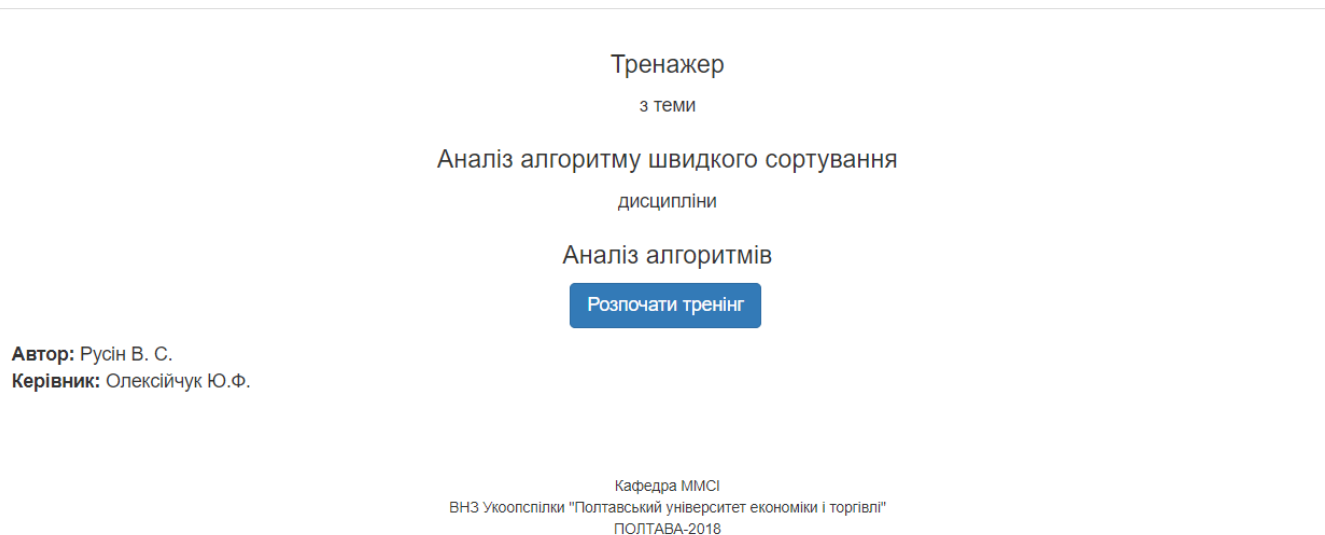


Рис. 2.3 – Тренажер «Аналіз алгоритму швидкого сортування»

2.2 Переваги та недоліки використаних робіт

Основні переваги використаних робіт:

- 1) Не однотипність дизайну навчальних тренажерів.
- 2) Різноманітність завдань.
- 3) Майже завжди зрозумілі підказки при невірній відповіді.
- 4) На кожному кроці можна бачити умови завдання.
- 5) Не потребують встановлення чи розпакування файлів.

Основні недоліки використаних робіт:

- 1) Відсутність теоретичного матеріалу, що дає би можливість більше ознайомитися з темою.
- 2) Не має можливості вибору мови інтерфейсу (актуально для іноземних студентів).
- 3) Не зберігаються відповіді при потребі повернутися до теоретичного матеріалу.

- 4) Невелика кількість тестових завдань.
- 5) Не завжди зрозумілі пояснення.

2.3 Актуальність і необхідність обраної теми

У наш час не всі мають змогу відвідувати навчальні заклади та отримувати знання та можливість показати практичні навички виконання певних завдань через тяжкий стан у країні.

Розробка навчального тренажера на тему "Алгебраїчні структури" для дистанційного навчального курсу "Алгебра та геометрія" дозволить студентам не лише перевірити свої теоретичні знання з даної теми, але й застосувати теорію у виконанні тестових завдань знаходячись у будь-якій точці країни чи світу, а головне у безпеці.

3. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Визначення алгебраїчних структур та їх роль в математиці

Алгебраїчна структура - це сукупність елементів, на яких визначені деякі операції, що задовольняють певним аксіомам. Алгебраїчні структури є фундаментальним предметом алгебри, оскільки вони дозволяють узагальнити та систематизувати різні математичні об'єкти.

Алгебраїчні структури включають в себе різні математичні концепції, такі як моноїди, півгрупи, групи, кільця та поля. Вони є основними інструментами для вивчення алгебраїчних систем та їх властивостей.

Алгебраїчною структурою (алгеброю) називається множина M , на якій визначені операції $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n$, тобто $A = \langle M, \varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n \rangle$.

Приклади:

- на множині дійсних чисел введені операції додавання, віднімання, множення;
- на множині матриць – операції додавання матриць, множення матриці на число, множення матриць;
- на множині підмножин деякої множини – операції об'єднання множин, перерізу множин, доповнення множин;
- на множині висловлень – операції заперечення, кон'юнкції, диз'юнкції (булева алгебра).

Розглянемо алгебру $B = \langle N, \omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n \rangle$.

Припустимо, що $|M| = |N|$. Якщо множини M і N скінчені, то ця рівність означає, що множини мають однакову кількість елементів. Якщо ці множини нескінчені, то це означає, що існує оборотна функція $\Gamma: M \rightarrow N$.

Якщо існує така взаємно однозначна відповідність між елементами множин M і N , то кажуть, що ці множини рівно потужні.

Ізоморфізм між алгебрами – це така оборотна функція $\Gamma: \mathbf{M} \rightarrow \mathbf{N}$, яка переводить елементи множини $\mathbf{M}$ в елементи множини $\mathbf{N}$ і переводить операції $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n$ в операції $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ відповідно. $\Gamma(\varphi_i) \rightarrow \omega_i, i = 1, 2, \dots, n$.

Причому φ_i та ω_i мають однакову арітність.

Алгебраїчною операцією на множині $\mathbf{A}$ називається функція $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, яка переводить n елементів цієї множини $x_1, x_2, \dots, x_n$ у єдиний елемент цієї множини. Можна записати $f: \mathbf{A}^n \rightarrow \mathbf{A}$.

Властивість **замкнутість операції**: для довільних n елементів множини $\mathbf{A}$ ставиться у відповідність єдиний елемент цієї множини.

Якщо функція містить n змінних, то операція називається n -арною, якщо $n = 1$, то унарною, якщо $n = 2$, то бінарною.

Приклади унарної операції:

- на множині дійсних чисел – зміна знака числа, модуль числа, здобування кореня, піднесення до степеня;
- на множині матриць – множення матриць на число;
- на множині векторів – множення вектора на число;
- на множині висловлень – заперечення;
- на множині множин – доповнення.

Приклади бінарних операцій:

- на множині дійсних чисел – додавання, віднімання, множення,
- на множині квадратних матриць порядку n – додавання матриць, множення матриць;
- на множині векторів – додавання векторів, векторний добуток векторів,
- на множині висловлень – кон'юнкція, диз'юнкція, імплікація, еквівалентність;
- на множині множин – об'єднання множин, переріз множин, різниця множин, симетрична різниця множин.

Якщо множина $\mathbf{A}$ скінчена, то результат бінарної операції можна звести в таблицю. Елементами цієї множини можна позначити рядки та стовпці таблиці, а в

клітинках таблиці записати результат бінарної операції. Така таблиця називається таблицею Келі.

Нехай $A = \{0, 1, 2, 3, 4\}$.

Введемо на цій множині операцію додавання за модулем 5. Сумою за модулем 5 називається лишок від ділення звичайної суми на 5. Складемо таблицю Келі для цієї операції (рис.3.1).

Аналогічно введемо на цій множині операцію множення за модулем 5. Добутком за модулем 5 називається лишок від ділення звичайного добутку на 5. Складемо таблицю Келі для цієї операції (рис.3.2).

+	0	1	2	3	4
0	0	1	2	3	4
1	1	2	3	4	0
2	2	3	4	0	1
3	3	4	0	1	2
4	4	0	1	2	3

Рис.3.1. Додавання за модулем 5

x	0	1	2	3	4
0	0	0	0	0	0
1	0	1	2	3	4
2	0	2	4	1	3
3	0	3	1	4	2
4	0	4	3	2	1

Рис.3.2 – Множення за модулем 5

Властивості операцій, які вони можуть мати чи не мати.

Операція $\circ$ називається **асоціативною**, якщо для будь-яких трьох елементів a, b, c множини A справедлива рівність:

$$(a \circ b) \circ c = a \circ (b \circ c) = a \circ b \circ c.$$

Приклади:

- на множині дійсних чисел – множення, додавання;
- на множині матриць – сума матриць, множення матриць;
- на множині висловлень – кон'юнкція, диз'юнкція;
- на множині множин – об'єднання множин, переріз множин.

Операція на множині називається **комутативною**, якщо для будь-яких двох елементів a, b множини A справедлива рівність:

$$a \circ b = b \circ a.$$

Приклади:

- на множині дійсних чисел – множення, додавання;
- на множині векторів – скалярний добуток векторів;
- на множині матриць – сума матриць;
- на множині висловлень – кон’юнкція, диз’юнкція;
- на множині множин – об’єднання множин, переріз множин.

Не комутативні – векторний добуток векторів на множині векторів, множення матриць на множині матриць.

Нехай на множині A визначені дві бінарні операції $\top$ та $\perp$.

Операція $\top$ називається **дистрибутивною** відносно $\perp$, якщо для будь-яких елементів a, b, c множини A справедлива рівність:

$$a \top (b \perp c) = (a \top b) \perp (a \top c) \text{ (дистрибутивність зліва) чи} \\ (a \perp b) \top c = (a \top c) \perp (b \top c) \text{ (дистрибутивність справа).}$$

Приклади:

- на множині дійсних чисел – множення відносно додавання;
- на множині матриць – множення відносно додавання;
- на множині множин – об’єднання множин відносно перерізу множин, переріз множин відносно об’єднання множин;
- на множині висловлень – кон’юнкція відносно диз’юнкції, диз’юнкція відносно кон’юнкції.

Додавання відносно множення на множині дійсних чисел не дистрибутивне.

Елемент e із множини A називається **нейтральним** відносно операції $\circ$, якщо для будь-якого елемента a із множини A

$$a \circ e = e \circ a = a.$$

Приклади:

- на множині дійсних чисел – 0 є нейтральним елементом відносно додавання, 1 є нейтральним елементом відносно операції множення;
- на множині матриць – одинична матриця є нейтральним елементом відносно операції множення матриць.

Нехай на множині A визначена операція $\circ$ і ця множина містить нейтральний елемент e . Нехай $a \in A$.

Оберненим елементом для елемента a називається такий елемент a^{-1} , що

$$a \circ a^{-1} = a^{-1} \circ a = e.$$

Приклад.

1) Розглянемо множину $A = \{0, 1, 2, 3, 4\}$, на якій визначена операція суми за модулем 5. Нейтральним елементом є 0.

Знайдемо обернені елементи. Для елемента 1 оберненим буде 4, для 2 – 3, для 3 – 2, для 4 – 1.

2) На множині $A = \{0, 1, 2, 3, 4\}$ з визначеною операцією множення за модулем 5 нейтральним елементом є 1.

Знайдемо обернені елементи. 0 не має оберненого елемента. Для 1 оберненим є 1, для 2 – 3, для 3 – 2, для 4 оберненим є 4.

Алгебраїчні структури відіграють важливу роль у математиці, оскільки вони дозволяють узагальнити та систематизувати різні математичні об'єкти. Наприклад, групи використовуються для вивчення симетрії, поля використовуються для вивчення алгебричної геометрії, а векторні простори використовуються для вивчення лінійної алгебри.

Алгебраїчні структури також мають важливе значення для інших галузей математики, таких як теорія множин, абстрактна алгебра, теорія чисел, статистика та інформатика.

3.2 Властивості основних алгебраїчних структур: групи, кільця, поля

Нехай $A = \langle M, \circ \rangle$, де $\circ$ – асоціативна. Тоді A – *півгрупа*.

Моноїд – це півгрупа з нейтральним елементом.

Групою називається моноїд, в якому всі елементи мають обернені.

Іншими словами *група* – це $A = \langle M, \circ \rangle$, де $\circ$ – асоціативна, існує нейтральний елемент та всі елементи мають обернені елементи.

Якщо операція в групі комутативна, то група називається **комутативною (абелевою) групою**.

Приклади:

- Множина дійсних чисел із операцією додавання є комутативною групою;
- Множина невід'ємних дійсних чисел із операцією множення є комутативною групою;
- Множина симетрій прямокутника із операцією композиції є комутативною групою;
- Множина матриць порядку 2 із операцією додавання матриць є комутативною групою.

Розглянемо алгебраїчну структуру з двома алгебраїчними операціями. Позначимо їх як $+$, $\times$.

Алгебраїчна структура A називається **кільцем** якщо $\langle M, + \rangle$ – комутативна група, а $\langle M, \times \rangle$ – півгрупа. Крім того операція множення дистрибутивна відносно суми.

Якщо операція множення комутативна, то кільце називається комутативним.

Якщо в кільці є нейтральний елемент відносно множення, то воно називається кільцем з одиницею.

В кільці нейтральний елемент відносно $+$ позначається 0 , а нейтральний відносно множення – 1 .

Приклади кілець:

- дійсні числа зі звичайними операціями додавання і множення;
- сукупність многочленів з однією змінною відносно операції додавання й множення многочленів;
- множина чисел, кратних заданому m , відносно додавання, множення;
- множина цілих чисел відносно додавання, множення;
- множина всіх функцій, неперервних на даному відрізку числової прямої відносно додавання, множення;
- множина квадратних матриць одного порядку з дійсними елементами відносно операцій додавання та множення матриць;
- множина всіх векторів тривимірного простору відносно додавання і векторного добутку векторів [5].

Полем називається комутативне кільце з одиницею, що відрізняється від нуля, в якому кожний відмінний від нуля елемент має обернений за множенням.

В полі можна ввести віднімання та ділення на ненульовий елемент.

Приклади полів:

- множина дійсних чисел з операціями суми та множення;
- множина комплексних чисел з операціями суми та множення;
- множина всіх раціональних чисел;
- $\{0, 1, 2, 3, 4\}$ з операціями суми за модулем 5 та множення за модулем 5.

3.3 Алгоритм функціонування навчального тренажера

Під час початку роботи створеного навчального тренажера на головному екрані користувач може переглядати наступну інформацію:

- тему навчального тренажера;
- елементи навігації тренажера;
- університет, у якому розроблено тренажер;
- керівника проекту;
- автора-розробника тренажера.

Якщо натиснути кнопку “*Теоретичні відомості*”, то відкриється файл теоретичних відомостей з теми про алгебраїчні структури, де користувач може ознайомитися з означеннями і прикладами груп, кілець, полів.

Для того, щоб файл відкрився на комп'ютері, важливо, щоб він був завантажений заздалегідь. У випадку відсутності файлу на комп'ютері, при натисканні кнопки “*Теоретичні відомості*” відбудеться відкриття веб-сторінки у браузері з доступним файлом, який можна переглянути або завантажити.

Натиснувши кнопку “*Почати тестування*”, користувач може розпочати виконувати тестові завдання, знання яких він засвоїв читаючи теорію.

Користувачу показує кількість питань та можливість відповідати на них не по порядку питань та можливість виходу до меню зі збереженням питань, на які була дана відповідь. Тому після натискання кнопки “*Відповісти*” потрібно буде вибрати будь-яке питання, на яке він ще не відповідав.

На кожен помилку має бути реакція програми появою повідомлення з поясненням до виконання чи із текстом правильної відповіді.

Практична частина (питання):

1 крок. Як називається функція, яка переводить n елементів множини A у єдиний елемент цієї множини?

- а) Алгебраїчна структура
- б) Алгебраїчна операція
- в) Замикання
- г) Решітка

Текстове повідомлення у випадку помилки: «Вибір помилковий. Правильна відповідь: Алгебраїчна операція.».

2 крок. Вибрати із запропонованих таблиць (рис.3.3) ті, для яких визначена алгебраїчна операція $\circ$ на множині $M = \{a, b, c, d\}$:

а)

$\circ$	a	b	c	d
a	d	a	c	b
b	a	b	c	d
c	b	d	a	c
d	c	b	d	a

б)

$\circ$	a	b	c	d
a	b	c	d	a
b	d	b	c	d
c	c	d	a	d
d	a	d	y	b

в)

$\circ$	a	b	c	d
a	c	d	d	b
b	a	d	c	d
c	c	d	a	c
d	b	c	d	a

г)

$\circ$	a	b	c	d
a	d	c	a	b
b	b	c	d	d
c	d	a	d	c
d	b	c	d	a

Рис.3.3 Умова до кроку 2 алгоритму

Текстове повідомлення у випадку помилки: «Вибір помилковий. Пояснення: Правильні відповіді – а, в, г, оскільки виконується властивість замкненості (результат операції для кожної пари елементів таблиці належить множині M). Варіант Б не

правильний, так як серед результатів операцій є елемент, що не належить множині M , а саме елемент y , ($d \circ c = y \notin M$).».

3 крок. Алгебраїчною структурою (алгеброю) називається:

- а) множина із визначеними на ній операціями;
- б) множина булевих функцій;
- в) операції додавання та віднімання;
- г) множина із заданими відношеннями.

Текстове повідомлення у випадку помилки: «Вибір помилковий. Правильна відповідь: Множина із визначеними на ній операціями.».

4 крок. Нехай задано множину G . Вибрати із запропонованих умов (де $\circ, \perp, \top$ – алгебраїчні операції) для будь-яких $a, b, c \in G$ властивість – асоціативність

- а) $a \perp (b \top c) = (a \perp b) \top (a \perp c)$
- б) $a \circ b = b \circ a$
- в) $(a \circ b) \circ c = a \circ (b \circ c)$
- г) $a \circ b = c$

Текстове повідомлення у випадку помилки: «Вибір помилковий. Правильна відповідь: Асоціативність: $(a \circ b) \circ c = a \circ (b \circ c)$.».

5 крок. Нехай задано множину G . Вибрати із запропонованих умов (де $\circ, \perp, \top$ – алгебраїчні операції) для будь-яких $a, b, c \in G$ властивість – комутативність

- а) $a \circ b = c$
- б) $(a \circ b) \circ c = a \circ (b \circ c)$
- в) $a \perp (b \top c) = (a \perp b) \top (a \perp c)$
- г) $a \circ b = b \circ a$

Текстове повідомлення у випадку помилки: «Вибір помилковий. Правильна відповідь: Комутативність: $a \circ b = b \circ a$.».

6 крок. Нехай задано множину G . Вибрати із запропонованих умов (де $\circ, \perp, \top$ – алгебраїчні операції) для будь-яких $a, b, c \in G$ властивість – дистрибутивність

- а) $(a \circ b) \circ c = a \circ (b \circ c)$

$$\text{б) } a \perp (b \text{ T } c) = (a \perp b) \text{ T } (a \perp c)$$

$$\text{в) } a \circ b = b \circ a$$

$$\text{г) } a \circ b = c$$

Текстове повідомлення у випадку помилки: «Вибір помилковий. Правильна відповідь: Дистрибутивність: $a \perp (b \text{ T } c) = (a \perp b) \text{ T } (a \perp c)$. ».

7 крок. Нехай задано множину G , на якій визначено деяку бінарну операцію $\circ$. Сформулюйте означення нейтрального елемента. Елемент e із множини G називається нейтральним відносно операції $\circ$, якщо для будь-якого елемента a із множини G виконується умова:

$$\text{а) } a \circ e = e \circ a = a$$

$$\text{б) } a \circ (-e) = (-e) \circ a$$

$$\text{в) } a \circ (-a) = e$$

$$\text{г) } a \circ a^{-1} = a^{-1} \circ a = e$$

Текстове повідомлення у випадку помилки: «Вибір помилковий. Пояснення: Правильною є відповідь $a \circ e = e \circ a = a$. Наприклад, відносно операції додавання на множині цілих чисел нейтральним елементом є 0 , так як $a + 0 = 0 + a = a$, де $-$ ціле число.».

8 крок. «Нехай на множині G визначена операція $\circ$ і ця множина містить нейтральний елемент e . Симетричним (оберненим) для елемента $a \in G$ називається елемент a^{-1} , для якого виконується умова:

$$\text{а) } a \circ a^{-1} = a^{-1} \circ a$$

$$\text{б) } a \circ a^{-1} = a^{-1} \circ a = e$$

$$\text{в) } a^{-1} \circ e = a$$

$$\text{г) } a \circ a^{-1} = e$$

Текстове повідомлення у випадку помилки: «Вибір помилковий. Пояснення: Правильною є відповідь $a \circ a^{-1} = a^{-1} \circ a = e$. Наприклад, відносно операції множення на множині цілих чисел нейтральним елементом є 1 , так як

$$a \times 1 = 1 \times a = a, \text{ де } - \text{ ціле число.}.$$

9 крок. «Нехай $A = \langle M, \circ \rangle$. Тоді A – це півгрупа, якщо для операції $\circ$ виконується умова:

- а) асоціативність
- б) комутативність
- в) існує нейтральний елемент
- г) існує симетричний елемент

Текстове повідомлення у випадку помилки: «Вибір помилковий. Пояснення: Алгебраїчна структура $A = \langle M, \circ \rangle$ буде півгрупою, якщо для операції $\circ$ виконується асоціативність. Правильною є відповідь асоціативність.».

10 крок. Нехай $A = \langle M, \circ \rangle$. Тоді A – це моноїд, якщо для операції $\circ$ виконуються умови:

- а) асоціативність та існує нейтральний елемент
- б) комутативність та асоціативність
- в) асоціативність та існує симетричний елемент
- г) комутативність та замкненість

Текстове повідомлення у випадку помилки: «Вибір помилковий. Пояснення: Алгебраїчна структура $A = \langle M, \circ \rangle$ буде моноїдом, якщо для операції $\circ$ виконується асоціативність та існує нейтральний елемент. Тобто моноїд – це півгрупа з нейтральним елементом. Правильна відповідь: асоціативність та існує нейтральний елемент.».

11 крок. Нехай $A = \langle M, \circ \rangle$. Тоді A – це група, якщо для операції $\circ$ виконуються умови (виберіть правильні відповіді, можливо декілька):

- а) асоціативність
- б) дистрибутивність
- в) всі елементи мають обернені елементи
- г) деякі елементи мають обернені елементи
- д) існує нейтральний елемент

Текстове повідомлення у випадку помилки: «Вибір помилковий. Пояснення:

Алгебраїчна структура $A = \langle M, \circ \rangle$ буде групою, якщо для операції $\circ$ виконується асоціативність, існує нейтральний елемент, всі елементи мають обернені елементи. Тобто група – це моноїд, в якому всі елементи мають обернені. Правильна відповідь: асоціативність, існує нейтральний елемент, всі елементи мають обернені елементи.».

12 крок. Абелевою чи комутативною групою (півгрупою) називається група (півгрупа), для якої виконується умова:

а) $a \perp (b \top c) = (a \perp b) \top (a \perp c)$

б) $a \circ b = b \circ a$

в) $(a \circ b) \circ c = a \circ (b \circ c)$

г) $a \circ b = c$

Текстове повідомлення у випадку помилки: «Вибір помилковий. Пояснення: Абелевою чи комутативною групою (півгрупою) називається група (півгрупа), для якої виконується комутативність, тобто $a \circ b = b \circ a$. Правильна відповідь:

$a \circ b = b \circ a$.».

13 крок. Розглянемо алгебраїчну структуру з двома алгебраїчними операціями. Позначимо їх як $+$, $\times$.

Алгебраїчна структура $A = \langle M, +, \times \rangle$ називається кільцем, якщо визначені операції задовольняють наступним властивостям (вибрати правильні відповіді, можливо декілька):

а) комутативність додавання

б) комутативність множення

в) асоціативність множення

г) дистрибутивність множення відносно додавання

д) всі елементи мають симетричні елементи відносно додавання

е) існування нейтрального елемента відносно додавання

ж) існування нейтрального елемента відносно множення

з) всі елементи мають симетричні елементи відносно множення

и) асоціативність додавання

Текстове повідомлення у випадку помилки: «Вибір помилковий. Мають

виконуватись:

- комутативність додавання
- асоціативність множення
- дистрибутивність множення відносно додавання
- всі елементи мають симетричні елементи відносно додавання
- існування нейтрального елемента відносно додавання
- асоціативність додавання

Пояснення: Тобто алгебраїчна структура $A = \langle M, +, \times \rangle$ називається кільцем, якщо $\langle M, + \rangle$ – комутативна група, а $\langle M, \times \rangle$ – півгрупа та крім того, операція множення дистрибутивна відносно додавання.».

14 крок. Комутативним кільцем називається кільце, для якого виконується умова:

- а) $a \times (b + c) = a \times b + a \times c$
- б) $a + b = b + a$
- в) $(a + b) \times c = a \times (b + c)$
- г) $a \times b = b \times a$

Текстове повідомлення у випадку помилки: «Вибір помилковий. Пояснення: Комутативним кільцем називається кільце, для якого виконується комутативність множення, тобто $a \times b = b \times a$. Правильна відповідь: $a \times b = b \times a$.».

15 крок. Кільцем з одиницею називається кільце, для якого виконується умова:

- а) комутативність множення
- б) існування нейтрального елемента відносно множення
- в) всі елементи мають симетричні елементи відносно множення
- г) серед елементів є одиниця

Текстове повідомлення у випадку помилки: «Вибір помилковий. Пояснення: Кільцем з одиницею називається кільце, в якому існує нейтральний елемент відносно множення. Правильна відповідь: існує нейтральний елемент відносно множення.».

16 крок. Розглянемо алгебраїчну структуру з двома алгебраїчними операціями.

3.4 Блок-схема роботи тренажера

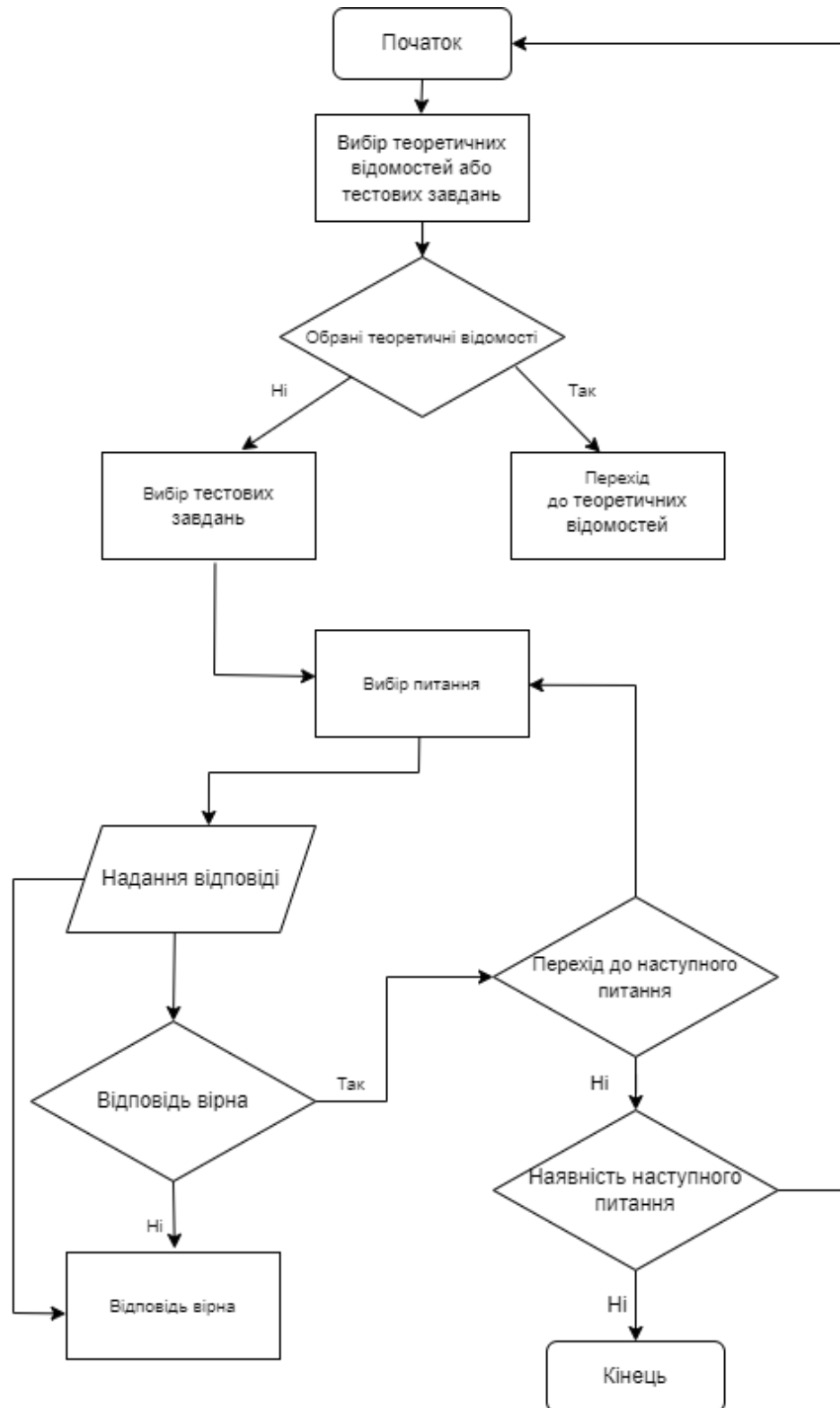


Рисунок 3.4 – Блок-схема програми-тренажера

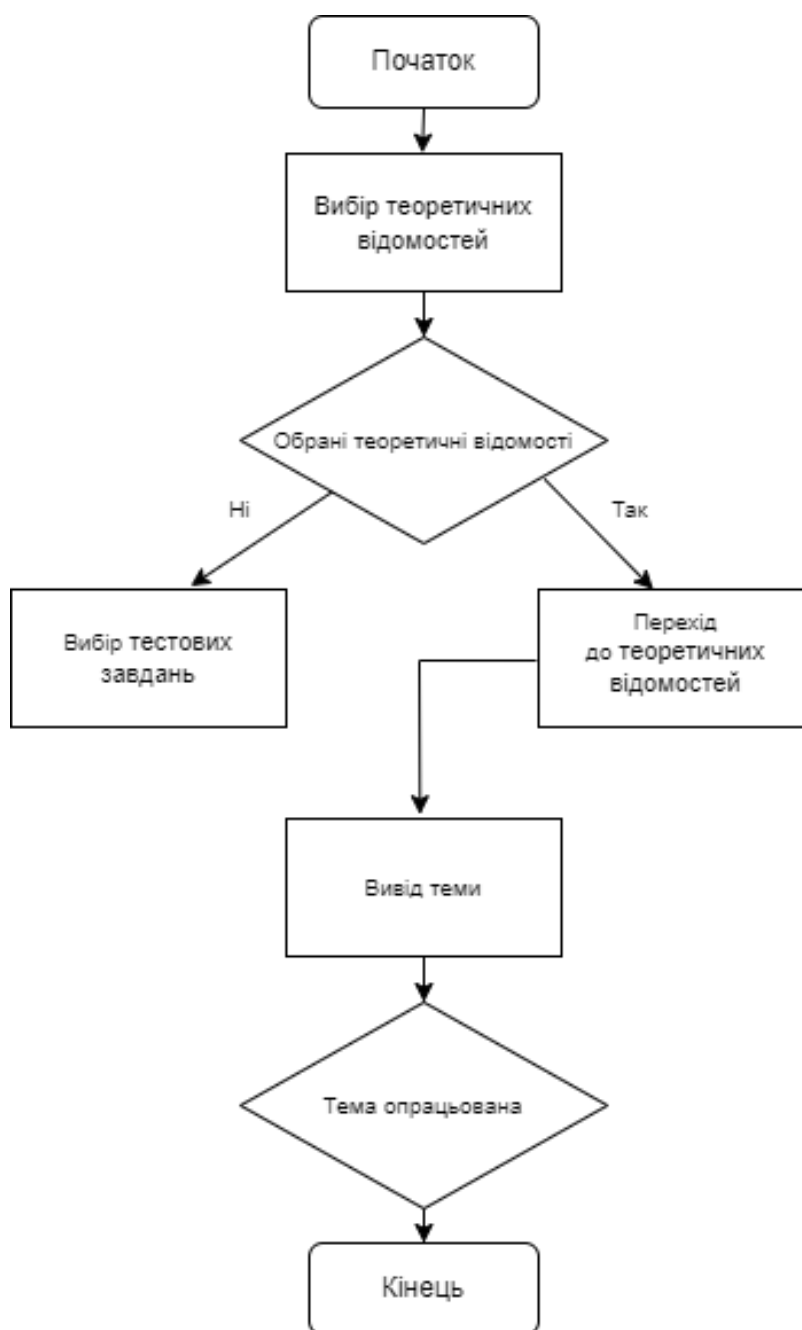


Рисунок 3.5 – Блок-схема роботи з теоретичним матеріалом

4. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

4.1 Опис розробки програмного забезпечення навчального тренажера

До того, як приступити до втілення елементів навчального тренажера, проводилось вивчення матеріалу з теми «Алгебраїчні структури»[5]. Після цього було розроблено алгоритм, який використовуватиметься для створення навчального тренажера. Також була розроблена блок-схема навчального тренажера.

Оглядаючи існуючі навчальні тренажери та мови програмування за допомогою яких вони були написані, для створення навчального тренажера було обрано об'єктно-орієнтовану мову програмування C# у поєднанні з зручним і інтуїтивно зрозумілим середовищем візуальної розробки Microsoft Visual Studio 2019. Реалізація навчального тренажера розпочалася зі створення проекту Windows Forms App (рис. 4.1).

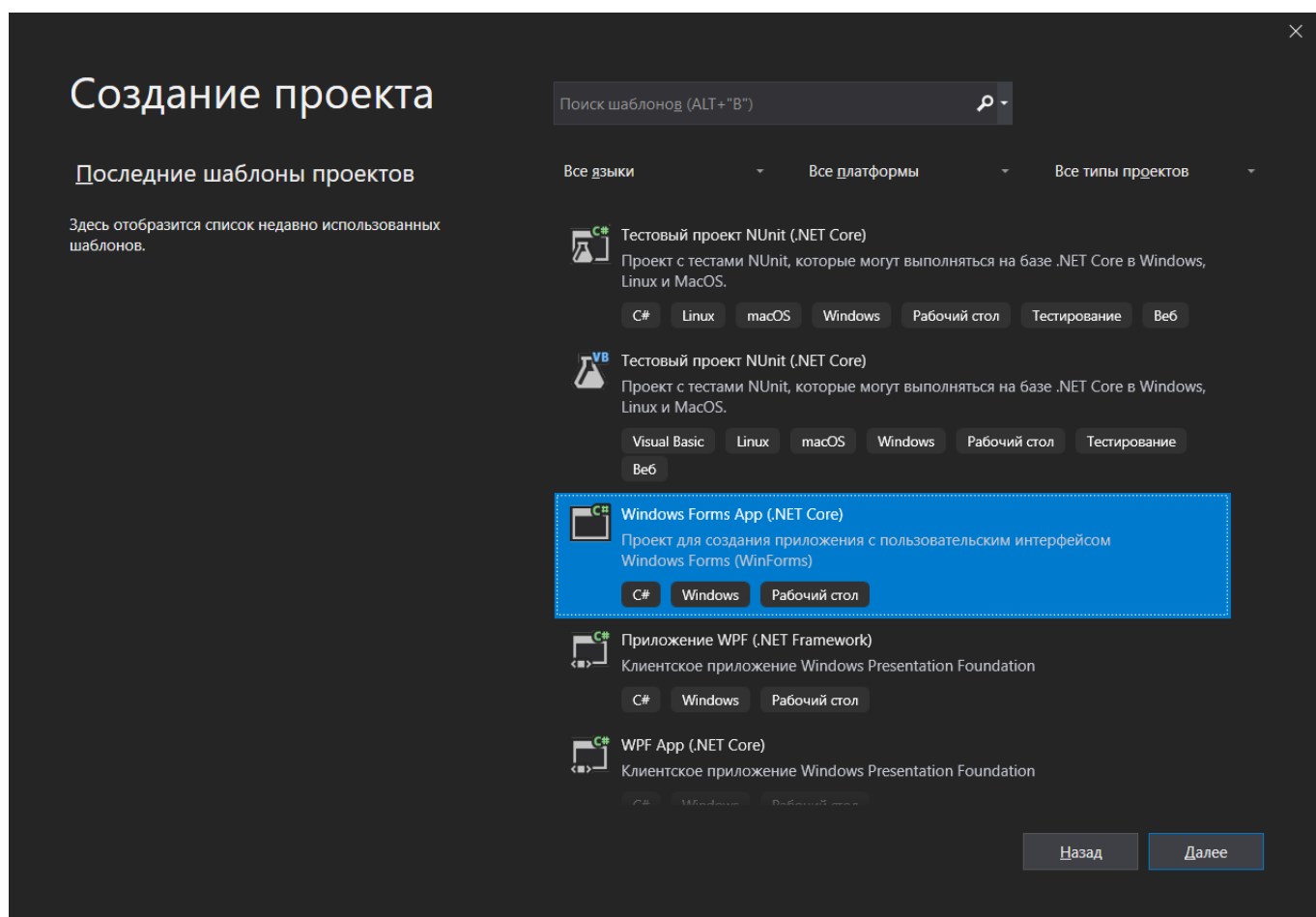


Рисунок 4.1 – Створення нового проекту

Наступним кроком у створенні навчального тренажера було додання йому необхідних елементів, які забезпечують його функціональність і інтерфейс користувача. Ці елементи були реалізовані за допомогою елементів Windows Forms (рис. 4.2).

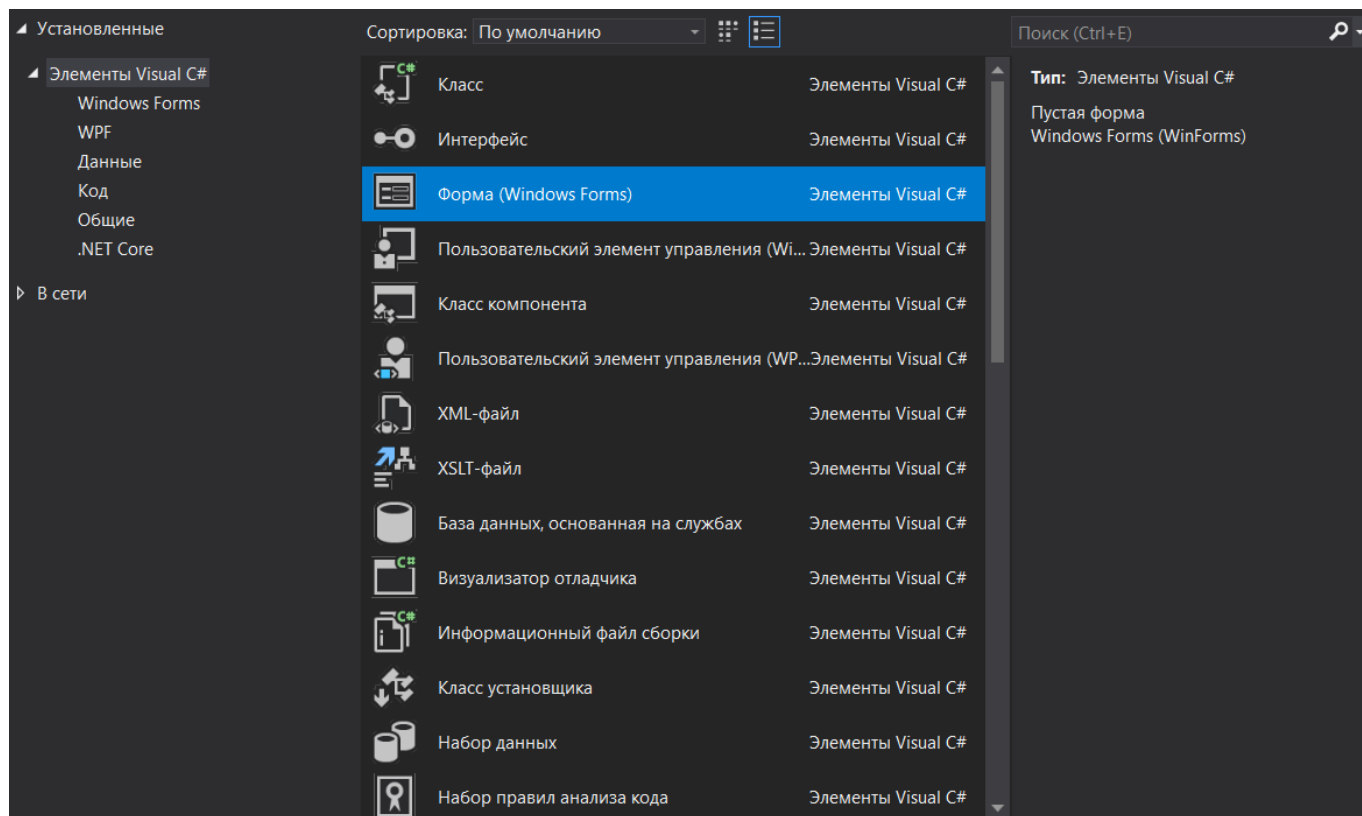


Рисунок 4.2 – Додавання до проекту елементу форма (Windows Forms)

В першу чергу були додані елементи навігації для зручного користування та інформацію про тренажер на головному екрані (рис. 4.3).

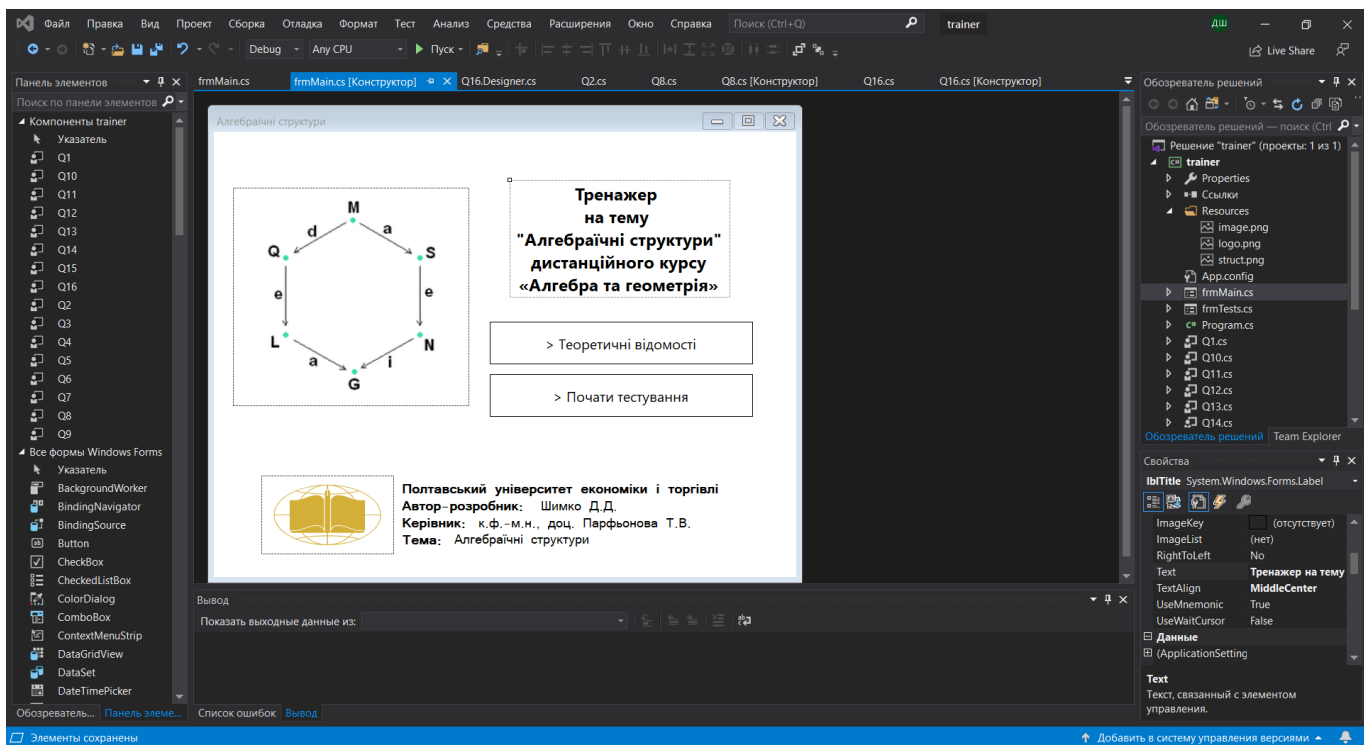


Рисунок 4.3 – Головний екран навчального тренажера

Після головного екрану, потрібно реалізувати відкриття теоретичних відомостей з теми тренажеру за допомогою кнопки «*Теоретичні відомості*», потрібно запрограмувати відкриття файлу в форматі pdf, через комп'ютер, або за посиланням. Програма відкриє посилання за відсутності файлу на комп'ютері (рис. 4.4).

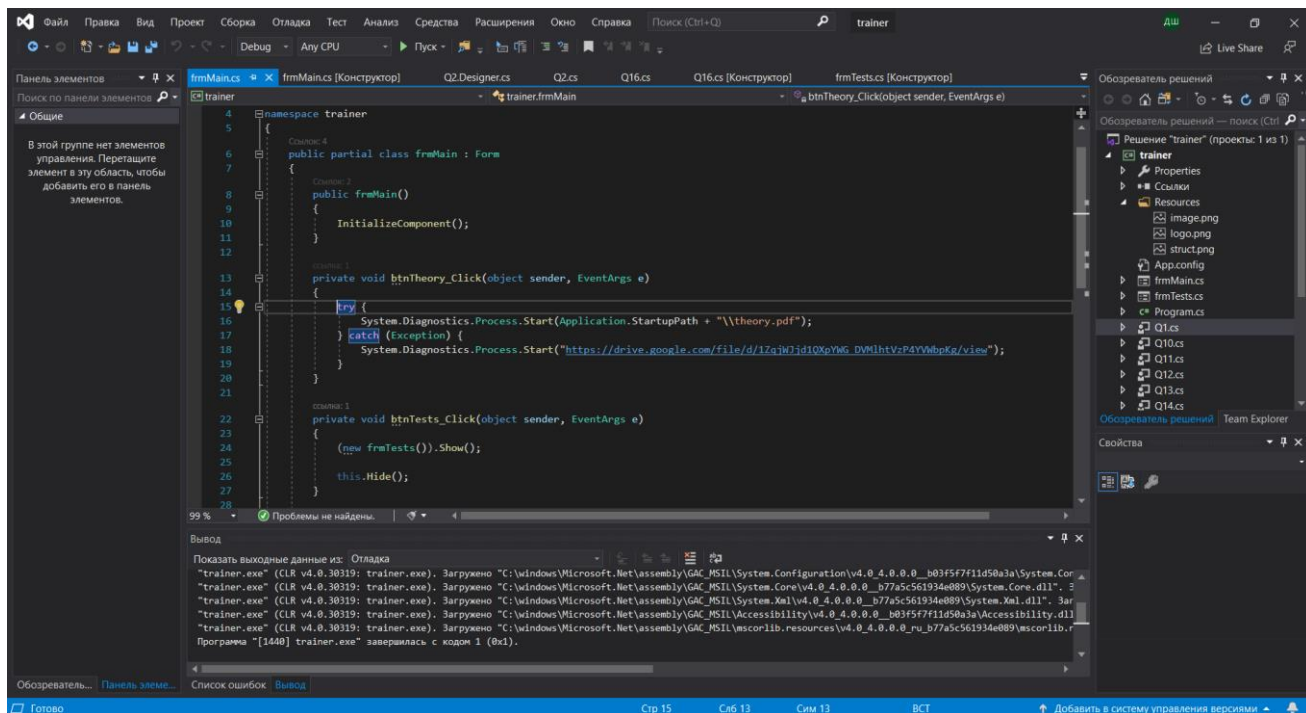


Рисунок 4.4 – Програмування кнопки «*Теоретичні відомості*»

Наступним кроком алгоритмізації навчального тренажера є створення практичного блоку тренажера після натискання кнопки «Почати тестування», в якому можна перемикатися між питаннями виконуючи їх у будь-якій послідовності (рис. 4.5).

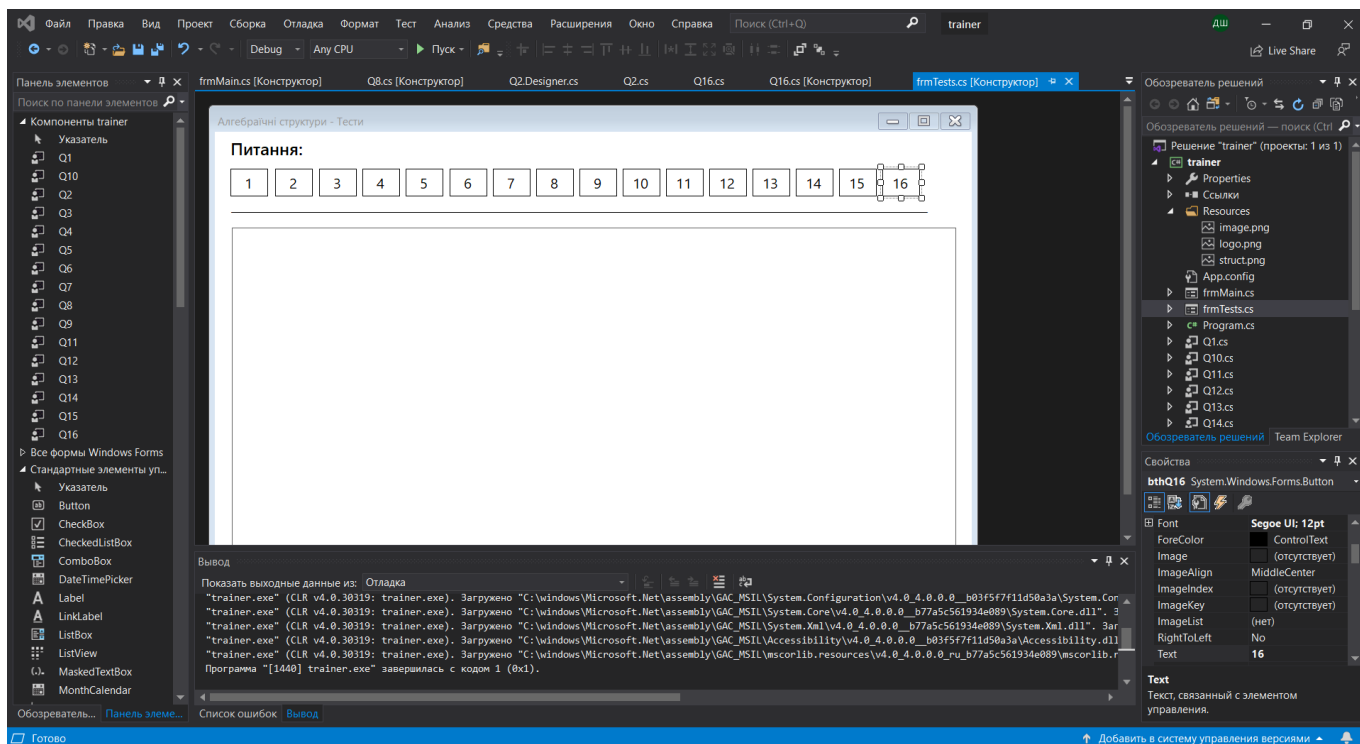


Рисунок 4.5 – Вікно тестових завдань

Після заповнення форми тестових завдань переходимо до створення першого тестового завдання (рис. 4.6).

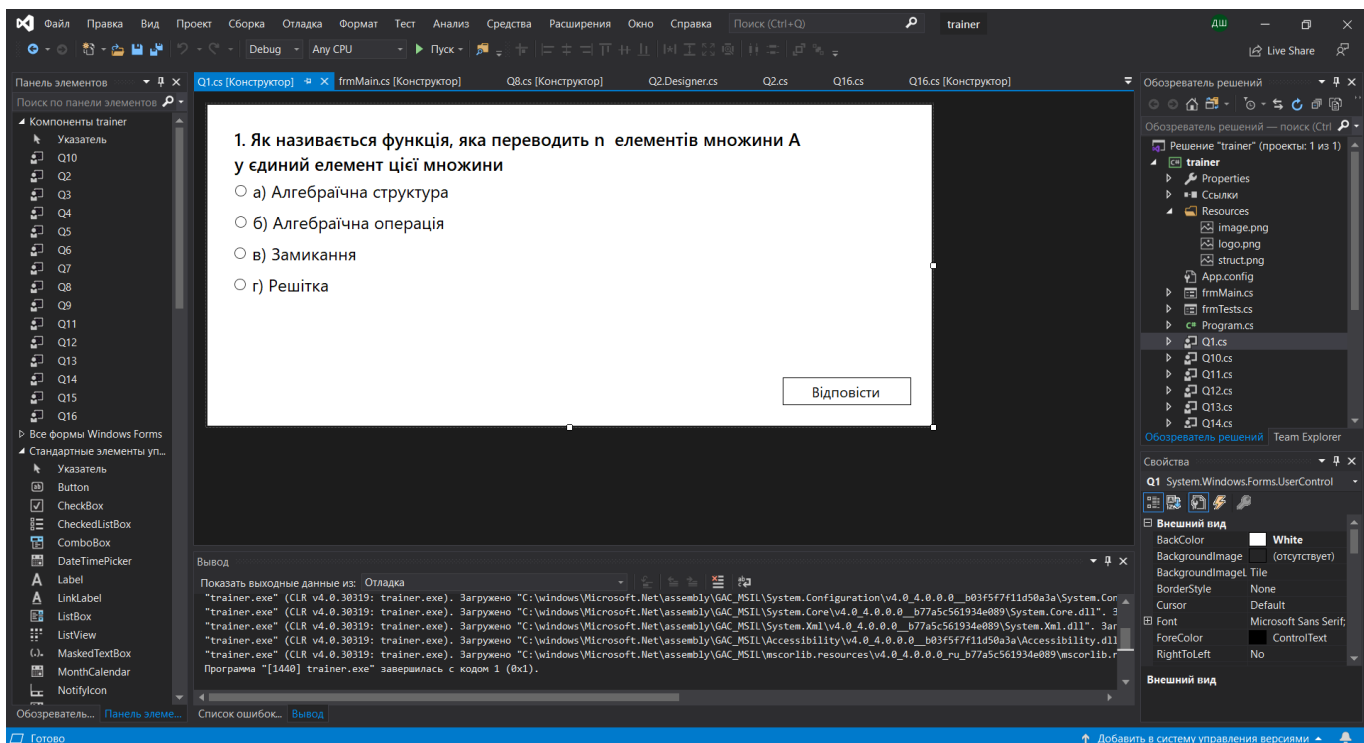


Рисунок 4.6 – Перше тестове завдання

Потім потрібно налаштувати кнопку «Відповісти» для того щоб користувач міг отримати пояснення при невірній відповіді на запитання (рис. 4.7).

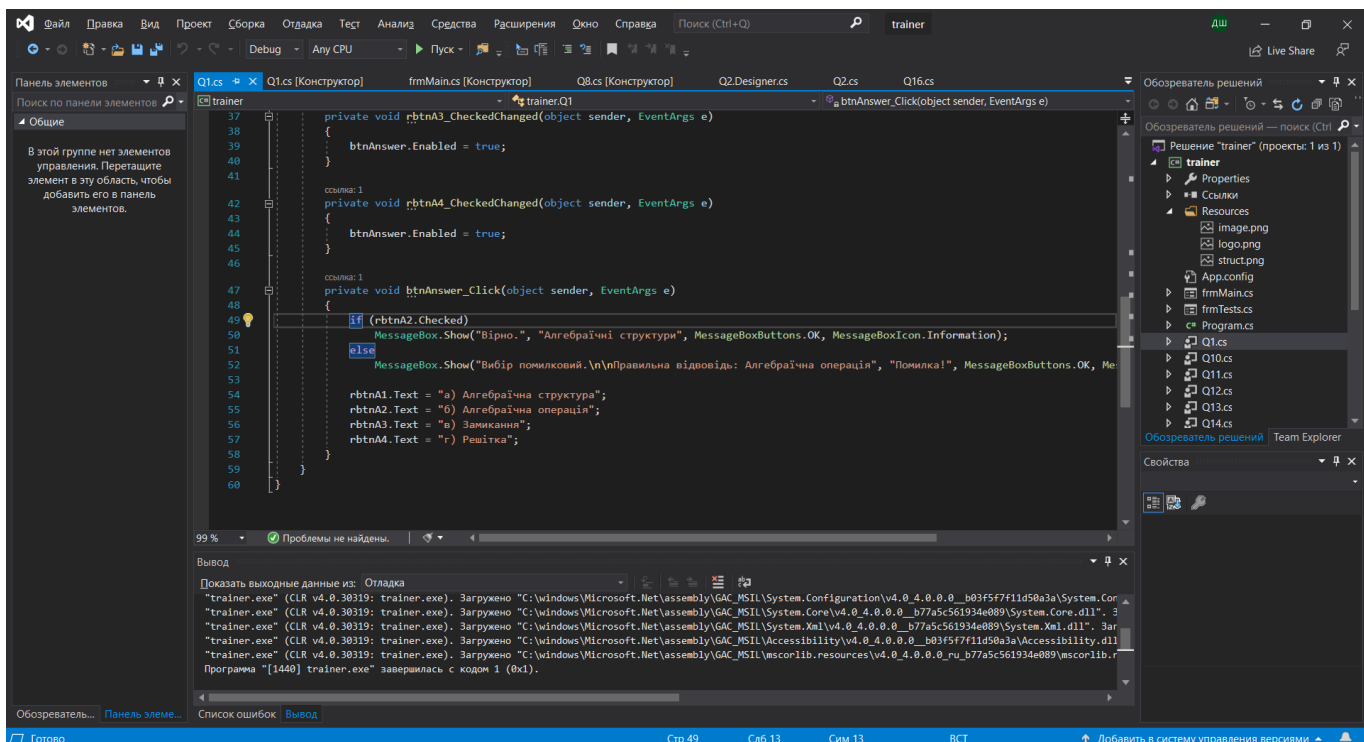


Рисунок 4.7 – Налаштування кнопки «Відповісти» для першого питання

Вся логіка роботи тренажеру, його програмна реалізація та можливість вибирати відповіді реалізовані за допомогою наступного блоку програмного коду

(рис. 4.8).

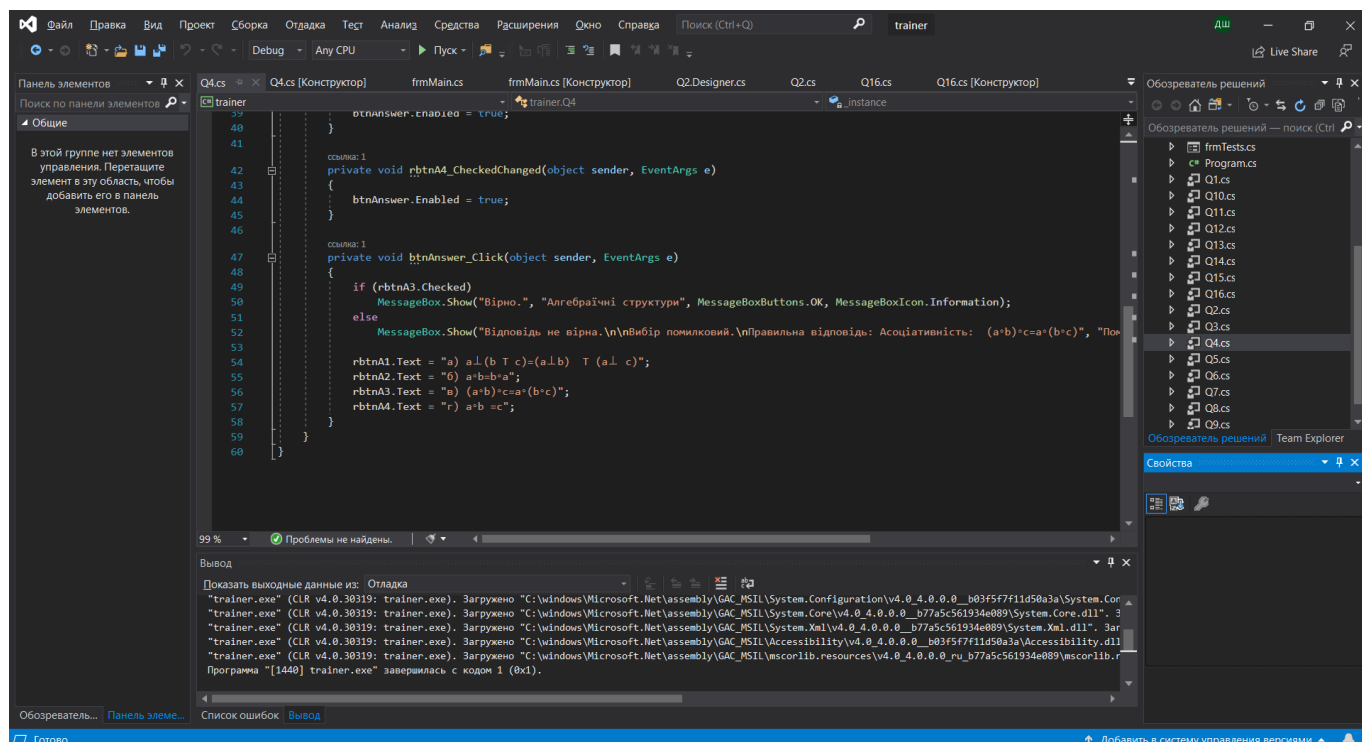


Рисунок 4.8 – Блок програмного коду навчального тренажера

4.2 Опис роботи тренажера

Після запуску навчального тренажера, користувача зустрічає головний екран, який знайомить його з основними елементами тренінгового процесу: темою, розробником та елементами керування для вибору подальших дій (рис. 4.9).

Щоб приступити до виконання тестових завдань, слід ознайомитися з теоретичними матеріалами з теми «Алгебраїчні структури», натиснувши на кнопку "Теоретичні відомості" (рис. 4.10).

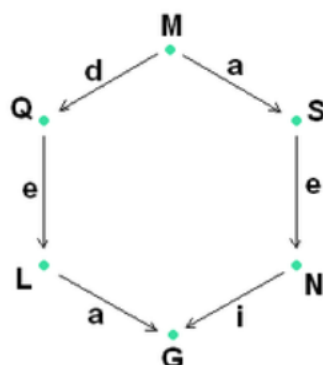
Після засвоєння користувачем теоретичної основи теми «Алгебраїчні структури», натиснувши на кнопку "Почати тестування", він може приступити до закріплення знань, виконавши тестові завдання починаючи з будь-якого питання (рис. 4.11).

Після того, як користувач відповів на питання і натиснув кнопку "Відповісти", система оцінює відповідь. Якщо відповідь користувача правильна, він може перейти до наступного завдання, яке обере. Якщо відповідь неправильна, система надає пояснення, яке допоможе зрозуміти, чому його відповідь неправильна та надасть правильну відповідь (рис. 4.12).

Користувач має свободу вибору, на якому етапі виконання тестових завдань він хоче зупинитися. Він може повернутися до головного екрану, щоб переглянути теоретичні відомості з теми, натиснувши на кнопку "Теоретичні відомості" (рис. 4.12).

Алгебраїчні структури

— □ ×



**Тренажер
на тему
"Алгебраїчні структури"
дистанційного курсу
«Алгебра та геометрія»**

> Теоретичні відомості

> Почати тестування



Полтавський університет економіки і торгівлі

Автор-розробник: Шимко Д.Д.

Керівник: к.ф.-м.н., доц. Парфьонова Т.В.

Тема: Алгебраїчні структури

Рисунок 4.9 – Головний екран навчального тренажера

Алгебраїчні структури. Означення і приклади груп, кілець, полів

Алгебраїчною структурою (алгеброю) називається множина M , на якій визначені операції $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n$, тобто $A = \langle M, \varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n \rangle$.

Приклади:

- на множині дійсних чисел введені операції додавання, віднімання, множення;
- на множині матриць – операції додавання матриць, множення матриці на число, множення матриць;
- на множині підмножин деякої множини – операції об'єднання множин, перерізу множин, доповнення множин;
- на множині висловлень – операції заперечення, кон'юнкції, диз'юнкції (булева алгебра).

Розглянемо алгебру $B = \langle N, \omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n \rangle$.

Припустимо, що $|M| = |N|$. Якщо множини M і N скінчені, то ця рівність означає, що множини мають однакову кількість елементів. Якщо ці множини нескінчені, то це означає, що існує оборотна функція $\Gamma: M \rightarrow N$.

Якщо існує така взаємно однозначна відповідність між елементами множин M і N , то кажуть, що ці множини рівно потужні.

Ізоморфізм між алгебрами – це така оборотна функція $\Gamma: M \rightarrow N$, яка переводить елементи множини M в елементи множини N і переводить операції $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n$ в операції $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ відповідно. $\Gamma(\varphi_i) \rightarrow \omega_i, i = 1, 2, \dots, n$.

Рисунок 4.10 – Вибір теоретичних відомостей

Питання:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

1. Як називається функція, яка переводить n елементів множини A у єдиний елемент цієї множини

- ☐ а) Алгебраїчна структура
- ☐ б) Алгебраїчна операція
- ☐ в) Замикання
- ☐ г) Решітка

Відповісти

Рисунок 4.11 – Перше тестове завдання

Питання:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

7. Нехай задано множини, на якій визначено деяку бінарну операцію $\circ$. Сформулюйте означення нейтрального елемента. Який з наведених варіантів є правильним? Сформулюйте умову, за якої елемент є нейтральним.

- ☐ а) $a \circ e = e \circ a = a$
- ☐ б) $a \circ (-e) = (-e) \circ a$
- ☒ в) $a \circ (-a) = e$
- ☐ г) $a \circ a^{-1} = a^{-1} \circ a = e$

Помилка!



Вибір помилковий.

Пояснення: Правильною є відповідь $a \circ e = e \circ a = a$.
Наприклад, відносно операції додавання на множині цілих чисел нейтральним елементом є 0, так як $a+0 = 0+a = a$, де a – ціле число.

ОК

Відповісти

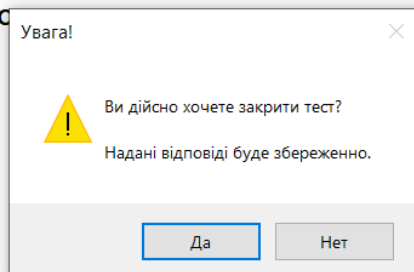
Рисунок 4.12 – Пояснення у випадку неправильної відповіді на сьоме завдання

Питання:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

1. Як називається функція, яка переводить n елементів множини A у єдиний елемент цієї множини?

- ☐ а) Алгебраїчна структура
☐ б) Алгебраїчна операція
☒ в) Замикання
☐ г) Решітка



Відповісти

Рисунок 4.13 – Вікно повернення до головного екрану

Тестові питання можуть бути з зображенням таблиць (рис. 4.14), варіантами відповідей, де присутні формули (рис. 4.15), так і з декількома правильними відповідями (рис. 4.15).

Питання:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

2. Вибрати із запропонованих таблиць ті, для яких визначена алгебраїчна операція $\circ$ на множині $M = \{a, b, c, d\}$.

а) ☐

o	a	b	c	d
a	d	a	c	b
b	a	b	c	d
c	b	d	a	c
d	c	b	d	a

в) ☐

o	a	b	c	d
a	c	d	d	b
b	a	d	c	d
c	c	d	a	c
d	b	c	d	a

б) ☐

o	a	b	c	d
a	b	c	d	a
b	d	b	c	d
c	c	d	a	d
d	a	d	y	b

г) ☐

o	a	b	c	d
a	d	c	a	b
b	b	c	d	d
c	d	a	d	c
d	b	c	d	a

Відповісти

Рисунок 4.14 – Завдання з зображенням таблиць

Питання:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

4. Нехай задано множину G .

Вибрати із запропонованих умов (де $\circ, \perp, \top$ – алгебраїчні операції) для будь-яких $a, b, c \in G$ властивість – асоціативність

- ☐ а) $a \perp (b \top c) = (a \perp b) \top (a \perp c)$
- ☐ б) $a \circ b = b \circ a$
- ☐ в) $(a \circ b) \circ c = a \circ (b \circ c)$
- ☐ г) $a \circ b = c$

Відповісти

Рисунок 4.15 – Завдання, де присутні формули

Питання:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

16. Розглянемо алгебраїчну структуру з двома алгебраїчними операціями. Позначимо їх як $+, \cdot$.

Алгебраїчна структура $A = (M, +, \cdot)$ називається полем, якщо визначені операції задовольняють наступним властивостям (вибрати правильні відповіді, можливо декілька):

- ☐ а) комутативність додавання
- ☐ б) комутативність множення
- ☐ в) асоціативність множення
- ☐ г) дистрибутивність множення відносно додавання
- ☐ д) всі елементи мають симетричні елементи відносно додавання
- ☐ е) існування нейтрального елемента відносно додавання
- ☐ ж) існування нейтрального елемента відносно множення
- ☐ з) всі ненульові елементи мають симетричні елементи відносно множення
- ☐ и) асоціативність додавання
- ☐ к) дистрибутивність додавання відносно множення

Відповісти

Рисунок 4.16 – Завдання з декількома правильними відповідями

Після того, як користувач закінчить виконання останнього тестового завдання, система відобразить вікно з повідомленням про успішне виконання тесту.

Питання:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

16. Розглянемо алгебраїчну структуру з двома алгебраїчними операціями. Позначимо їх як $+$, $\cdot$. Алгебраїчна структура $A = (M, +, \cdot)$ повинна задовольняти наступним властивостям (вибрати правильні відповіді):

- ☒ а) комутативність додавання
- ☒ б) комутативність множення
- ☒ в) асоціативність множення
- ☒ г) дистрибутивність множення відносно додавання
- ☒ д) всі елементи мають симетричний елемент відносно додавання
- ☒ е) існування нейтрального елемента відносно додавання
- ☒ ж) існування нейтрального елемента відносно множення
- ☒ з) всі ненульові елементи мають симетричні елементи відносно множення
- ☒ и) асоціативність додавання
- ☐ к) дистрибутивність додавання відносно множення

Відповісти

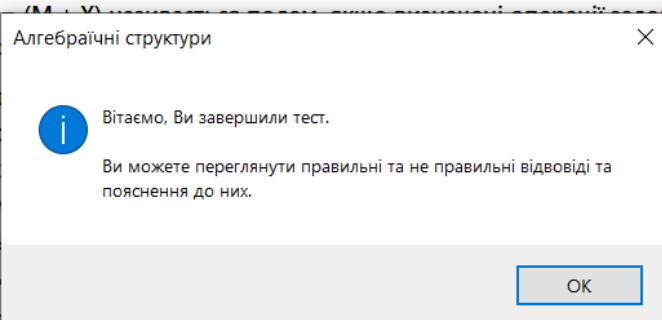


Рисунок 4.17 – Повідомлення про завершення тестування

У тестовому завданні з декількома правильними відповідями реалізоване відповідне пояснення, якщо користувач обере не всі правильні відповіді (рис. 4.18).

Питання:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

16. Розглянемо алгебраїчну структуру з двома алгебраїчними операціями. Позначимо їх як $+$, $\cdot$. Алгебраїчна структура $A = (M, +, \cdot)$ повинна задовольняти наступним властивостям (вибрати правильні відповіді):

- ☒ а) комутативність додавання
- ☒ б) комутативність множення
- ☒ в) асоціативність множення
- ☒ г) дистрибутивність множення відносно додавання
- ☒ д) всі елементи мають симетричний елемент відносно додавання
- ☒ е) існування нейтрального елемента відносно додавання
- ☒ ж) існування нейтрального елемента відносно множення
- ☒ з) всі ненульові елементи мають симетричні елементи відносно множення
- ☐ и) асоціативність додавання
- ☐ к) дистрибутивність додавання відносно множення

Відповісти

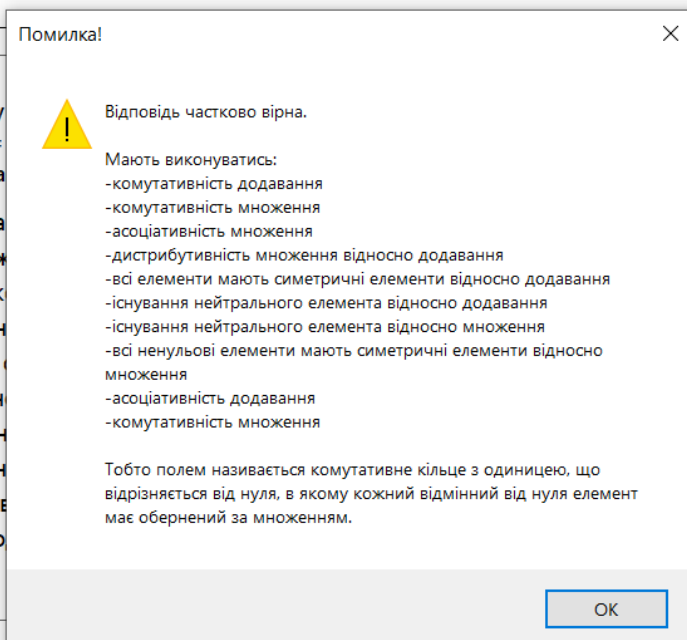


Рисунок 4.18 – Повідомлення з частковим поясненням

4.3 Інструкція з використання тренажера

Для того, щоб користувачу розпочати навчання з теми «Алгебраїчні структури», необхідно завантажити навчальний тренажер з дистанційного навчального курсу «Алгебра і Геометрія». Цей тренажер представлений у вигляді скомпільованого файлу з розширенням «.exe».

Після того, як навчальний тренажер буде запущений, користувачу необхідно ознайомитися з теоретичною основою теми «Алгебраїчні структури», натиснувши на кнопку *«Теоретичні відомості»*.

Після ознайомлення з теоретичним матеріалом користувач може розпочати виконання тестових завдань, натиснувши на кнопку *«Почати тестування»*, починаючи з будь-якого питання. У тестових завданнях є завдання, в яких потрібно вибрати одну правильну відповідь із запропонованих, або кілька правильних відповідей.

Користувач також може повернутися до меню, не завершуючи виконання завдання, при цьому відповіді на пройдені питання будуть збережені.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи було алгоритмізовано та програмно реалізовано віртуальний навчальний додаток з теми «Алгебраїчні структури» дистанційного курсу «Алгебра та геометрія».

Були виконані основні завдання кваліфікаційної роботи, а саме:

- Написано постановку задачі створення тренажера.
- Проведено дослідження навчальних тренажерів, які відповідають обраній темі та описано їх.
- Ознайомлено з літературою, що стосується розподілу алгебраїчних структур;
- Обрана мова програмування, середовище розробки та технології, які використовувалися для розробки.
- Розроблено алгоритм функціонування навчального тренажера та створено його блок-схеми.
- Написана інструкція з використання тренажера.
- Оформлена пояснювальна записка до роботи.

Програмне забезпечення реалізоване на мові C# у середовищі візуальної розробки Microsoft Visual Studio 2019.

Навчальний тренажер включає в себе теоретичну складову у вигляді конспекту та тестові завдання для закріплення теми.

На кожному кроці алгоритму повідомляє користувачеві умову завдання та варіант вибору одного, або декількох варіантів відповідей. В разі невірної відповіді користувача, повідомляє про це та надає пояснення щодо правильної відповіді.

Тренажер призначений для самостійного навчання студентів. Він є простим у використанні та містить завдання, які охоплюють усі основні аспекти даної теми.

Текстовий опис розробки навчального додатку було провести згідно правил оформлення [1].

Результати розробки навчального тренажера були представлені на науковому семінарі «Комп'ютерні науки та інформаційні технології» (КНІТ) [6].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гаркуша С. В. Методичні рекомендації щодо виконання кваліфікаційної роботи студентів спеціальності 122 Комп'ютерні науки освітня програма «Комп'ютерні науки» ступеня магістра /С. В. Гаркуша, О.В Ольховська, О.О. Черненко – Полтава: ПУЕТ, 2023. – С.9.
2. Олексійчук Ю. Ф. Програмна реалізація елементів тренажеру з теми «Сортування бульбашками» дисципліни «Аналіз алгоритмів» / Ю. Ф. Олексійчук, В. О. Голубенко // Комп'ютерні науки і прикладна математика (КНіПМ-2018) / за ред. О. О. Ємця. – Полтава, ПУЕТ, 2018. – С.10-16. – Режим доступу: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/6481>.
3. Олексійчук Ю. Ф. Алгоритм роботи тренажеру з теми «Асимптотичні оцінки функцій» дисципліни «Аналіз алгоритмів» / Ю. Ф. Олексійчук, А. В. Ярмоленко // Комп'ютерні науки і прикладна математика (КНіПМ-2018) / за ред. О. О. Ємця. – Полтава, ПУЕТ, 2018. – С.1-3. – Режим доступу: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/6974>.
4. Русін В. С. Програмна реалізація елементів тренажеру з теми «Аналіз алгоритму сортування вставками» дисципліни «Аналіз алгоритмів» / В. С. Русін, Ю. Ф. Олексійчук // VIII Всеукр. наук.-практ. конф. за міжнародною участю «Інформатика та системні науки» (м. Полтава, 16-18 березня 2017 р.) / за ред. О. О. Ємця. – С. 236-237. – Режим доступу: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/5654>
5. Ємець О.О. Дискретна математика Навчальний посібник для самостійного вивчення дисципліни для студентів напрямку 6.040302 «Інформатика» / О.О. Ємець, Т.О. Парфьонова, – Полтава: РВВ ПУСКУ, 2009. – С.89.
6. Парфьонова Т. О. Програмна реалізація алгоритму роботи тренажеру з теми «Алгебраїчні структури» дистанційного навчального курсу «Алгебра і геометрія»/ Т. О. Парфьонова, Д. Д. Шимко // Комп'ютерні науки та інформаційні технології (КНІТ-2022) – Полтава, ПУЕТ, 2022. – С.1-3. – Режим доступу: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/11964>.

ДОДАТОК А. КОД ПРОГРАМИ