

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Факультет математики і інформатики
Кафедра теоретичної та прикладної інформатики

Кваліфікаційна робота

бакалавр

на тему:

**“РОЗРОБКА ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ КОНСТРУЮВАННЯ ТА ЗАПОВНЕННЯ
МАГІЧНИХ КВАДРАТІВ”**

Виконав: студент 4 курсу, групи МФ-41
спеціальність 122 «Комп’ютерні науки» освітньо-
професійна програма «Інформатика»

Кацель В.С.

Керівник к. ф. м. н. , доцент Зарецька І. Т.
Рецензент: вчитель Харківського
приватного ліцею "Школа "Ранок",
голова відділу інформатики видавництва "Ранок»,
Корнієнко М. М.

Харків – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. Формулювання мети, задач та обґрунтування актуальності теми	3
ОСНОВНА ЧАСТИНА	6
Постановка задачі	6
РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ НАЯВНИХ РІШЕНЬ	7
1.1 Tramsum.org	7
1.2 Magic Square Generator	9
1.3 Порівняльна характеристика	11
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНА БАЗА	12
2.1 Визначення магічного квадрата та магічної константи	12
2.2 Класифікація магічних квадратів	12
2.3 Алгоритми для побудови магічних квадратів	16
2.4 Алгоритми для побудови магічних квадратів непарних порядків	16
2.5 Алгоритм для побудови магічних квадратів парних порядків	18
2.6 Підсумковий огляд теорії	19
РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ЗАСТОСУНКУ	27
3.1. Вимоги до системи	27
3.2. Діаграма Use Case	28
3.3. Огляд архітектури IZZI	29
3.4. Огляд наявних функціональних можливостей платформи	30
3.5. Функціональність реалізованого додатку	31
ВИСНОВКИ	34
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	35

ВСТУП

1. Формулювання мети, задач та обґрунтування актуальності теми

Світ математики та інформатики включає в себе величезну кількість проблем, задач та загадок, що потребують роботи із числами та застосування логіки, але при цьому будуть цікаві та зрозумілі й звичайним людям, які не є науковцями та просто мають інтерес до математики. Магічні квадрати – одна з таких головоломок. Вона полягає у розстановці n^2 різних чисел у таблиці розміру $n \times n$ таким чином, щоб суми по рядках, стовпчиках, головній та побічній діагоналях були рівні.

Зі стародавніх часів видатні діячі різних країн намагалися вивчати та досліджувати проблему побудови магічних квадратів та її оптимізації. Серед найвизначніших представників можна виокремити:

- Альбрехт Дюрер – митець та математик, чия картина «Меланхолія» стала першим зображенням магічного квадрата у Європі.
- Сімон де ла Лубер – французький письменник та математик, що займався вивченням методів побудови магічних квадратів. Його алгоритм побудови магічних квадратів непарних порядків і понині залишається одним із найпоширеніших, а також оптимальних та простих.
- Клод Гаспар Баше – французький поет, математик та лінгвіст. Він був одним із перших, хто запропонував альтернативу методу Сімона де ла Лубера.
- Філіп де ля Гір – французький художник, математик, астроном та архітектор, якому вдалося описати універсальний метод побудови магічних квадратів одинарно та подвійно парних порядків, а також непарних.

Ними досліджувались числові ряди, на яких можна будувати такі квадрати, особливі способи розміщення чисел у квадратах, а також класи та підкласи задач про магічні квадрати.

У наші часи магичні квадрати є досить популярною та цікавою математичною загадкою, як для дорослих, так і для дітей. Але виникає проблема доступного та цікавого донесення концепції та властивостей цих математичних структур. Рішення пропонують різноманітні освітні платформи.

Однією із таких є IZZI – сучасна навчальна платформа, що розроблена та підтримується командою фахівців із Хорватії. Українське видавництво «Ранок» співпрацює із цією платформою для створення цікавих та інтерактивних уроків для дітей.

На базі навчальної літератури видавництва та технічних можливостей платформи розробляються різноманітні модулі веб-додатку, що являють собою інтерактивні завдання для дітей, студентів та викладачів.

Метою цієї дипломної роботи є розробка та реалізація веб-додатка, який генерує магичні квадрати з доповненням по магичній константі та задовольняє всім вимогам видавництва «Ранок» та платформи IZZI.

Актуальність даної роботи обґрунтована необхідністю розширення асортименту інтерактивних ресурсів освітньої платформи IZZI та видавництва "Ранок". Асортимент інтерактивних завдань вже включає ряд задач на побудову нормальних магичних квадратів, та ця робота розглядає можливість створення таких завдань для ненормальних магичних квадратів.

Окрім того, тематика даної роботи є важливою для насичення навчального процесу новими видами завдань та підвищення рівня зацікавленості учнів у навчальному процесі на уроках математики.

Задачі даної роботи полягають у:

1. Визначенні вимог видавництва «Ранок» та платформи IZZI до системи.
2. Дослідженні, вивченні, адаптації та застосуванні основних методів та алгоритмів побудови магичних квадратів.
3. Розробці архітектури та дизайну, враховуючи вимоги та теоретичні відомості.

4. Реалізації веб-додатку на основі вивчених вимог та алгоритмів.

В результаті виконання дипломної роботи:

1. Було досліджено основні алгоритми побудови магічних квадратів.
2. Було досліджено властивості магічної константи.
3. Було визначено основні вимоги видавництва та інтерактивної платформи до застосунку.
4. Було розроблено застосунок для конструювання та заповнення магічних квадратів.
5. Застосунок було додано до репозиторію навчальних ресурсів видавництва «Ранок» та вже використовується у школах України.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Постановка задачі

Розробка будь-якого застосунку починається із вивчення наявних рішень для формування загального уявлення про те, що вже є. Також важливою є стадія аналізу: виявлення переваг та недоліків запропонованих рішень, врахування отриманих відомостей при проектуванні.

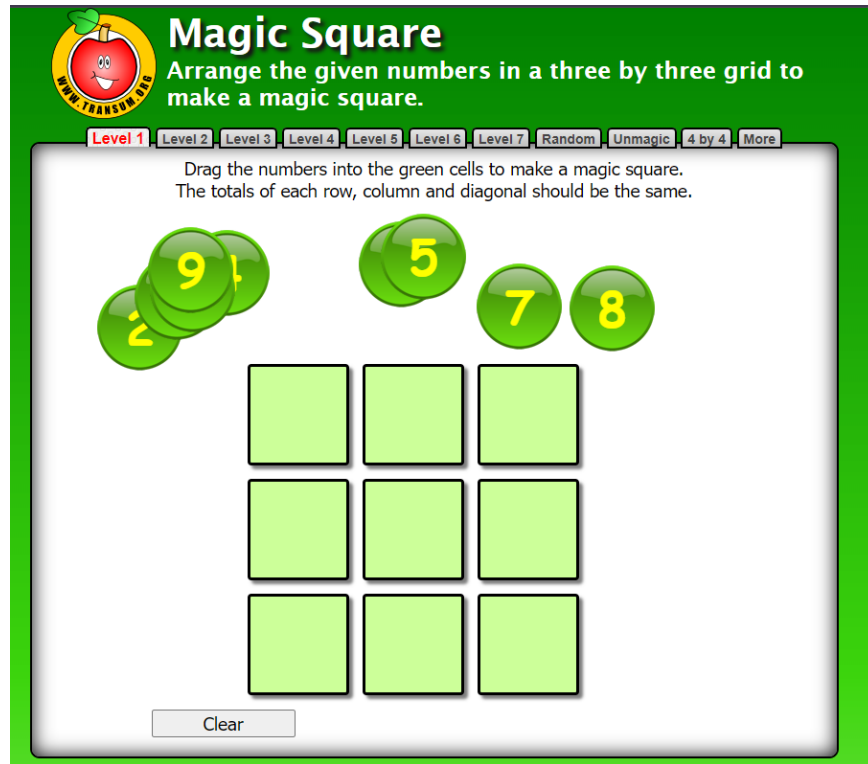
Так як цей застосунок передбачатиме роботу із математичною структурою – магічним квадратом, необхідним також є дослідження математичної бази: означень, властивостей та термінології. Можуть знадобитися відомості про послідовності та їх суми.

Цільова аудиторія та її потреби, а також запит замовника, є визначними у формуванні переліку вимог до системи та функціональних можливостей.

Отже, **основна задача** цієї роботи може бути сформульована наступним чином: розроблення застосунку на основі дослідження наявних рішень та теоретичної бази, що буде задовольняти потребам користувачів та вимогам видавництва “РАНОК” і інтерактивної платформи IZZI.

РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ НАЯВНИХ РІШЕНЬ

1.1 Tramsun.org – інтерактивна онлайн-платформа для вирішення логічних задач. І в тому числі магічних квадратів 3 x 3 . Вона зустрічає користувача досить простим та зрозумілим інтерфейсом:

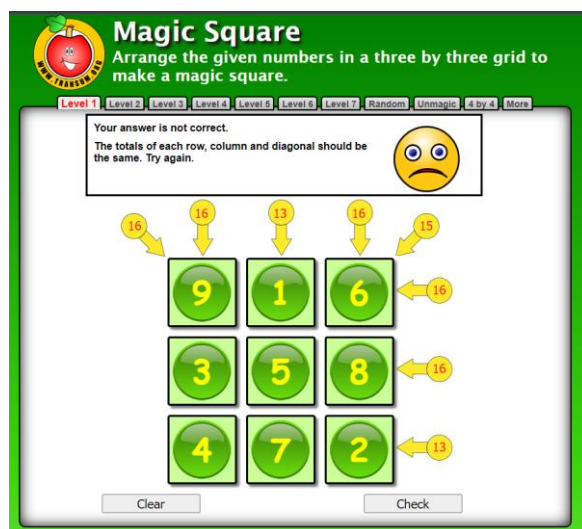


Мал. 1 – Початкова конфігурація інтерфейсу

Можна помітити, що додаток пропонує кілька різних рівнів складності, випадковий вибір складності та спеціальні рівні: обернений до магічного – треба скласти квадрат, суми в якому не дорівнюють, а також пропонує заповнити квадрат 4 на 4.

Також було досліджено, як реагує застосунок на правильні та неправильні рівні:

- У разі успіху – з'являється червона вивіска із повідомленням про успішний розв'язок задачі.
- У разі помилки – користувач бачить повідомлення про помилку.

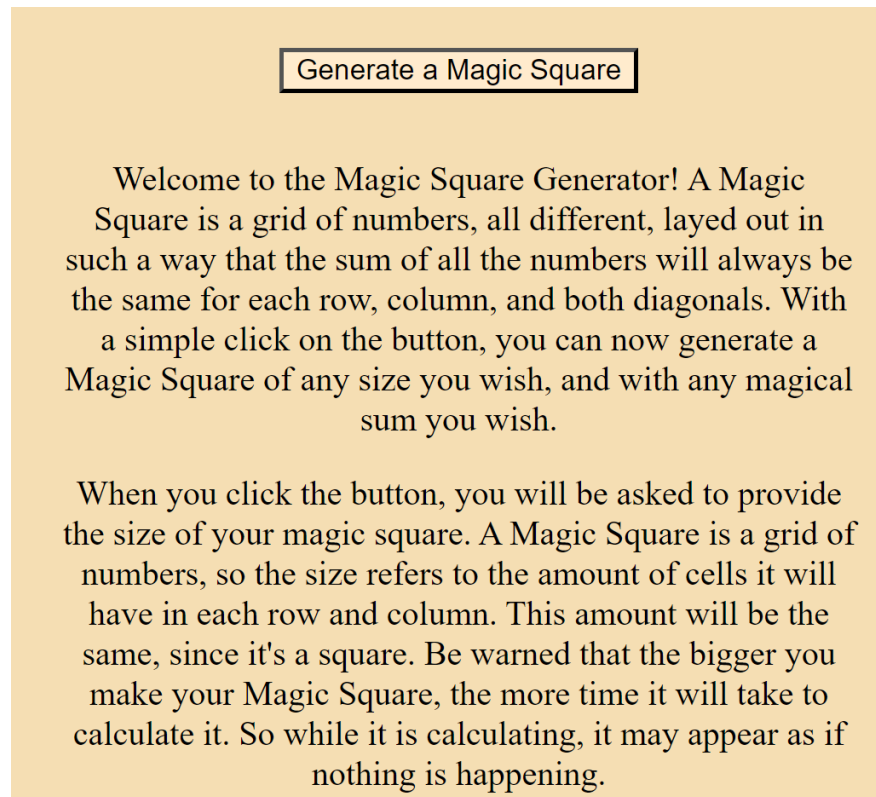


Мал. 2.1-2.2 – Повідомлення про успішне проходження та повідомлення про помилку.

Загалом інтерфейс не містить зайвих деталей, але має кілька недоліків:

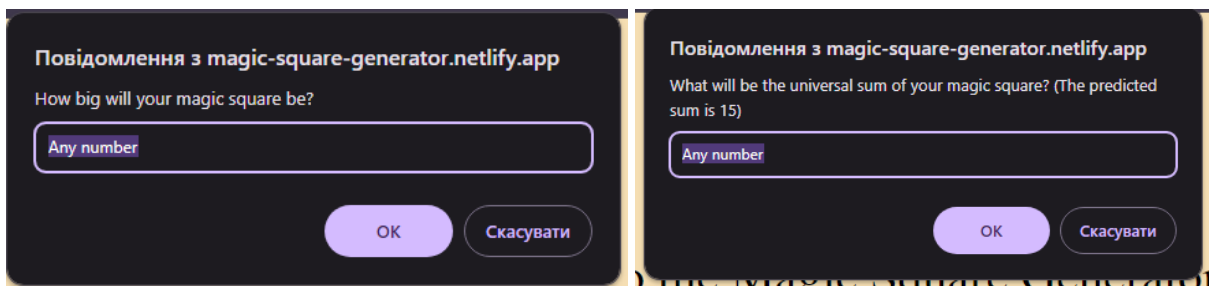
- Повідомлення про успіх на червоному тлі, що свідчить про те, що цей інтерфейс не є нативним, адже із червоним кольором зазвичай асоціюють помилки.
- Повідомлення про успіх друкується білим кольором на червоному тлі, що суперечить базовим принципам дизайну: балансу та контрасту.
- Повідомлення про помилку – навпаки не містить акценту, що робить інтерфейс менш зрозумілим.

1.2 Magic Square Generator – самостійний веб-додаток, що генерує магічний квадрат по заданій магічній константі та порядку. Користувача зустрічає досить простий та мінімалістичний інтерфейс: кнопка для генерації та опис.



Мал. 3 – Початковий екран.

Після натискання кнопки «Generate a Magic Square» один за одним з'являються спливаючі вікна: перше пропонує задати розмір квадрата, друге – магічну константу.



Мал. 4.1-4.2 – Спливаючі вікна.

Generate a Magic Square

8.33	1.33	6.33
3.33	5.33	7.33
4.33	9.33	2.33

Мал. 5 – Підсумкова конфігурація.

Можна зробити кілька висновків стосовно додатку:

- Його інтерфейс є простим та мінімалістичним, що свідчить про його зрозумілість.
- Він розрахований лише на одну задачу, що позбавляє користувача різноманітності.
- Не завжди квадрат заповнюється цілими числами, що може ускладнити роботу із ним для дітей.

1.3 Порівняльна характеристика

Підсумувати та структурувати отримані результати можна за допомогою наступної таблиці:

Особливості	Tramsum.org	Magic Square Generator	Додаток до розробки
Інтерфейс	Простий, зрозумілий, але із значними недоліками та порушеннями основних принципів дизайну	Простий, мінімалістичний	Простий та мінімалістичний
Рівні	7 рівнів складності із 4 додатковими рівнями для фіксованого порядку	Одноразове генерування магічного квадрата різних порядків та на різних початкових значеннях без побудови	3 рівні складності для 7 порядків із випадковим вибором початкових значень (близько 2100 варіантів завдань)
Реакція на успіх/помилку	Червона вивіска при успіху, неконтрастне повідомлення про помилку	Відсутня	Нативні повідомлення: червоне при помилці, зелене при успіху.
Використання для дітей	Можуть виникнути труднощі із розумінням та виконанням завдань через відсутність локалізації та помилки у дизайні	Допускає раціональні числа, із чим впоратись деяким дітям може бути важко	Має досить широкий асортимент, як для дітей, так і для старших вікових категорій
Наявність української локалізації	Відсутня	Відсутня	Наявна
Відповідність вимогам видавництва «Ранок» та інтерактивної платформи IZZI	✗	✗	✓

РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНА БАЗА

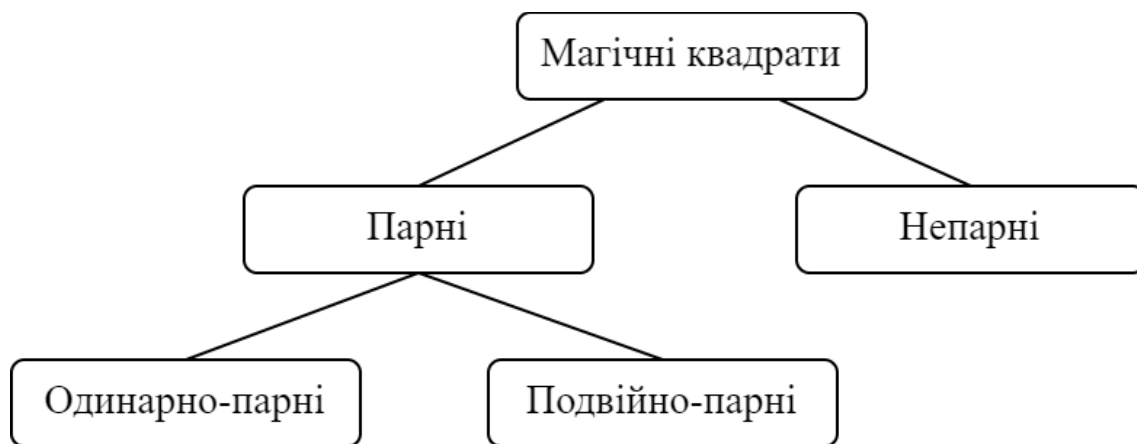
2.1 Визначення магічного квадрата та магічної константи

Магічним квадратом будемо називати матрицю розміру $n \times n$, що складається із n^2 різних чисел, таких що, суми рядків, стовпчиків та діагоналей рівні. Ці суми дорівнюють M – *магічній константі*. Варто зазначити, що мінімальний можливий порядок, або ж розмірність, квадрата – це 3, тобто $n \geq 3$.

Будь-яку квадратну матрицю, побудовану за цими правилами, можна вважати магічним квадратом.

2.2 Класифікація магічних квадратів

Магічний квадрат може бути класифікований багатьма способами. Наприклад, в залежності від порядку виділяють кілька типів магічних квадратів:



Мал. 6 Діаграма - Класифікація магічних квадратів за їх порядком

У *непарних* магічних квадратів порядок являє собою непарне число, тобто $n = 2k + 1$, де k – ціле.

Парні магічні квадрати поділяють на:

- *Одинарно-парні*, їх порядок є парним числом, але не ділиться на 4, тобто $n = 2k$, де k – непарне.

- **Подвійно-парні**, їх порядок ділиться на 4, тобто $n = 2k + 2$, де k – непарне.

Крім того, виділяють два основні типи магічних квадратів в залежності від того, на яких елементах вони побудовані:



Мал. 7 Діаграма - Класифікація магічних квадратів за їх елементами

Нормальними магічними квадратами називають квадрати, що побудовані на натуральних числах від 1 до n^2 .

У випадку нормальних магічних квадратів, M розраховується за формулою:

$$M(n) = \frac{n(n^2 + 1)}{2} \quad (1)$$

Розглянемо приклад нормального магічного квадрату порядку 3:

8	1	6
3	5	7
4	9	2

Згідно із формулою (1):

$$M(3) = \frac{3(3^2 + 1)}{2} = 15$$

Відповідно, маємо $M = 15$, можемо переконатися в цьому перерахувавши суму деяких стовпчиків вручну:

$$\begin{aligned}
 8 + 3 + 4 &= 1 + 5 + 9 = 6 + 7 + 2 = 8 + 5 + 2 = 6 + 5 + 4 = 8 + 1 + 6 = 3 + 5 + 7 \\
 &= 4 + 9 + 2 = 15 = M(3)
 \end{aligned}$$

Формула (1) слідує з формули суми арифметичної прогресії:

$$S_n = \frac{n(a_1 + a_n)}{2} (2)$$

Сума усіх чисел, з яких побудований магічний квадрат, являє собою збільшену у n разів магічну константу. У загальну суму увійдуть по одному разу підсуми по усіх рядках або стовпчиках, які й є магічними константами за визначенням, яких у точності n .

Тобто маємо наступну рівність:

$$M(n) = \frac{S_{n^2}}{n} (3)$$

Після спрощення (3) матимемо:

$$M(n) = \frac{n(n^2 + 1)}{2}$$

Відповідно, отримали формулу (1), що доводить обґрунтованість та доцільність її використання у контексті нормальних магічних квадратів.

Ненормальні магічні квадрати – це квадрати, побудовані на будь-яких числових рядах, окрім натуральних чисел від 1 до n^2 . Тобто, за своїм визначенням, множина ненормальних магічних квадратів – є доповненням множини нормальних.

Щодо магічної константи, то неможливо остаточно визначити її у випадку, коли ряд береться довільний. Позначимо S як суму усіх елементів, тобто

$$S = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n a_{ij} (4), \text{ де}$$

a_{ij} – елемент магічного квадрата, що стоїть у i -му рядку та j -му стовпчику.

Підставивши (4) у (3) матимемо:

$$M(n) = \frac{S}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n a_{ij} (5)$$

Розглянемо кілька прикладів ненормальних магічних квадратів та їх констант:

1) **Кратні магічні квадрати** – квадрати, що побудовані множенням нормальних магічних квадратів на довільну сталу k відміну від нуля.

Розглянемо магічну константу. Не важко помітити, що при збільшенні кожного числа у k разів, сума усіх елементів теж збільшується у таку ж кількість разів. Тобто

$$S = kS_{n^2}$$

Звідки магічна константа:

$$M(n) = k \frac{n(n^2 + 1)}{2}$$

2) *Зіставні за модулем магічні квадрати* – це квадрати, що побудовані на арифметичних прогресіях, відмінних від послідовності натуральних чисел від 1 до n^2 , а також від усіх кратних їй.

У такому випадку, окрім того, що різниця збільшується у k разів, ще й сам ряд зміщується на стале число c , що змінює суму наступним чином:

$$S = \frac{2c + k(n^2 - 1)}{2} n^2$$

Звідки магічна константа:

$$M(n) = cn + k \frac{n(n^2 - 1)}{2}$$

Поза цими класифікаціями, ще виділяють кілька типів магічних квадратів:

- *Напівмагічні квадрати* – це квадрати, у яких магічній константі дорівнюють суми по рядках та стовпчиках, але не по діагоналях.
- *Обмежені магічні квадрати* – це квадрати, які після видалення зовнішніх рядка та стовпчика також дають магічні квадрати.
- *Асоціативні магічні квадрати* - це квадрати, у яких кожне число, додане до числа, рівновіддаленого по прямій лінії від центру квадрата, дає суму $n^2 + 1$, де n - порядок квадрата. Ці квадрати також відомі як *симетричні* магічні квадрати.
- *Пандіагональні магічні квадрати* - це квадрати, у яких сума по ламаних діагоналях складає магічну константу.

- *Ультрамагічні квадрати* – це квадрати, що суміщають у собі властивості асоціативних і пандіагональних магічних квадратів.

2.3 Алгоритми для побудови магічних квадратів

Питання алгоритмів завжди тісно пов'язані із математичними структурами та інформатикою. Одним із цікавих аспектів математичної спадщини є розвиток методів для побудови магічних квадратів. Математики усіх епох та країн пропонували різні методи для побудови магічних квадратів.

2.4 Алгоритми для побудови магічних квадратів непарних порядків

Сімон де ла Лубер, французький математик, у своїй книзі «*Du Royaume de Siam*»(1693) описав алгоритм, який пізніше було названо на його честь, для побудови магічних квадратів непарних порядків, надавши низку простих правил:

- Початковою клітинкою є середина верхнього ряду;
- Кожне число розміщується вгору та ліворуч від попереднього;
- Якщо наступна клітинка для заповнення лежить поза межами квадрата, то продовжити слід з протилежного боку(за подобою плитки).
- Якщо клітинка для розміщення зайнята, то наступне число слід розмістити під поточною.

Метод Баше досить подібний до методу *Сімона де ла Лубера*. Він був описаний Клодом Гаспаром Баше, французьким математиком, у 1624 році. Основні кроки цього методу:

- Першопочатково необхідно розширити квадрат до похилої сітки тих же розмірів.
- Заповнення сітки починається з найвищої клітинки. По діагоналі згори вниз, починаючи з правого боку сітки.

- Насамкінець, усі числа, що знаходяться поза межами початкового квадрата слід перемістити всередину за принципом: ті що зліва – праворуч, згори – вниз і так далі.

		1							
	4		2			4	9	2	
7		5		3		3	5	7	
	8		6			8	1	6	
		9							

Мал. 8 Покрокове виконання алгоритму Баше.

Метод де ла Хіра був описаний у *Histoire de l'Académie des Sciences*(1705) і полягає в наступному:

- Побудувати два допоміжних квадрати: один із чисел від 1 до n , а інший із добутоків виду $k * n$, де k від 0 до $n - 1$.
- Перший квадрат заповнити таким чином, щоб головна діагональ була заповнена числом із середини інтервалу від 1 до n . Інші діагоналі заповнити залишком чисел аналогічним чином із одною лиш умовою чергування значень.
- Другий квадрат заповнюється починаючи із побічної діагоналі таким же чином, але числа беруться із добутоків виду $k * n$, де k від 0 до $n - 1$.
- Підсумковий квадрат утворюється у результаті складання цих допоміжних квадратів.

	2	1	3		0	6	3		2	7	6	
	3	2	1		6	3	0		9	5	1	
	1	3	2		3	0	6		4	3	8	

Мал. 9 Ілюстрація алгоритму де ла Хіра для квадратів непарних порядків.

2.5 Алгоритм для побудови магічних квадратів парних порядків

Хоча й є алгоритми, які конструюють окремо квадрати одинарно-парних і подвійно-парних порядків, як-от методи де ла Лубера та Деведеца, мною був розглянутий універсальний метод де ла Хіра для побудови магічних квадратів парних порядків.

Його основні кроки:

- Подібно до квадратів непарних порядків знадобляться два допоміжних квадрати: один із чисел від 1 до n , а інший із добутків виду $k * n$, де k від 0 до $n - 1$.
- Перший квадрат будується наступним чином: головна діагональ заповнюється числами від 1 до n у послідовності, яка ставить компліментарні числа у компліментарні позиції (наприклад: 2, 4, 1, 3, або ж у їх природньому порядку 1, 2, 3, 4), вертикально протилежні клітинки повинні бути заповнені тими ж числами, а залишок простору кожного стовпчика під та над діагоналлю заповнюється числом із діагоналі та числом, комплементарним йому. Наприклад, якщо обрана послідовність 1, 2, 3, 4, 5, 6 то перший стовпчик буде заповнено числами 1 та 6. Також важливо відмітити, що кількість входжень обох чисел у стовпчик повинна дорівнювати $n / 2$. І кожне з чисел повинно увійти у рядок рівно 1 раз.

- Другий квадрат заповнюється аналогічним чином, але головну роль відіграє побічна діагональ та заповнюється він по рядках. Відповідно, кожен стовпчик має містити лише одне входження числа із послідовності.

	1	3	2	4		0	12	12	0		1	15	14	4	
	4	2	3	1		8	4	4	8		12	6	7	9	
	4	2	3	1		4	8	8	4		8	10	11	5	
	1	3	2	4		12	0	0	12		13	3	2	16	

Мал. 10.1 Ілюстрація алгоритму де ла Хіра для квадратів парних порядків на прикладі порядку 4.

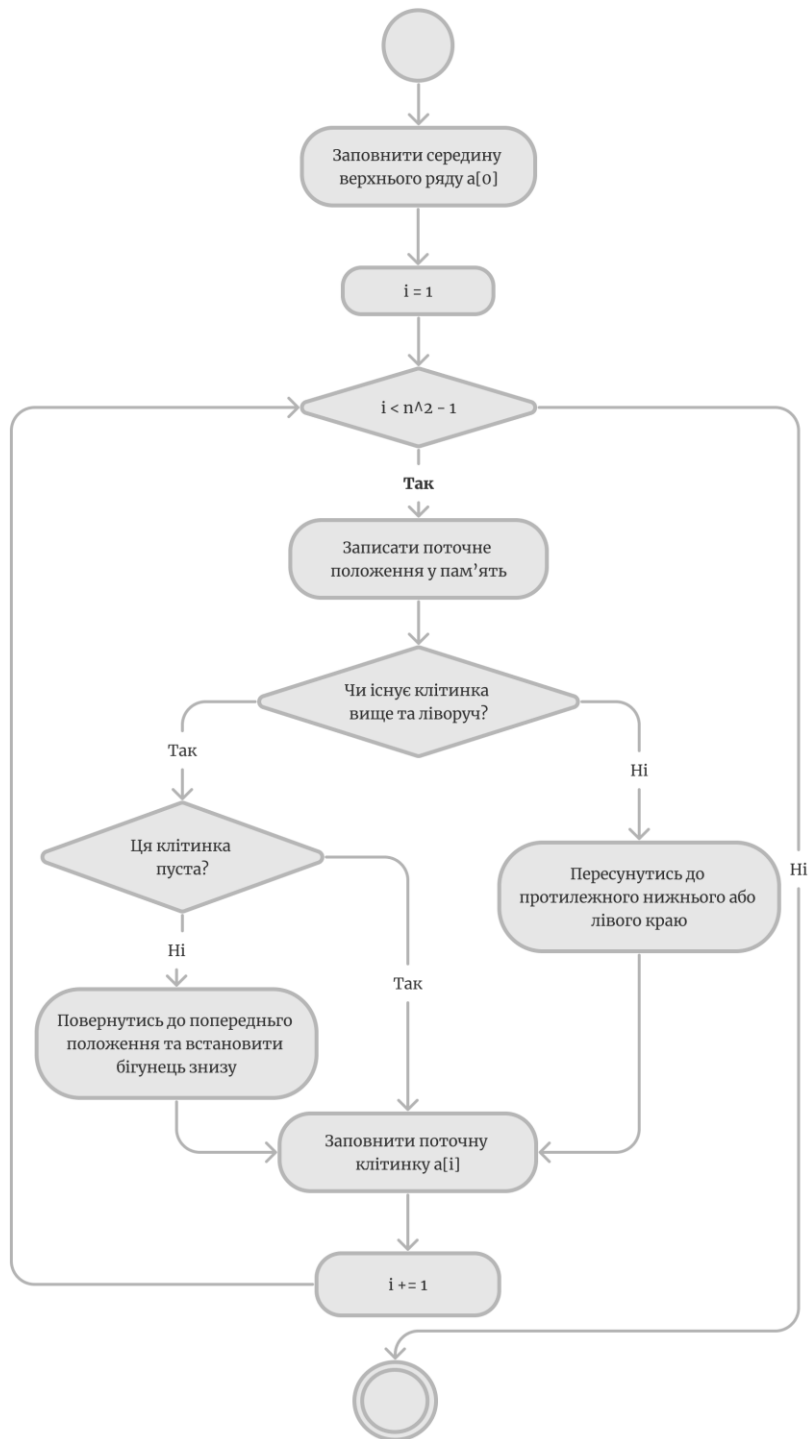
6	2	3	4	5	1	30	0	0	30	0	30	36	2	3	34	5	31
1	5	3	4	2	6	6	24	6	6	24	24	7	29	9	10	26	30
1	2	4	3	5	6	12	12	18	18	18	12	13	14	22	21	23	18
6	2	4	3	5	1	18	18	12	12	12	18	24	20	16	15	17	19
1	5	4	3	2	6	24	6	24	24	6	6	25	11	28	27	8	12
6	5	3	4	2	1	0	30	30	0	30	0	6	35	33	4	32	1

Мал. 10.2 Ілюстрація алгоритму де ла Хіра для квадратів парних порядків на прикладі порядку 6.

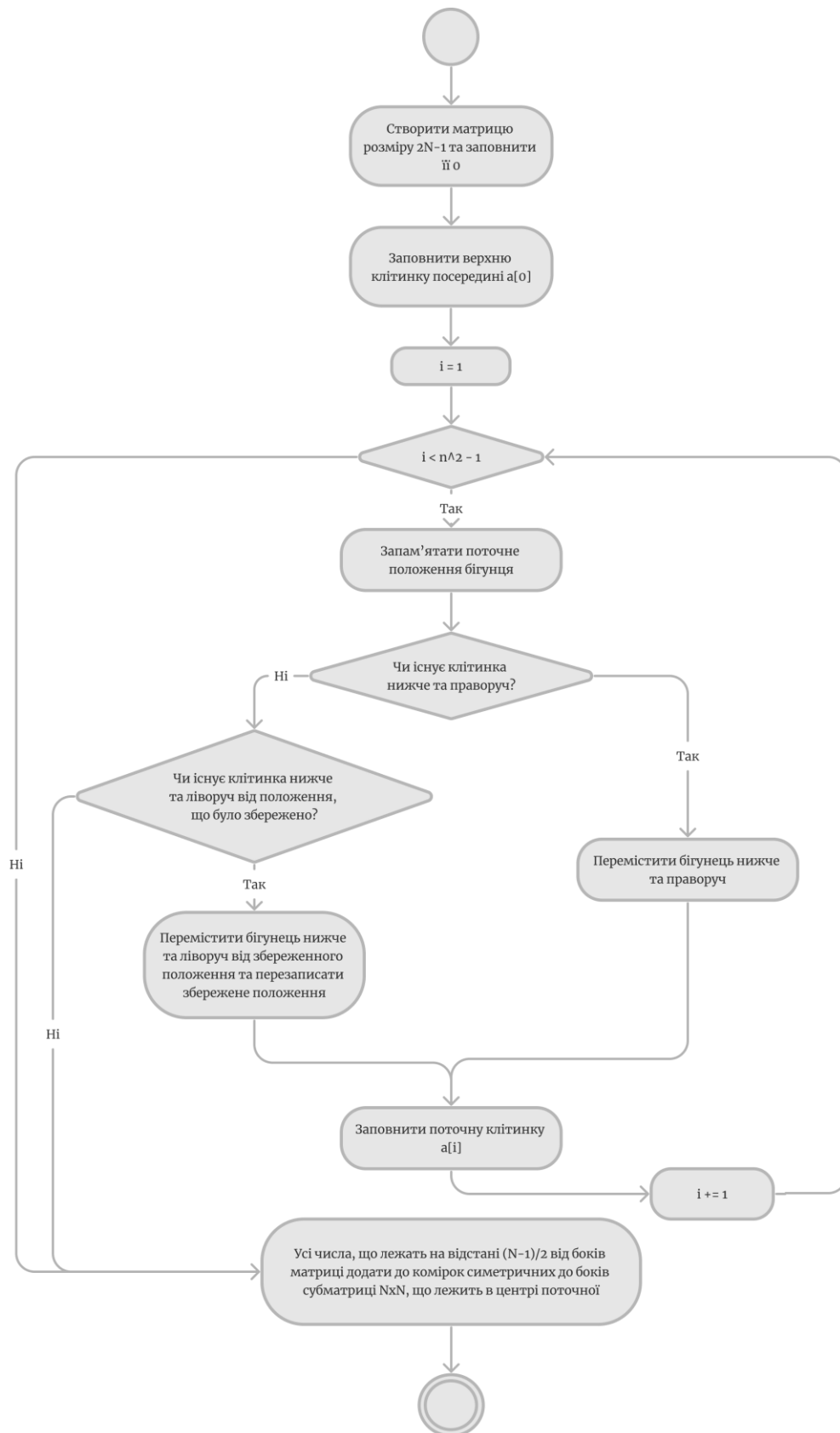
2.6 Підсумковий огляд теорії.

У цьому розділі було розглянуто різноманітні алгоритми та методи побудови магічних квадратів, їх властивості та основні означення. Було розглянуто різні класифікації магічних квадратів.

Блок-схеми усіх алгоритмів, описаних у цьому розділі, наведені нижче (Мал 11 – 14).



Мал. 11 Блок-схема алгоритму Сімона де ла Лубера



Мал. 12 Блок-схема алгоритму Бає

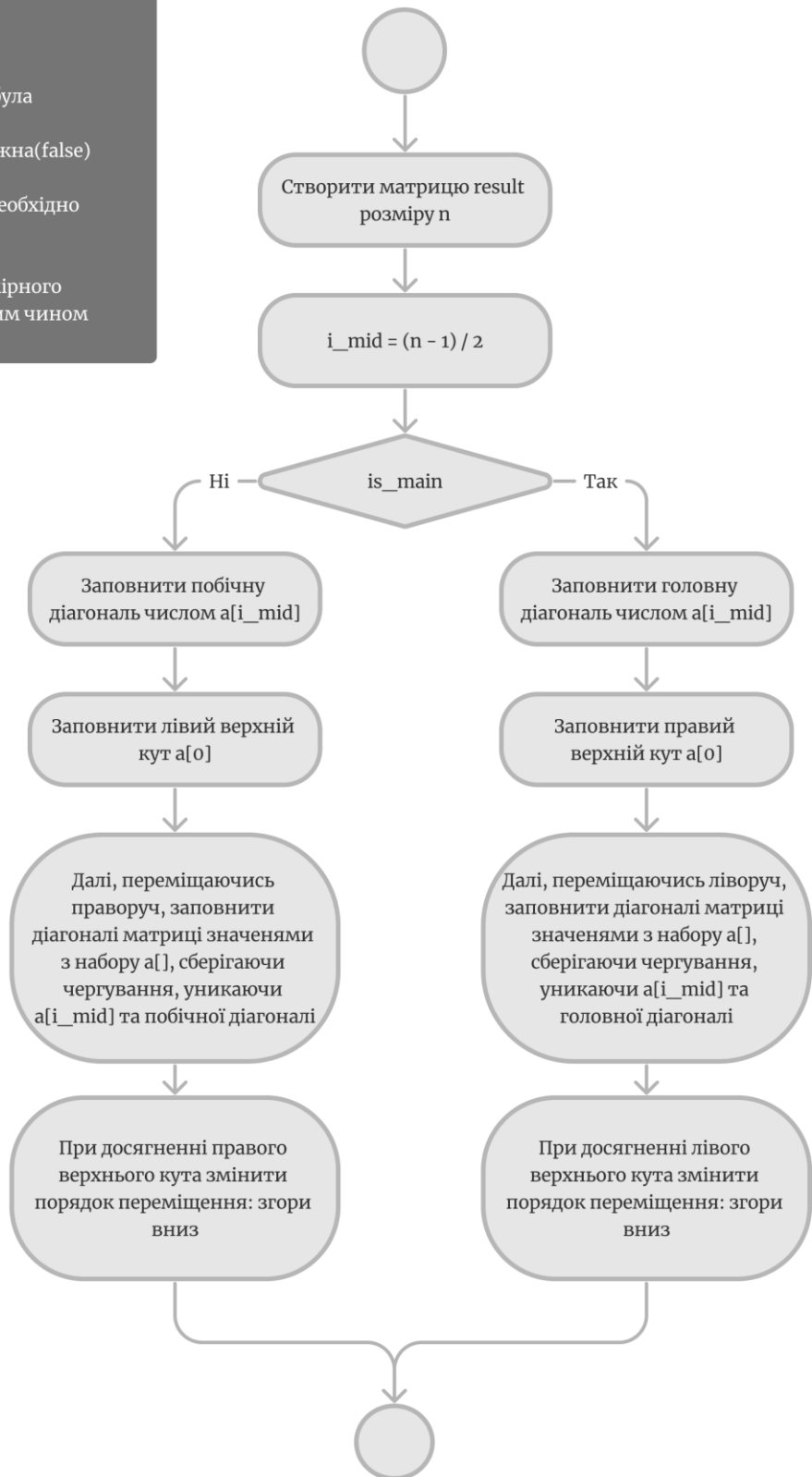
```
int** generate(int n, boolean is_main,
int[] a)
```

Аргументи

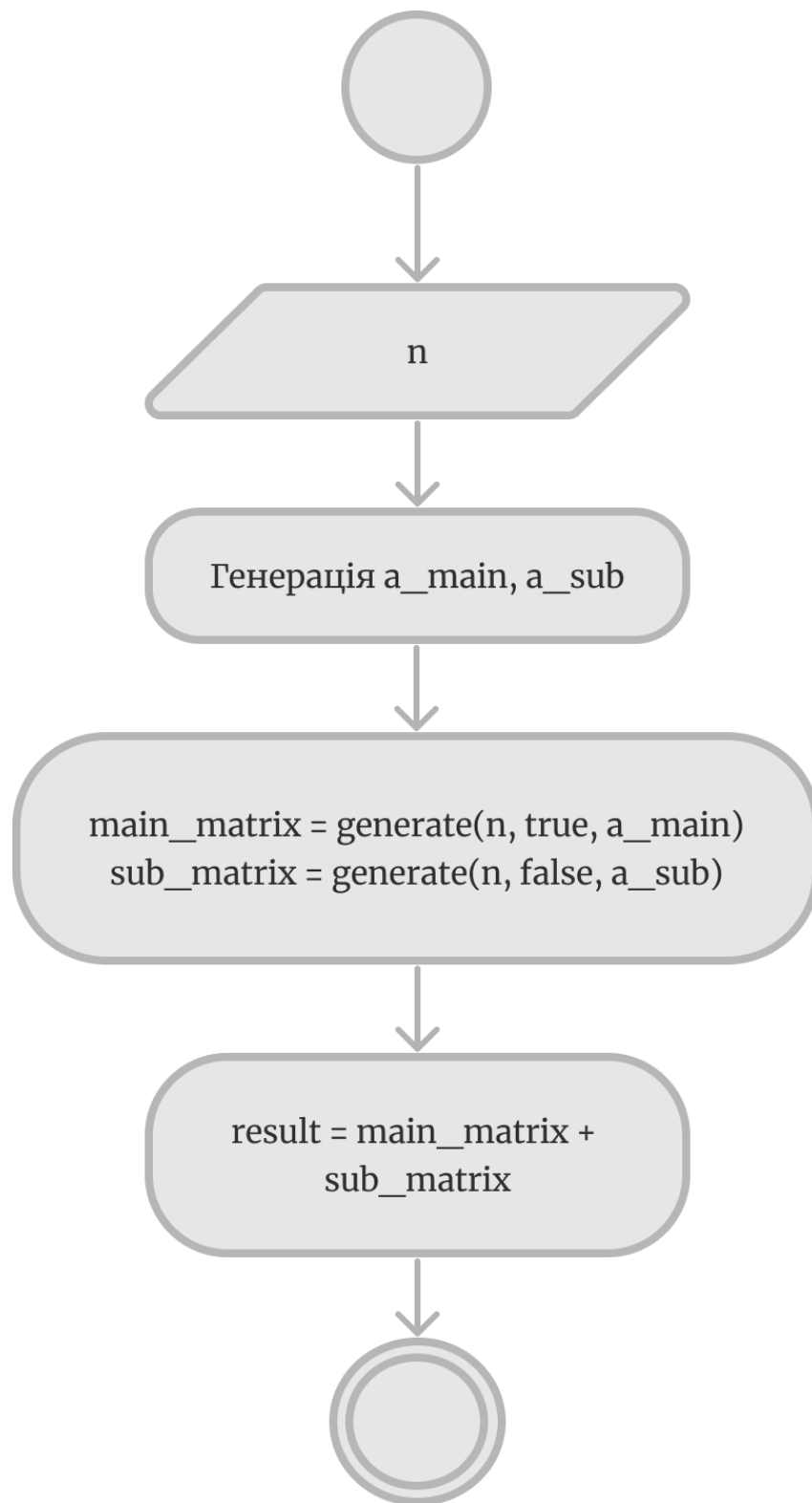
- n – розмірність матриці
- is_main – показник, чи була передана на заповнення головна(true) чи допоміжна(false) матриця
- a – набір чисел, якими необхідно заповнити матрицю

Повертає

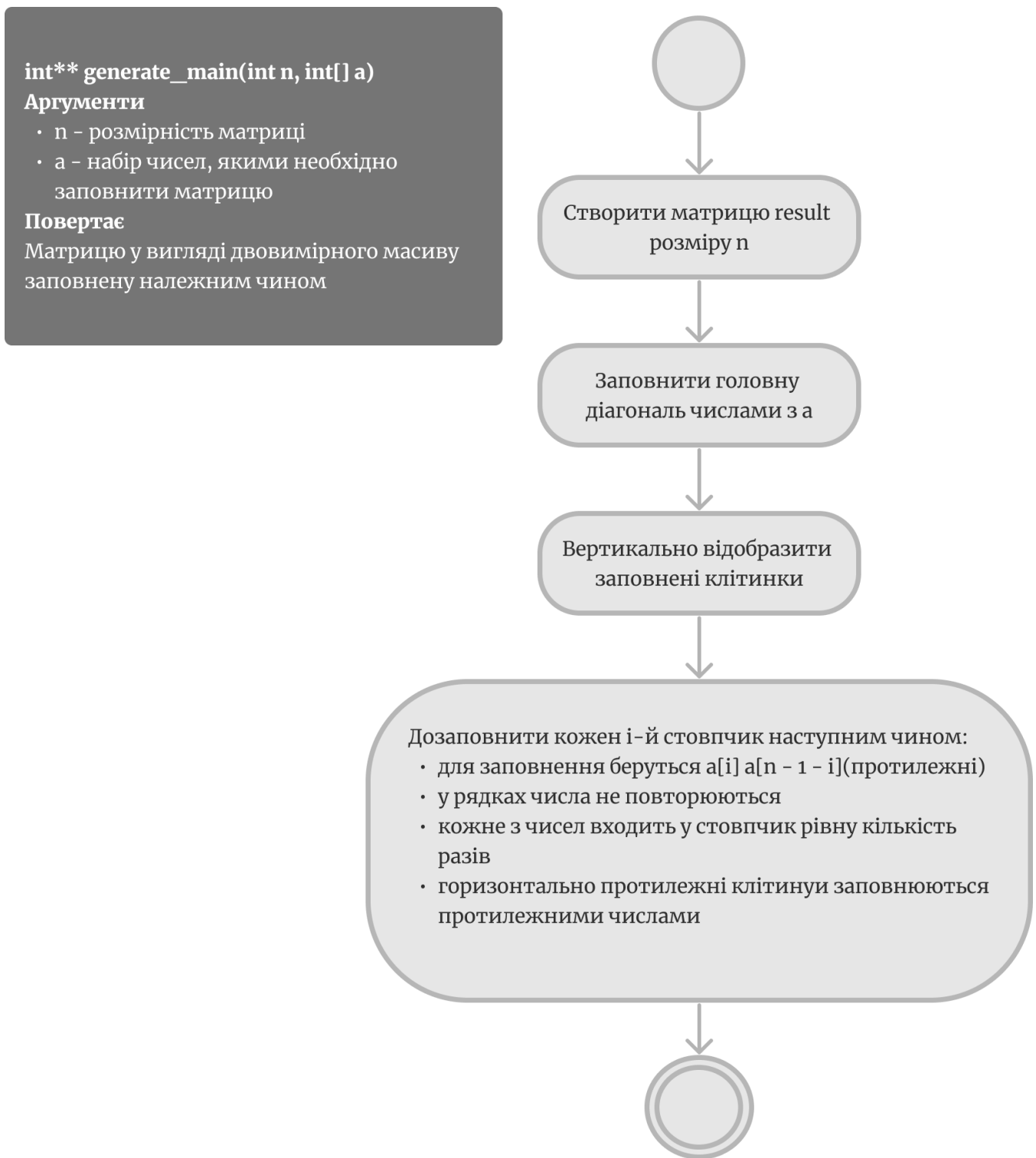
Матрицю у вигляді двовимірного масиву заповнену належним чином



Мал. 13.1 Блок-схема алгоритму де ла Хіра для непарного порядку – функція generate



Мал. 13.2 Блок-схема алгоритму де ла Хіра для непарного порядку – головний цикл



Мал. 14.1 Блок-схема алгоритму де ла Хіра для парного порядку – функція `generate_main`

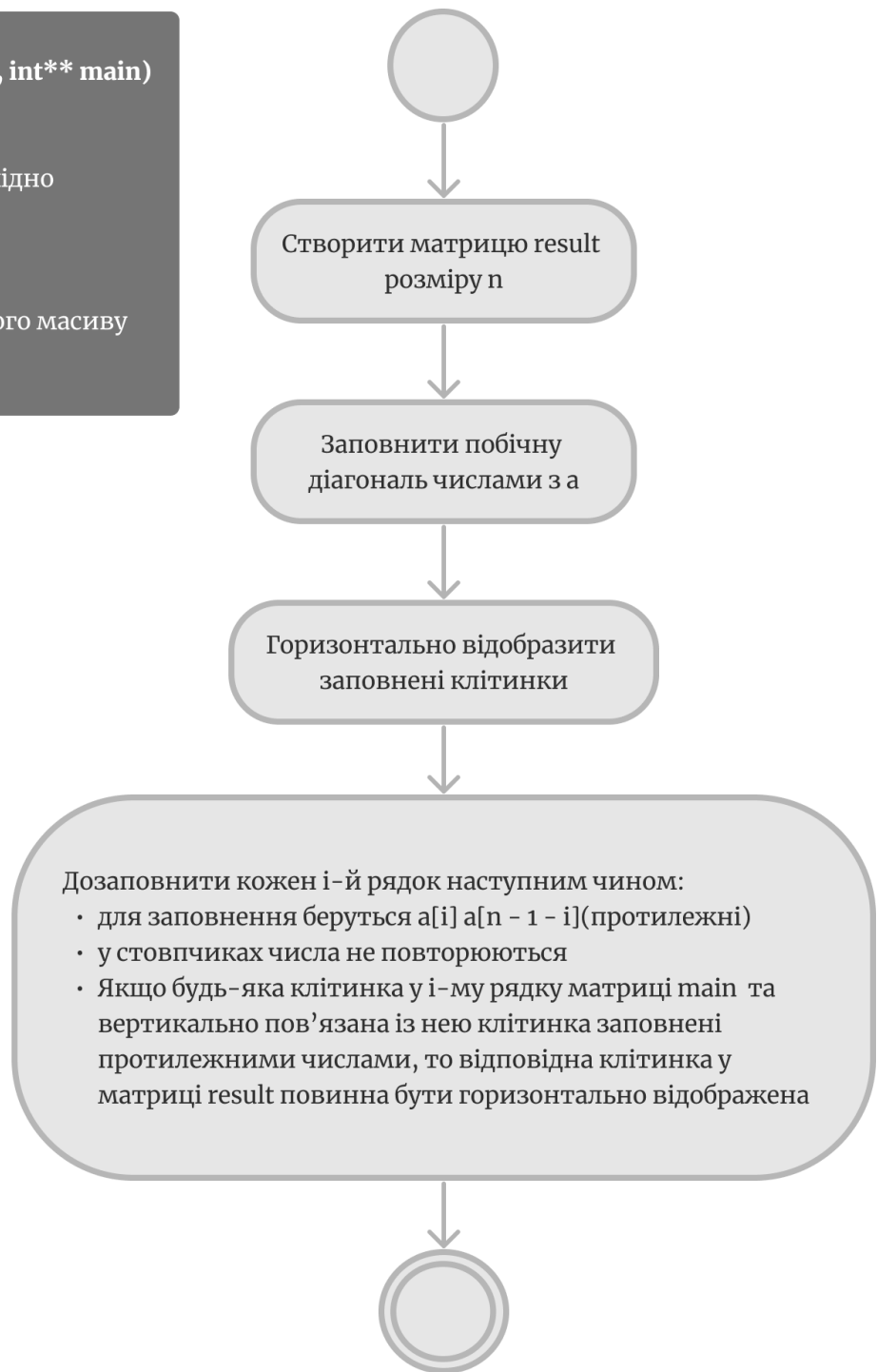

```
int** generate_sub(int n, int[] a, int** main)
```

Аргументи

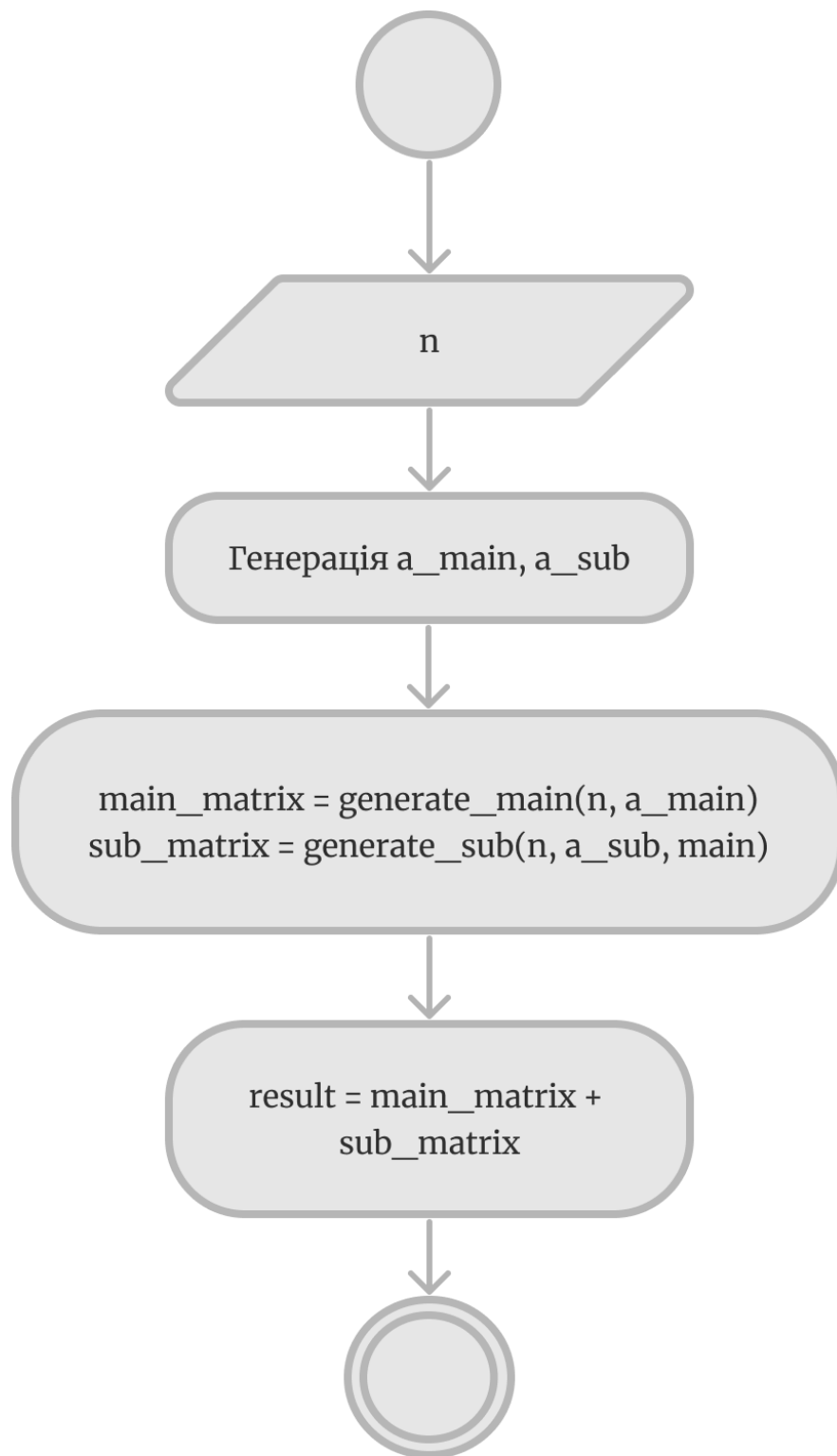
- **n** – розмірність матриці
- **a** – набір чисел, якими необхідно заповнити матрицю
- **main** – головна матриця

Повертає

Матрицю у вигляді двовимірного масиву заповнену належним чином



Мал. 14.2 Блок-схема алгоритму де ла Хіра для парного порядку – функція `generate_sub`



Мал. 14.3 Блок-схема алгоритму де ла Хіра для парного порядку – головний цикл

РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ЗАСТОСУНКУ

3.1. Вимоги до системи

Спираючись на потреби та вимоги видавництва «РАНОК» та можливості платформи IZZI було визначено наступні функціональні вимоги до системи:

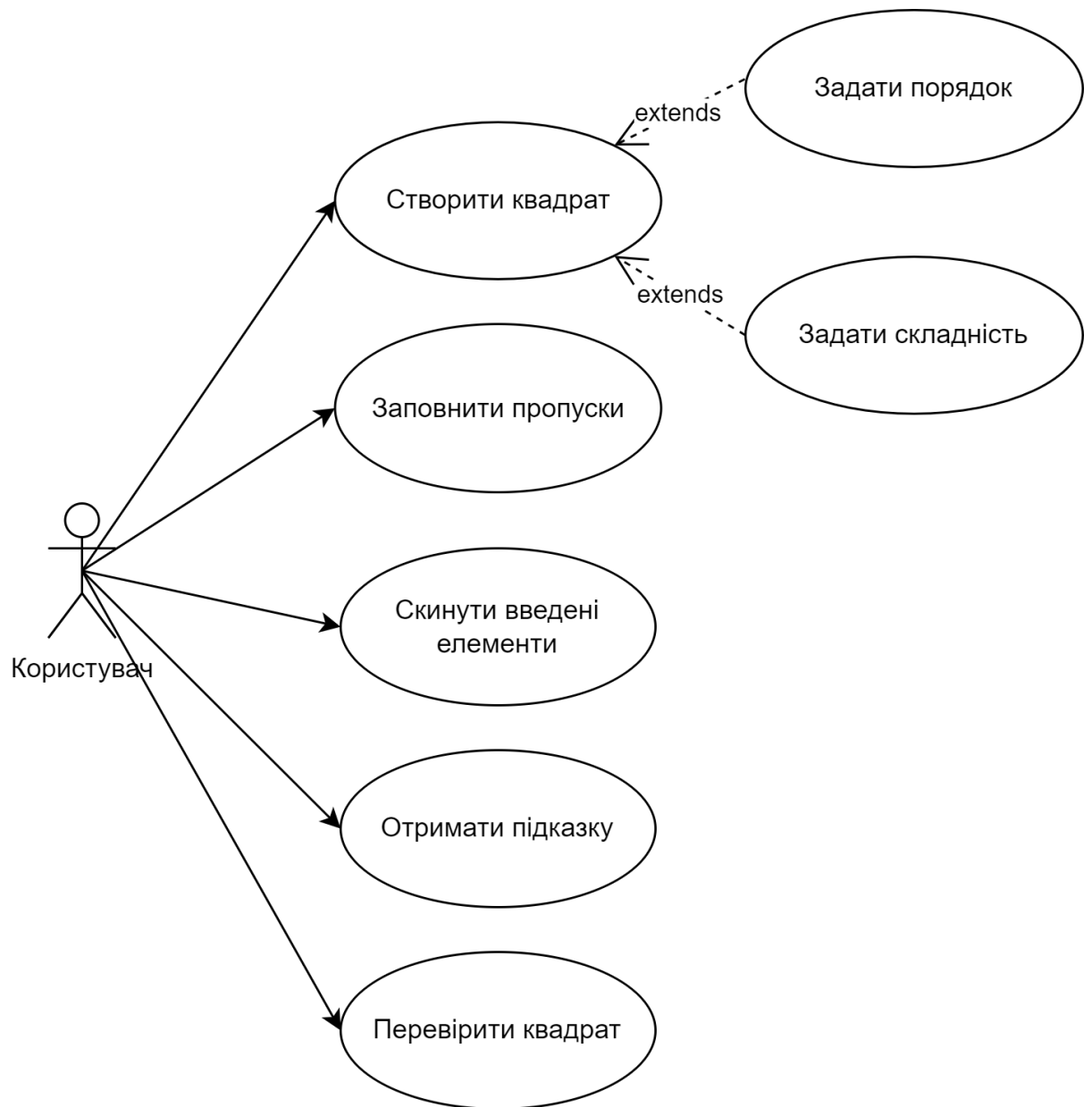
- Додаток повинен генерувати завдання у вигляді магічних квадратів із пропущеними числами та розв'язок до нього.
- Додаток повинен підраховувати та виводити магічну константу магічного квадрату, що був згенерований.
- Додаток повинен передбачати три рівні складності: легкий, нормальний, та складний.
- Додаток повинен мати відповідне поле для вказання рівня складності.
- Додаток повинен генерувати магічні квадрати порядків від 3 до 10.
- Додаток повинен мати відповідне поле для вказання порядку.
- Додаток повинен мати кнопку для перевірки завдання.
- Додаток повинен формувати та надавати підказки у випадку, коли користувач помилився.

Також було визначено наступні нефункціональні вимоги:

- Інтерфейс додатку повинен відповідати вимогам оформлення видавництва.
- Інтерфейс додатку повинен мати українську локалізацію.
- Додаток повинен бути пристосований до використання його через браузер.
- Додаток повинен бути адаптований до робота на усіх пристроях.

3.2. Діаграма Use Case

Спираючись на перелік вимог, узагальнивши їх, можна побудувати діаграму використання:



Мал. 15 Діаграма Use Case

3.3. Огляд архітектури IZZI

Архітектура IZZI складається із трьох частин: клієнтської, проксі-сервера та основного сервера. Загальну схему цієї можна зобразити наступним чином:



Мал. 16 Загальна архітектура платформи IZZI

Як видно, архітектура складається з кількох частин:

- Клієнтська частина не прив'язана до місця або ж пристрою, з її допомогою користувач взаємодіє із сервером: надсилає запити та обробляє відповіді. Також вона передбачає графічний інтерфейс – Graphic User Interface(GUI), для більш простої взаємодії користувача із функціями програмного забезпечення.
- Проксі-сервер належить видавництву «РАНОК» та здійснює функцію захисника даних користувачів: не передає їх до основного серверу, забезпечуючи безпечний доступ користувача до основного сервера.
- Сервер у свою чергу є реалізацією основної логіки платформи: здійснює обробку запитів клієнта та надсилає відповіді. Він керує розподілом ресурсів, виконує бізнес-логіку та забезпечує взаємодію з базою даних, забезпечуючи плавну роботу клієнтської частини.

Така архітектура обумовлена прагненням зберегти дані українських користувачів у межах країни, не допускаючи їх витік за межі країни.

3.4. Огляд наявних функціональних можливостей платформи

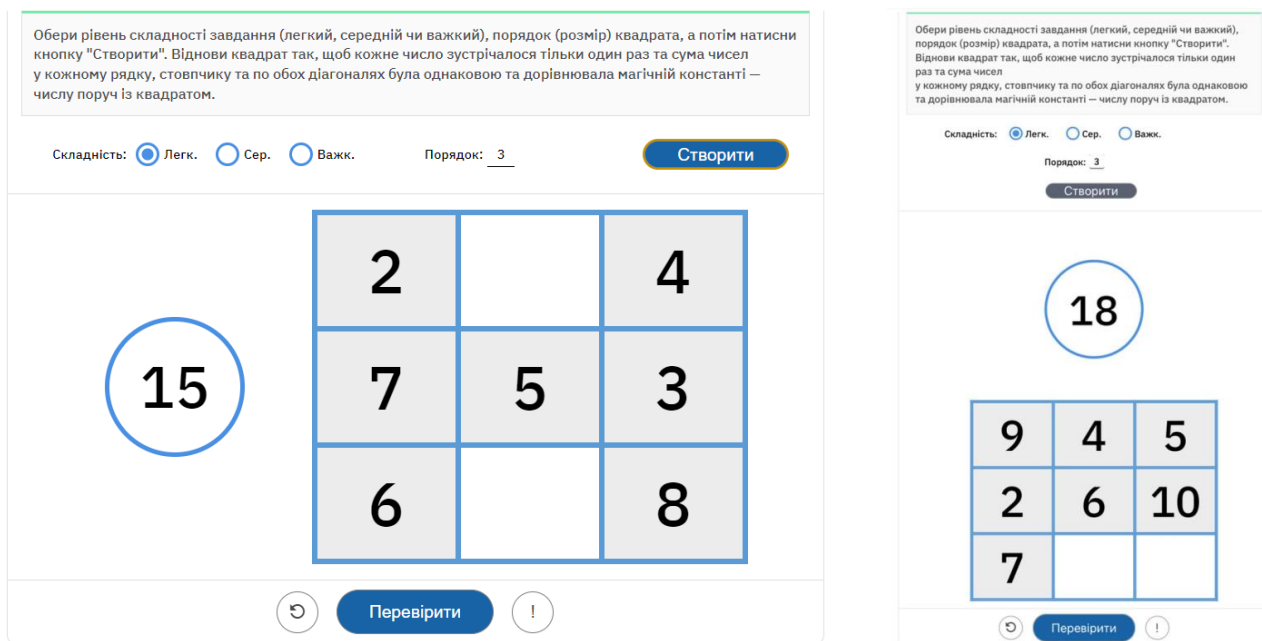
За замовчуванням платформа пропонує величезну кількість шаблонів та інструментів для розробки інтерактивних завдань:

- **Multiple Choice** – передбачає створення завдань із кількома варіантами відповідей.
- **Clickable** – передбачає створення завдань, які потребують вказання відповіді безпосереднім натисканням на неї.
- **Clickable-string** – передбачає створення завдань, відповіді на які є літерами або цілими висловами.
- **Drag&Drop** – передбачає створення завдань із «перетяганням» відповіді у необхідне поле.
- **Fill-in** – передбачає створення завдань із безпосереднім введенням правильної відповіді шляхом друку.
- **Tables fill-in** - передбачає створення завдань у вигляді таблиць, які треба заповнювати.
- **True-false** – являє собою вид завдань із встановленням істинності висловів.
- **Math problems solver** – передбачає створення завдань – математичних прикладів.
- **Matching** – передбачає створення завдань на встановлення відповідності.
- **Word finder** – передбачає створення завдань із відгадуванням слова.
- **Object slider** – передбачає створення завдань, що вимагають пересування варіантів відповідей для встановлення їх у правильному порядку.

Окрім того, платформа передбачає інтеграцію власних напрацювань у вигляді HTML/CSS/JS коду, чому і була присвячена поточна робота.

3.5. Функціональність реалізованого додатку

Реалізований додаток являє собою математичну головоломку у вигляді магічного квадрата із пропущеними клітинками та вказаною математичною константою. Загальний вигляд інтерфейсу на різних типах пристроїв можна побачити нижче:



Мал. 17 Вигляд застосунку на різних пристроях(ліворуч – комп’ютер, праворуч – телефон)

Адаптація застосунку до різних пристроїв значно спрощує роботу із ним і сприяє збільшенню рівня його доступності.

Розглянемо основні елементи

- 1) Поле вибору складності – треба обрати один варіант складності із запропонованих: легкий, середній, важкий.
- 2) Порядок – треба вказати число, яке буде відповідати порядку квадрата, у ранзі від 3 до 10.
- 3) Кнопка «Створити» - відповідає за генерацію квадрата(якщо складність та порядок не задані, вони задаються автоматично).

- 4) Магічна константа – вказує на число, якому повинна дорівнювати сума за кожним рядком, стовпчиком та діагоналлю.
- 5) Магічний квадрат до заповнення – пусті клітинки є полями для вводу, які треба заповнювати з клавіатури.
- 6) Кнопка скидання відповіді – очищає усі клітинки квадрата, яку необхідно заповнити.
- 7) Кнопка для перевірки знайденого розв’язку – запускає перевірку квадрату із заповненими значеннями.
- 8) Підказка – допомагає користувачу зрозуміти зміст завдання.

Обери рівень складності завдання (легкий, середній чи важкий), порядок (розмір) квадрата, а потім натисни кнопку "Створити". Віднови квадрат так, щоб кожне число зустрічалось тільки один раз та сума чисел у кожному рядку, стовпчику та по обох діагоналях була однаковою та дорівнювала магічній константі – числу поруч із квадратом.

1
Складність: ☒ Легк. ☐ Сер. ☐ Важк.

2
Порядок:

3
Створити

4

15

5

2		4
7	5	3
6		8

6

7
Перевірити

8

Мал. 18 Основні елементи керування інтерфейсом

Далі, буде доречним розглянути основні сценарії роботи застосунку:

1) Правильне заповнення:

Обери рівень складності завдання (легкий, середній чи важкий), порядок (розмір) квадрата, а потім натисни кнопку "Створити". Віднови квадрат так, щоб кожне число зустрічалося тільки один раз та сума чисел у кожному рядку, стовпчику та по обох діагоналях була однаковою та дорівнювала магічній константі — числу поруч із квадратом.

Складність: ☒ Легк. ☐ Сер. ☐ Важк. Порядок: 3 **Створити**

2	9	4
7	5	3
6	1	8

15

↺ **Правильно** !

Мал. 19 Реакція інтерфейсу на правильну відповідь

2) Неправильне заповнення:

Обери рівень складності завдання (легкий, середній чи важкий), порядок (розмір) квадрата, а потім натисни кнопку "Створити". Віднови квадрат так, щоб кожне число зустрічалося тільки один раз та сума чисел у кожному рядку, стовпчику та по обох діагоналях була однаковою та дорівнювала магічній константі — числу поруч із квадратом.

Складність: ☒ Легк. ☐ Сер. ☐ Важк. Порядок: 3 **Створити**

2	9	4
7	5	3
6	11	8

15

↺ **Перевір суми для елементів виділених червоним кольором** !

Мал. 20 Реакція інтерфейсу на неправильну відповідь

ВИСНОВКИ

У ході даної роботи було проведене теоретичне дослідження такої математичної структури, як магічний квадрат: класифікація, властивості, алгоритми побудови та можливості їх оптимізації. Окремо була така характеристика магічного квадрата і те, як вона здатна змінюватись в залежності від ряду, на якому будується магічний квадрат.

Також була досліджена архітектура і основні функціональні можливості платформи IZZI. Було оглянуто основні шаблони для створення завдань на цій платформі. А також було встановлено роль видавництва «Ранок» у зв'язку українських користувачів із хорватською платформою IZZI.

Як результат дослідження, було розроблено застосунок на основі поставленої задачі та функціональних вимог видавництва «Ранок» та інтерактивної платформи IZZI.

На даний час застосунок включено в репозиторій навчальних ресурсів видавництва «Ранок» та активно використовується в закладах освіти України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. W.W. Rouse Ball, "Magic Squares," in Mathematical Recreations and Essays, 13th ed. (New York: Dover, 1987).
2. Simon de la Loubère, "Du Royaume de Siam."
3. Philippe de La Hire, Mémoires de l'Académie des Sciences for 1705, part i, pp. 127–171.
4. Сергієнко І.А., "Розробка інтерактивних навчальних ресурсів для розв'язання логічних завдань на платформі izzi."
5. Кирилова Д.І., Григоренко Н.В., Сопрун В.Є., "Розробка інтерактивних навчальних ресурсів з інформатики для Нової Української Школи на платформі IZZI."
6. J. Duckett, "HTML & CSS: Design and Build Web Sites".
7. J. Lett, "Bootstrap 4 Quick Start: A Beginner's Guide to Building Responsive Layouts with Bootstrap 4".
8. Marijn Haverbeke, "Eloquent JavaScript, 3rd Edition: A Modern Introduction to Programming".
9. Transum [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL:
https://www.transum.org/software/SW/magic_square/magic_square.asp
10. Odd Magic Squares [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL:
<https://www.1728.org/magicsq1.htm>
11. Even Magic Squares [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL:
<https://www.1728.org/magicsq2.htm>
12. Singly Even Magic Squares [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL:
<https://www.1728.org/magicsq3.htm>
13. Застосунок для побудови ненормальних магічних квадратів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: <https://vadimkatsel.github.io/magic-square/>