

**ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД УКООПСПІЛКИ
«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 _____ О. Ольховська
(підпис)

« _____ » _____ 2021 р.

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ**

на тему

**ЕЛЕМЕНТИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТРЕНАЖЕРА З ТЕМИ
«ВИЗНАЧНИКИ» ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ «АЛГЕБРА ТА
ГЕОМЕТРІЯ. ЧАСТИНА 1»**

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

Виконавець роботи Сіам Карім Ашрафович

_____ « _____ » _____ 2021 р.
(підпис)

Науковий керівник доц., канд. фіз.-мат. наук Черненко Оксана Олексіївна

_____ « _____ » _____ 2021 р.
(підпис)

ПОЛТАВА 2021 р.

**ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД УКООПСПІЛКИ
«ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ»**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____ О. Ольховська
(підпис)

«3» вересня 2021 р.

**ЗАВДАННЯ ТА КАЛЕНДАРНИЙ ГРАФІК
ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ**

Здобувач вищої освіти зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

Освітня програма «Комп'ютерні науки»

Прізвище, ім'я, по батькові: Сіам Карім Ашрафович

**1. Тема Елементи програмного забезпечення тренажера з теми «Визначники»
дистанційного навчального курсу «Алгебра та геометрія. Частина 1».**

затверджена наказом ректора № _____ від «___» _____ 2021 р.

Термін подання студентом дипломної роботи «___» _____ 2021 р.

2. Вихідні дані до дипломної роботи курс лекцій з «Алгебри та геометрії. Частина 1», інформаційні джерела.

3. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ,
ТЕРМІНІВ**

ВСТУП

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1 Змістовна постановка задачі

2 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Алгоритмізація задачі за темою

2.2 Розробка блок-схеми, яка підлягає програмуванню

2.3 Обґрунтування вибору програмних засобів для реалізації завдання роботи

3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Опис процесу програмної реалізації

3.2 Опис програми

3.3 Перевірка валідності. Дослідження можливостей програмної реалізації

3.4 Необхідна користувачу програми інструкція

ВИСНОВОК

**4. Перелік графічного матеріалу (з точним визначенням кількості блок-схем,
іншого графічного матеріалу) 4-6 аркушів блок-схем, ілюстрації за необхідністю**

5. Консультанти розділів дипломної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали, посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Вступ	Черненко О. О.		

2. Постановка задачі	Черненко О. О.		
3. Теоретична частина	Черненко О. О.		
4. Практична реалізація	Черненко О. О.		

6. Календарний графік виконання дипломної роботи

Зміст роботи	Термін виконання	Фактичне виконання
1. Вступ		
2. Вивчення методичних рекомендацій та стандартів та звіт керівнику		
3. Постановка задачі		
4. Інформаційний огляд джерел бібліотек та інтернету		
5. Теоретична частина		
6. Практична частина		
7. Закінчення оформлення		
8. Доповідь студента на кафедрі		
9. Доробка (за необхідністю), рецензування		

Дата видачі завдання «_»вересня 2021 р.

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Науковий керівник _____ доц., канд. фіз.-мат. наук Черненко О. О.
(підпис) (науковий ступінь, вчене звання, ініціали та прізвище)

Результати захисту дипломної роботи

Дипломна робота оцінена на _____
(балів, оцінка за національною шкалою, оцінка за ECTS)

Протокол засідання ЕК № _____ від «_____» _____ 202_ р.

Секретар ЕК _____
(підпис) (ініціали та прізвище)

Затверджую

Зав. кафедрою _____

к.ф.-м.н. О. В. Ольховська

Погоджено

Науковий керівник _____

доцент, к.ф.-м.н. О. О. Черненко

«_____» _____ 2021 р.

«_____» _____ 2021 р.

План

**Дипломної роботи здобувача вищої освіти ступеня магістра
спеціальності 122 Комп'ютерні науки**

освітня програма 122 Комп'ютерні науки

Прізвище, ім'я, по батькові Сіам Карім Ашрафович

На тему «Елементи програмного забезпечення тренажера з теми

«Визначники» дистанційного навчального курсу «Алгебра та геометрія.

Частина 1»».

ВСТУП

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.2. Постановка задачі розробки навчального тренажера

2. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

2.1. Визначник

2.2. Алгоритмізація задачі за темою роботи

2.3. Розробка блок-схеми, яка підлягає програмуванню

3. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

3.1. Алгоритм елементів програмного забезпечення тренажера

3.2. Блок-схеми

3.3. Опис мови програмування та технології, що будуть використовуватися при розробці

ВИСНОВОК

СПИСОК ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТОК А. КОД ПРОГРАМИ

Здобувач вищої освіти _____ Карім А. Сіам

«_____» _____ 2021 р.

РЕФЕРАТ

Записка: 40 сторінок, в тому числі 30 сторінок основного тексту, 1 літературних джерел, 2 сторінки блок-схем та 38 рисунків.

Предмет розробки – розроблений тренажер з теми «Визначники».

Мета роботи – алгоритмізація та програмування тренажера «Визначники» для дистанційного навчального курсу «Алгебра та геометрія. Частина 1».

Методи, які були використанні для розв’язування задачі. Для створення алгоритму використано комплексні числа. Для програмування тренажера застосовано об’єктно-орієнтовану мову програмування C# із застосуванням середовища візуальної розробки програм Microsoft Visual Studio 2021.

Розроблено алгоритм навчального тренажера з теми «Визначники».

Здійснена програмна реалізація навчального тренажера з теми «Визначники».

Результат розробки впроваджено в дистанційний навчальний курс «Алгебра та геометрія. Частина 1».

Ключові слова: ВИЗНАЧНИКИ , DETERMINANT , DET , НАВЧАЛЬНИЙ ТРЕНАЖЕР, АЛГОРИТМІЗАЦІЯ, АЛГЕБРА ТА ГЕОМЕТРІЯ, ЧАСТИНА 1, ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ ..	3
ВСТУП.....	2
1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ.....	4
1.1. Постановка задачі розробки навчального тренажера	4
2. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.....	4
2.1. Визначник	4
2.2. Властивості визначників	6
2.3. Розклад визначника за елементами рядка або стовпця	8
2.4. Поняття про визначники вищих порядків	9
3. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	10
3.1. Алгоритм елементів програмного забезпечення тренажера.....	10
3.2. Блок-схеми	18
3.3. Опис мови програмування та технології, що будуть використовуватися при розробці	21
ВИСНОВОК	32
СПИСОК ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ	33
ДОДАТОК А. КОД ПРОГРАМИ	34

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

Умовні позначення, символи, скорочення, терміни	Пояснення умовних позначень, символів, скорочень
$a_{11}, a_{22}, a_{33}, \dots, a_{nn}$	Елементи матриці та їх позиція. Елементи матриці та їх позиція.
det	Це скорочено від слова Determinant і означає Визначник або детермінант .
$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$	Матриця другого порядку.
$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$	Матриця третього порядку.

ВСТУП

Актуальність. Розвиток сучасного суспільства характеризується процесом інформатизації і, у першу чергу, інформатизації освіти. У цих умовах наука й освіта повинні постійно вдосконалюватися. Найбільш перспективним напрямком інтенсифікації навчального процесу у вищих навчальних закладах є його комп'ютеризація.

Комп'ютерний тренажер – автоматизований апаратно-програмний функціонально орієнтований комплекс для навчання людини та відпрацювання певних навичок і вмінь. У сучасних тренажерах та в програмах підготовки і навчання, на них заснованих, закладаються принципи розвитку практичних навичок з одночасною теоретичною підготовкою.

Мета дипломної роботи. Алгоритмізувати елементи програмного забезпечення тренажера з теми «Визначники» дистанційного навчального курсу «Алгебра та геометрія. Частина 1».

Об'єктом дипломної роботи є алгоритмізація елементів програмного забезпечення тренажера з теми «Визначники».

Предметом дипломної роботи є елементи програмного забезпечення тренажера для дистанційного навчального курсу «Алгебра та геометрія. Частина 1» на мові програмування C#.

Головним завданням дипломної роботи є створення алгоритму елементів програмного забезпечення тренажера з теми «Визначники» для дистанційного навчального курсу «Алгебра та геометрія. Частина 1».

Методи розробки, які використані в дипломній роботі. Для створення алгоритму використано методи визначення визначників. Для створення елементів тренажера застосовано об'єктно-орієнтовану мову програмування C# із застосуванням середовища візуальної розробки програм Microsoft Visual Studio 2021.

Робота складається з одного розділу, в якому розглянуто постановку задачі, розглянуто основні означення з теми (визначник, властивості визначників, розклад визначника за елементами рядка або стовпця, поняття про визначників вищих порядків), описано алгоритм роботи тренажеру, розроблено блок-схему тренажера та описано мову програмування та технології, що будуть використовуватися при розробці.

Пояснювальна записка до дипломної роботи містить: 32 сторінок, 1 додаток на 1 сторінці, літературних джерел – 4, рисунків – 15.

$$\det, \Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}.$$

Поняття «визначник» (від латинського determine – визначаю) ввів В. Лейбніц.

Символи a_{ij} називаються елементами визначника, причому перший індекс i показує номер рядка, а другий індекс j – номер стовпця, на перетині яких стоїть даний елемент. Елементи $a_{11}, a_{22}, a_{33}, \dots, a_{nn}$ складають головну діагональ визначника.

Вираз $\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} = a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}$ називається визначником (детермінантом)

другого порядку. Для обчислення визначника другого порядку потрібно від добутку елементів, що стоять на головній діагоналі, відняти добуток елементів, розміщених на побічній діагоналі. Це правило отримало назву правило прямокутника (рис. 1.1).

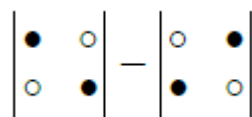


Рисунок 1.1 – Правило прямокутника

Вираз

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} = a_{11}a_{22}a_{33} + a_{21}a_{32}a_{13} + a_{12}a_{23}a_{31} - a_{13}a_{22}a_{31} - a_{12}a_{21}a_{33} - a_{23}a_{32}a_{11}$$

називається визначником (детермінантом) третього порядку. Визначник третього порядку обчислюється за правилом трикутників (рис. 1.2): перші три доданки в правій частині формули є добутками елементів, що стоять на головній діагоналі і в вершинах двох трикутників, у яких одна сторона паралельна головній діагоналі. Аналогічно утворюються доданки зі знаком мінус, де за основу береться побічна діагональ.

$$\Delta = \begin{vmatrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{vmatrix}$$

Рисунок 1.1. – Правило трикутника

Зауважимо, що елементами визначника можуть бути не тільки числа а й алгебраїчні чи тригонометричні вирази, функції тощо.

2.2. Властивості визначників

Визначники мають низку важливих властивостей, які допомагають ефективно їх обчислювати та застосовувати для прикладних задач.

1) (Рівноправність рядків та стовпців). Транспонування матриці не змінює визначника:

$$\det A = \det A^T; \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{21} \\ a_{12} & a_{22} \end{vmatrix}.$$

2) (Лінійність). Якщо стовпець (рядок) визначника є сумою двох стовпців (рядків), то визначник дорівнює сумі двох відповідних визначників:

$$\det(..., \vec{a} + \vec{b}, ...) = \det(..., \vec{a}, ...) + \det(..., \vec{b}, ...);$$

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} + b_{12} \\ a_{21} & a_{22} + b_{22} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} a_{11} & b_{12} \\ a_{21} & b_{22} \end{vmatrix}.$$

3) (Однорідність). Спільний множник стовпця (рядка) можна виносити за знак визначника:

$$\begin{vmatrix} a_{11} & ka_{12} \\ a_{21} & ka_{22} \end{vmatrix} = k \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}, \det(kA_n) = k^n \det A.$$

4) (Антисиметричність). Якщо переставити два стовпці (рядки) визначника, то він змінить знак:

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} = - \begin{vmatrix} a_{12} & a_{11} \\ a_{22} & a_{21} \end{vmatrix}.$$

5) (Умови рівності нулеві визначника). Визначник матриці дорівнює нулеві, якщо матриця містить:

- Нульовий стовпець (рядок);
- Два однакові стовпці (рядки);
- Пропорційні стовпці (рядки):

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ 0 & 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{11} & a_{12} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ ka_{11} & ka_{12} \end{vmatrix} = 0.$$

6) (Теорема анулювання). Сума добутків елементів стовпця (рядка) визначника на алгебричні доповнення відповідних елементів іншого стовпця (рядка) дорівнює нулю:

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} A_{ik} = 0, j \neq k$$

Так $a_{11}A_{12} + a_{21}A_{22} = 0$, але $a_{11}A_{11} + a_{21}A_{21} = \det A_{2 \times 2}$.

7) Визначник не зміниться, якщо до будь-якого стовпця (рядка) додати інший стовпець (рядок), помножений на деяке число:

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} + ka_{11} & a_{22} + ka_{12} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}.$$

8) Визначник добутку двох квадратних матриць дорівнює добуткові визначників цих матриць:

$$\det(AB) = \det A \cdot \det B.$$

2.3. Розклад визначника за елементами рядка або стовпця

Нехай задано визначник третього порядку

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} \quad (1.1)$$

Мінором M_{ij} елемента a_{ij} визначника називається визначник, який утворюється з даного визначника в результаті викреслювання i -го рядка та j -го стовпця.

Алгебраїчним доповненням A_{ij} елемента a_{ij} називається його міnor, взятий зі знаком $(-1)^{i+j}$, тобто $A_{ij} = (-1)^{i+j} M_{ij}$.

Теорема 1. Визначник дорівнює сумі добутків елементів якого-небудь рядка (стовпця) на їхні алгебраїчні доповнення.

Розкладемо, наприклад, визначник (1.1) за елементами першого рядка:

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} = a_{11}A_{11} + a_{12}A_{12} + a_{13}A_{13}$$

Запис визначника в такій формі називають розкладом визначника за елементами відповідного рядка чи стовпця.

Теорема 2. Сума добутків елементів будь-якого рядка (стовпця) визначника на алгебраїчні доповнення відповідних елементів іншого рядка (стовпця) дорівнює нулю.

2.4.Поняття про визначники вищих порядків

Теорема 1 дає змогу ввести означення визначника довільного порядку. За означенням визначник n -го порядку дорівнює сумі добутків елементів будь-якого рядка (стовпця) на їхні алгебраїчні доповнення.

Розглянемо, наприклад, визначник четвертого порядку

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{vmatrix}.$$

Цей визначник можна розкласти за елементами будь-якого рядка, наприклад першого: $\Delta = a_{11}A_{11} + a_{12}A_{12} + a_{13}A_{13} + a_{14}A_{14}$.

Оскільки всі алгебраїчні доповнення A_{ij} у формулі є визначники третього порядку, то цією формулою можна користуватись для обчислення визначника четвертого порядку. Але такий спосіб обчислення громіздкий: якщо для знаходження визначника четвертого порядку треба обчислювати чотири визначники третього порядку, то для знаходження n -того порядку вже прийдеться обчислювати двадцять визначників третього порядку. Тому на практиці спочатку за допомогою властивості перетворюють визначник так, що у деякому рядку чи стовпці всі елементи, крім одного, стали нулями. Розкладаючи тоді визначник згідно з теоремою за елементами цього рядка, дістанемо тільки один доданок, тому що всі інші доданки є добутками алгебраїчних доповнень на нуль.

РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

3.1. Алгоритм елементів програмного забезпечення тренажера

Елементи програмного забезпечення тренажера з теми «Визначники» при запуску відкриває початковий екран, який містить інформацію про тему, про розробника, елементи переходу до відповідних завдань та елементи перемикання мови інтерфейсу.

На кожному кроці навчального тренажера присутній елемент керування при натисненні на який відбувається поява теоретичних матеріалів.

Також на кожному кроці присутня умова завдання чи питання. В практичній частині студентів, необхідно обрати завдання для рішення чи «Визначний 2-го порядку» чи «Визначник 3-го порядку».

Основні означення з теми «Визначники»

Крок 1. Оберіть відповідь. Що називається визначником другого порядку?

- Вираз $\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$.

- Вираз $\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$.

- Вираз $\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{vmatrix}$.

- Вираз
$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}.$$

Якщо вказано неправильну відповідь, то відображається коротке пояснення:

«Вираз $\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$ називається визначником (детермінантом) другого порядку».

Перехід до наступного кроку.

Крок 2. Оберіть відповідь. Дайте означення визначника третього порядку.

- Вираз $\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$ називається визначником (детермінантом) третього порядку.

- Вираз $\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$ називається визначником (детермінантом) третього порядку.

- Вираз $\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{vmatrix}$ називається визначником (детермінантом) третього порядку.

- Вираз $\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}$ називається визначником (детермінантом) третього порядку.

Якщо вказано неправильну відповідь, то відображається коротке пояснення:

«Вираз $\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$ називається визначником (детермінантом) третього

порядку». Перехід до наступного кроку.

Крок 3. Оберіть відповідь. За яким правилом розраховується визначник другого порядку?

- Правило трикутника.
- Правилем розкладання за елементами відповідного рядка чи стовпця.
- Правило прямокутника.

Якщо вказано неправильну відповідь, то відображається коротке пояснення: «Визначник другого порядку розраховується за правилом прямокутника». Перехід до наступного кроку.

Крок 4. Оберіть відповідь. За яким правилом розраховується визначник третього порядку?

- Правило трикутника.
- Правилем розкладання за елементами відповідного рядка чи стовпця.
- Правило прямокутника.

Якщо вказано неправильну відповідь, то відображається коротке пояснення: «Визначник третього порядку розраховується за правилом трикутника». Перехід до наступного кроку.

Крок 5. Оберіть відповідь. Скільки сформульовано основних властивостей визначників?

Якщо вказано неправильну відповідь, то відображається коротке пояснення: «Основних властивостей визначників сформульовано – 8». Перехід до наступного кроку.

Крок 6. Оберіть відповідь. Дайте означення мінору.

- Мінором M_{ij} елемента a_{ij} визначника називається визначник, який утворюється з даного визначника в результаті додавання i -го рядка та j -го стовпця.

- Мінором M_{ij} елемента a_{ij} визначника називається визначник, який утворюється з даного визначника в результаті викреслювання i -го рядка та j -го стовпця.

Якщо вказано неправильну відповідь, то відображається коротке пояснення: «Мінором M_{ij} елемента a_{ij} визначника називається визначник, який утворюється з даного визначника в результаті викреслювання i -го рядка та j -го стовпця». Перехід до наступного кроку.

Крок 7. Оберіть відповідь. Дайте означення алгебраїчному доповненню.

- Алгебраїчним доповненням A_{ij} елемента a_{ij} називається його мінор, взятий зі знаком $(-1)^{i+j}$, тобто $A_{ij} = (-1)^{i+j} M_{ij}$.

- Алгебраїчним доповненням A_{ij} елемента a_{ij} називається його мінор, взятий зі знаком 1^{i+j} , тобто $A_{ij} = 1^{i+j} M_{ij}$.

Якщо вказано неправильну відповідь, то відображається коротке пояснення: «Алгебраїчним доповненням A_{ij} елемента a_{ij} називається його мінор, взятий зі знаком $(-1)^{i+j}$, тобто $A_{ij} = (-1)^{i+j} M_{ij}$ ». Перехід до наступного кроку.

Крок 8. Повідомлення про завершення.

Ви пройшли перевірку основних означень з теми «Визначники»! Пропонуємо перейти до огляду практичних завдань.

Якщо обраний перехід, то виводиться умова першого завдання. Якщо ні – завершення роботи.

Практичні завдання з теми «Визначник 2-го порядку»

Крок 1. Введіть відповідь. Обчисліть визначник.

$$\begin{vmatrix} 3 & -2 \\ 4 & 1 \end{vmatrix} = 3 \cdot 1 - 4 \cdot (-2) = 11$$

Якщо невказана правильна відповідь, то відображається відповідна допомога у вирішенні: « $\begin{vmatrix} 3 & -2 \\ 4 & 1 \end{vmatrix} = 3 \cdot 1 - 4 \cdot (-2) = 11$ ». Перехід до наступного кроку.

Крок 2. Введіть відповідь. Обчисліть визначник.

$$\begin{vmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha \\ -\sin \alpha & \cos \alpha \end{vmatrix} = \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1$$

Якщо невказана правильна відповідь, то відображається відповідна допомога

у вирішенні: « $\begin{vmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha \\ -\sin \alpha & \cos \alpha \end{vmatrix} = \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1$ ». Перехід до наступного кроку.

Крок 3. Введіть відповідь. Обчисліть визначник.

$$\begin{vmatrix} 5 & 2 \\ 7 & 3 \end{vmatrix} = 5 \cdot 3 - 2 \cdot 7 = 1$$

Якщо невказана правильна відповідь, то відображається відповідна допомога

у вирішенні: « $\begin{vmatrix} 5 & 2 \\ 7 & 3 \end{vmatrix} = 5 \cdot 3 - 2 \cdot 7 = 1$ ». Перехід до наступного кроку.

Крок 4. Введіть відповідь. Обчисліть визначник.

$$\begin{vmatrix} a+b & a-b \\ a-b & a+b \end{vmatrix} = (a+b)^2 - (a-b)^2 = 4ab$$

Якщо невказана правильна відповідь, то відображається відповідна допомога

у вирішенні: « $\begin{vmatrix} a+b & a-b \\ a-b & a+b \end{vmatrix} = (a+b)^2 - (a-b)^2 = 4ab$ ». Перехід до наступного кроку.

Крок 5. Введіть відповідь. Обчисліть визначник.

$$\begin{vmatrix} 1 & \log_b a \\ \log_a b & 1 \end{vmatrix} = 1 \cdot 1 - \log_b a \cdot \log_a b = 0$$

Якщо невказана правильна відповідь, то відображається відповідна допомога

у вирішенні: « $\begin{vmatrix} 1 & \log_b a \\ \log_a b & 1 \end{vmatrix} = 1 \cdot 1 - \log_b a \cdot \log_a b = 0$ ». Перехід до наступного кроку.

Крок 6. Повідомлення про завершення.

Ви пройшли перевірку практичних завдань «Визначники 2-го порядку»!

Пропонуємо перейти до огляду практичних завдань «Визначники 3-го порядку».

Якщо обраний перехід, то виводиться умова першого завдання. Якщо ні – завершення роботи.

Практичні завдання з теми «Визначник 3-го порядку»

Крок 1. Введіть та оберіть відповідь. Обчисліть визначник.

$$\begin{vmatrix} 2 & 5 & -2 \\ 3 & 8 & 0 \\ 1 & 3 & 5 \end{vmatrix} = 2 \cdot 8 \cdot 5 + 3 \cdot 3 \cdot (-2) + 5 \cdot 0 \cdot 1 - 1 \cdot 8 \cdot (-2) - 3 \cdot 2 \cdot 0 - 3 \cdot 5 \cdot 5 =$$

$$= 80 + (-18) + 0 - (-16) - 0 - 45 = 33$$

Якщо невказана правильна відповідь, то відображається відповідна допомога

у вирішенні: « $\begin{vmatrix} 2 & 5 & -2 \\ 3 & 8 & 0 \\ 1 & 3 & 5 \end{vmatrix} = 2 \cdot 8 \cdot 5 + 3 \cdot 3 \cdot (-2) + 5 \cdot 0 \cdot 1 - 1 \cdot 8 \cdot (-2) - 3 \cdot 2 \cdot 0 - 3 \cdot 5 \cdot 5 =$

$$= 80 + (-18) + 0 - (-16) - 0 - 45 = 33$$
». Перехід до наступного кроку.

Крок 2. Введіть та оберіть відповідь. Обчисліть визначник.

$$\begin{vmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 5 & 3 & 2 \\ 1 & 4 & 3 \end{vmatrix} = 2 \cdot 3 \cdot 3 + 5 \cdot 4 \cdot 3 + 1 \cdot 2 \cdot 1 - 3 \cdot 3 \cdot 1 - 2 \cdot 2 \cdot 4 - 5 \cdot 1 \cdot 3 =$$

Якщо невказана правильна відповідь, то відображається відповідна допомога

у вирішенні: « $\begin{vmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 5 & 3 & 2 \\ 1 & 4 & 3 \end{vmatrix} = 2 \cdot 3 \cdot 3 + 5 \cdot 4 \cdot 3 + 1 \cdot 2 \cdot 1 - 3 \cdot 3 \cdot 1 - 2 \cdot 2 \cdot 4 - 5 \cdot 1 \cdot 3 =$

$$= 18 + 60 + 2 - 9 - 16 - 15 = 40$$
». Перехід до наступного кроку.

Крок 3. Введіть та оберіть відповідь. Обчисліть визначник.

$$\begin{vmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 8 & 3 & -6 \\ 4 & 1 & -3 \end{vmatrix} = 1 \cdot 3 \cdot (-3) + 8 \cdot 1 \cdot (-1) + 1 \cdot (-6) \cdot 4 - 4 \cdot 3 \cdot (-1) - 1 \cdot (-6) \cdot 1 - 8 \cdot 1 \cdot (-3) = (-9) +$$

Якщо невказана правильна відповідь, то відображається відповідна допомога у вирішенні: «

$$\begin{vmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 8 & 3 & -6 \\ 4 & 1 & -3 \end{vmatrix} = 1 \cdot 3 \cdot (-3) + 8 \cdot 1 \cdot (-1) + 1 \cdot (-6) \cdot 4 - 4 \cdot 3 \cdot (-1) - 1 \cdot (-6) \cdot 1 - 8 \cdot 1 \cdot (-3) = (-9) +$$

$$+(-8) + (-24) - (-12) - (-6) - (-24) = 1 \text{»}.$$

Перехід до наступного кроку.

Крок 4. Введіть та оберіть відповідь. Обчисліть визначник.

$$\begin{vmatrix} a & x & x \\ x & b & x \\ x & x & c \end{vmatrix} = a \cdot b \cdot c + x \cdot x \cdot x + x \cdot x \cdot x - x \cdot b \cdot x - a \cdot x \cdot a - x \cdot x \cdot c =$$

Якщо невказана правильна відповідь, то відображається відповідна допомога

у вирішенні: « $\begin{vmatrix} a & x & x \\ x & b & x \\ x & x & c \end{vmatrix} = a \cdot b \cdot c + x \cdot x \cdot x + x \cdot x \cdot x - x \cdot b \cdot x - a \cdot x \cdot a - x \cdot x \cdot c =$

$$= 2x^3 - (a + b + c)x^2 + abc \text{»}.$$

Перехід до наступного кроку.

Крок 5. Введіть та оберіть відповідь. Обчисліть визначник.

$$\begin{vmatrix} \sin \alpha & \cos \alpha & 1 \\ \sin \beta & \cos \beta & 1 \\ \sin \gamma & \cos \gamma & 1 \end{vmatrix} = \sin \alpha \cdot 1 \cdot \cos \beta + 1 \cdot \sin \beta \cdot \cos \gamma + \sin \gamma \cdot \cos \alpha \cdot 1 -$$

$$- \sin \gamma \cdot \cos \beta \cdot 1 - \cos \alpha \cdot \sin \beta \cdot 1 - \sin \alpha \cdot \cos \gamma \cdot 1 = \sin(\alpha - \beta) + \sin(\beta - \gamma) + \sin(\gamma - \alpha)$$

Якщо невказана правильна відповідь, то відображається відповідна допомога

у вирішенні: « $\begin{vmatrix} \sin \alpha & \cos \alpha & 1 \\ \sin \beta & \cos \beta & 1 \\ \sin \gamma & \cos \gamma & 1 \end{vmatrix} = \sin \alpha \cdot 1 \cdot \cos \beta + 1 \cdot \sin \beta \cdot \cos \gamma + \sin \gamma \cdot \cos \alpha \cdot 1 -$

$$- \sin \gamma \cdot \cos \beta \cdot 1 - \cos \alpha \cdot \sin \beta \cdot 1 - \sin \alpha \cdot \cos \gamma \cdot 1 = \sin(\alpha - \beta) + \sin(\beta - \gamma) + \sin(\gamma - \alpha) \text{»}.$$

Перехід до наступного кроку.

Крок 6. Повідомлення про завершення.

Ви пройшли перевірку практичних завдань «Визначники 3-го порядку»!
Завершити роботу?

Якщо обраний вихід, то закривається тренажер. Якщо ні – повернення до початкової форми.

3.2. Блок-схеми

На рисунку 1.1 зображені блок-схеми алгоритму елементів програмного забезпечення тренажера з теми «Визначники».

На рисунку 1.1 зображена блок-схема всього тренажера. Після запуску з'являється початкове вікно. При натисненні на кнопку «Основні означення з теми «Визначники» чи «Практичні завдання з теми «Визначники 2-го порядку», чи «Практичні завдання з теми «Визначники 3-го порядку», користувач переходить до проходження тренажера та у вікні з'являється перше питання чи завдання. після натискання на кнопку показати відповідь можна переходити на наступне завдання.

На рисунку 1.2 зображені Блок-схема алгоритм знаходження визначника матриці третього порядку.

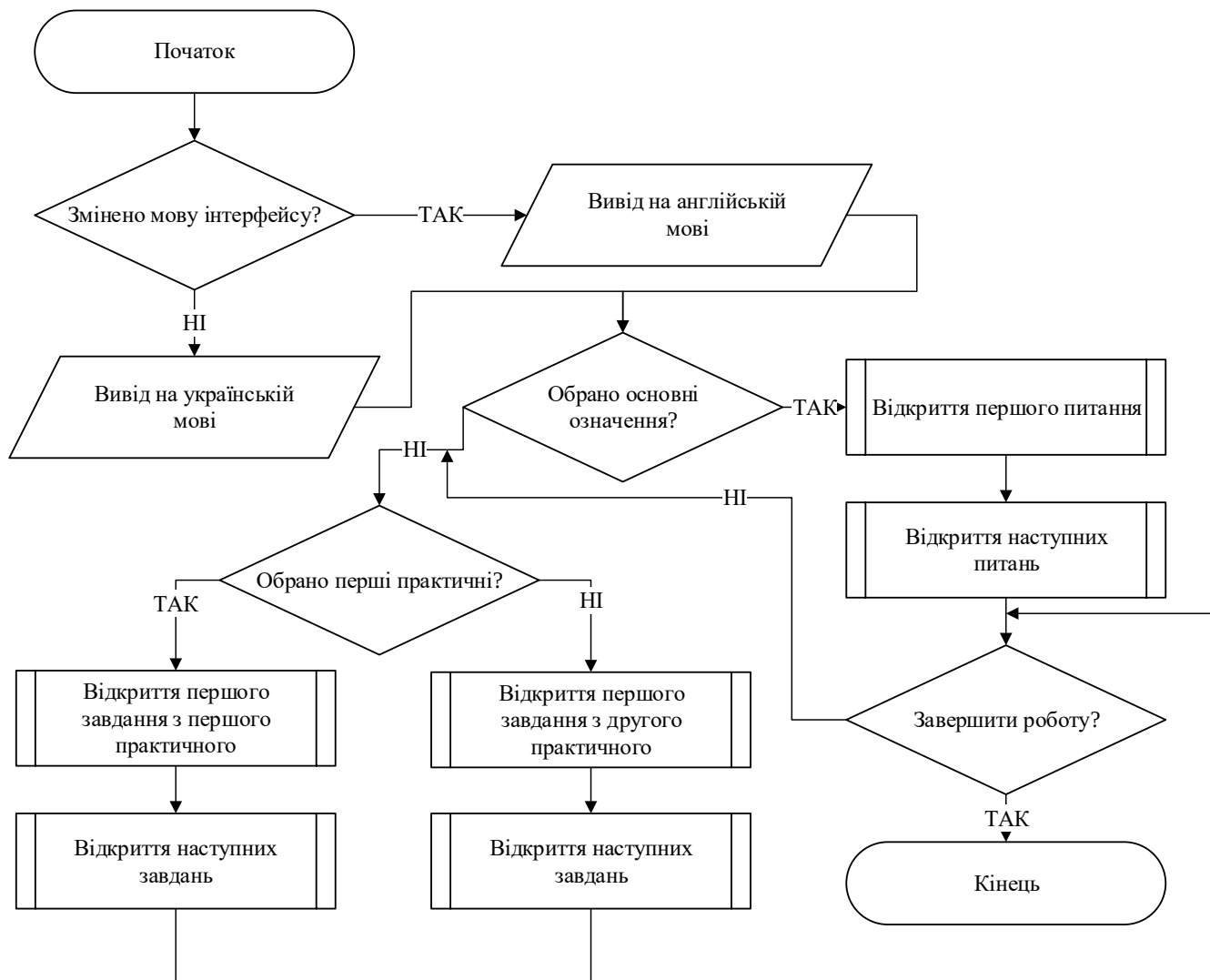


Рисунок 3.2.1 – Блок-схема алгоритму

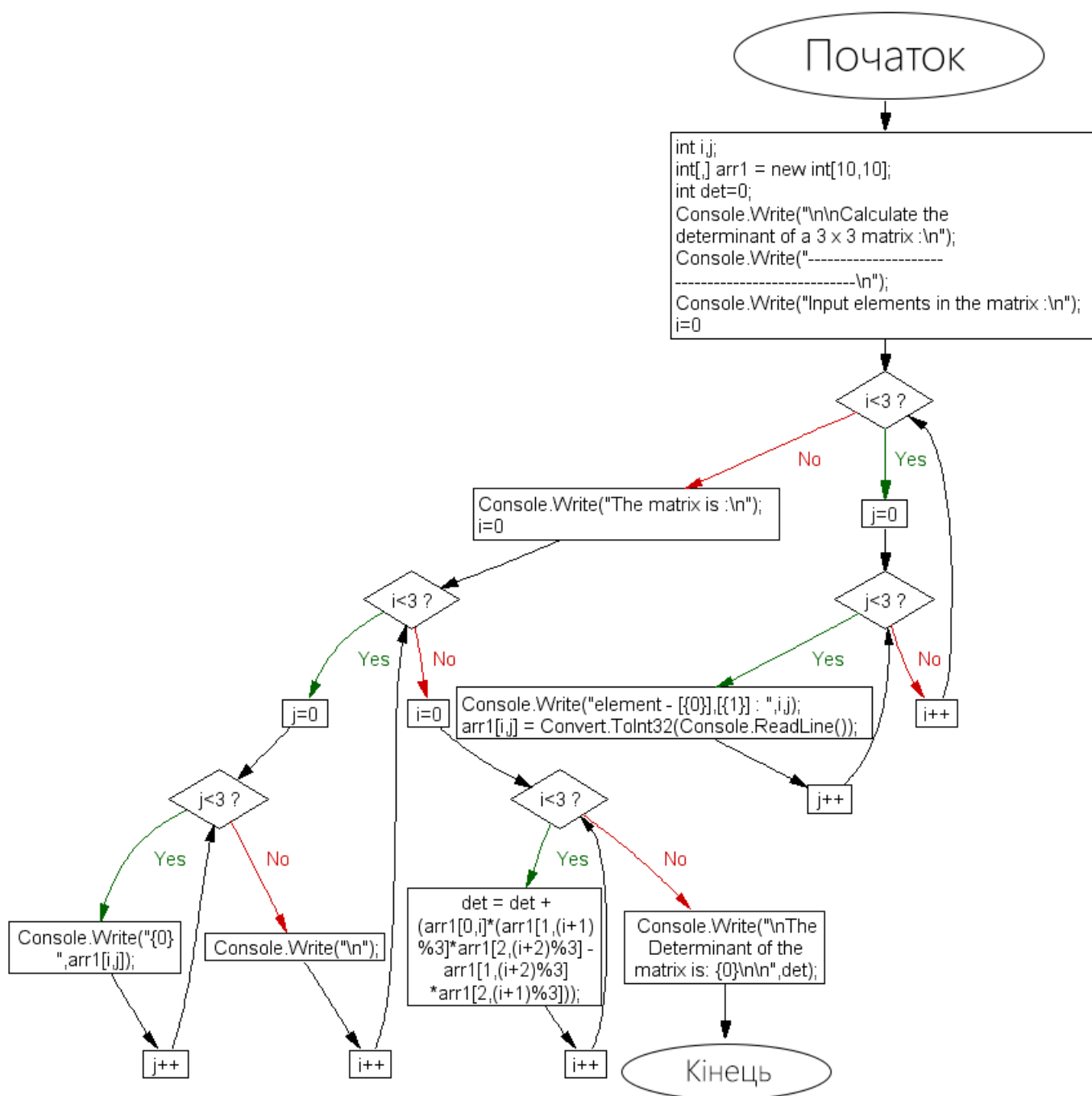


Рисунок 3.2.2 – Блок-схема алгоритм знаходження визначника матриці третього порядку

3.3. Опис мови програмування та технології, що будуть використовуватися при розробці

Для розробки програмного продукту буде використано мову програмування Microsoft Visual C#, відповідно, платформу .NET, інтегроване середовище розробки Microsoft Visual Studio 2021.

Вибір платформи .NET зумовлений рядом переваг:

- 1) Вся платформа .NET ґрунтується на єдиній об'єктно-орієнтованій моделі.
- 2) В склад платформи .NET входить «збиральник сміття», який звільняє ресурси, що захищає програми від втрат пам'яті і від необхідності звільняти ресурси.
- 3) Будь-яка програма, розроблена з допомогою .NET є автоматичною, в тому сенсі, що не залежить від інших програм та від ОС.
- 4) Встановлення може бути проведене звичайним копіюванням файлів.
- 5) Використання безпечних типів даних, що підвищує надійність програми та сумісність.
- 6) Програма взаємодіє з єдиною моделлю обробок помилок.
- 7) Програми, написані на різних мовах можуть легко взаємодіяти.
- 8) Абсолютно всі помилки оброблюються механізмом виключних ситуацій, що дозволяє запобігти неоднозначності, які виникали інколи при програмуванні під Win32.
- 9) Зручний спосіб повторного використання коду.
- 10) Можливість використання C# для написання динамічних web-сторінок ASP.NET.
- 11) Вбудована підтримка автоматичної генерації XML-документації.

Проте є і деякі недоліки, які не впливають на досягнення поставлених вимог та остаточного результату:

- Швидкість виконання коду менша приблизно на 5%, порівняно з мовою програмування C++.

- Необхідна наявність бібліотеки Framework.

Мова програмування C# найбільше відповідає C# платформі, у порівнянні з іншими мовами програмування, які входять до складу Visual Studio 2021 (Visual J#, Visual C++, Visual Basic), саме тому її використаємо для розробки програмного продукту.

2.3. Текст програми та її опис

Для запуску тренажера необхідно натиснути на цю іконку, яка намальована на картинку Рис. 2. 1.

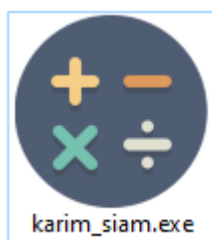


Рис. 2. 1. Іконку для запуску тренажера

Коли запускається тренажера (рис. 2. 1) на головну форму запуску тренажера є дві кнопки для зміни мови і на цю форму є меню наступними кнопками Рис. 2. 2. :

- Практичні завдання з теми «Визначник 2-го порядку» .
- Практичні завдання з теми «Визначник 3-го порядку» .
- Определитель второго порядков .
- Определитель третьего порядков .

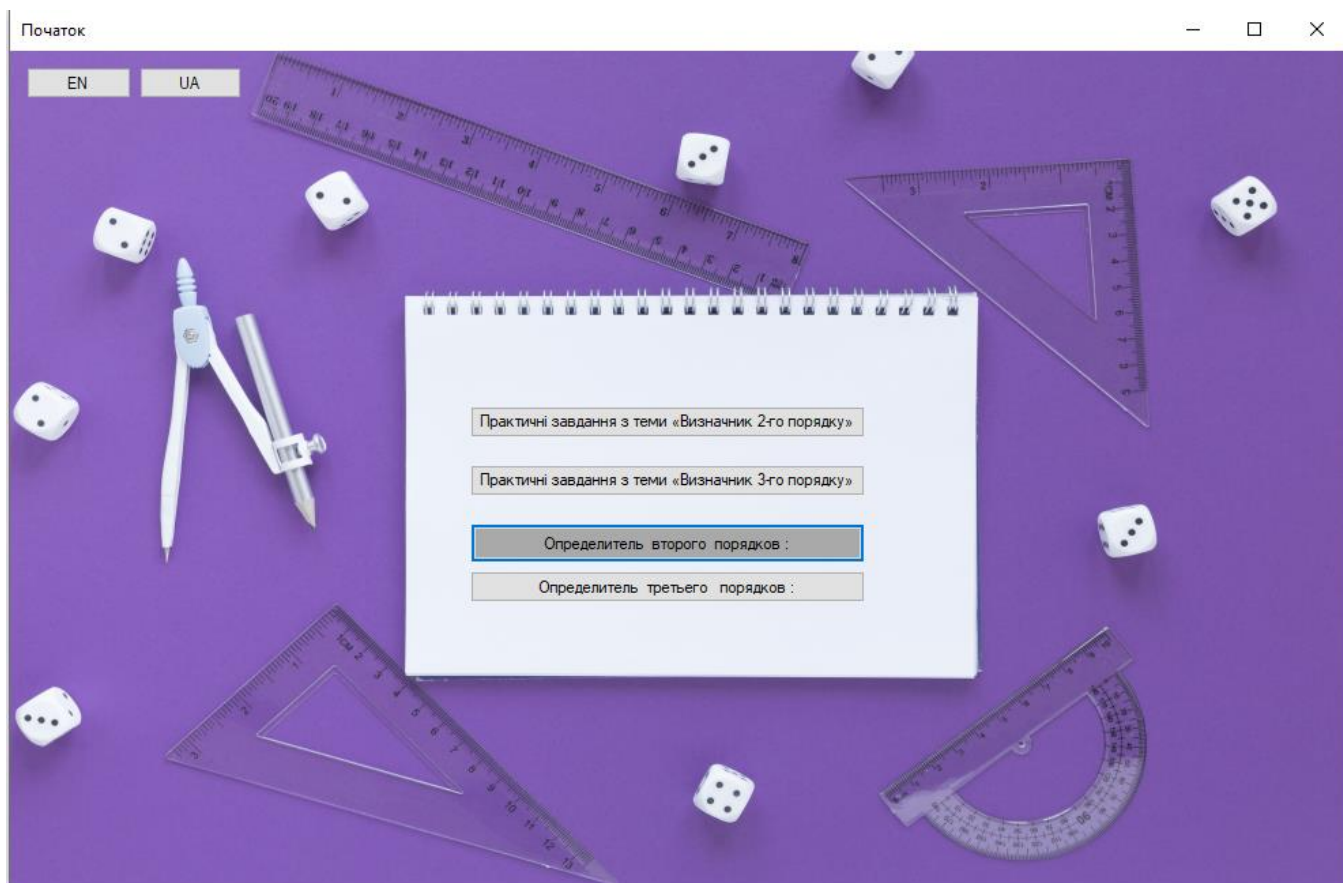


Рис. 2. 2. запуску тренажера, меню

На Рис. 2. 2. відображені дві верхні кнопки дані дві кнопки відповідають за зміну мови.

При натисканні на кнопку Практичні завдання з теми «Визначник 2-го порядку» : відкривається нам форма Рис. 2. 3.

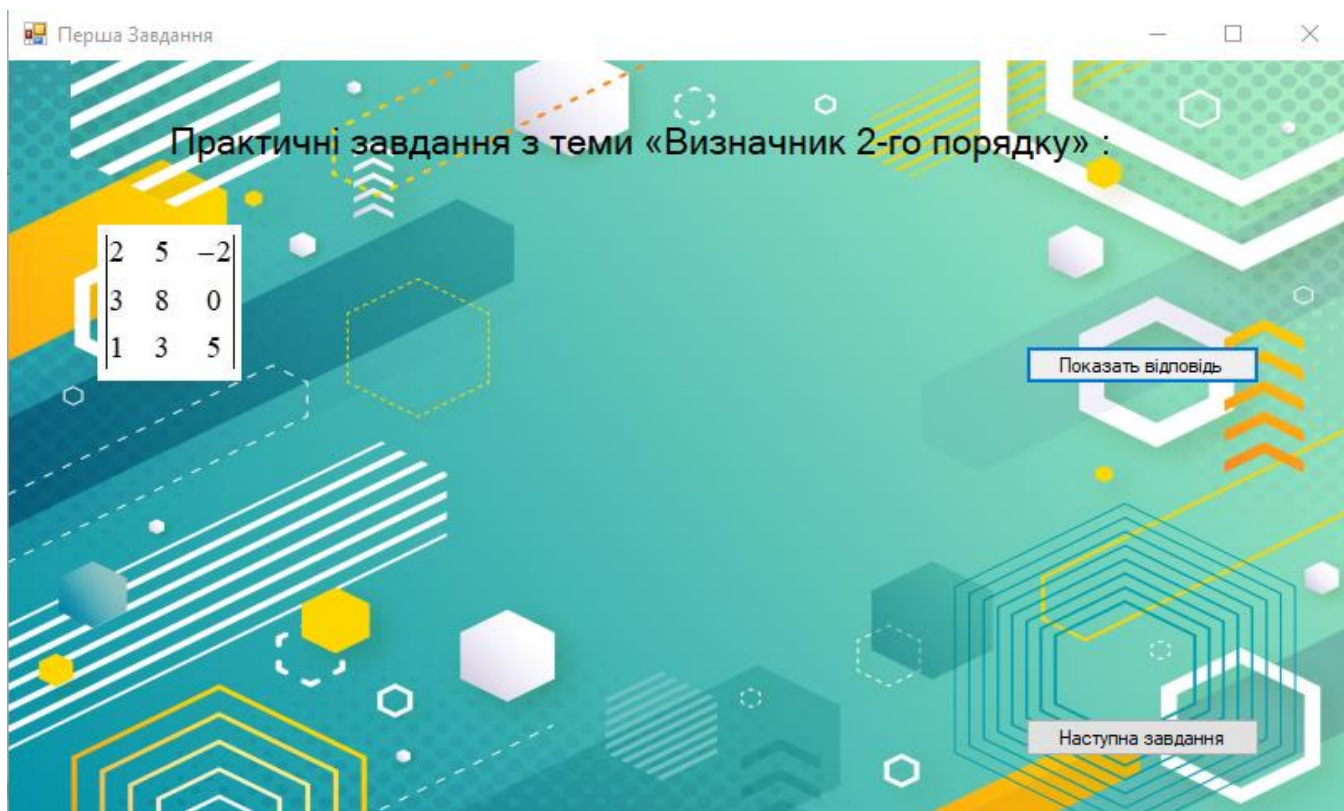


Рис. 2. 3. Завдання «Визначник 2-го порядку»

Для практичне завдання на цю форму є дві кнопки перша кнопка для показання відповіді до завдання Рис. 2. 4.

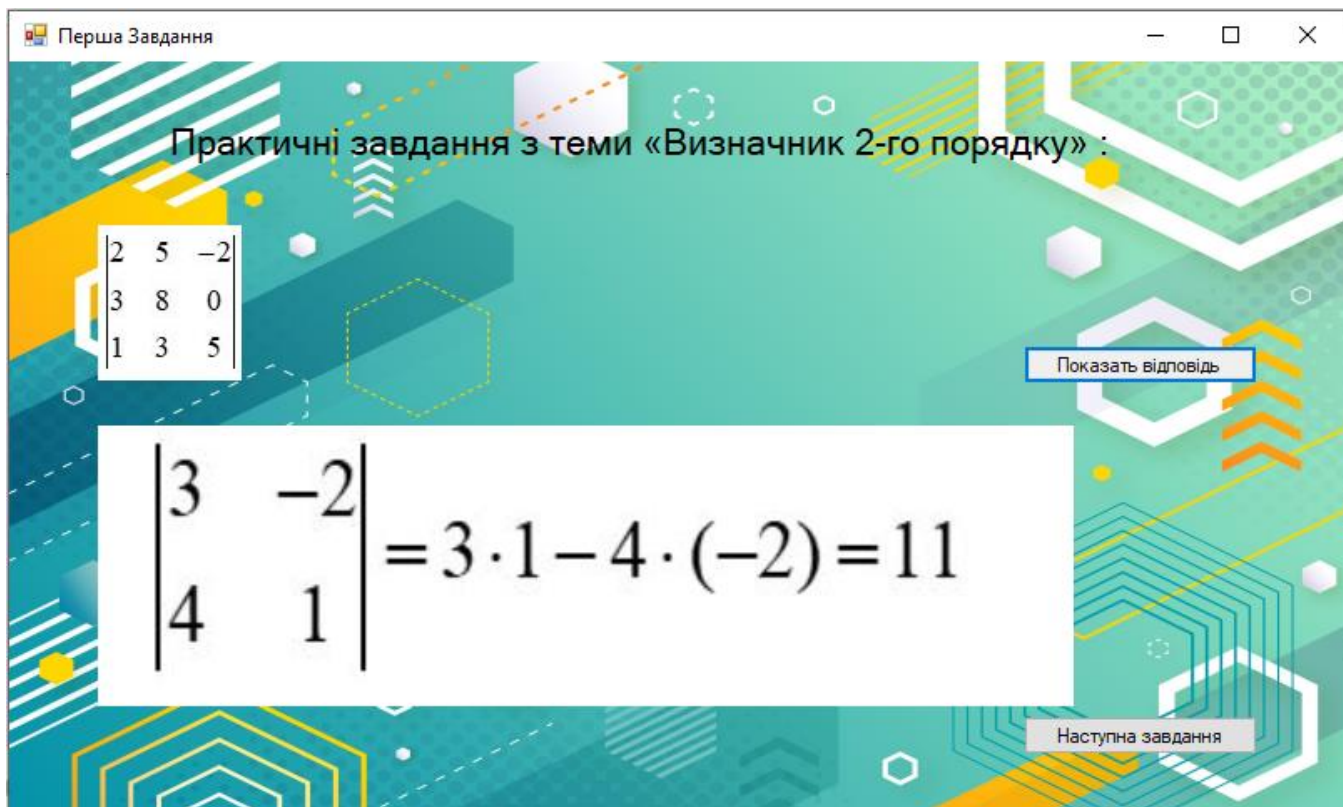


Рис. 2. 4. Відповіді до завдання

Друга кнопка переносить нас на наступне завдання Рис. 2. 5.

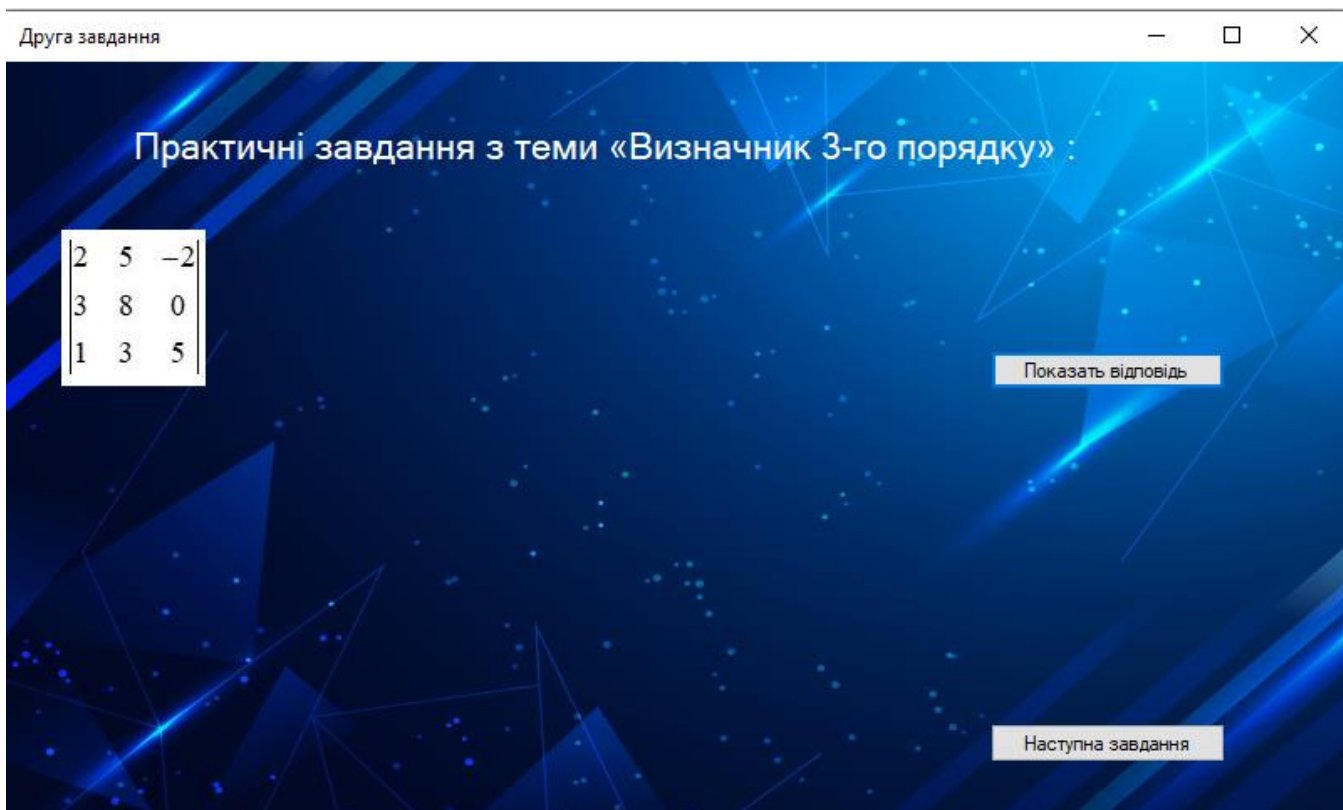


Рис. 2. 5. Наступне завдання

При натисканні на кнопку *практичні завдання з теми «Визначник 3-го порядку»* Рис. 2. 2. відкриється форма з практичну завдання на цю форму дві кнопки перше для показання відповіді Рис. 2. 6. Друга кнопка переносить нас на наступне завдання Рис. 2. 3.

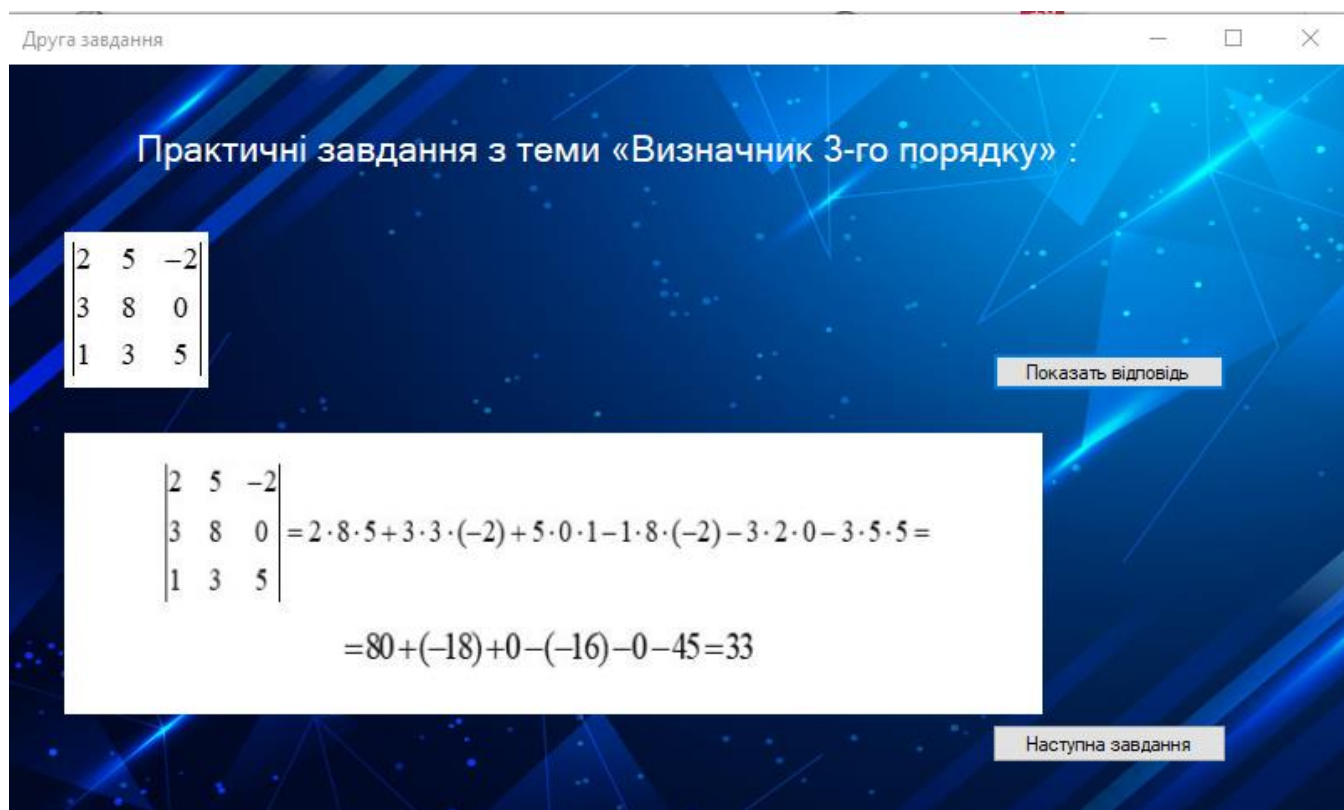


Рис. 2. 6. Практичні завдання з теми «Визначник 3-го порядку»

А коли натискаємо на кнопку *Визначник другого порядку*: відкривається нам калькулятор для вирішення завдань другого порядку Рис. 2. 7.

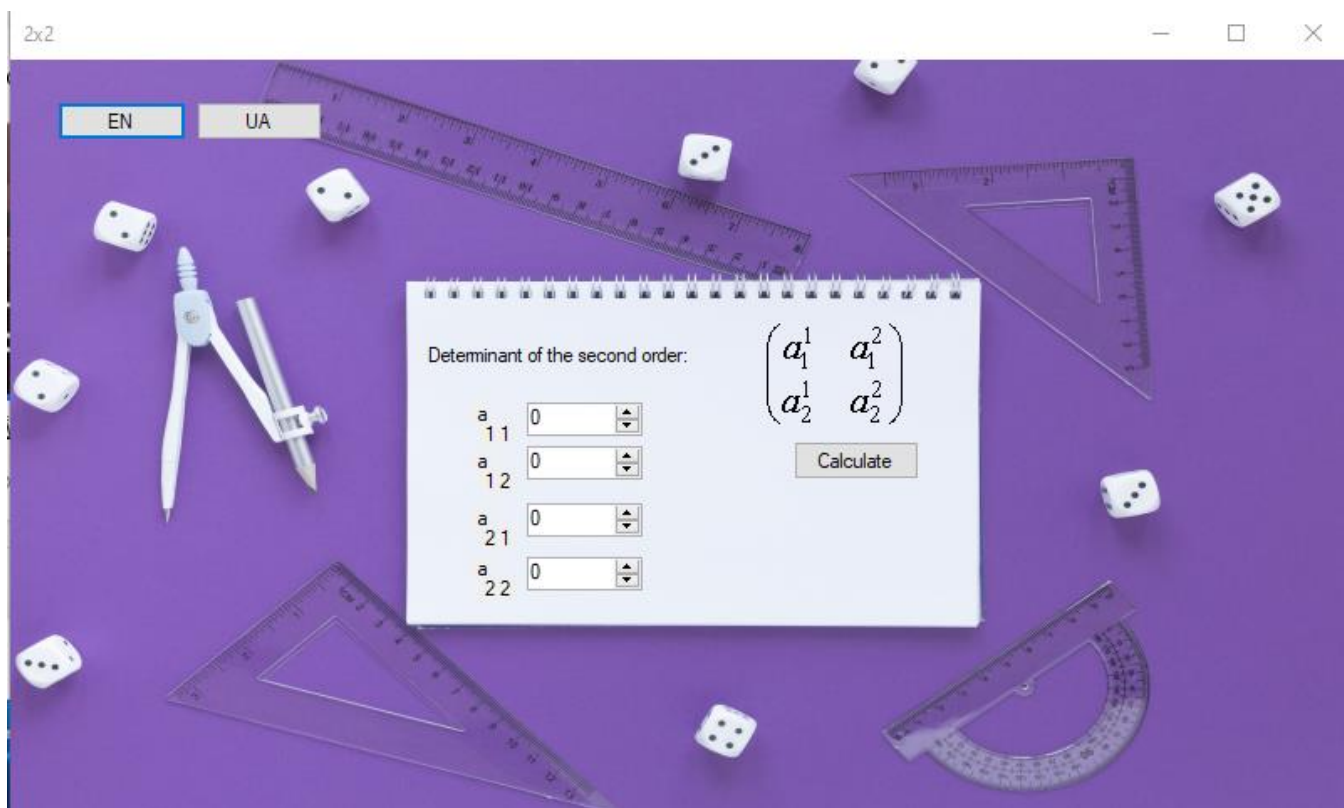


Рис. 2. 7. Калькулятор для вирішення завдань

Можна ввести числа і натиснути кнопку обчислити з'явиться відповідь на екран

Рис. 2. 8.

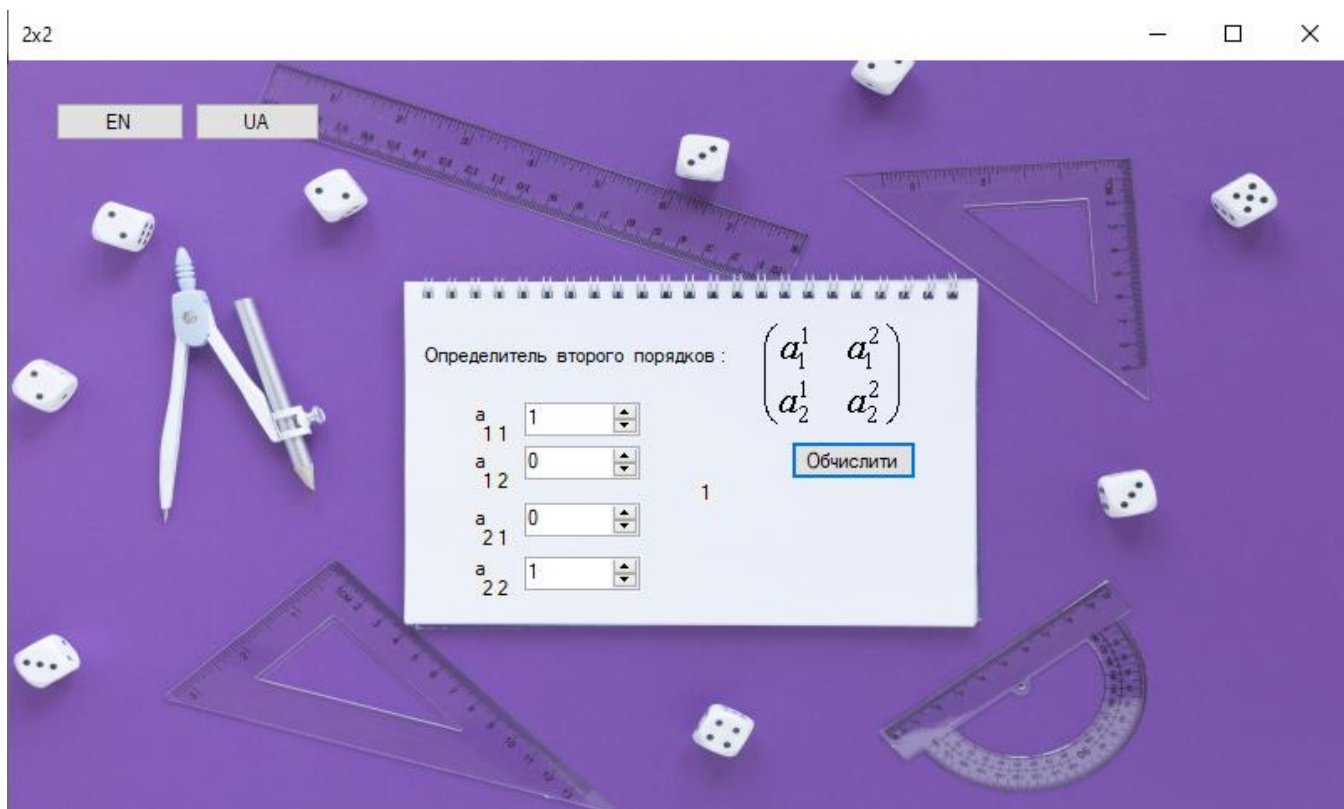


Рис. 2. 8. Відповідь

А коли натискаємо на кнопку Определитель третьего порядка : з Рис. 2. 2.

відкривається нам калькулятор для вирішення завдань другого порядку можна ввести числа і натиснути кнопку обчислити з'явиться відповідь на екран Рис. 2. 9.

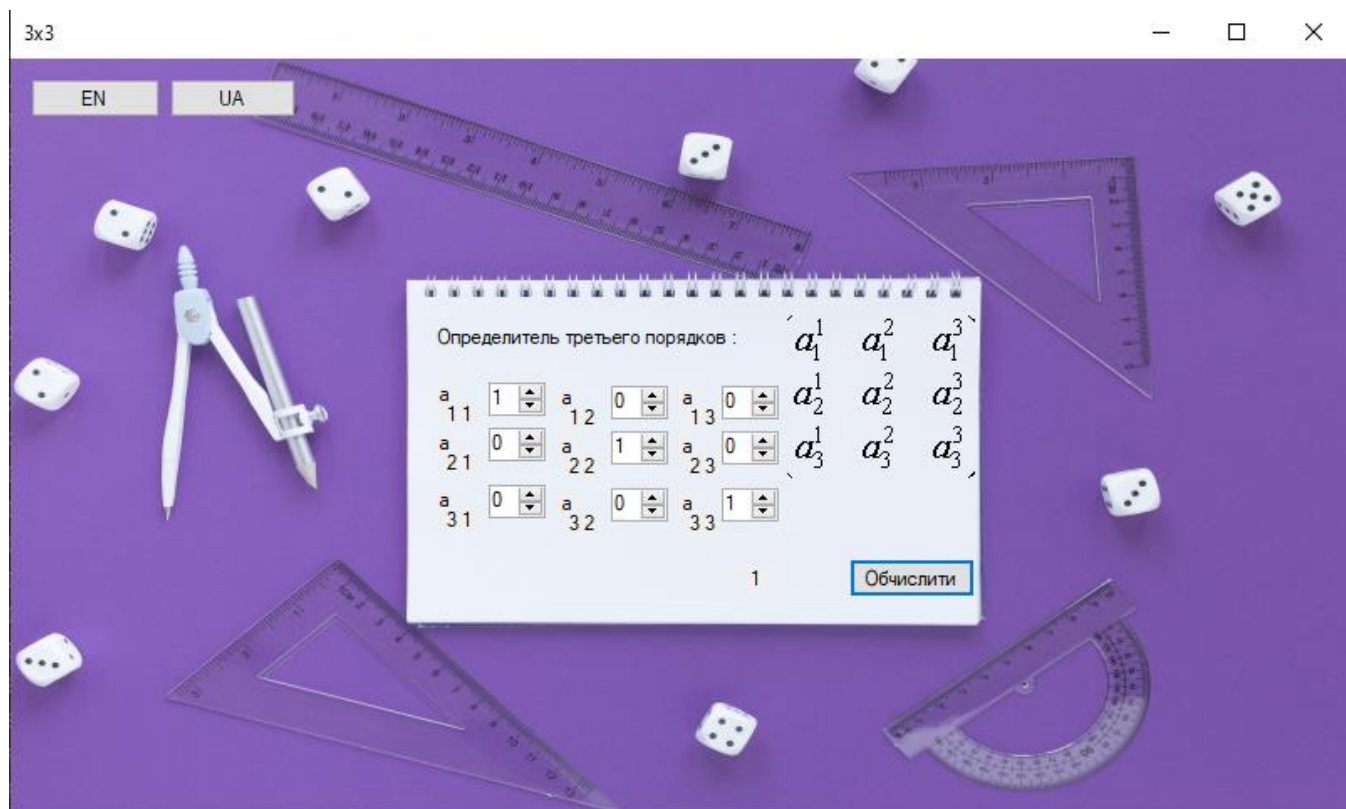


Рис. 2. 9. Определитель третьего порядка

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
namespace karim_siam {
    public partial class Form3 : Form {
        public Form3() { InitializeComponent(); }
        private void button1_Click(object sender, EventArgs e) {
            int i, j;
            int[,] arr1 = new int[10, 10];
            int det = 0;
            arr1[0, 0] = Convert.ToInt32(numericUpDown1.Value);
            arr1[0, 1] = Convert.ToInt32(numericUpDown7.Value);
            arr1[0, 2] = Convert.ToInt32(numericUpDown10.Value);
            arr1[1, 0] = Convert.ToInt32(numericUpDown3.Value);
            arr1[1, 1] = Convert.ToInt32(numericUpDown6.Value);
            arr1[1, 3] = Convert.ToInt32(numericUpDown9.Value);
            arr1[2, 0] = Convert.ToInt32(numericUpDown3.Value);
            arr1[2, 1] = Convert.ToInt32(numericUpDown5.Value);
            arr1[2, 2] = Convert.ToInt32(numericUpDown8.Value);
            for (i = 0; i < 3; i++) {
                det = det + (arr1[0, i] * (arr1[1, (i + 1) % 3] * arr1[2, (i + 2) % 3] - arr1[1, (i + 2) % 3] *
arr1[2, (i + 1) % 3]));
            }
            string myresult = det.ToString();
            label5.Text = myresult;
            // Console.WriteLine("The Determinant of the matrix is: {0}\n\n", det);
        }
    }
}

```

Рис. 2. 10. код цього форма

ВИСНОВОК

В ході виконання дипломної роботи виконано основне завдання, а саме розроблено алгоритм елементів програмного забезпечення тренажера з теми «Визначники» дистанційного навчального курсу «Алгебра та геометрія. Частина 1».

Виконані основні завдання роботи:

- описано постановку задачі дипломної роботи;
- наведено основні поняття з теми для використання в тренажеру;
- розроблено алгоритм роботи елементів програмного забезпечення тренажера та складено його блок-схему;
- описано мову програмування та технології, що будуть використовуватися при розробці.

СПИСОК ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Графический интерфейс пользователя [Электронный ресурс]: Режим доступа:
2. C Sharp (с#) [Электронный ресурс] / Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. Режим доступу: https://uk.wikibooks.org/wiki/C_Sharp.
3. Java и C Sharp (с#) Сравнение [Электронный ресурс] / Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Сравнение_C_Sharp_и_Java.
4. Графический интерфейс пользователя [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Графический_интерфейс_пользователя – Название с экрана.
5. Ємець О. О. Методичні рекомендації щодо оформлення пояснювальних записок до дипломної роботи для студентів за освітньою програмою «Комп'ютерні науки» — Полтава: РВВ ПУЕТ, 2017. — 69 с.
6. Лінійна алгебра та аналітична геометрія: Навч. Посібник / В. В. Булдігін, І. В. Алексєєва, В. О. Гайдей, О. О. Диховичний, Н. Р. Коновалова, Л. Б. Федорова; за ред. проф. В. В. Булдігіна. — К.: ТВіМС, 2011. — С. 18-26.
7. Математика ON-LINE. Інформаційний навчальний ресурс. Лекція № 2. Визначники, їх властивості [Електронний ресурс].
8. Визначники, їх властивості та обчислення Матриці и Дії з матрицями. [Електронний ресурс] <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA>.

ДОДАТОК А. КОД ПРОГРАМИ

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;

namespace karim_siam
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        public Form1()
        {
            InitializeComponent();
        }

        private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            var f2 = new Form2();
            f2.Show();
        }

        private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            var f2 = new Form3();
            f2.Show();
        }

        private void button4_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            button2.Text = "Determinant of the third order";
            /*Определитель третьего порядков:*/
            button1.Text = "Determinant of the second order";
            button5.Text = "Practical tasks on the topic Determinant of the 3rd order ";
            button6.Text = "Practical tasks on the topic Determinant of the 2nd order";
        }
    }
}

```



```

private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
{
    button1.Text = "Определитель второго порядков:";

    button2.Text = "Определитель третьего порядков:";
    button5.Text = "Практичні завдання з теми «Визначник 3-го порядку» ";
    button6.Text = "Практичні завдання з теми «Визначник 2 - го порядку» ";
}

private void button5_Click(object sender, EventArgs e)
{
    var f2 = new Form4();
    f2.Show();
}

private void button6_Click(object sender, EventArgs e)
{
    var f2 = new Form5();
    f2.Show();
}

private void button7_Click(object sender, EventArgs e)
{
    var f2 = new Form2();
    f2.Show();
}
}

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;

namespace karim_siam
{
    public partial class Form2 : Form
    {
        public Form2()
        {
            InitializeComponent();
        }
    }
}

```

```

    }

    private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        // var f2 = new Form2();
        //f2.Show();

        var n11 = numericUpDown1.Value;
        var n12 = numericUpDown2.Value;
        var n21 = numericUpDown3.Value;
        var n22 = numericUpDown4.Value;

        var determinant = (n11 * n22) - (n21 * n12);
        string myresult = determinant.ToString();
        label5.Text = myresult;

    }

    private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        button1.Text = "Calculate";
        label10.Text = "Determinant of the second order:";

    }

    private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        button1.Text = "Обчислити";
        label10.Text = "Определитель второго порядков:";

    }
}

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;

namespace karim_siam
{

```

```

public partial class Form3 : Form
{
    public Form3()
    {
        InitializeComponent();
    }

    private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        int i, j;
        int[,] arr1 = new int[10, 10];
        int det = 0;
        arr1[0, 0] = Convert.ToInt32(numericUpDown1.Value);
        arr1[0, 1] = Convert.ToInt32(numericUpDown7.Value);
        arr1[0, 2] = Convert.ToInt32(numericUpDown10.Value);

        arr1[1, 0] = Convert.ToInt32(numericUpDown3.Value);
        arr1[1, 1] = Convert.ToInt32(numericUpDown6.Value);
        arr1[1, 3] = Convert.ToInt32(numericUpDown9.Value);

        arr1[2, 0] = Convert.ToInt32(numericUpDown3.Value);
        arr1[2, 1] = Convert.ToInt32(numericUpDown5.Value);
        arr1[2, 2] = Convert.ToInt32(numericUpDown8.Value);

        for (i = 0; i < 3; i++) {
            det = det + (arr1[0, i] * (arr1[1, (i + 1) % 3] * arr1[2, (i + 2) % 3] - arr1[1, (i + 2)
% 3] * arr1[2, (i + 1) % 3]));
        }
        string myresult = det.ToString();
        label5.Text = myresult;
        // Console.WriteLine("\nThe Determinant of the matrix is: {0}\n\n", det);
    }

    private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        button1.Text = "Calculate";
        label10.Text = "Determinant of the third order:";
    }

    private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        button1.Text = "Обчислити";
        label10.Text = "Определитель третьего порядков :";
    }
}

```

```

    }
}
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;

namespace karim_siam
{
    public partial class Form4 : Form
    {
        public Form4()
        {
            InitializeComponent();
        }

        private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            pictureBox2.Visible = true;
        }

        private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            var f2 = new Form5();
            f2.Show();
            this.Close();
        }
    }
}
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;

```

```

using System.Windows.Forms;

namespace karim_siam
{
    public partial class Form7 : Form
    {
        public Form7()
        {
            InitializeComponent();
        }

        private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            pictureBox2.Visible = true;
        }

        private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            var f2 = new Form4();
            f2.Show();
            this.Close();
        }
    }
}

```

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;

namespace karim_siam
{
    public partial class Form3 : Form
    {
        public Form3()
        {
            InitializeComponent();
        }

        private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            int i, j;
            int[,] arr1 = new int[10, 10];
            int det = 0;
            arr1[0, 0] = Convert.ToInt32(numericUpDown1.Value);
            arr1[0, 1] = Convert.ToInt32(numericUpDown7.Value);
            arr1[0, 2] = Convert.ToInt32(numericUpDown10.Value);

```

```

arr1[1, 0] = Convert.ToInt32(numericUpDown3.Value);
arr1[1, 1] = Convert.ToInt32(numericUpDown6.Value);
arr1[1, 3] = Convert.ToInt32(numericUpDown9.Value);

arr1[2, 0] = Convert.ToInt32(numericUpDown3.Value);
arr1[2, 1] = Convert.ToInt32(numericUpDown5.Value);
arr1[2, 2] = Convert.ToInt32(numericUpDown8.Value);

for (i = 0; i < 3; i++)
{
    det = det + (arr1[0, i] * (arr1[1, (i + 1) % 3] * arr1[2, (i + 2) % 3] - arr1[1,
(i + 2) % 3] * arr1[2, (i + 1) % 3]));
}
string myresult = det.ToString();
label5.Text = myresult;
// Console.Write("\nThe Determinant of the matrix is: {0}\n\n", det);
}

private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
{
    button1.Text = "Calculate";
    label10.Text = "Determinant of the third order:";
}

private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
{
    button1.Text = "Обчислити";
    label10.Text = "Определитель третьего порядков :";
}
}
}

```