

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

Кваліфікаційна робота
магістр

на тему: «Розробка інтерактивних логічних завдань для середньої школи на платформі IZZI»

Виконала: студентка 6 курсу, групи МФ-62
спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
освітньо-професійна програма
«Інформатика»
Сопрун В.Є.

Керівник к. ф. м. н. , доцент Зарецька І. Т.

Рецензент: Керівник департаменту
цифровізації освіти видавництва «Ранок»
Петрачков С. О.

Харків – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП	3
ОСНОВНА ЧАСТИНА	6
РОЗДІЛ 1. ПОРІВНЯННЯ З ІНШИМИ ВЕБ-ДОДАТКАМИ	6
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНА БАЗА МАГІЧНОГО КВАДРАТА	9
2.1 Нормальний магічний квадрат	9
2.2 Види магічних квадратів	10
2.3 Створення магічних квадратів	11
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ВЕБ-ДОДАТКА	17
3.1 Вимоги до додатка	17
3.2 Діаграма використання та діаграма діяльності	18
3.3 IZZI Server його архітектура та логіка роботи	20
3.4 Клієнтська частина на платформі IZZI її архітектура та логіка роботи	21
3.5 Взаємодія клієнтської та серверної частин	21
3.6 Архітектура та структура додатка	22
3.7 Реалізація додатка	23
3.8 Дизайн додатка	24
ВИСНОВКИ	27
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	28

ВСТУП

Ще стародавні люди вбачали у певних послідовностях цифр магічний сенс. Однією з найзагадковіших і популярних математичних «головоломок» є знаменитий магічний (чарівний) квадрат, який являє собою таблицю з рівною кількістю стовпців і рядків, особливість якої полягає в тому, що суми чисел кожного рядка, кожного стовпчика і кожної діагоналі рівні. Складання магічних квадратів — старовинний і навіть зараз дуже поширений вид математичних розваг. У давнину вірили, що срібна пластина, яку носили як амулет, з вигравіруваним магічним квадратом буде оберігати людину від чуми та інших напастей. Ще одним цікавим прикладом є гравюра «Меланхолія» (рис.1) найзагадковіша робота Альбрехта Дюрера, що вирізняється складністю та незрозумілістю своїх ідей, а також яскравістю символізму та алегоричності. Цей художник створив перший магічний квадрат в європейському мистецтві - 4x4. Два числа посередині нижнього ряду вказують на рік створення картини (1514). Два крайні числа в нижньому ряду відповідають ініціалам художника. У середніх квадратах першого стовпчика внесені виправлення, а цифри деформовано.

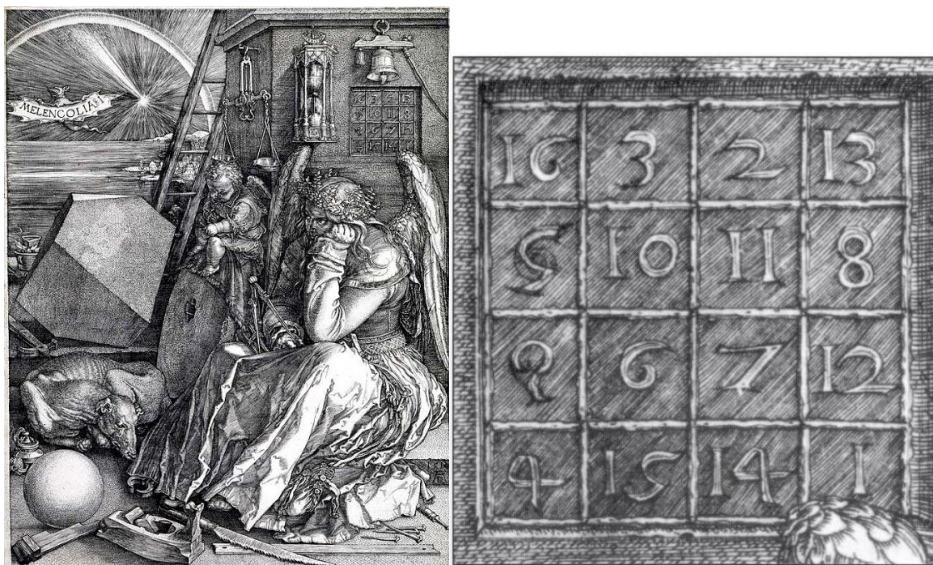


Рис. 1 Меланхолія(гравюра Дюрера)

На сьогодні однією з сучасних модифікацій магічного квадрата, з якою знайомий кожен школяр є популярна гра «Судоку». Назва цієї гри дослівно означає «числа-поруч». Також магічні квадрати використовують при дослідженні психологічного портрета людини та в інших різних галузях, таких як: сільське господарство, військовій справі, комбінаторика, статистика та багато інших.

В рамках співпраці між Кафедрою теоретичної та прикладної інформатики та видавництвом «Ранок», був розроблений веб-додаток для генерації нормальних магічних квадратів на платформі IZZI.

На сьогодні різні освітні технології — це дуже важливі інструменти, які допомагають вчителям проводити онлайн- чи офлайн-уроки. Саме це пропонує освітня онлайн-платформа IZZI. IZZI — це сучасна платформа, яка розроблена та підтримується командою фахівців з Хорватії. Ця платформа надає можливість легко створювати та використовувати готові інтерактивні уроки. В Україні з IZZI співпрацює видавництво “Ранок”. Видавництво “Ранок” займається випуском літератури, без якої важко уявити сучасний освітній процес. Її користувачами є шкільна аудиторія, студенти та викладацький склад. Саме до своєї освітньої літератури видавництво випускає підтримку у вигляді інтерактивних уроків на базі платформи IZZI. Ці уроки складаються з певних шаблонів та інтерактивних ресурсів. Сам інтерактивний ресурс являє собою веб-додаток для розв’язання логічних завдань.

Метою дипломної роботи є розробка та реалізація веб-додатка, який генерує нормальні магічні квадрати та задовольняє всім вимогам видавництва “Ранок” та платформи IZZI.

Актуальність теми: актуальність роботи полягає в потребі розширення бази інтерактивних ресурсів для платформи IZZI та видавництва “Ранок”.

Головні терміни:

Магічний квадрат — це матриця розмірністю $n \times n$, яка заповнена числами

таким чином, що сума чисел у кожному рядку, кожному стовпчику і на обох діагоналях однакова.

Магічна константа — це сума чисел будь-якого ряду.

Нормальний магічний квадрат (або повний нормальний магічний квадрат) — це магічний квадрат, заповнений цілими числами від 1 до n^2 .

Неповний магічний квадрат — це магічний квадрат, що має пропуски в певних рядках і стовпцях та має доповнення.

Доповнення до магічного квадрату — це набір чисел з множини, які можуть заповнити пропуски неповного магічного так, щоб утворився повний магічний квадрат.

Порядок магічного квадрата — це порядок кліткового квадрата, на основі якого він складений.

Завдання, що були поставлені до роботи:

1. визначити вимоги платформи та видавництва до веб-додатка;
2. дослідити та проаналізувати методи генерації нормальних магічних квадратів;
3. розробити структуру, дизайн та архітектуру веб-додатка з урахуванням вимог;
4. реалізувати веб-додаток спираючись на дослідженні методи генерації;

В результаті виконання дипломної роботи:

1. було досліджено основні методи та алгоритми формування нормальних магічних квадратів;
2. були визначені та застосовані вимоги видавництва та платформи;
3. було розроблено інтерактивний веб-додаток, який генерує нормальні магічні квадрати.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

РОЗДІЛ 1. ПОРІВНЯННЯ З ІНШИМИ ВЕБ-ДОДАТКАМИ

В мережі Інтернет тема магічних квадратів не є популярною і додатків на цю тему також небагато. Найчастіше зустрічаються статичні магічні квадрати в різних початкових конфігураціях.

Наприклад, сайт <https://logiclike.com/uk> саме це і пропонує (рис.2-3).

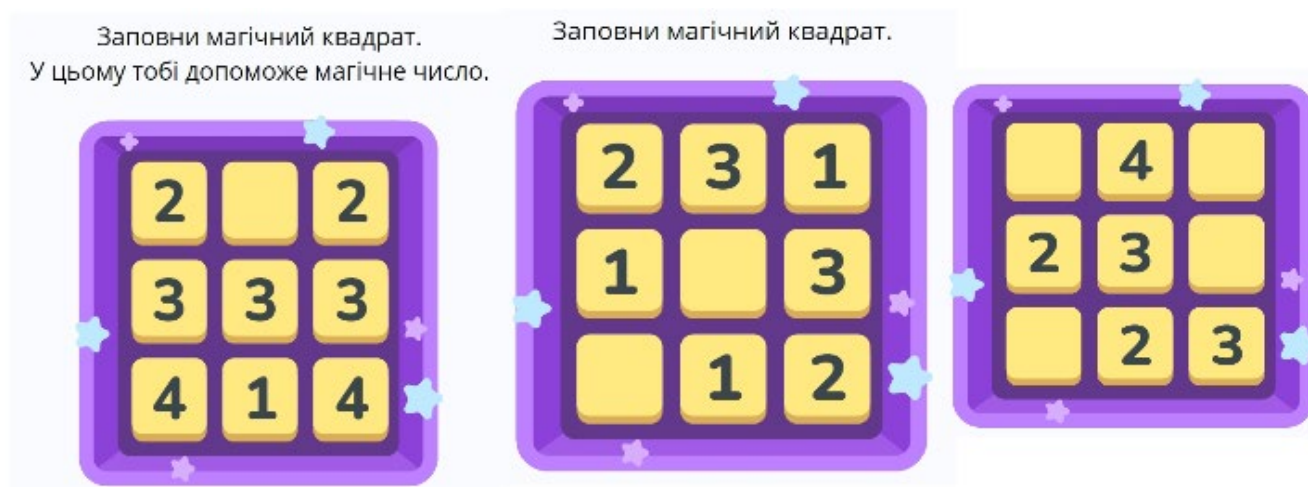


Рис. 2 Приклад різних початкових конфігурацій магічних квадратів на сайті

<https://logiclike.com/uk>



Рис. 3 Приклад завдань для магічного квадрату, який пропонує ресурс

<https://logiclike.com/uk>

Також деякі ресурси пропонують, знову ж таки статичні магічні квадрати, лише 3-го порядку, без можливості повторити спробу заповнення магічного квадрата та легкого рівня, тобто одразу можна порахувати магічну константу.

Прикладом є ще один сайт для навчання школярів <https://learning.ua/> (рис.4).

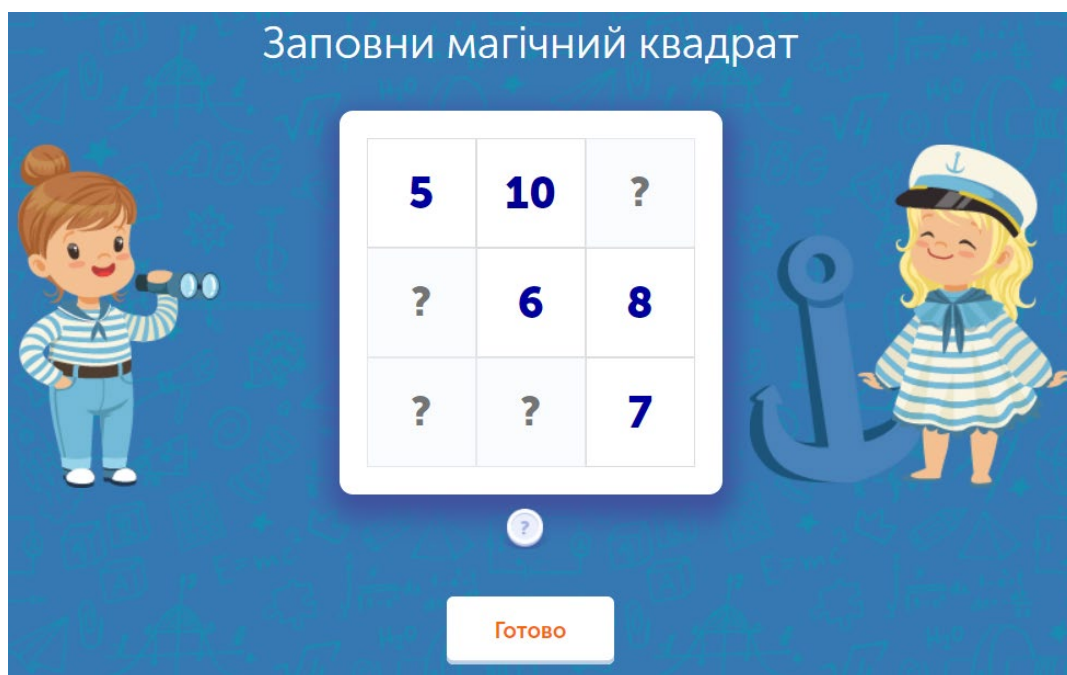


Рис. 4 Приклад легкого магічного квадрату

Інші інтернет ресурси пропонують просто набір елементів з яких самому потрібно зібрати магічний квадрат і в якому одразу видно суму кожного ряду, що не дає змогу учню належного розвитку.

Прикладом такого є додаток Magic Square на платформі Google Play (рис.5).

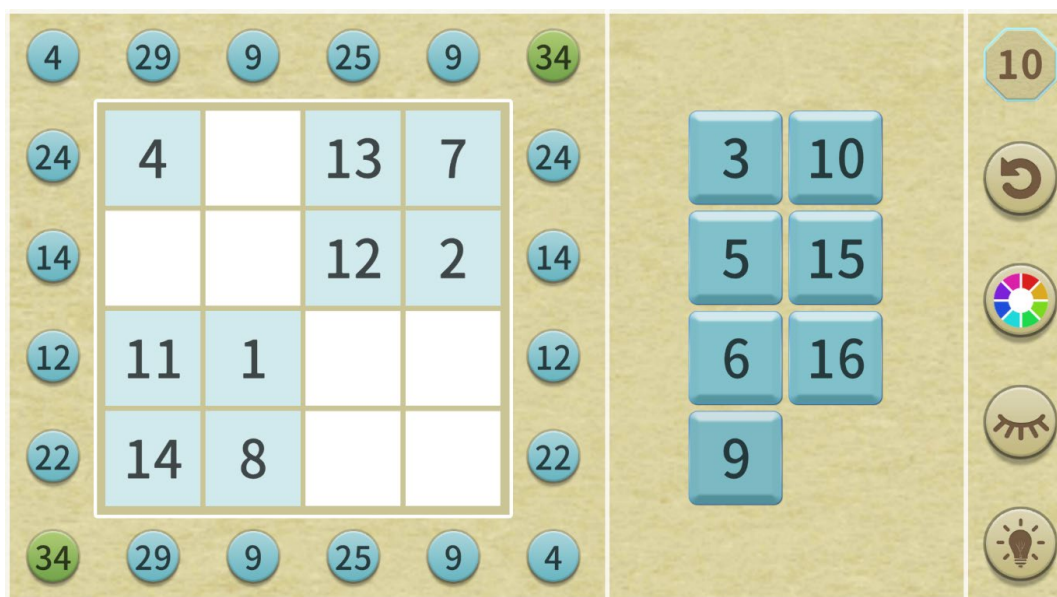


Рис. 5 Приклад магичного квадрата, який потрібно самостійно зібрати

Отже, це означає, що більшість завдань, опублікованих в інтернеті, мають порядок від 3-го максимум до 6-го, на відміну нашого додатку, який дозволяє складати квадрати аж до 10-го порядку, тому навіть дорослі можуть спробувати. Всі ці ресурси мають тестовий формат і всі вони можуть бути розв'язані, тоді як наш додаток має необмежену кількість варіацій. Вони також статичні і не мають рівнів складності, що дозволяло би надати учням належного розвитку і так далі.

РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНА БАЗА МАГІЧНОГО КВАДРАТА

2.1 Нормальний магічний квадрат

Нормальний магічний (повний) квадрат K порядку n — це матриця розміром $n \times n$, $n \in \mathbb{N}$. $\mathbb{N}$ — це множина натуральних чисел, від 1 до n^2 . K складається з множини елементів P , при цьому кількість елементів в множині P дорівнює n^2 , де кожний елемент зустрічається лише один раз. Також магічний квадрат іноді позначають як (i, j, k) — ця трійка означає, що елемент k з множини P знаходиться в рядку i та стовпчику j . [7]

8	3	4
1	5	9
6	7	2

Рис. 6 Приклад нормального магічного квадрата

Для кожного нормального магічного квадрата будь-якого порядку можна обчислити магічну константу за формулою: $M(n) = \frac{n(n^2+1)}{2}$. Наведемо декілька перших значень магічних констант:

Порядок n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Mn	15	34	65	111	175	260	369	505	671	870	1105

Рис. 7 Приклад магічних констант

Якщо P має порожні клітинки, $k \in \emptyset$ в позиції i, j , то такий квадрат називається неповним магічним квадратом. Позначається L .

	9	
7		3
6		8

Рис. 8 Приклад неповного магічного квадрату

Два нормальні магічні квадрати $L_1 (i_1, j_1, k_1)$ та $L_2 (i_2, j_2, k_2)$ називаються ізотопними, якщо один з них може бути отриманий в результаті перестановки рядків та перестановки стовпчиків з множини P згідно підстановці із симетричної групи $S(P)$. Тобто, якщо існують такі перестановки α, β і γ , що $L_2 = (i_1\alpha, j_1\beta; k_1\gamma) \mid (i_1, j_1; k_1 \in L_1)$. [7]

8	1	6
3	5	7
4	9	2

8	3	4
1	5	9
6	7	2

Рис. 9 Приклад ізотопних нормальних магічних квадратів

2.2 Види магічних квадратів

- Нормальний(англ. normal) — магічний квадрат, заповнений цілими числами від 1 до n^2 .
- Напівмагічний (англ. semimagic) — магічний квадрат, заповнений числами від 1 до n^2 , причому сума чисел по горизонталях і вертикалях дорівнює магічній константі, а по діагоналях ця умова не виконується.

- Асоціативний(англ. *mystic*), або симетричний — магічний квадрат, у якого сума будь-яких двох чисел, що розташовані симетрично відносно центра квадрата, дорівнює одному й тому ж числу: $1+n^2$.
- Пандіагональний (англ. *Multimagic*), або диявольський(англ. *Satanic*) — магічний квадрат, в якого сума чисел по ламаних діагоналях також дорівнює магічній константі.
- Ідеальний (англ. *ultra*) — магічний квадрат, що одночасно є пандіагональним і асоціативним. Ідеальні магічні квадрати **існують тільки для порядків $n \geq 5$** .
- Досконалий (англ. *most-perfect*) — магічний квадрат четвертого порядку, що є пандіагональним та має ряд додаткових властивостей. Всі магічні квадрати 4 порядку є досконалими.
- Бімагічний (англ. *bimagic*) — магічний квадрат, що залишається магічним після заміни всіх його елементів на їх квадрати. Бімагічні квадрати 3, 4 і 5 порядків не існує.
- Мультимагічний (англ. *multimagic*) — узагальнення властивостей бімагічних квадратів на довільний степінь n .

2.3 Створення нормальних магічних квадратів

Методи побудови нормальних магічних квадратів поділяються на три категорії в залежності від порядку магічного квадрата:

- ☐ порядок непарний;
- ☐ порядок, який дорівнює непарному числу, помноженому на 2;
- ☐ порядок, який дорівнює натуральному числу, помноженому на 4.

Загальний метод побудови магічних квадратів всіх типів невідомий, а можливо і не існує, хоча широко застосовуються різні спеціалізовані алгоритми.[10][11]

Ми можемо виконувати відображення та обертання магічного квадрата, не змінюючи суми, породжені числами, які він містить. У галузях геометрії та лінійної алгебри обертання — це лише перетворення, яке виконується «обертанням» об'єкта навколо фіксованої точки або в просторі, який описує рух твердого тіла навколо фіксованої точки. Ця фіксована точка також відома як центр обертання. Обертаючи магічний квадрат, можна отримати інший розв'язок (рис.10), якщо обертати магічний квадрат з різним ступенем повороту, наприклад на 90° , 180° та 270° . [6]

<table><tr><td>6</td><td>1</td><td>8</td></tr><tr><td>7</td><td>5</td><td>3</td></tr><tr><td>2</td><td>9</td><td>4</td></tr></table>	6	1	8	7	5	3	2	9	4	<table><tr><td>2</td><td>7</td><td>6</td></tr><tr><td>9</td><td>5</td><td>1</td></tr><tr><td>4</td><td>3</td><td>8</td></tr></table>	2	7	6	9	5	1	4	3	8	<table><tr><td>6</td><td>1</td><td>8</td></tr><tr><td>7</td><td>5</td><td>3</td></tr><tr><td>2</td><td>9</td><td>4</td></tr></table>	6	1	8	7	5	3	2	9	4	<table><tr><td>8</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>1</td><td>5</td><td>9</td></tr><tr><td>6</td><td>7</td><td>2</td></tr></table>	8	3	4	1	5	9	6	7	2
6	1	8																																					
7	5	3																																					
2	9	4																																					
2	7	6																																					
9	5	1																																					
4	3	8																																					
6	1	8																																					
7	5	3																																					
2	9	4																																					
8	3	4																																					
1	5	9																																					
6	7	2																																					
Початкова конфігурація	Обертання на 90°	Обертання на 180°	Обертання на 270°																																				

Рис. 10 Приклад обертання магічного квадрата

Відображення є інволюцією, оскільки при застосуванні двічі поспіль кожен геометричний об'єкт відновиться до свого початкового стану. Отже, відображення магічного квадрата є інволюцією, оскільки магічний квадрат відновить свою початкову форму після застосування відображення двічі поспіль (рис.11). Відображення магічного квадрата фактично є ізометричним до повороту магічного квадрата. [6]

<table border="1"> <tr><td>6</td><td>1</td><td>8</td></tr> <tr><td>7</td><td>5</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>9</td><td>4</td></tr> </table>	6	1	8	7	5	3	2	9	4	<table border="1"> <tr><td>8</td><td>1</td><td>6</td></tr> <tr><td>3</td><td>5</td><td>7</td></tr> <tr><td>4</td><td>9</td><td>2</td></tr> </table>	8	1	6	3	5	7	4	9	2	<table border="1"> <tr><td>6</td><td>1</td><td>8</td></tr> <tr><td>7</td><td>5</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>9</td><td>4</td></tr> </table>	6	1	8	7	5	3	2	9	4
6	1	8																											
7	5	3																											
2	9	4																											
8	1	6																											
3	5	7																											
4	9	2																											
6	1	8																											
7	5	3																											
2	9	4																											
Початкова конфігурація	Відображення	Початкова конфігурація																											

Рис. 11 Приклад відображення магічного квадрата

Зберігаючи взаємні позиції кожного числа, отже таким чином можна отримати вісім еквівалентних магічних квадратів для третього порядку.

В своїй роботі я використала такі алгоритми:

- для квадратів непарного порядку, найпростішим і найвідомішим є той, який також відомий як «сіамський метод», який приписують французькому дипломату і математику Симону де ла Луберу (рис.12).
- для квадратів порядку кратного 4, один з найцікавіших це алгоритм методом Devedec, який приписують пану Деведецу, про якого абсолютно нічого не відомо (рис.13).
- для квадратів порядку 6 та 10, використала модифікований метод де ла Лаубера. Магічні квадрати цих порядків складніше побудувати порівняно з іншими видима (рис.14).

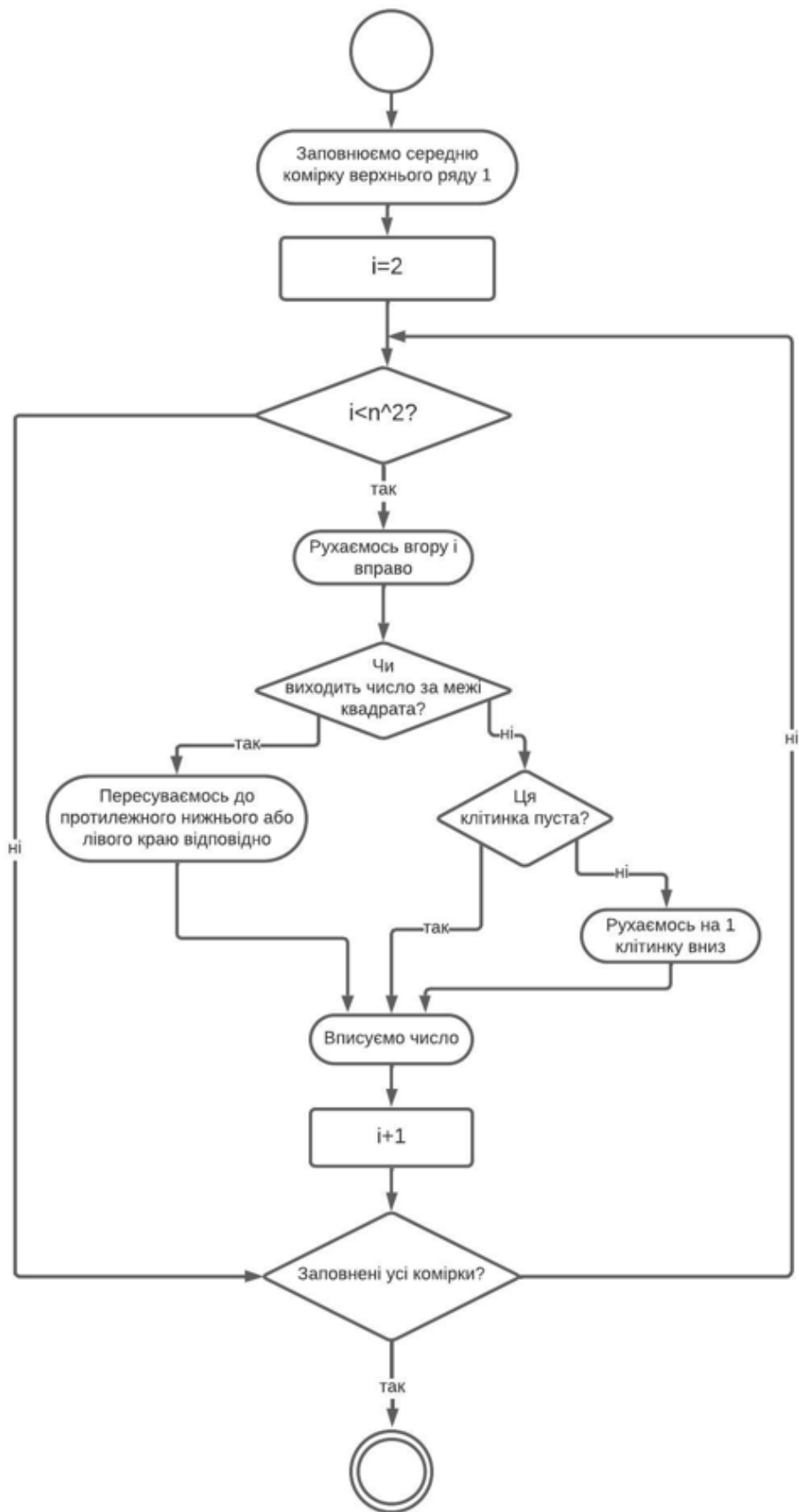


Рис. 12 Алгоритм для непарного порядку

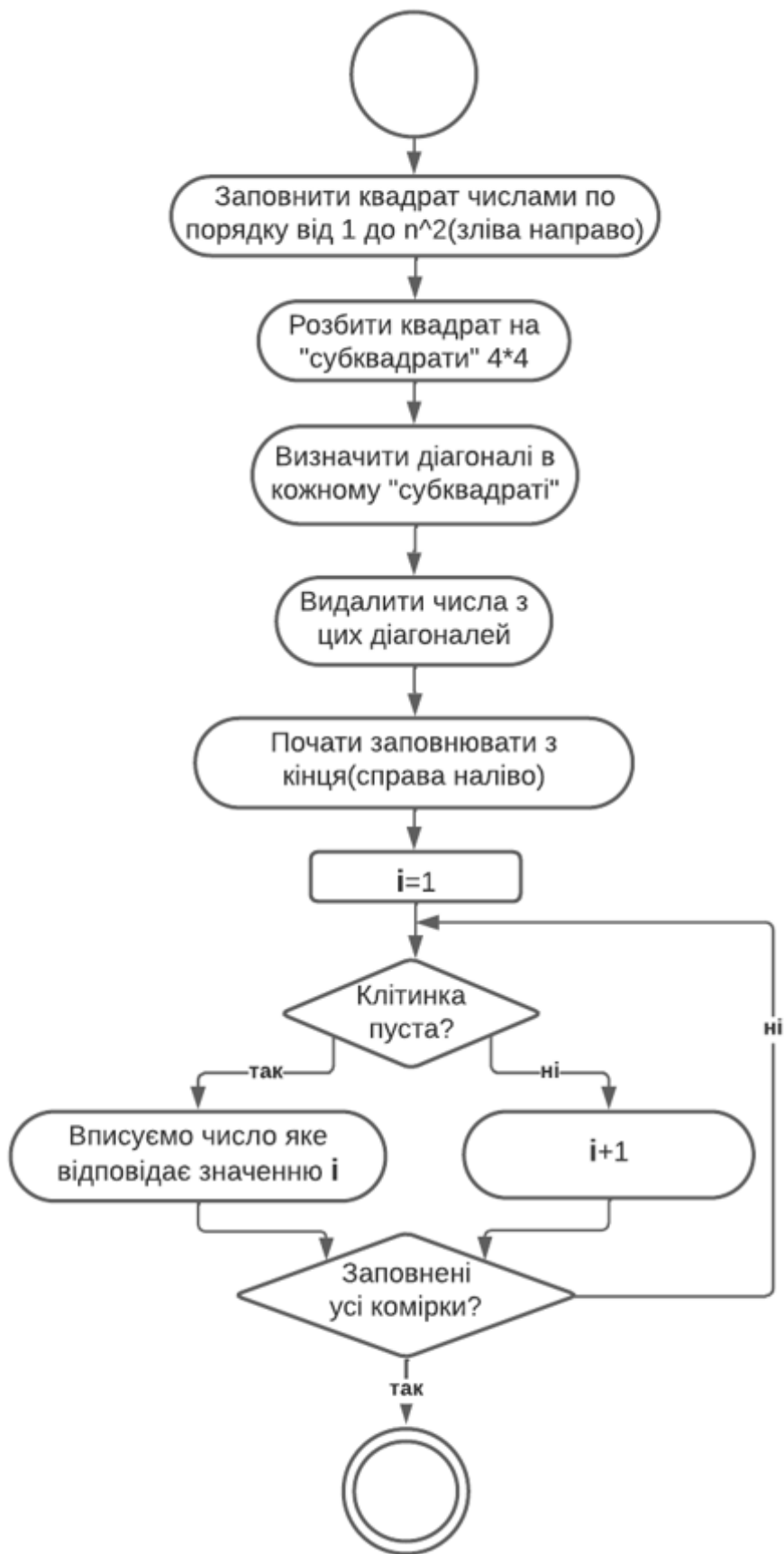


Рис. 13 Алгоритм для порядку кратного 4

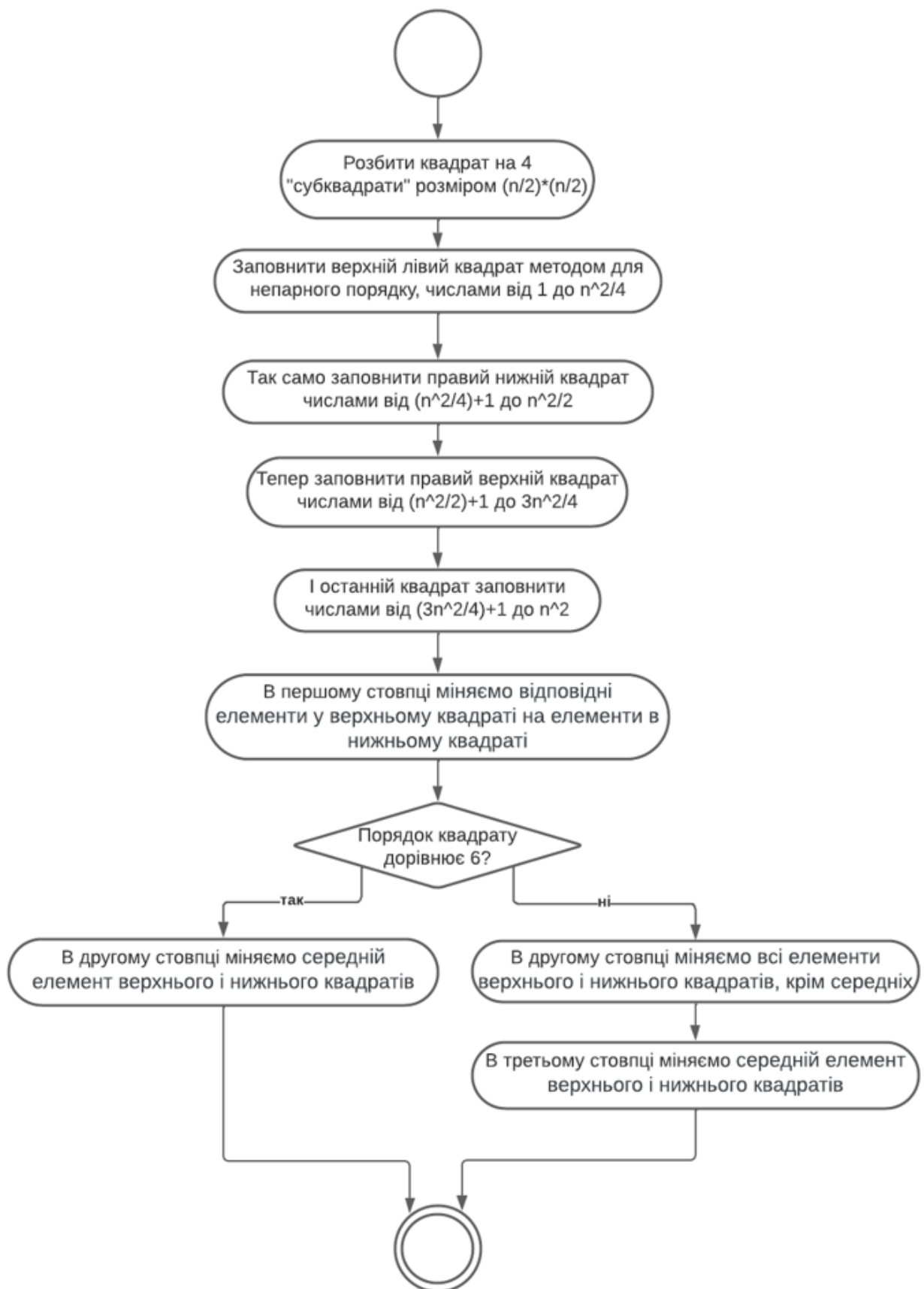


Рис. 14 Алгоритм для порядку 6 та 10

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ВЕБ-ДОДАТКА

3.1 Вимоги до додатка

Перед розробкою архітектури та структури веб-додатка були дослідженні вимоги до них від видавництва “Ранок” та платформи IZZI. Було визначено наступні функціональні та нефункціональні вимоги.

Функціональні вимоги:

1. додаток повинен генерувати нормальні магічні квадрати;
2. додаток повинен мати функцію введення елементів магічного квадрата;
3. додаток повинен мати рівні складності (легкий, середній та важкий);
4. додаток повинен мати функцію введення порядку (розміру) магічного квадрата;
5. додаток повинен мати функцію перевірки заповненого квадрата чи є він магічним квадратом;
6. додаток повинен мати функцію видалення введених елементів, яка відновлює останній згенерований нормальний магічний квадрат;
7. додаток повинен мати функцію розгортання на повний екран та навпаки.

Нефункціональні вимоги:

1. додаток повинен мати українську локалізацію;
2. користування додатком повинно відбуватись за допомогою браузера;
3. додаток не повинен залежати від пристрою;
4. додаток повинен відповідати вимогам видавництва, а саме:
 - мати розмір функціональної частини додатка 776x666 px;

- використовувати шрифт IBM Plex Sans;
- переважаючим кольором додатку, крім чорного та білого, повинен бути волошково-синій (HEX-код #4A90E2) або дуже подібні до нього;
- колір виділення тексту повинен бути пряно-фіолетовий (HEX-код #C30E60);
- кнопки та перемикачі (радіо-кнопки) повинні мати подібний вигляд та структуру до тих, що використовує видавництво.

Постановка задачі: потрібно розробити веб-додаток, який генерує неповні магичні квадрати, доповнення до них, має рівні складності, порядок (розмір) та змога введення чисел. Сам додаток повинен відповідати стандартам видавництва “Ранок” та платформи IZZI, а також бути сумісним з цією платформою.

3.2 Діаграма використання та діаграма діяльності

Згідно з вимогами була розроблена діаграма використання та діаграма діяльності додатка.

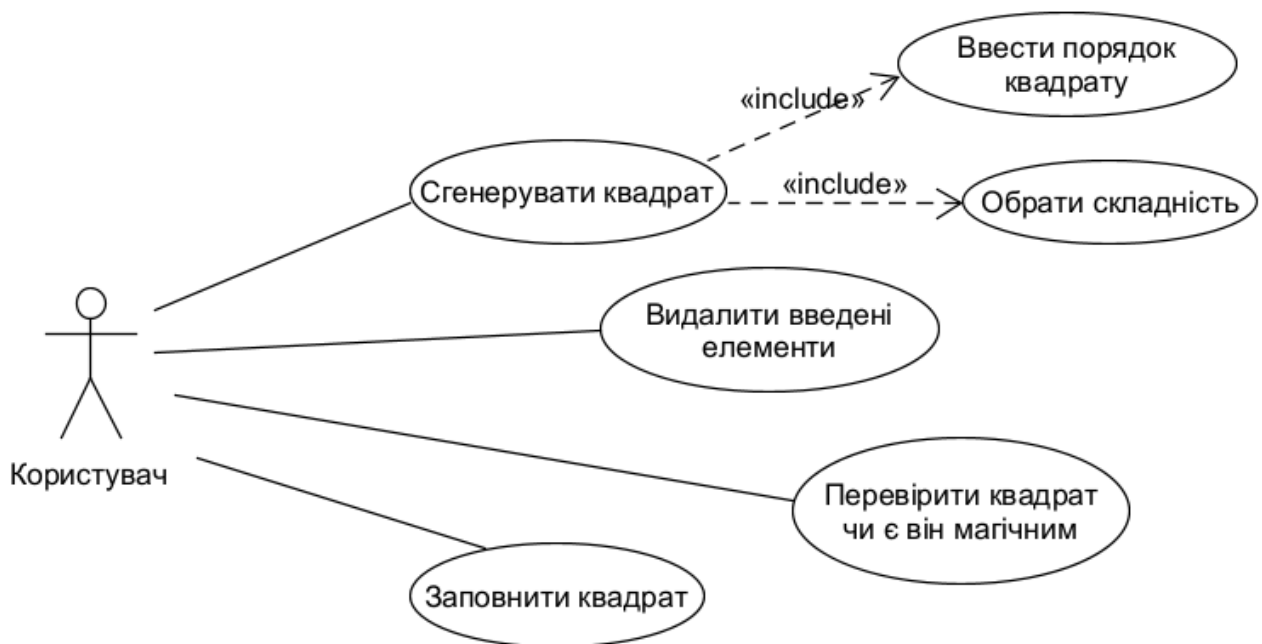


Рис. 15 Діаграма використання

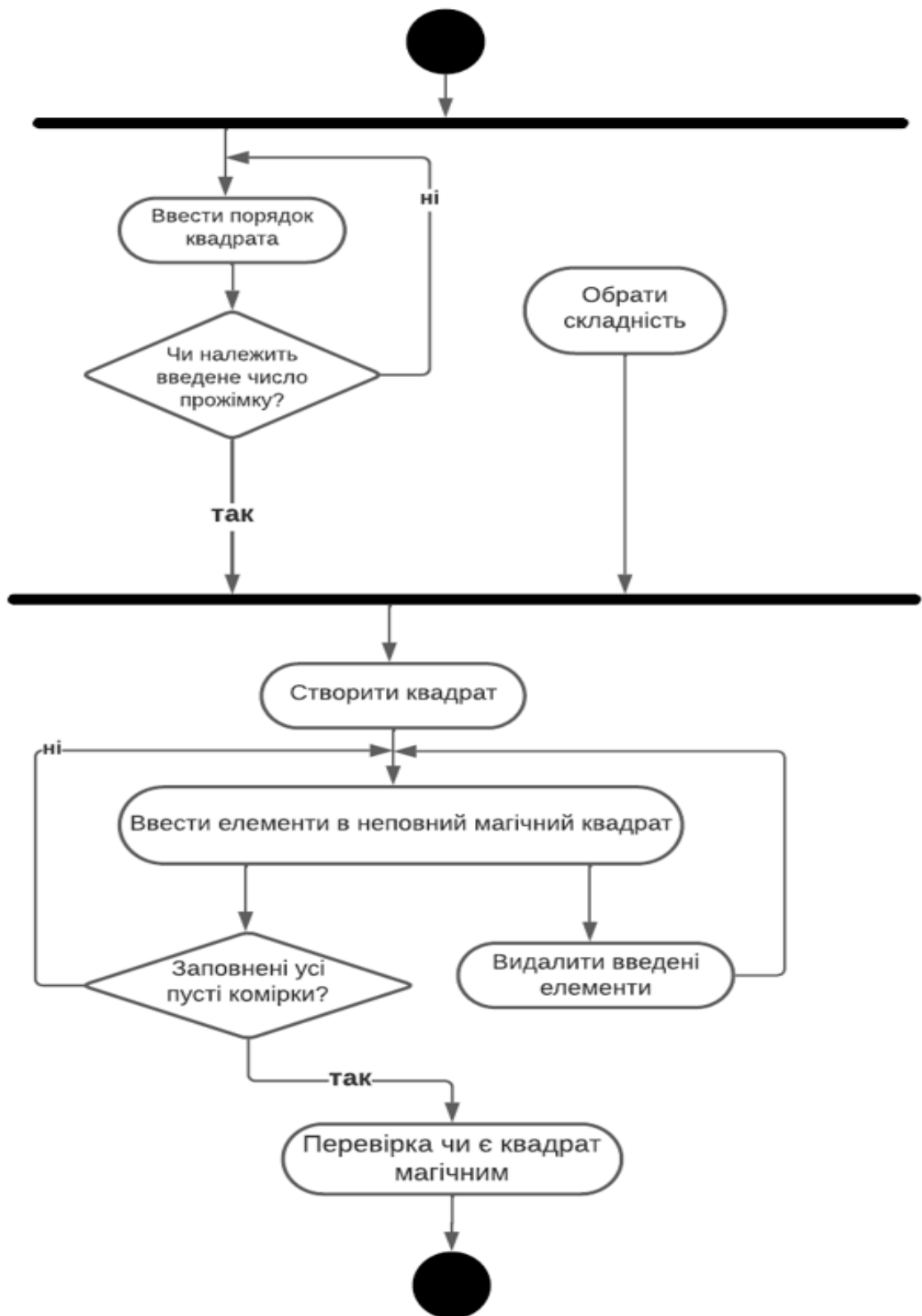


Рис. 16 Діаграма діяльності

3.3 IZZI Server його архітектура та логіка роботи

IZZI Server — сервер на якому розгорнута платформа, розташований в країні розробників Хорватії. Також існує IZZI Proxy Server, який розташований в Україні, метою якого є зберігання даних українських користувачів. Основною задачею IZZI Server є передача необхідних даних на клієнтську частину у вигляді JSON-файлів. Цей сервер використовує REST(Representational State Transfer)-архітектуру, яка передбачає:

1. використання стандартних методів протоколу HTTP (HyperText Transfer Protocol): GET, HEAD, POST, PUT, PATCH, DELETE;
2. використання єдиної угоди про іменування в універсальних кодах ресурсів, тому, якщо дотримуватися цієї угоди, то клієнтська та серверна частини зможуть дуже легко взаємодіяти одна з одною;
3. можливість розподілити навантаження на сервер шляхом додавання додаткових серверів, при цьому ніяк не змінюючи клієнтську частину;
4. використання різних типів файлів (таких як JSON та XML) для взаємодії між клієнтом та сервером;
5. можливість кешування запитів, які часто повторюються за короткий проміжок часу;
6. можливість використання різних стандартів безпеки;
7. незалежність від мов програмування на клієнтській або серверній частині.

Отже, IZZI Server — це простий, гнучкий, безпечний, незалежний сервер з можливістю масштабування.

3.4 Клієнтська частина на платформі IZZI її архітектура та логіка роботи

Клієнтська частина на платформі IZZI є інтерактивним уроком до певних освітніх підручників чи на якусь освітню тему. Вона надсилає певні запити до IZZI Server, який повертає інформацію у вигляді JSON-файлів (REST-архітектура). Вже цю інформацію у гарному вигляді відображає клієнтська частина, будуючи цим веб-інтерфейс. Веб-інтерфейс має SPA-архітектуру, яка передбачає, що інтерфейс розташований не більше ніж на одній веб-сторінці та стан елементів на цій сторінці (інтерактивні елементи) оновлюються без перезавантаження сторінки. SPA — Single page application (укр. односторінковий додаток) — передбачає:

1. завантаження інтерфейсу лише один раз, через що елементам на цій сторінці доводиться змінюватися динамічно тільки на клієнтській частині (без запиту на сервер) і завдяки цьому досягається розвантаження сервера;
2. можливість легко розробити чуйний інтерфейс, який реагує на дії користувача;
3. можливість легкого масштабування.

Таким чином, платформа IZZI має швидкодіючий, чуйний та легко масштабований веб-інтерфейс.

3.5 Взаємодія клієнтської та серверної частин

Знаючи, що являє собою клієнтська та серверна частини, можна чітко сказати, що платформа IZZI має архітектуру “Клієнт-Сервер”. Клієнтська частина, як вже було зазначено, це інтерфейс на основі SPA-архітектури, а серверна — RESTful IZZI Server (сервер, який реалізує REST-архітектуру називається RESTful). Клієнтська частина надсилає запит до серверу (згідно єдиної угоди про іменування в універсальних кодах ресурсів) і у відповідь отримує JSON-файл з даними, які відображаються у веб-інтерфейсі.

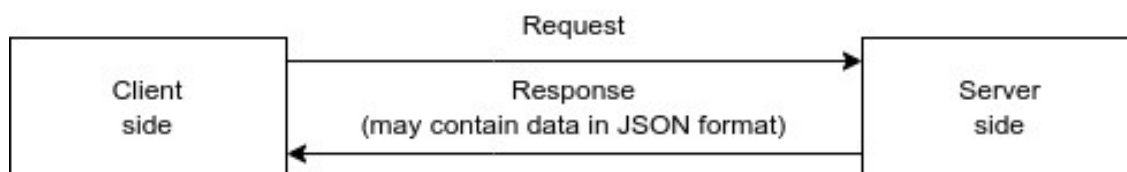


Рис. 17 Взаємодія між клієнтською та серверною частинами

3.6 Архітектура та структура додатка

Наступним важливим кроком є визначення архітектури веб-додатка. Знаючи як побудовані клієнтська, серверна частини та їх взаємодія на платформі IZZI, можна більш впевнено обрати архітектуру додатка. Через те, що платформа IZZI має архітектуру “Клієнт-Сервер” та немає потреби зберігати будь-які дані, то веб-додаток буде мати дворівневу архітектуру “Клієнт-Сервер”. Таким чином, серверній частині потрібно надсилати всі дані про додаток, який потім інтерактивно та незалежно від сервера (не надсилає до нього додаткових запитів) функціонує як елемент веб-інтерфейсу.

Структура додатка складається з двох рівнів: рівень моделі (логіки) та рівень представлення (інтерфейсу). Перший рівень відповідальний за виконання всього функціоналу додатка, а другий за візуалізацію цього функціоналу за стандартами видавництва та платформи.

Таким чином веб-додаток гарно підходить під клієнтську SPA-архітектуру та задовольняє всім вимогам до нього.

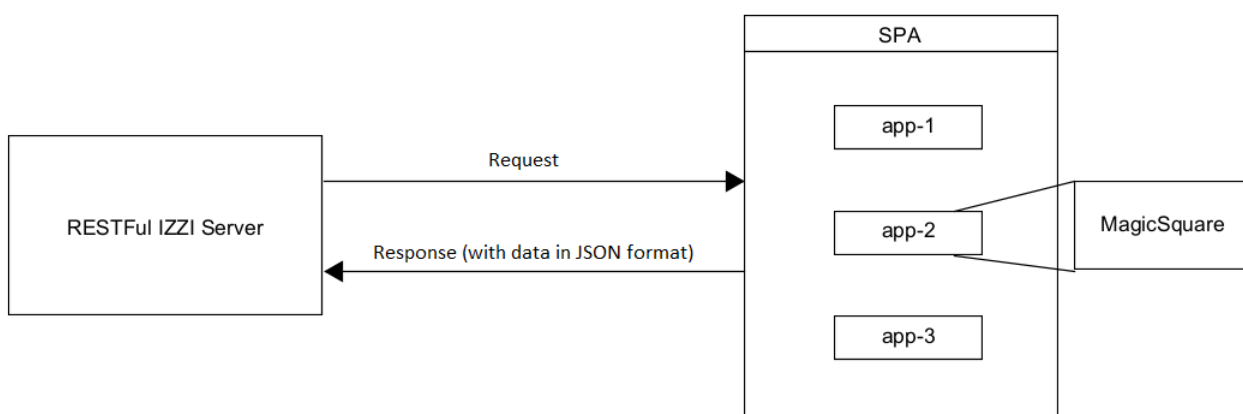


Рис. 18 Архітектура додатку

3.7 Реалізація додатка

Основним завданням додатка є генерація нормальних магічних квадратів. Оскільки не існує алгоритму генерації мінімального критичного набору для магічних квадратів, то додаток генерує правильний нормальний магічний квадрат, в якому потім, в залежності від складності, робиться певна кількість пропусків. І оскільки, від самого початку генерувався правильний магічний квадрат, в якому робляться пропуски і він стає неповним магічним квадратом, то він точно має доповнення до повного магічного квадрату. Додаток має три рівня складності: легкий, середній та важкий. В залежності від рівня додаток робить різну кількість пропусків в квадраті, за замовчуванням складність середня. Квадрат у свою чергу має порядок. Він може бути від 3 до 10, за замовчуванням порядок дорівнює 3. Цей діапазон був погоджений із представником із видавництва.

Через те, що додаток має певні обмеження в ширині та висоті, то в більшому порядку немає сенсу, адже стає складніше обчислити магічну константу та заповнити його числами. Менший порядок не може бути тому, що нормальний магічний квадрат хоч і може існувати для всіх порядків, але мінімальний нетривіальний випадок це коли порядок дорівнює 3.

До того ж додаток має функції розгортання на повний екран, згортання з повного екрана, перевірки та скидання. При розгортанні на повний екран додаток адаптивно не розтягується, адже решта додатків на платформі IZZI від видавництва “Ранок” також не мають адаптивного розгортання. Більш того, такої функціональної вимоги немає. Функція перевірки оглядає кожний елемент квадрату та в залежності від його унікальності в рядку та стовпчику фарбує його в зелений або червоний колір. Функція скидання відтворює останній згенерований магічний квадрат.

Таким чином додаток реалізовує всі функціональні вимоги, які були до нього поставлені.

3.8 Дизайн додатка

Обери порядок (розмір n) квадрата та рівень складності завдання (легкий, середній чи важкий), а потім натисни кнопку "Створити". Введи у порожні клітинки квадрата числа від 1 до n^2 так, щоб кожне число зустрічалося тільки один раз та сума чисел у кожному рядку, стовпчику та по обох діагоналях була однаковою.

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

 **Перевірити** 

Рис. 18 Загальний дизайн додатка

Обери порядок (розмір n) квадрата та рівень складності завдання (легкий, середній чи важкий), а потім натисни кнопку "Створити". Введи у порожні клітинки квадрата числа від 1 до n^2 так, щоб кожне число зустрічалося тільки один раз та сума чисел у кожному рядку, стовпчику та по обох діагоналях була однаковою.

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

8		6
3		
4	9	

 **Перевірити** 

Рис. 19 Дизайн додатка зі згенерованим квадратом та з значеннями за замовчуванням

Обери порядок (розмір n) квадрата та рівень складності завдання (легкий, середній чи важкий), а потім натисни кнопку "Створити". Введи у порожні клітинки квадрата числа від 1 до n^2 так, щоб кожне число зустрічалося тільки один раз та сума чисел у кожному рядку, стовпчику та по обох діагоналях була однаковою.

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

8	1	6
3	5	7
4	9	2

↻ **Правильно** !

Рис. 20 Дизайн додатка зі згенерованим та заповненим квадратом

Обери порядок (розмір n) квадрата та рівень складності завдання (легкий, середній чи важкий), а потім натисни кнопку "Створити". Введи у порожні клітинки квадрата числа від 1 до n^2 так, щоб кожне число зустрічалося тільки один раз та сума чисел у кожному рядку, стовпчику та по обох діагоналях була однаковою.

Складність: ☒ Легк. ☐ Сер. ☐ Важк. Порядок: 8 **Створити**

31	63	62	4	33	59	58	8
25	10	11	51	52	19	2	49
1	18	40	45	44	22	23	20
15	39	38	28	29	35	34	32
33	31	12	36	37	27	26	31
24	42	43	10	20	46	47	17
41	26	51	13	12	5	55	9
60	14	6	7	61	3	36	64

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

Рис. 21 Дизайн додатка зі згенерованим та неправильно заповненим квадратом порядку 8

Обери порядок (розмір n) квадрата та рівень складності завдання (легкий, середній чи важкий), а потім натисни кнопку "Створити". Введи у порожні клітинки квадрата числа від 1 до n^2 так, щоб кожне число зустріалося тільки один раз та сума чисел у кожному рядку, стовпчику та по обох діагоналях була однаковою.

Складність: ☒ Легк. ☐ Сер. ☐ Важк. Порядок: 4 **Створити**

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

↻ **Заповни усі клітинки** !

Рис. 22 Приклад обробки різних нетривіальних ситуацій. Обробка ситуації коли заповнені не всі клітинки

ВИСНОВКИ

У даній роботі розглянута тема над якою роздумували дуже багато великих людей, — магічні квадрати. Незважаючи на те, що самі магічні квадрати не знайшли широкого застосування в науці й техніці, вони сприяли розвитку інших розділів математики (теорії груп, визначників, матриць і т.д.).

В результаті даної роботи було досліджено теоретичну базу нормальних магічних квадратів. А саме були визначені такі терміни: матриця, магічний квадрат, повний нормальний магічний квадрат, магічна константа, неповний магічний квадрат, доповнення до магічного квадрату, ізотопні квадрати тощо. Також було досліджено обертання, відображення та методи генерації нормальних магічних квадратів для різних порядків і представлено їх у вигляді блок-схем.

Була розглянута архітектура і структура платформи IZZI та виявлено, що IZZI має основний сервер в Хорватії та сервер для зберігання даних українських користувачів в Україні. Платформа IZZI являє собою RESTful сервер, користувацький інтерфейс, який має SPA-архітектуру та взаємодію між ними за допомогою архітектури “Клієнт-Сервер”.

Після цього були визначенні функціональні та нефункціональні вимоги до додатка від видавництва “Ранок”. Спираючись на все це, було розроблено веб-додаток, який генерує нормальні магічні квадрати.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. MagicSquare [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL : <https://soprunveronika.github.io/>
2. Pickover, C. A. The Zen of Magic Squares, circles, and stars: an exhibition of surprising structures across dimensions. United Kingdom: Princeton University Press. 2002.
3. Harvey D. H. and Hendricks. J.R. Magic Square Lexicon: Illustrated. Pacific Bindery Services Ltd. 2000.
4. Andrews, W. S. Magic Squares and Cubes, 2nd rev. ed. New York: Dover, 1960.
5. Barnard, F. A. P. "Theory of Magic Squares and Cubes." Memoirs Natl. Acad. Sci. 4, 209-270, 1888.
6. Bloom, D. M. Linear Algebra and Geometry. USA: Donnelley & Sons Company, Crawfordsville, Ind. 1979.
7. Cornelius, Magic squares, Math. Gaz. 72 (March 1988) p. 43.
8. Moran, J. The Wonders of Magic Squares. New York: Vintage, 1982.
9. Chabert, J.-L. (Ed.). "Magic Squares." Ch. 2 in A History of Algorithms: From the Pebble to the Microchip. New York: Springer-Verlag, pp. 49-81, 1999.
10. Fults, J. L. Magic Squares. Chicago, IL: Open Court, 1974.
11. Abe, G. "Unsolved Problems on Magic Squares." Disc. Math. 127, 3-13, 1994.
12. Benson, W. H. and Jacoby, O. Magic Cubes: New Recreations. New York: Dover, 1981.
13. HTML: HyperText Markup Language [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL : <https://devdocs.io/html/>

14. Block, Seymour (2009). Before Sudoku: The World of Magic Squares. Oxford University Press.
15. Schinz, Alfred (1996). The Magic Square: Cities in Ancient China. Edition Axel Menges. p. 428.
16. McCranie, Judson (November 1988). "Magic Squares of All Orders". Mathematics Teacher. 81 (8): 674–78.
17. Ball, W. W. R. and Coxeter, H.S.M. Mathematical Recreations and Essays. Thirteenth Edition. Ontario, Canada: General Publishing Company. 2009.
18. Julie Meloni, Jennifer Kyrnin: HTML, CSS, and JavaScript All in One: Covering HTML5, CSS3, and ES6, Sams Teach Yourself 3rd Edition. 2018.