



Лабораторний практикум №1 -

«Розробка сучасних засобів



людино-машиної взаємодії на основі маркер-орієнтованої
технології доповненої реальності»

Додаток 2 - «Розробка мульти-маркерних *WebAR*-застосунків
з використанням простого *WebAR*-конструктору на *GitHub*-репозиторії»

Автор: Олександр А. Блажко,

доцент кафедри ІС Одеської політехніки, blazhko@ieee.org

1 Короткі історичні факти ідей виникнення першого механічного комп'ютеру

У 1834 році, англійський математик та винахідник Чарльз Беббідж у співпраці з математиком Адою Лавлейс пропонує ідею універсальної аналітичної машини - не універсального механічного калькулятора, а програмованого обчислювального пристрою.

Сьогодні перечитуючи ідеї винахідників, ми можемо побачити, що перший механічний комп'ютер мав би більшість компонент, схожих на компоненти сучасного електронного комп'ютеру:

- склад у вигляді коліщат, які зберігають числа для нових операцій та результати попередніх операцій – сучасна оперативна пам'ять;
- млин – сучасний арифметико-логічний пристрій з мікропрограми опису виконання операцій;
- перфокарти операцій – сучасний код комп'ютерної програми;
- перфокарти змінних – пристрій отримання значень операндів операцій;
- автоматичний творець перфокарт з результатами виконання програми – сучасний принтер;
- паровий двигун для автоматичного руху всіх механічних компонент без втручання людини – сучасний блок живлення.

2 Проектування буклету «перший механічний комп'ютер»

2.1 Проектування *AR*-інформаційної основи (підкладки) буклету

Для створення інформаційного *WebAR*-буклету з огляду конструкційних ідей першого механічного комп'ютера можна використати малюнки з книги Сідні Падуа «Неймовірні пригоди Лавлейс та Беббіджа. Майже правдива історія першого комп'ютера» [1]. На рисунку 1 представлено фрагмент малюнку у стилі Стимпанк з книги Сідні Падуа.

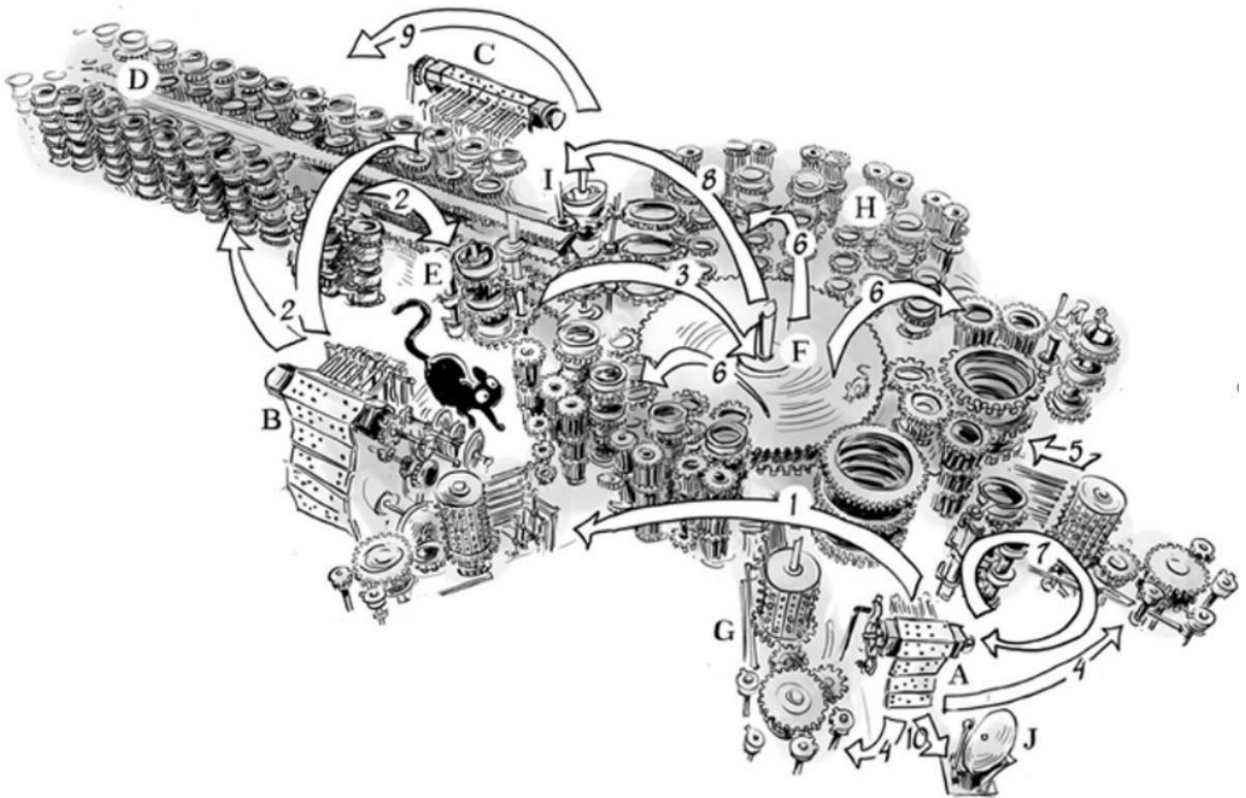


Рис. 1 – Фрагмент малюнку у стилі Стимпанк
з конструкційними ідеями першого механічного комп'ютера

Отримати файл з прикладом AR-інформаційної основи (підкладки) буклету можна за посиланням – <https://drive.google.com/file/d/1pqfzEh0LCsNYmUP99Om2yCC0nXuj71mX>

2.2 Проектування *WebAR*-компонентів буклету

WebAR-буклет може містити наступні компонент:

- стартовий *QR*-код для запуску *WebAR*-застосунку;
- набір маркерів;
- набір електронних мультимедіа-файлів наступних *AR*-типів, пов'язаних із маркерами:
 - зображення;
 - аудіо-файл;
 - відео-файл;
 - *3D*-модель.

Процес створення компонентів *WebAR*-застосунку має зворотній порядок у порівнянні з описаними вище компонентами:

- 1) створення набору мультимедіа-файлів;
- 2) створення набору *WebAR*-маркерів;
- 3) створення електронної підкладки буклету з розміщеними маркерами;
- 4) створення *WebAR*-застосунку;

- 5) розміщення файлів *WebAR*-застосунку в *GitHub*-репозиторії;
- 6) розміщення *WebAR*-застосунку в мережі;
- 7) створення *QR*-коду для запуску *WebAR*-застосунку;
- 8) розміщення *QR*-коду на електронній підкладці буклету.

2.2.1 Створення набору мультимедіа-файлів

В таблиці 1 надано опис мультимедіа-файлів

Таблиця 1 - Опис мультимедіа-файлів

№ маркера	Призначення маркеру	Тип AR-елементу	Посилання на файли
1	Інформація про комп'ютер та його авторів	зображення	https://drive.google.com/file/d/1NrEGkWK4Q8_hAALTIpuLTIIcn9AuVbY
		аудіо	https://drive.google.com/file/d/1tSrDcja9Auoo2sIycFlxBBMp6kb8vHU2
2	Робота перфокарт операцій	зображення	https://drive.google.com/file/d/16l682cwtDcFQlAs1Bnsajjb0Hmrjg8a1
		аудіо	https://drive.google.com/file/d/1YwxQfMUQ5PxYTIfb6y1qqV1v5XOYTD0o
3	Робота джерела енергії для руху механіки	відео	https://drive.google.com/file/d/1mX-W9gQhs4bqFZUACW_znh9uKinFz781
4	Робота складу коліщат	відео	https://drive.google.com/file/d/1Y8-ddZ50Gv_5JmWP03Fa3m3pEo-k5AP1
5	Робота млину з переробки операцій	відео	https://drive.google.com/file/d/1wj3Qy8xXFC1xx8aAatX2PY8bSrC5how
6	Робота принтеру	відео	https://drive.google.com/file/d/1bjn2KKhL2jsMFpvImVQ_QHx-_mC9ufS97

Всі аудіо-файли було створено з використанням мікрофону веб-камери та вбудованої програми запису голосу в *OC Windows 10*, хоча можна створити аудіо-файл, використовуючи будь-які інші інструменти, наприклад, на смартфоні.

За замовчуванням *WebAR*-конструктор підтримує аудіо-файл формату *mp3*. Якщо вами створено файл іншого формату, наприклад, *m4a*, його можна легко конвертувати, використовуючи *OnLine*-конвертори, наприклад, за посиланнями:

<https://online-audio-converter.com/> або <https://convertio.co/>

При конвертації файлів рекомендується вказувати мінімальну якість, наприклад *64 kbit*, що забезпечить мінімальний розмір файлу та, відповідно, максимальну швидкість його завантаження під час роботи *WebAR*-застосунку.

2.2.2 Створення набору WebAR-маркерів

Існує багато типів WebAR-маркерів, про які докладніше розповідається в документі [2]. Але найпростішим типом маркерів є BarCode-маркер.

BarCode-маркер створюється автоматично спеціальною бібліотекою, а при створенні WebAR-застосунку необхідно лише вказати число, яке з ним пов'язане, наприклад, у діапазоні від 0 до 63.

Для завантаження створених BarCode-маркерів необхідно перейти за посиланням <https://au.gmented.com/app/marker/marker.php>

Перевірте, що встановлено наступні ключові опції, як показано на рисунку 2:

- виставлено прапорець «Add a quiet zone around marker (of same size as border)»;
- встановлено значення 0.1 для «Border size (% of marker width)»;
- вибрано «Markers have black borders».

Для створення 6-ти маркерів необхідно вказати відповідний діапазон чисел, як показано на рисунку 2.

Marker generator

for ARToolKit v4.5.3 and later

Copyright © 2011-2017 Eden Networks Ltd. All rights reserved.

The screenshot shows the 'Marker generator' web interface. It has two main sections. The top section is for 'Marker type' with two radio buttons: 'Pictorial (template)' and '2D barcode (matrix)'. Below this are several input fields and checkboxes: 'Marker size (millimetres): 80', 'Marker image resolution: Screen (72 dpi)', 'Marker pixel size: 226', a checked checkbox 'Add a quiet zone around marker (of same size as border)', 'Border size (% of marker width): 0.1', radio buttons for 'Markers have black borders' (selected) and 'Markers have white borders', 'Barcode dimensions: 3 x 3', 'Error checking and correction type: none', and 'Maximum available number of barcodes: 64'. The bottom section has two radio buttons: 'Generate a single marker image' and 'Generate a range of markers from code: 1 to: 6 (in range 0 to 63)'. A 'Generate' button is at the bottom right. Four red arrows with numbers 1, 2, 3, and 4 point to specific elements: arrow 1 points to the 'Add a quiet zone...' checkbox, arrow 2 points to the 'Generate a range of markers...' radio button, arrow 3 points to the '1' in the range input, and arrow 4 points to the '6' in the range input.

Рис. 2 - Фрагмент екрану формування маркеру

Після генерації маркерів буде запропоновано завантажити архів з файлами з назвою, наприклад, *AR_MATRIX_CODE_3x3_1-6.zip*

2.2.3 Створення електронної підкладки буклету з розміщеними маркерами

Завантажені маркери необхідно розмістити на електронній підкладці буклету.

Приклад такого розміщення представлено на рисунку 3.

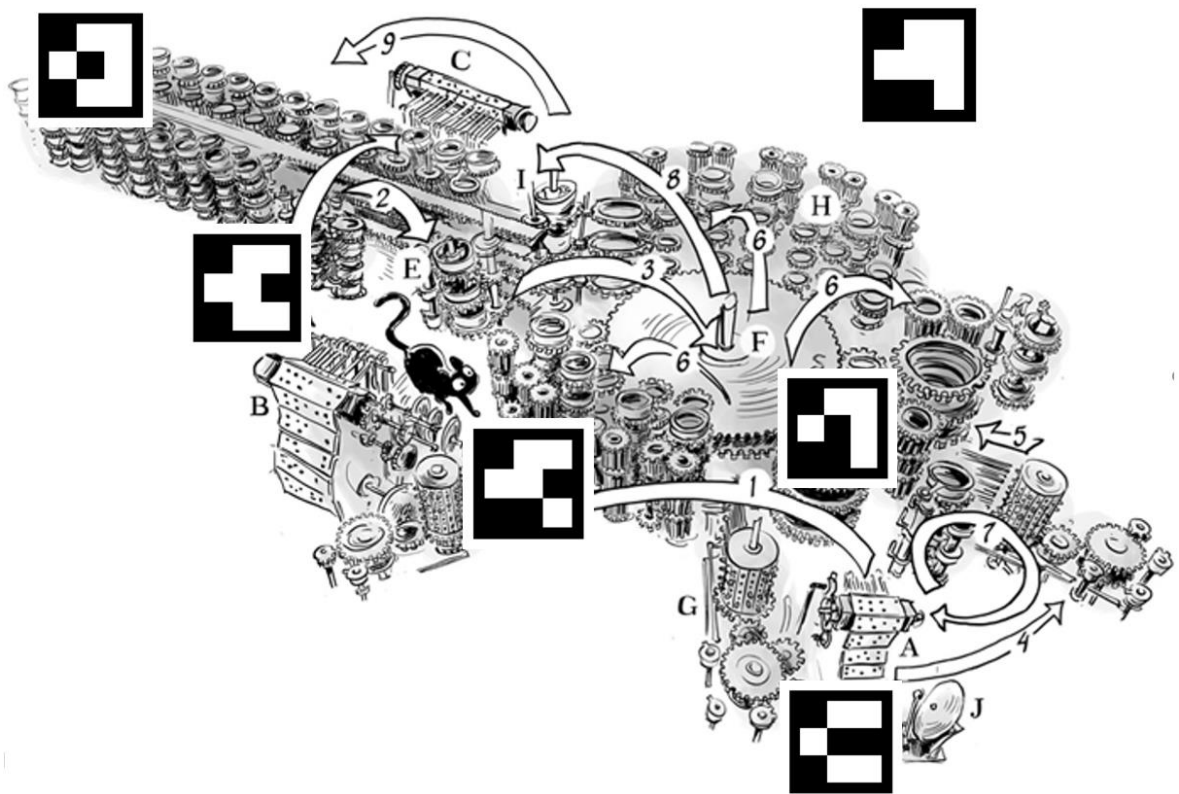


Рис. 3 – Приклад розміщення *BarCode*-маркерів
на електронній підкладці буклету

2.2.4 Створення *WebAR*-застосунку

Для створення *WebAR*-застосунку використовується *WebAR*-конструктор, розташований за адресою <https://ar.gamehub.od.ua/>

На рисунку 4 наведено фрагмент екрану зі створення *WebAR*-застосунку на етапі реєстрації маркерів. Для поточного прикладу необхідно створити 6-ть *BarCode*-маркерів, для чого треба послідовно вибрати у списку номери від 1 до 6.

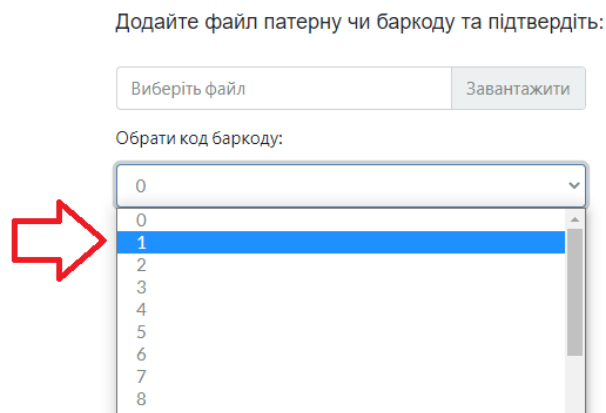


Рис. 4 – Фрагмент екрану зі створення *WebAR*-застосунку на етапі реєстрації маркерів

На рисунку 5 показано фрагмент екрану зі створення *WebAR*-застосунку після завершення етапу реєстрації маркерів, який виконується після натискання кнопки «Підтвердити».

Додайте файл патерну чи баркоду та підтвердіть:

Баркод під кодом 1
Баркод під кодом 2
Баркод під кодом 3
Баркод під кодом 4
Баркод під кодом 5
Баркод під кодом 6

Виберіть файл

Завантажити

Обрати код баркоду:

6

Підтвердити

Рис. 5 – Фрагмент екрану зі створення *WebAR*-застосунку після завершення етапу реєстрації маркерів

На рисунку 6 наведено приклад фрагмента екрану з налаштування зв’язків між маркерами та мультимедіа-файлами.

Файл патерну	Тип вмісту	Файл вмісту		Звуковий файл		Автоматичне повторення
Баркод під кодом 1	<div>Зображення</div>	<div>Виберіть файл</div>	<div>Завантажити</div>	<div>Виберіть файл</div>	<div>Завантажити</div>	<div>Перемкнути</div>
Баркод під кодом 2	<div>Зображення</div>	<div>Виберіть файл</div>	<div>Завантажити</div>	<div>Виберіть файл</div>	<div>Завантажити</div>	<div>Перемкнути</div>
Баркод під кодом 3	<div>Зображення</div>	<div>Виберіть файл</div>	<div>Завантажити</div>	<div>Виберіть файл</div>	<div>Завантажити</div>	<div>Перемкнути</div>
Баркод під кодом 4	<div>Зображення</div>	<div>Виберіть файл</div>	<div>Завантажити</div>	<div>Виберіть файл</div>	<div>Завантажити</div>	<div>Перемкнути</div>
Баркод під кодом 5	<div>Зображення</div>	<div>Виберіть файл</div>	<div>Завантажити</div>	<div>Виберіть файл</div>	<div>Завантажити</div>	<div>Перемкнути</div>
Баркод під кодом 6	<div>Зображення</div>	<div>Виберіть файл</div>	<div>Завантажити</div>	<div>Виберіть файл</div>	<div>Завантажити</div>	<div>Перемкнути</div>

Підтвердити

Рис. 6 – Фрагмент екрану з налаштування зв’язків між маркерами та мультимедіа-файлами

У відповідності з таблицею 1 перші два *Barcode*-маркери пов’язані з зображеннями та аудіо-файлами, тому:

- в колонці «Тип вмісту» необхідно вибрати тип «Зображення», як показано на рисунку 7;
- в колонці «Файл вмісту» необхідно завантажити файл з зображенням, клікнувши на комірку «Виберіть файл», як показано на рисунку 7;
- в колонці «Звуковий файл» необхідно завантажити аудіо-файл, клікнувши на комірку «Виберіть файл», як показано на рисунку 7.

Файл патерну	Тип вмісту	Файл вмісту	Звуковий файл
Баркод під кодом 1	<div>Зображення</div>	1 - BC_Info.jpg	1 - BC_Info.mp3
Баркод під кодом 2	<div>Зображення</div>	<div>Виберіть файл</div> <div>Завантажити</div>	<div>Виберіть файл</div> <div>Завантажити</div>
Баркод під кодом 3	<div>Зображення</div> <div>Відео</div> <div>Модель</div>	<div>Виберіть файл</div> <div>Завантажити</div>	<div>Виберіть файл</div> <div>Завантажити</div>
Баркод під кодом 4	<div>Зображення</div>	<div>Виберіть файл</div> <div>Завантажити</div>	<div>Виберіть файл</div> <div>Завантажити</div>
Баркод під кодом 5	<div>Зображення</div>	<div>Виберіть файл</div> <div>Завантажити</div>	<div>Виберіть файл</div> <div>Завантажити</div>
Баркод під кодом 6	<div>Зображення</div>	<div>Виберіть файл</div> <div>Завантажити</div>	<div>Виберіть файл</div> <div>Завантажити</div>

Підтвердити

Рис. 7 – Фрагмент екрану з налаштування зв’язків між маркерами та зображеннями з аудіо-файлами

У відповідності з таблицею 1 наступні чотири *Barcode*-маркери пов’язані з відео-файлами, тому:

- в колонці «Тип вмісту» необхідно вибрати тип «Відео», як показано на рисунку 8;
- в колонці «Файл вмісту» необхідно завантажити файл з відео, клікнувши на комірку «Виберіть файл», як показано на рисунку 8.

Файл патерну	Тип вмісту	Файл вмісту	Звуковий файл
Баркод під кодом 1	<div>Зображення</div>	1 - BC_Info.jpg	1 - BC_Info.mp3
Баркод під кодом 2	<div>Зображення</div>	2 - BC_INPUT.jpg	2 - BC_INPUT.mp3
Баркод під кодом 3	<div>Відео</div>	3 - BC_PowerUnit.mp4	
Баркод під кодом 4	<div>Відео</div>	4 - BC_RAM.mp4	
Баркод під кодом 5	<div>Відео</div>	5 - BC_ALU.mp4	
Баркод під кодом 6	<div>Відео</div> <div>Зображення</div> <div>Відео</div> <div>Модель</div>	<div>Виберіть файл</div> <div>Завантажити</div>	

Підтвердити

Рис. 8 – Фрагмент екрану з налаштування зв’язків між маркерами та відео-файлами

Фрагмент екрану із завершення процесу налаштування зв’язків між маркерами та

мультимедіа-файлами, який виконується після натискання кнопки «Підтвердити», представлено на рисунку 9.

Файл патерну	Тип вмісту	Файл вмісту	Звуковий файл
Баркод під кодом 1	<div>Зображення</div>	1 - BC_Info.jpg	1 - BC_Info.mp3
Баркод під кодом 2	<div>Зображення</div>	2 - BC_INPUT.jpg	2 - BC_INPUT.mp3
Баркод під кодом 3	<div>Відео</div>	3 - BC_PowerUnit.mp4	
Баркод під кодом 4	<div>Відео</div>	4 - BC_RAM.mp4	
Баркод під кодом 5	<div>Відео</div>	5 - BC_ALU.mp4	
Баркод під кодом 6	<div>Відео</div>	6 - BC_Printer.mp4	

Підтвердити

Рис. 9 – Фрагмент екрану із завершення процесу налаштування зв’язків між маркерами та мультимедіа-файлами

Після завершення попереднього етапу на екрані відображається згенерований *HTML*-код з *JavaScript*-функціями роботи *WebAR*-застосунку, фрагмент якого показано на рисунку 10.

Необхідно скопіювати цей код від рядка `<!DOCTYPE html>` до рядка `</html>` та зберегти скопійований код у файлі *index.html*

Згенерований код для вашої програми:

```
<!DOCTYPE html>

<head>
  <meta name="viewport" content="width=device-width, user-scalable=no, minimum-scale=1.0, maximum-scale=1.0">
  <title>AR project template</title>
  <!-- Добавляем необходимые библиотеки -->
  <script src="js/three.js"></script>
  <script src="js/tween.umd.js"></script>
  <script src='loaders/GLTFLoader.js'></script>
  <script src='loaders/MTLLoader.js'></script>
  <script src='loaders/OBJLoader.js'></script>
  <!-- Добавляем jsartoolkit -->
  <script src="jsartoolkit5/artoolkit.min.js"></script>
  <script src="jsartoolkit5/artoolkit.api.js"></script>
  <!-- Добавляем three.js артоолки -->
  <script src="threejs/threejs-artoolkitsource.js"></script>
  <script src="threejs/threejs-artoolkitcontext.js"></script>
  <script src="threejs/threejs-arbasecontrols.js"></script>
  <script src="threejs/threejs-armarkercontrols.js"></script>
</head>

<body style='margin : 0px; overflow: hidden; font-family: Monospace; user-select: none; pointer-events: none;'>
```

COPY/PASTE

Рис. 10 - Фрагмент екрану з *HTML*-кодом та *JavaScript*-функціями роботи *WebAR*-застосунку

2.2.5 Розміщення файлів *WebAR*-застосунку в *GitHub*-репозиторії

2.2.5.1 Розміщення *JavaScript*-бібліотек підтримки *WebAR*-застосунку

Створений в *WebAR*-конструкторі файл *index.html* в програмному кодї *JavaScript*-функцій має посилання на зовнішні функції, розміщенні в *JavaScript*-бібліотеці.

Можливі три варіанти розміщення у новому *GitHub*-репозиторії:

- 1) самостійне завантаження каталогів з файлами *JavaScript*-бібліотек через *GitHub*-репозиторій;
- 2) автоматизоване перенесення каталогів з файлами *JavaScript*-бібліотек через *Git*-клієнт
- 3) відгалуження (*Fork*) існуючого *GitHub*-репозиторію з необхідними бібліотеками.

Розглянемо 3-й варіант з операцією відгалуження.

Операція відгалуження або *Fork* – є ефективним засобом початку розвитку існуючого проекту, розміщеного у *GitHub*-репозиторію, якщо власник цього репозиторію надає такий доступ. Необхідні каталоги з файлами *JavaScript*-бібліотек розміщено у *GitHub*-репозиторію за адресою <https://github.com/OP-NC-EduCentre/WebAR-Template>

В результаті відгалуження репозиторію у вашому *GitHub*-середовищі буде створено його копія з власною назвою.

Після переходу до *GitHub*-репозиторію необхідно виконати дії, вказані на рисунку 11.

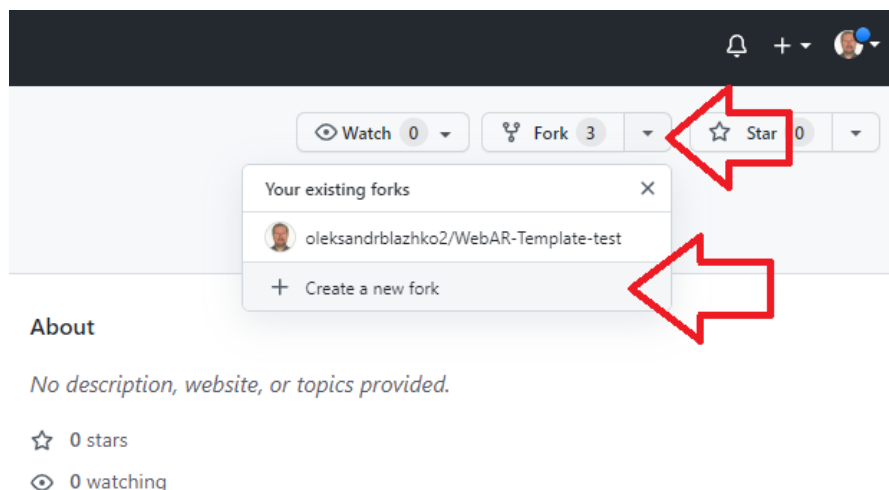


Рис. 11 – Фрагмент екрану з описом початку процесу відгалуження *GitHub*-репозиторію

В подальшому необхідно визначити назву нового *GitHub*-репозиторію, який буде сворено на основі відгалуженого, як це показано на рисунку 12.

Create a new fork

A *fork* is a copy of a repository. Forking a repository allows you to freely experiment with changes without affecting the original project. [View existing forks.](#)

Owner *

oleksandrblazhko2

/

Repository name *

WebAR-Booklet-Mechanic-Comp ✓

By default, forks are named the same as their upstream repository. You can customize the name to distinguish it further.

Description (optional)

☒ Copy the `master` branch only
Contribute back to OP-NC-EduCentre/WebAR-Template by adding your own branch. [Learn more.](#)

ⓘ

You are creating a fork in your personal account.

Create fork

Рис. 12 – Фрагмент екрану з описом завершення процесу відгалуження *GitHub*-репозиторію

Після завершення процесу створення *GitHub*-репозиторію він буде виглядати, як показано на рисунку 13.

master

1 branch

0 tags

Go to file

Add file

<> Code

This branch is 2 commits ahead of OP-NC-EduCentre:master.

Contribute

Sync fork

oleksandrblazhko2

Delete index.html

dabadd8 now

24 commits

data	My commit	7 months ago
js	My commit	7 months ago
jsartoolkit5	My commit	7 months ago
loaders	My commit	7 months ago
threex	My commit	7 months ago

Рис. 13 – Фрагмент екрану зі змістом створеного *GitHub*-репозиторію

2.2.5.2 Завантаження файлу *index.html* та мультимедіа-файлів

Далі необхідно завантажити файл *index.html* та всі мультимедіа-файли.

Для завантаження файлів необхідно вибрати пункт «*Upload files*», як показано на рисунку

14.

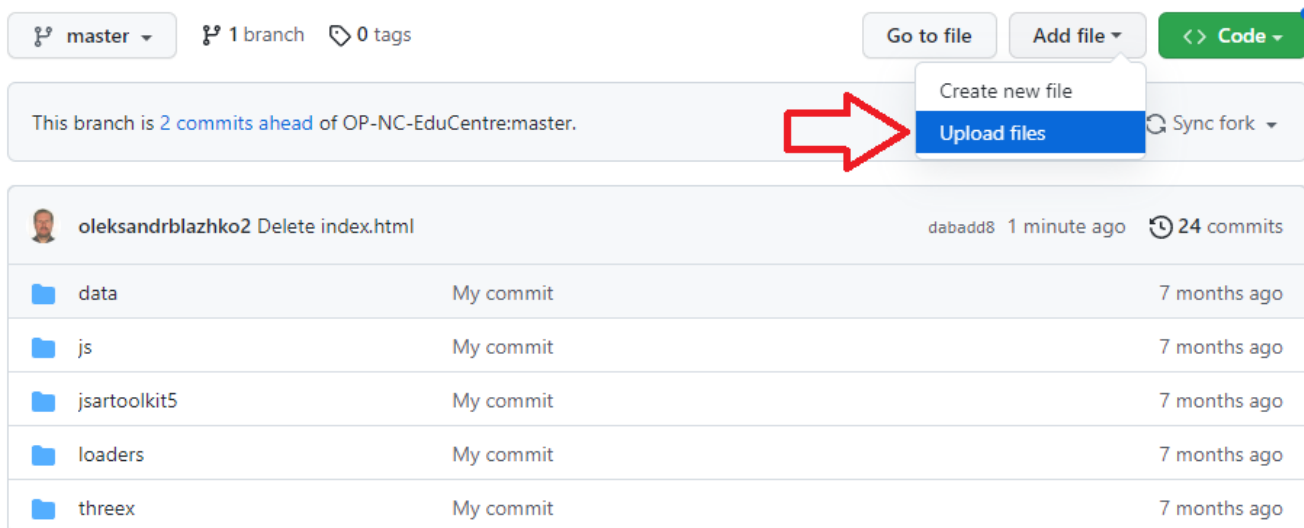


Рис. 14 – Фрагмент екрану з початком процесу завантаження файлів

Далі система запропонує вибрати файли для завантаження, як показано на рисунку 15.

Після вибору файлу, наприклад, index.html, та його завантаження необхідно підтвердити цей процес, натиснувши кнопку «Commit change», як показано на рисунку 15.

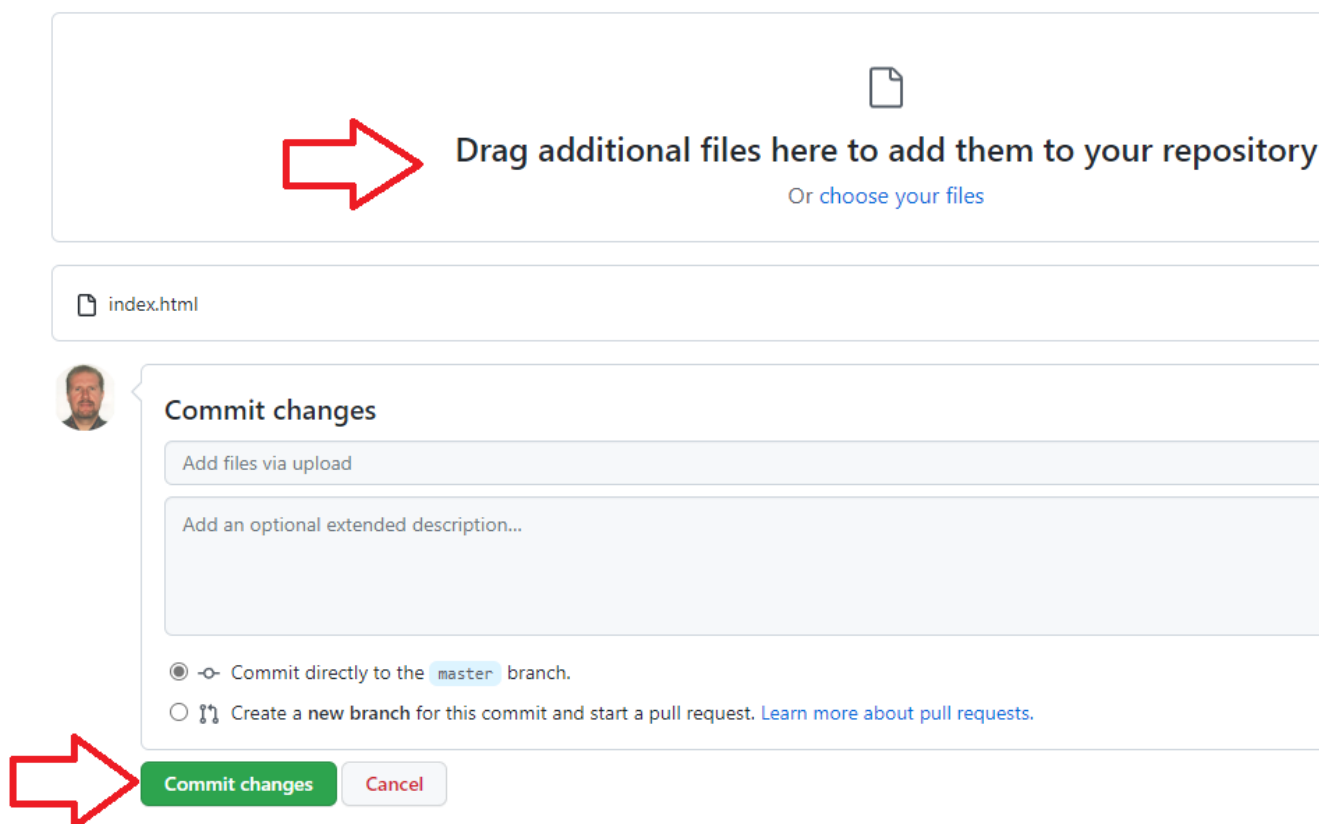


Рис. 15 – Фрагмент екрану із завершенням процесу завантаження файлів

За результатами завантаження всіх файлів репозиторій буде виглядати як показано на рисунку 16.

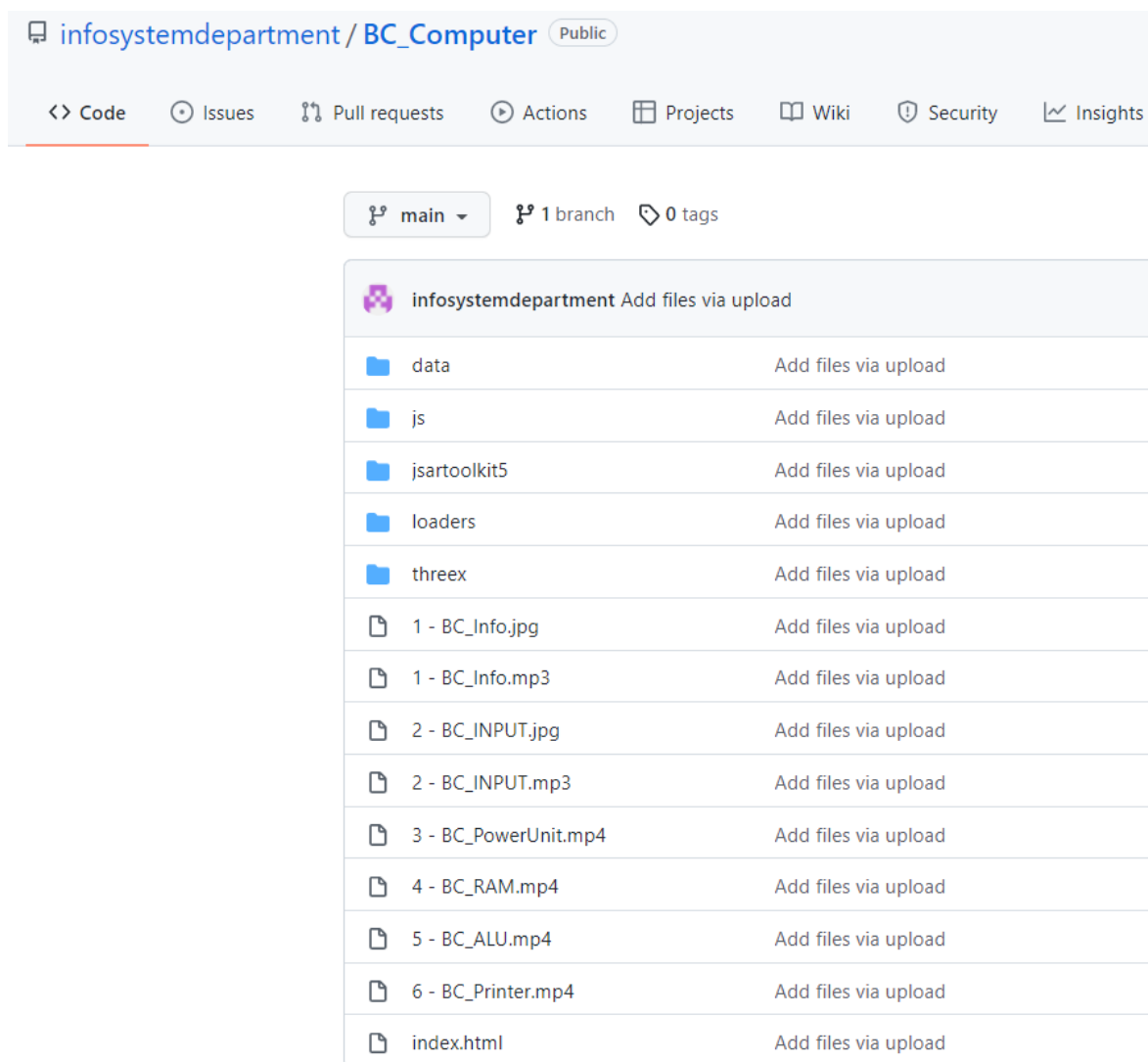


Рис. 16 – Фрагмент екрану зі змістом *GitHub*-репозиторію з файлами *WebAR*-застосунку

Посилання на *GitHub*-репозиторій з файлами *WebAR*-застосунку –
https://github.com/infosystemdepartment/BC_Computer

2.2.6 Розміщення *WebAR*-застосунку в мережі

Інструментарій *GitHub* дозволяє створювати *Web*-сторінки на основі механізму *Pages*, коли створений *GitHub*-проект перетворюється у *Web*-сайт зі класичною стартовою сторінкою *index.html*. В попередніх пунктах було створено *index.html* файл, який містить *JavaScript* програмний код *WebAR*-застосунку.

Для налаштування механізму *Pages* необхідно перейти в розділ *Settings* та *Pages*, як показано на рисунку 17.

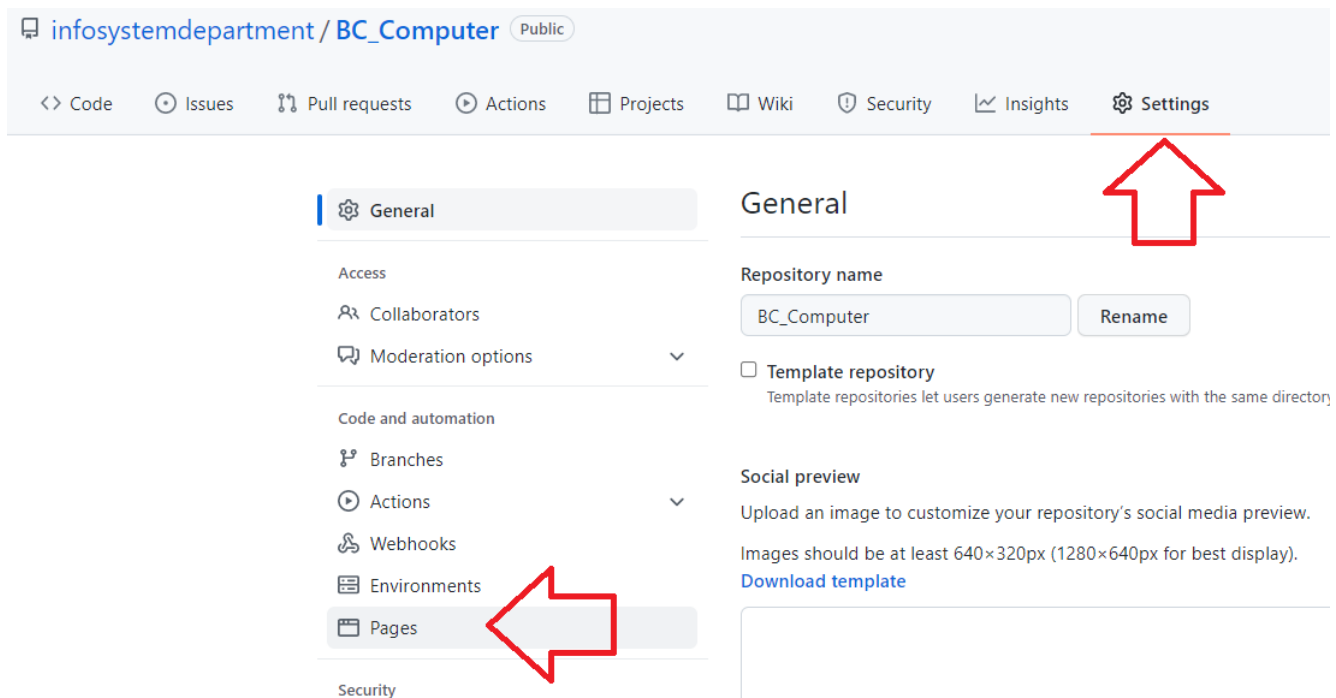


Рис. 17 – Фрагмент екрану навігації переходу до налаштування *GitHub Pages*

Для ініціалізації *GitHub Pages* необхідно виконати три кроки, як показано на рисунку 18:

- 1) клікнути «None», вивівши *Pages*-механізм з пасивного режиму;
- 2) вибрати «main», зв’язавши каталог *GitHub*-проекту з майбутнім *Web*-сайтом;
- 3) клікнути «Save».

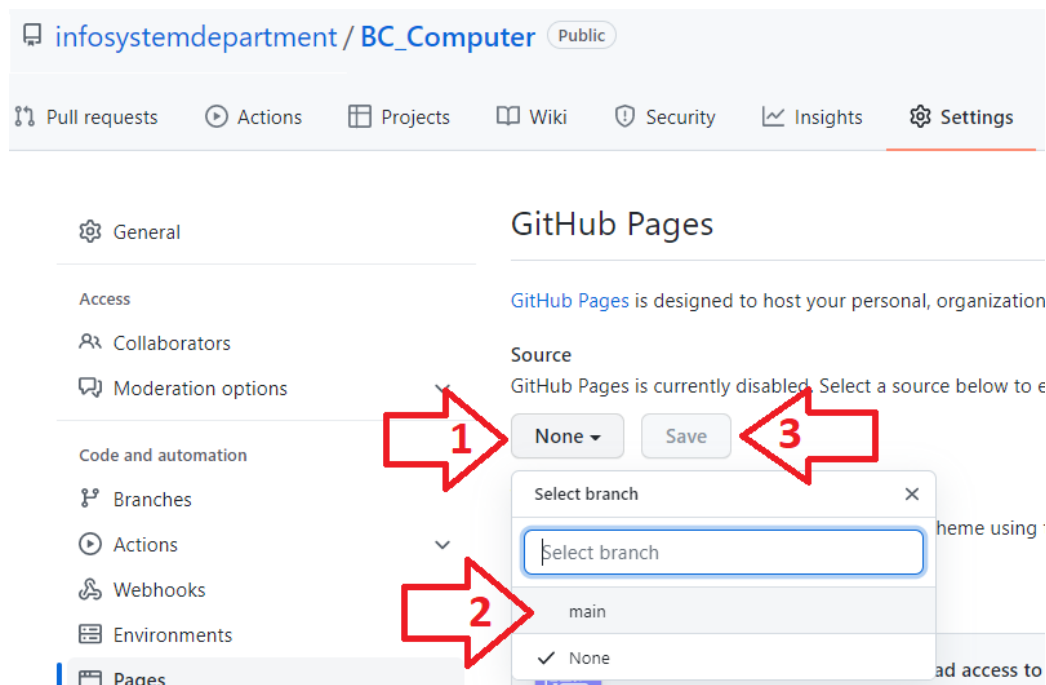


Рис. 18 – Фрагмент екрану налаштування *GitHub Pages*

Після виконання вказаних дій буде створено *Web*-посилання на *WebAR*-застосунок, наприклад, https://infosystemdepartment.github.io/BC_Computer/, як показано на рисунку 19.

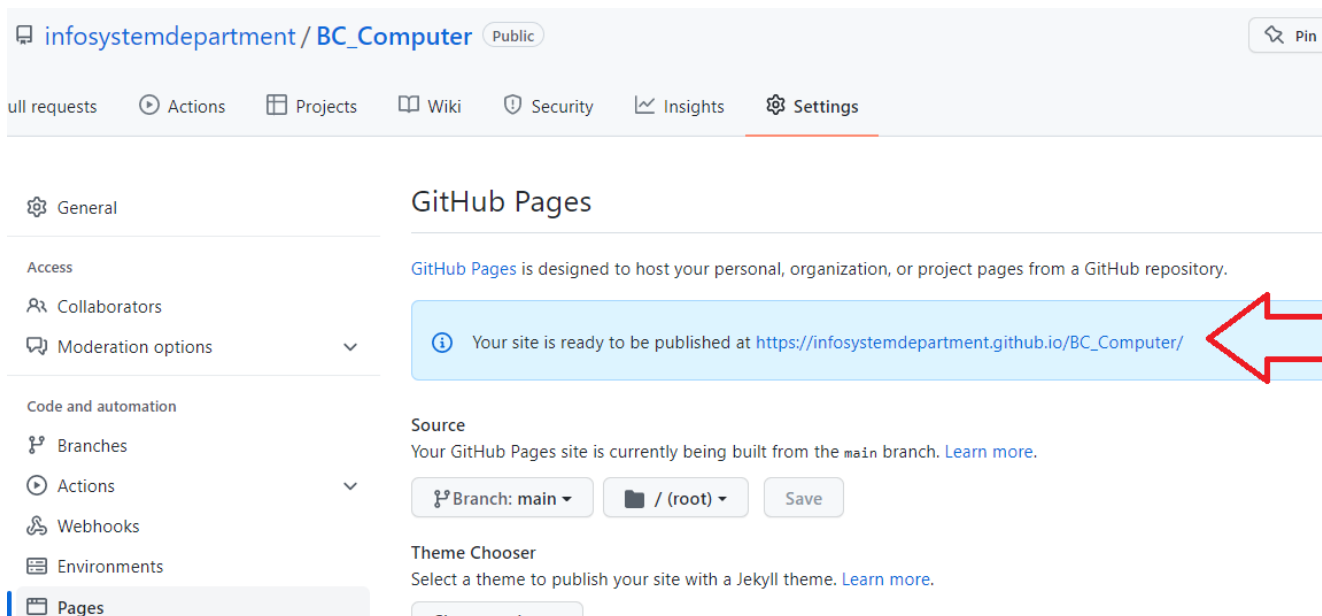


Рис. 19 – Фрагмент екрану зі створеним *Web*-посилання на *WebAR*-застосунок

2.2.7 Створення *QR*-коду для запуску *WebAR*-застосунку

При використанні смартфонів рекомендується створити *QR*-код для запуску *WebAR*-застосунку. Для цього можна використати багато Online-генераторів, наприклад, за адресою <https://goqr.me/>

На рисунку 20 показано результат генерації *QR*-коду для розміщення *WebAR*-застосунку.



Рис. 20 – Фрагмент екрану роботи *Online*-генератора *QR*-коду

2.2.8 Розміщення *QR*-коду на електронній підкладці буклету

Після завантаження файлу з *QR*-кодом, його необхідно розмістити на підкладці буклету, як показано на рисунку 21.

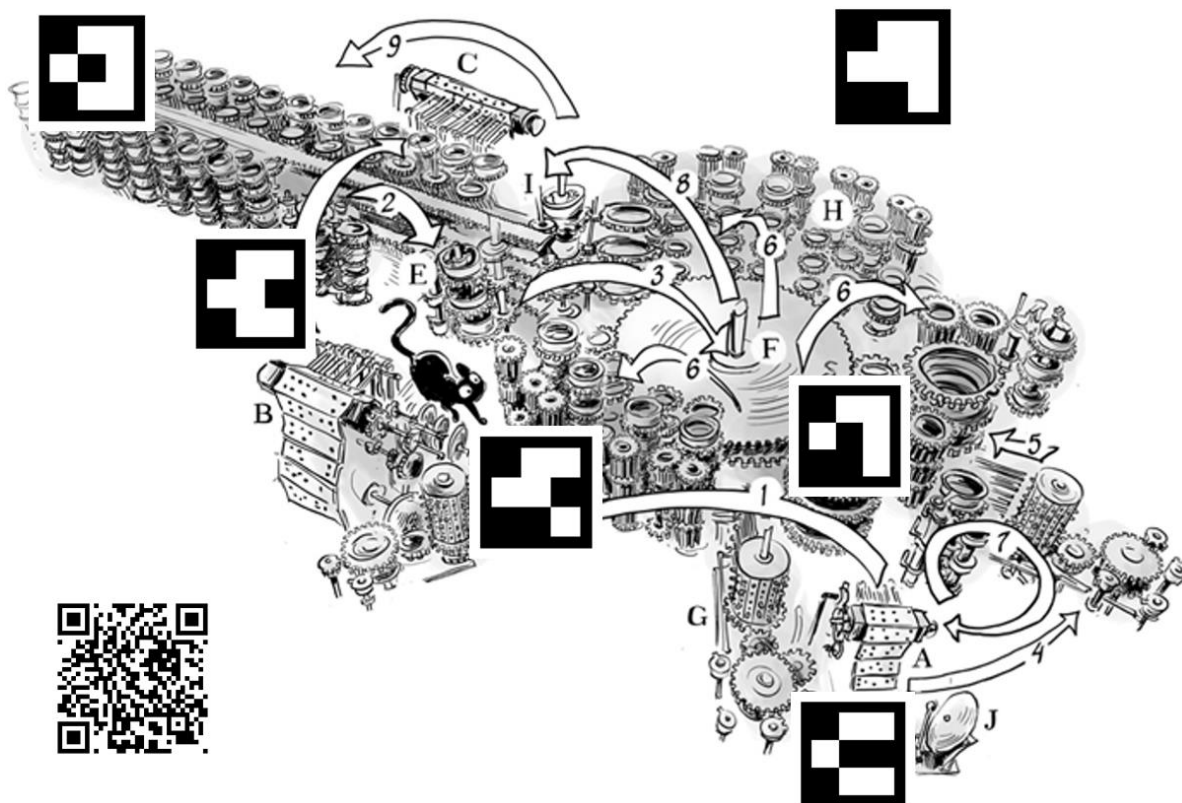


Рис. 21 – Приклад розміщення *QR*-коду на підкладці буклету

Посилання на *GitHub*-проект *WebAR*-буклету -

https://github.com/infosystemdepartment/BC_Computer

Посилання на відео-файл з демонстрацією роботи *WebAR*-буклету -

<https://drive.google.com/file/d/1f8Bs5sVsBLPTXRqECvBliBeCd9VBFpiT>

Приклад одномаркерного *WebAR*-буклету:

- *GitHub*-проект - <https://github.com/oleksandrblazhko/WebAR-4A-Haiku-Booklet>
- відео-файл з демонстрацією роботи - <https://youtu.be/nh7PHwrL6S8?t=75>

Література

1 Sydney Padua (2015) The Thrilling Adventures of Lovelace and Babbage: The (Mostly) True Story of the First Computer Hardcover. URL: -

<https://www.amazon.co.uk/Thrilling-Adventures-Lovelace-Babbage-Computer/dp/0141981512>

2 Олександр Блажко (2021) Лекція «Особливості створення маркерів». URL: -

<https://drive.google.com/file/d/1XbbPsCQ5KeBQLbENNInrAyOSPyZGxnGi>