

## ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ КНИЖОК ШРИФТОМ БРАЙЛЯ З МУЛЬТИМЕДІЙНИМИ ДОДАТКАМИ

**Сільченко В.В.**

аспірант, кафедра «Медіасистеми та технології»,  
Харківський національний університет радіоелектроніки  
ORCID ID: 0009-0009-2504-1283

***Анотація.** У роботі досліджуються основні етапи виготовлення книжок шрифтом Брайля та особливості застосування мультимедійних додатків для інклюзивної літератури. Розглянуто два варіанти розробки аудіододатків для дитячої книги «Кваско і Катруся», яка призначена для слабозорих та незрячих дітей молодшого шкільного віку. У першому використовується спеціалізоване програмне забезпечення для створення аудіокниги та голосів дикторів, у другому – розпізнавання тексту підготовленого оригінал-макета та автоматична генерація аудіофайлу. З метою визначення більш ефективної технології виготовлення аудіододатків було проведено експертну оцінку цих додатків та розроблено рекомендації щодо використання мультимедійних технологій для інклюзивних видань.*

***Ключові слова:** інклюзивна література, шрифт брайля, аудіокнига, аудіоредактори, експертні методи, метод портфоліо.*

### **Вступ**

За даними ВООЗ у світі проживає 180 млн осіб із поганим зором, з яких приблизно 45 млн повністю сліпі, а 135 млн мають слабкий зір. Щорічно кількість незрячих у світі зростає на 1-2 млн осіб. Якщо така тенденція збережеться, то до 2025 р. налічуватиметься понад 100 млн людей із вадами зору. Для України проблема сліпоти та порушення зору надзвичайно актуальна, оскільки захворювання посідає четверте місце серед основних причин інвалідності [1].

У сучасному суспільстві індустрія електронних книг набирає обертів. Читачі бажають отримувати інформацію і читати книжки. І саме недорога електронна книга може вдовольнити ці потреби. Видавництва, які виготовляють електронні книжки, на шляху боротьби за читача дуже активно впроваджують різні інновації. Однією з найбільших інновацій у цій галузі став розвиток електронних книг з розширеними можливостями. Тепер користувачі можуть насолоджуватися не тільки текстом, а й додатковими функціями, такими як аудіо, відео, інтерактивність та багато іншого.

Щорічно у всьому світі видають тисячі книг шрифтом Брайля, але лише мала їх частина виходить в Україні. Це пояснюється, в першу чергу, нестачею коштів. Вартість друку однієї книги може доходити до 50-60 доларів, що досить велика для людей з інвалідністю. Тиражі в Україні зазвичай не перевищують 300 примірників [2].

Із початком повсюдної комп'ютеризації у друкованих книг з'явилися альтернативи, наприклад, аудіокниги, мовні синтезатори і інтерактивні книги формату DAISY – теж аудіо, але з можливістю пошуку в тексті. Однак тифлопедагоги і активісти в один голос стверджують: повністю замінити друковану книгу не може ніщо. Дитина, яка не читає шрифтом Брайля, не зможе навчитися їм писати, і навіть дорослі без практики втрачають навички. Крім того, не варто забувати про сліпоглухонімих людей: для них рельєфно-крапкове зображення, в принципі, – єдине джерело інформації і спілкування з навколишнім світом.

За даними [1] на початку 2022 року в Україні проживало близько 80 тисяч людей із порушеннями зору, в тому числі майже 10 тисяч це діти. Навіть за участю волонтерів та меценатів, ситуація з виданням книг шрифтом Брайля в країні поки що далека від повного задоволення існуючих потреб.

Останні міжнародні дослідження та звіти також демонструють зростання уваги до інклюзивної літератури та доступності книжок для різних груп читачів [3, 4], хоча проблема репрезентації та доступності все ще залишається актуальною. Тому перехід на електронні книжки або використання мультимедійних додатків для звичайних друкованих книжок значно розширює можливості видавництва щодо забезпечення більшої кількості читачів книжками. Обираючи різні мультимедійні функції одні й ті ж самі книжки можуть читати люди і з вадами зору, і з вадами слуху, і звичайні люди. Розроблення оптимальних технологій створення мультимедійних додатків та використання для цього сучасного програмного та технічного забезпечення дозволить не тільки зробити ці книжки більш цікавими, але й більш доступними і дешевими. На сьогодні це і є основна проблема інклюзивної літератури.

В роботі розглядаються різні технології розробки аудіокнижок для незрячих людей, а також розглянуто особливості інтелектуального розпізнавання тексту при створенні аудіокниг.

## **Мета та задачі дослідження**

Мета роботи – дослідження основних етапів підготовки та виготовлення книжок шрифтом Брайля та підвищення ефективності технологічного процесу розробки інклюзивних видань за допомогою використання мультимедійних технологій.

Об'єкт дослідження – процес розробки інклюзивних видань з аудіододатком.

Предмет дослідження – технології виготовлення книг шрифтом Брайля, вимоги до програмного забезпечення та технології розробки аудіододатків до інклюзивних видань.

Для реалізації поставленої мети реалізовані наступні задачі:

- аналітичний огляд літератури;
- аналіз технологій, матеріалів та обладнання для виготовлення книжок шрифтом Брайля;

- аналіз програмного забезпечення для розробки аудіосупроводження інклюзивних видань;
- розробка аудіодodatка за різними технологіями;
- експертне оцінювання та визначення найбільш ефективної технології для розробки мультимедійних аудіодodatків для інклюзивних видань;
- розробка рекомендацій щодо застосування мультимедійних технологій для інклюзивних видань;

Актуальність роботи полягає в тому, щоб показати важливість впровадження інклюзивної літератури в сучасні умови розвитку суспільства

## **Основна частина**

### **1 Проблеми видання інклюзивної літератури**

Державний стандарт України не регламентує визначення видань для сліпих [5]. Такі видання відрізняються від звичайних друкованих видань за знаковою природою інформації

За аналізом літератури [6, 7], «видання для сліпих – це видання, які призначені для самостійного читання сліпими за допомогою дотику чи слухового сприйняття з використанням звуковідтворювальної апаратури». В таких виданнях застосовують спеціальний рельєфно-крапковий шрифт Брайля. Читання здійснюється за допомогою дотику пальців.

Більшість видань шрифтом Брайля в Україні випускалися Республіканським будинком звукозапису і друку Українського товариства сліпих, який працює і зараз, забезпечуючи літературою спеціалізовані бібліотеки в містах України.

Допомагають випускати книжки шрифтом Брайля і приватні підприємства. Наприклад, ТОВ «Друкарня «Мадрид», за допомогою меценатів придбала брайлівський принтер. І з 2018 року крім звичайних книг видає книжки шрифтом Брайля цифровим друком. В 2020 році завдяки співпраці «Друкарні Мадрид» із громадською організацією «Досвід ЄС», у Харкові відкрили приватну соціальну бібліотеку. У бібліотеці представлено видання шрифтом Брайля українських та європейських авторів [2].

Також з 2015 року діє благодійний проєкт «Книга Брайлем» Фонду сім'ї Нечитайло, який займається адресною доставкою книг і поповненням фондів бібліотек [8].

У багатьох випадках в Україні особи з вадами зору віддають перевагу аудіокнигам, і цей сегмент має свої особливості. Видавництва приділяють увагу якості запису, використовують спецефекти та запрошують відомих читачів. Тому аудіокнижки часто мали дуже велику вартість.

І хоча деякі приватні благодійники та компанії надсилають аудіокнижки в бібліотеки та спецшколи, це залишається винятком замість правила. Потреба в таких книгах досить залишається великою.

## 2 Інновації в індустрії електронних книг

Інновації в галузі електронних книг охоплюють різноманітні аспекти, включаючи створення інтерактивних книг для дітей, розробку програмного забезпечення для поліпшення читання та вивчення мов, а також створення адаптованих книг для осіб з порушеннями зору.

У контексті широкого впровадження комп'ютерів та гаджетів, поряд із традиційними друкованими книгами, з'явилися нові альтернативи, серед них такі.

Аудіокниги – це звукові версії книг, які можна слухати, замість того щоб читати. Вони надають можливість людям вивчати літературу під час подорожей, фізичних вправ або для тих, хто має проблеми з читанням.

Мовні синтезатори – це програми, які перетворюють текст на мовлення. Вони корисні для людей з порушеннями зору або тих, хто шукає альтернативний спосіб взаємодії з текстом.

Інтерактивні книги у форматі DAISY (Digital Accessible Information System) – це аудіокниги, що містять структуровані дані, дозволяючи користувачам переходити між розділами, робити пошук у тексті та взаємодіяти з вмістом за допомогою голосових команд. Такі книги роблять контент більш доступним для осіб з обмеженими можливостями [9, 10].

Ці інновації допомагають поліпшити процеси навчання для дітей та людей з особливими потребами.

Наприклад, компанія «Pera Technology» за підтримки ЄС займається розробкою різноманітних технологій для спрощення життя для людей із вадами зору. Один із останніх винаходів – дисплей зі шрифтом Брайля для читання електронних книг.

«Anagraphs» – це пристрій, який потрібно приєднувати до електронних книг або персонального комп'ютера. За допомогою воску на резистивному сенсорному екрані відтворюватиметься текст шрифтом Брайля. Над пристроєм працювали фахівці із Інституту фотонних мікросхем Фраунгофера (Німеччина), компаній «СК Productions», «Innora» і «Hobart Lasers».

Зараз уже існують електронні книги для незрячих, які складаються з окремих рухомих смуг із отворами для літер шрифтом Брайля. Проте «Anagraphs» є легшим у виробництві та дешевшим.

Пристрій функціонує на основі принципу термо-гідрравлічного мікро-реагування. У комплексі з програмним забезпеченням, пристрій відтворює до 6000 точок рельєфно-крапкового шрифту на екрані. Під час роботи рідкий віск формує потрібні знаки і твердне, утворюючи при цьому потрібний текст [9, 11].

В Україні існують видавництва, видавці та індивідуали, які віддано працюють над створенням електронних книг для людей з вадами зору. Навіть створюються спеціальні електронні бібліотеки, де можна знайти та завантажити необхідні книги.

Таким прикладом є онлайн-бібліотека для людей з вадами зору «Ліхтар». На головному сайті є інструкція з навігації (рис. 1).



Слухати книги



Рисунок 1 – Головна сторінка онлайн-бібліотеки «Ліхтар»

Незрячій людині потрібно знати 10 клавіш, щоб користуватися «Ліхтарем». Усі дії озвучені синтезатором української мови «Анатоль», а вибраний текст змінює колір, тому цією бібліотекою також можуть користуватись й люди, котрі просто погано бачать.

У бібліотеки є головний сайт та спеціальний сервіс для незрячих. Сайт розроблено для усіх охочих. Ним можна користуватись за допомогою миші. Тоді як спеціальний сервіс було зроблено для частково або повністю незрячих людей. Він також протестований людьми з вадами зору. Керувати ним можна за допомогою миші або клавіш. Незрячі люди майже не користуються комп'ютерними мишами, тому можливість залучити клавіатуру є надзвичайно важливою.

Онлайн бібліотека аудіокниг «Ліхтар» – це спроба полегшити життя як людям із тотальною втратою зору, так і частково незрячим [12].

Прогрес та вдосконалення пристроїв для читання визначають основні тенденції на світовому ринку цифрової літератури. Зростання популярності смартфонів та розширені можливості електронних книг створюють переваги, які, ймовірно, підтримають попит на ці нові формати видань.

Легкий доступ до різноманітних електронних бібліотек через додатки чи онлайн-сервіси стає доступною альтернативою традиційному методу покупки книг. Збільшення кількості та постійна модернізація портативних читальних пристроїв, зокрема смартфонів і планшетів, гратиме ключову роль у підтримці жвавості світового ринку електронних видань.

Використання передових технологій та розробка нових продуктів визначають стратегічні напрямки на книговидавничому ринку. Видавці та автори активно звертають увагу на впровадження інновацій з метою збільшення обсягів продажів, а також для модернізації та оптимізації літературних та видавничих процесів.

Так, наприклад, у січні 2020 р. було випущено програмне забезпечення для аналізу літературних творів за допомогою штучного інтелекту, що дає авторам змогу вдосконалити книгу, перш ніж передати її для професійного редагування. Завдяки програмному забезпеченню також можна визначити потенціал твору й спрогнозувати рівень його популярності серед читачів [8].

Для збільшення продажів книг видавництва випускають подкасти – серію розмов або аудіоепізодів певної книги.

Якщо аудиторія насолоджується подкастами, пов'язаними із книгами, вони можуть стати більш лояльними до автора чи видавництва. Якщо книга доступна у форматі аудіокниги, подкасти можуть надати зразки аудіоконтенту, щоб залучити аудиторію. Це особливо корисно для людей, які вперше спробували аудіокниги. І це незамінна форма для людей з порушенням зору для ознайомлення змісту цікавої для них книги.

Однією з найбільших інновацій у цій галузі став розвиток електронних книг з розширеними можливостями. Тепер користувачі можуть насолоджуватися не тільки текстом, а й додатковими функціями, такими як аудіо, відео, інтерактивність та багато іншого. Наприклад, відомий видавець електронних книг, Amazon Kindle, випустив нову функцію під назвою «Kindle in Motion», яка включає в себе різні функції, такі як анімація елементів на сторінці, змінювання розміру та форми шрифту, додавання зображень та відео, а також відтворення музики та звуків, що доповнюють історію та роблять читання більш захопливим.

Іншими інноваціями в індустрії електронних книг є розвиток інтерактивних книг для дітей, розвиток програмного забезпечення для покращення читання та вивчення мов, а також розробка книг для людей з вадами зору [8, 13-15].

### **3 Технологія виготовлення видань шрифтом Брайля**

Для аналізу можливостей використання мультимедійних технологій для видань шрифтом Брайля обрано популярне дитяче видання в твердій палітурці (рис. 2).

Видання «Квасько та Кватруся» відноситься до 2-ї вікової категорії [5, 16]. Відповідно, для видань шрифтом Брайля є додаткові вимоги:

– розмір букви шрифтом Брайля дорівнює 20 пунктам стандартного шрифту Arial, тому для повторювання звичайного тексту шрифтом Брайля доцільно використовувати саме цю гарнітуру і цей розмір шрифту;

– кількість символів на сторінці А4 повинна бути 26;

– кількість строк на сторінці А4 повинна бути 27;

– шрифт чорний на білому або жовтому фоні (цей колір сприймається).

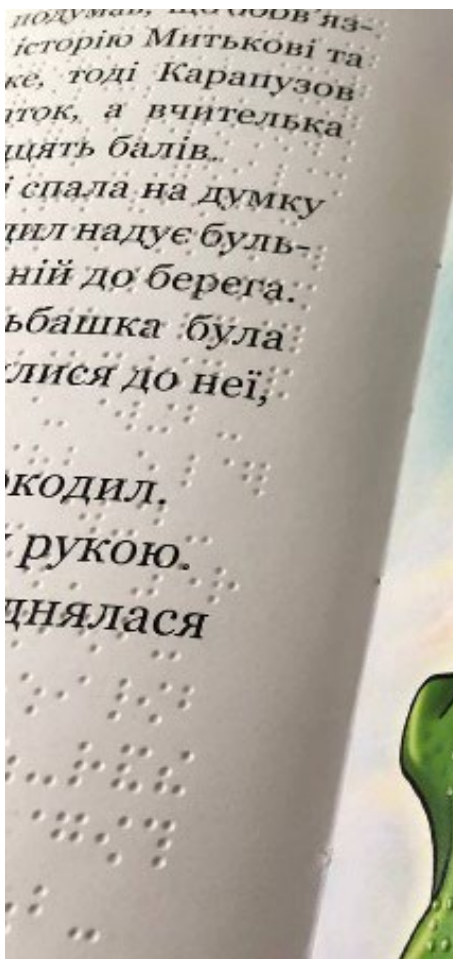
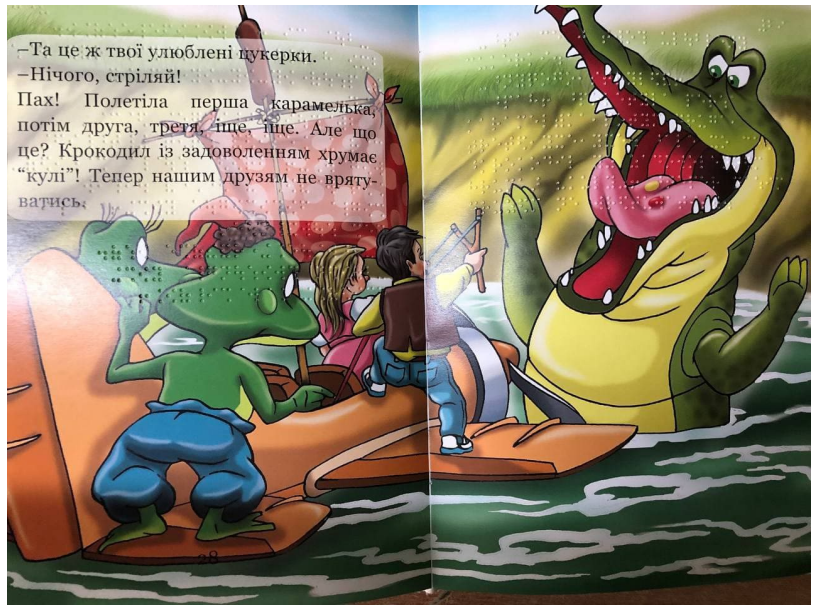


Рисунок 2 – Приклади сторінки проекту дитячого видання, надрукованого шрифтом Брайля

Макет видання «Квасько та Кватруся» розроблено відповідно до вимог державних стандартів щодо оформлення видань другої вікової категорії та використання шрифту Брайля. Ця книга також має тактильну графіку. Використання шрифту Брайля, кольорових та тактильних зображень для дітей з

вадами зору, а також звичайних шрифтів для читання батьками значно збільшую можливість вивчення цієї книжки. Додатково розроблюється аудіосупроводження, як мультимедійних додаток до книги.

### *3.1 Основні способи друку шрифтом Брайля.*

Брайлівська друкарська машинка складається з шести основних клавіш, що відповідають шести крапкам вічка Брайля, та клавіші «пробіл». Текст, надрукований таким чином, можна читати, не перевертаючи аркуш паперу.

Сучасні методи нанесення шрифту Брайля на матеріали включають поліграфічні технології. Для цього використовується спеціальний папір, але слід відзначити, що картон має меншу тривалість зберігання відтиснених крапок, що скорочує життєвий цикл книг. Розповсюдженість різних форматів аркушів для друку Брайлем залежить від національних традицій друкарства.

Один із способів нанесення шрифту Брайля - конгревне тиснення, де матриця і контрштамп містять необхідну комбінацію крапок. Недоліком є потреба в окремих штампах для кожної сторінки, що здорожує виробництво.

Також розроблено технологію Accubraille, яка дозволяє наносити шрифт Брайля на упаковку під час фальцювання і склеювання. Ця технологія є доступною та ефективною, і швидкість роботи може сягати до 100 тис. примірників на годину.

Термопідняття використовує матеріали, які сильно збільшуються в об'ємі при нагріванні, такі як полістирол, який спінюється. Дрібнодисперсний порошок на їх основі наноситься на свіжу фарбу чи лак. В процесі вібросекції аркуша порошок відділяється там, де немає фарби, і після цього нагрівається. Під впливом тепла порошок, що прилип до фарби, спінюється чи плавиться, створюючи рельєф, і після охолодження фіксується.

Також може використовуватись спеціальний рельєфний лак, який збільшується в об'ємі при нагріванні. Його наносять трафаретним способом, а під впливом УФ-випромінювання він полімеризується, створюючи рельєфне зображення.

Цифровий друк використовує спеціальний тонер, який, потрапляючи в цифрову машину, стає рельєфним. Брайлівські принтери здійснюють друк рельєфно-точковими символами на папері, виводячи текст у шрифті Брайля.

Ці технології мають свої переваги та недоліки. Термопідняття доступне і дешеве, але робочі витрати високі через складний процес обробки. Рельєфний лак ефективний, але дорогий. Цифровий друк використовує спеціальний тонер і дозволяє виводити рельєф на папері. Технологія вакуумної формовки застосовується у виробництві навчально-методичних видань для незрячих, упаковки та реклами, забезпечуючи високі показники міцності та реалістичний вигляд продукції [15].

Для розробленої книжки, яка випускається накладом один примірник, використовується цифровий спосіб друку.

### *3.2 Вибір спеціалізованого програмного забезпечення та обладнання для виготовлення книжки шрифтом Брайля.*

Для виготовлення дитячого видання необхідно також спеціалізоване програмне забезпечення, яке конвертує текстовий файл на шрифт Брайля та два види друкарського обладнання [15]:

- перше, для друкування сторінок шрифтом Брайля і тактильної графіки – в нашому випадку спеціалізований принтер;
- друге, для друкування звичайних сторінок з текстом та графікою – цифрова друкарська машина.

Принтер Брайля – це пристрій, призначений для друку рельєфно-крапковим шрифтом Брайля та тактильної графіки. Ці принтери виводять текстову інформацію, представляючи її у вигляді рельєфних крапок на папері. Принтери для друку шрифтом Брайля і тактильної графіки можуть використовуватися як для виведення на друк текстового контенту, так і для створення тактильних зображень.

Для друкування підготовленого проекту книжкового видання було використано спеціалізований брайлівський принтер Everest-D V5 – Index Braille. Це професійний швидкісний принтер для друку видань шрифтом Брайля в промислових масштабах. Він друкує на обох сторонах 1 аркуша паперу зі швидкістю 300 символів на секунду. Переваги цього принтера: друк на папері в різних розмірах, двосторонній друк у портретній і альбомній орієнтації, можливість друку буклетів та книг, можливість друку з комп'ютерів, що працюють під управлінням Windows, Mac, Linux, можливість друку з мобільних пристроїв, таких як смартфони і планшети з Android, Windows Phone тощо.

Для друкування текстових сторінок видання була обрана цифрова друкарська машина HP Indigo 7500. Ця машина відноситься до третього покоління цифрових офсетних машин HP Indigo, друкує зі швидкістю до 160 кольорових сторінок А4 в хвилину в режимі ЕРМ. Цифрова офсетна машина HP Indigo 7600 ідеально підходить для великотиражного друку різноманітних комерційних робіт з тиражами від одного примірника до кількох тисяч.

Розглянемо також програмне забезпечення, яке найчастіше використовується для конвертації тексту у шрифт Брайля.

Прикладом програмного забезпечення для конвертації звичайного тексту на шрифт Брайля є Duxbury Braille Translator (DBT) – програмне забезпечення з графічним інтерфейсом користувача, призначене для двонаправленого перекладу тексту. Основна функціональність DBT включає переклад звичайного шрифту в абетку Брайля та навпаки. Проте, програма не обмежується цими можливостями. DBT є потужним текстовим редактором, який дозволяє підготувати різноманітні документи до друку за Брайлем на десятках мов та різних кодуваннях. Крім того, вона містить орфографічний словник з більш ніж 300 000 словами та функцію «Quick Find Misspelling» для швидкого виявлення та виправлення орфографічних помилок. Програму можна використовувати з будь-яким принтером Брайля.

ElPicsPrint – це програмне забезпечення, яке призначене для підготовки і друку тактильної графіки на принтерах Index Braille. Програма автоматично перетворює зображення в точковий малюнок з урахуванням технічних можливостей принтерів Index Braille і особливостей сприйняття сліпих осіб. Важливо враховувати, що найбільш читабельними є тактильні малюнки, отримані з чорно-білого зображення з невеликою роздільною здатністю.

Сфера застосування тактильних малюнків включає наочні посібники для навчання, картографічні матеріали та інше. Використання ElPicsPrint з принтером Брайля є економічно вигіднішим порівняно з іншими методами виготовлення тактильної графіки. Програма має ряд корисних можливостей, таких як перетворення зображень для друку на принтерах Брайля, підтримка друку з плаваючою головкою, друк готового тактильного зображення на принтерах Braille у форматах jpg, png, bmp та інші.

Макет видання «Квасько та Катруся» було оброблено за допомогою програми Duxbury Braille Translator (DBT), яка має можливість створюючи комбіновані документи з текстом та графікою, а також додавати тактильну графіку; може імпортувати файли Microsoft Word 2007/2010/2013, а також файли Open Office; підтримує шестикрапковий Брайль; підтримує більш ніж 100 різних кодувань; є в наявності функція швидкого пошуку і виправлення граматичних помилок; також програма працює зі всіма популярними моделями принтерів.

### *3.3 Технологічна схема проєктування та розробки аудіокниг.*

Особливістю розробленого видання є додаткове мультимедійне супроводження – аудіокнига. Технологічна схема виготовлення аудіороликів дозволяє визначити основні етапи проєктування даного мультимедійного продукту. Розроблено 2 схеми відповідно для проєкту 1 та проєкту 2. Технологічна схема виготовлення першого проєкту показана на рисунку 3. Вона включає не тільки етапи озвучування та монтажу аудоматеріалу, але й підготовку текстової частини.

Попередньо текстова частина книжки була підготовлена на етапі проєктування паперового варіанту. Вона проходила необхідну редакційно-видавничу підготовку як текстової частини, так і графічної. А також окремо готувалась частина зі шрифтом Брайля.

Для розробки аудіокнижки з голосами дикторів необхідно текстову частину розділити на декілька частин по ролях. Це буде вихідна інформація для дикторів.

Потім здійснюється запис голосів у студії за допомогою обраного програмного забезпечення – музичного редактора. Далі йде обробка і зведення звуку, а також додавання ефектів там, де це необхідно. Останнім етапом є запис та розміщення файлу на гугл-диск. Та формування посилання для QR-коду. Цей код розміщується на книзі і читач має змогу за цим посиланням скачати аудіоверсію книжки.

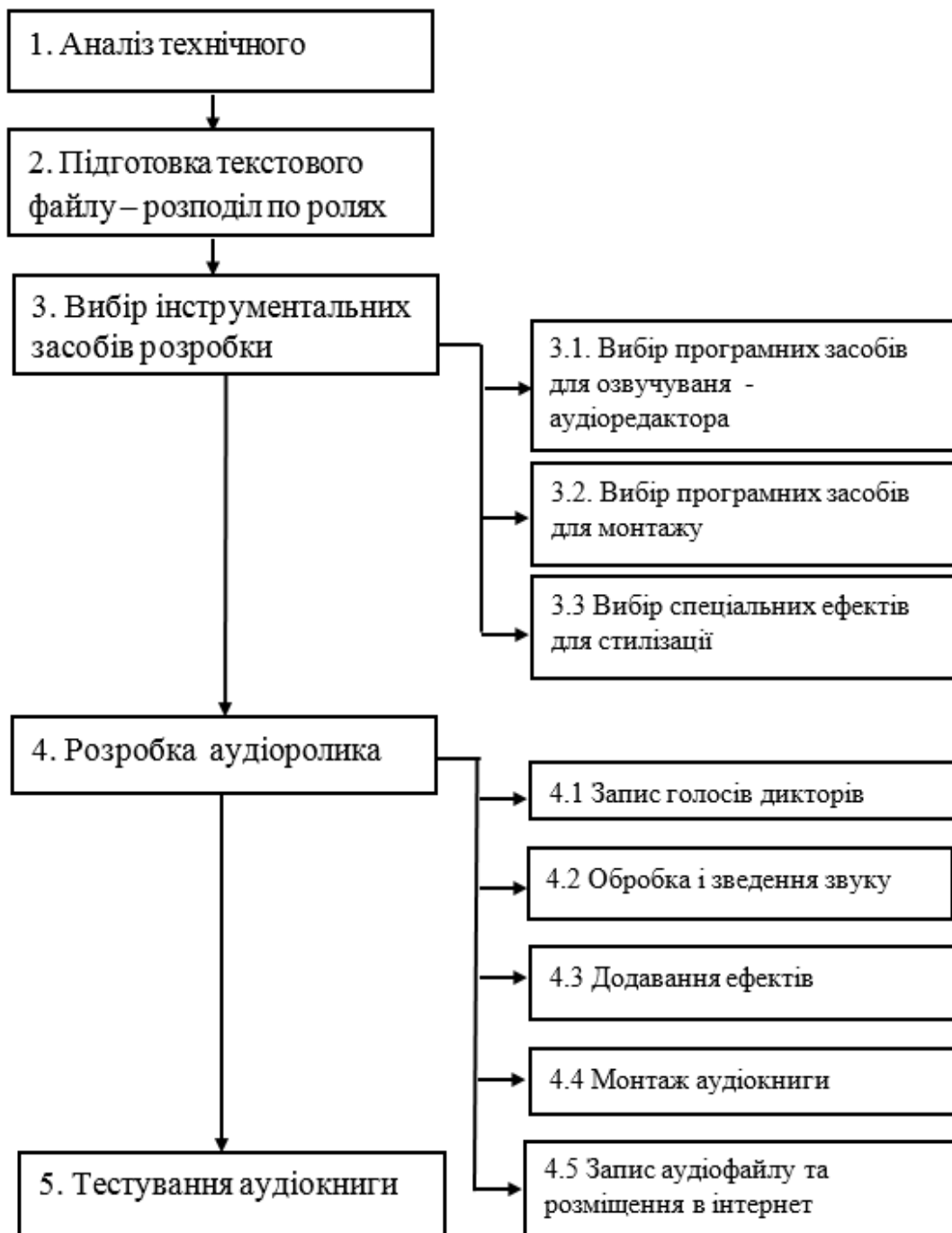


Рисунок 3 – Технологічна схема виготовлення аудіокнижки (проект 1)

Другий варіант книги ґрунтується на розпізнавання текстового файлу та автоматичного генерування аудіокниги (рис. 4).

Для цього використовується підготовлена текстова частина книги і здійснюється розпізнавання тексту та генерування звуку в спеціальній програмі. Потім на готову звукову доріжку накладаються необхідні ефекти (це можуть бути фільтри для зміни голосу, наприклад для дитячих казок, додавання інтонації, пауз тощо). Останнім етапом, як і в попередньому проекті, є запис та розміщення файлу на гугл-диск або YouTube і формування посилання для QR-коду. Ці посилання можна також розміщувати у спеціалізованих електронних бібліотеках для безкоштовного (або умовно безкоштовного) доступу до

аудіокниг. Кінцевий монтаж в обох випадках виконується в програмі Adobe Premiere Pro, яка дозволяє додати до аудіокнижки ще ілюстраційну «обкладинку». Тобто зробити ці проєкти більш привабливими для споживачів.



Рисунок 4 – Технологічна схема виготовлення аудіокнижки (проєкт 2)

Перед розміщенням файли необхідно мінімізувати для забезпечення швидкого доступу до них.

Завершальний етап – тестування. Здійснювалося на різних пристроях, були перевірені швидкість завантаження, якість звуку та звукових ефектів.

## 4 Експериментальна частина

### 4.1 Аналіз цільової аудиторії.

В експериментальній частині для більш детального дослідження розроблено дві аудіо-версії дитячої книги «Квасько та Катруся» для слабозорих та незрячих дітей молодшого шкільного віку з використанням шрифту Брайля. Розробки здійснювались з використанням різних технологій озвучування та різним програмним забезпеченням, яке обиралось на основі експертного аналізу.

На першому етапі було здійснено аналіз цільової аудиторії для більшого розуміння особливостей даної розробки. В Україні особи з вадами зору, зокрема незрячі, з дитинства мають проблеми із доступом до навчальної літератури. На сьогодні відзначається серйозний дефіцит підручників та книг для цієї категорії громадян. Вітчизняні школи мають лише від 15% до 42% необхідної спеціальної літератури. Вчителі залишаються прикріпленими до підручників, які були надруковані ще у 2014 році, тим часом шкільна програма регулярно змінюється.

Не вистачає не тільки навчальних посібників, але й літератури наукового та художнього спрямування. Парадокс полягає в тому, що особи із вадами зору в середньому читають значно більше, ніж осіб із нормальним зором. За результатами моніторингу, середній українець прочитує приблизно 12 книг на рік, тоді як незрячі люди – майже 50. Зокрема, старшому поколінню не вистачає доступу до художньої та науково-популярної літератури [2, 3].

Як вже відзначалось, майже 60% людей з вадами зору слухають аудіокниги. В цій ситуації розробка технологій для швидкого створення аудіододатків до книжок може хоча б частково вирішити проблему дефіциту книжок.

Для дослідження розроблено 2 варіанти аудіодатків для дитячої книжки шрифтом Брайля «Квасько та Катруся» для слабозорих та незрячих дітей.

1-й варіант – використовується спеціалізоване програмне забезпечення для створення аудіокниги та озвучування дикторів.

2-й варіант – для створення аудіокниги використовується оригінал-макет у текстовому форматі, який був підготовлений для друкування, і здійснено розпізнавання тексту та автоматичне генерування аудіофайлу.

### 4.2 Обґрунтування вибору програмного забезпечення для запису та обробки аудіододатку.

Порівняльний аналіз програм обробки звуку може бути корисним для визначення найкращого вибору в залежності від конкретного завдання та потреб споживачів. Залежно від потреб (чи це звукозапис, обробка аудіо для відео, музикальна композиція тощо), а також бюджету і досвіду, обирається певна програма, яка найкраще задовольняє вимогам завдання.

Для першого варіанту аудіокниги обрано безкоштовний аудіоредактор FL Studio (табл. 1).

Таблиця 1 – Програмне забезпечення для обробки звуку

	<b>Adobe Audition</b>	<b>Audacity</b>	<b>FL Studio</b>	<b>Logic Pro</b>	<b>Cubase</b>
<b>Основне використання</b>	Професійна обробка звуку та аудіо монтаж	Безкоштовна програма для обробки звуку та аудіо монтажу	<b>Музичний DAW для створення музики та обробки звуку.</b>	Професійний DAW для музичного запису та обробки звуку для користувачів Mac	Професійний DAW для музичного запису та обробки звуку
<b>Основні функції</b>	Широкі можливості редагування, ефекти та обробка високої якості аудіо	Запис, редагування та ефекти для аудіофайлів	<b>Створення музики, підкастів та обробка звуку</b>	Музичний секвенсор, обробка звуку, велика бібліотека інструментів	Музичний секвенсор, обробка звуку, велика кількість плагінів.
<b>Переваги</b>	Можливості для ефективної роботи з аудіо, інтеграція з іншими продуктами Adobe	Безкоштовна, проста у використанні, є українська мова	<b>Широкі можливості для створення музики, інтуїтивний інтерфейс.</b>	Висока якість та продуктивність на Mac, обробка звуку та музики в одному ПЗ.	Широкі можливості для музичного та аудіо-постпродакшну
<b>Недоліки</b>	Висока ціна підписки	Обмежені можливості порівняно з професійними програмами	<b>Менше фокусу на аудіо-пост-продакшн порівняно з іншими</b>	Доступний лише для користувачів Mac	Висока ціна та вивчення

Багато книг, які є в наявності в бібліотеках для людей з вадами зору, мають текстову частину, вже підготовлену на комп'ютері. Тому для спрощення технології підготовки аудіододатків до книг можна скористуватись спеціальним програмним забезпеченням, яке дозволяє перетворювати текст на звук.

Були проаналізовані програми:

- Google Text-to-Speech;
- Narakeet;
- Voiser Voiceover Transcription.

Кожен із цих інструментів має свої переваги та недоліки, але виходячи з вимог нашого завдання для розробки аудіокниги за другим варіантом обрано безкоштовну версію Voiser (табл. 2).

Таблиця 2 – Програмне забезпечення для конвертації тексту в звук

	<b>Google Text-to-Speech</b>	<b>Narakeet</b>	<b>Voiser Voiceover Transcription</b>
<b>Основне використання</b>	Створення аудіо на основі тексту	Автоматизоване створення аудіо та відео на основі тексту	Створення аудіо на основі тексту
<b>Основні функції</b>	Має великий вибір голосів і підтримує різні мови, включаючи українську	Дозволяє озвучити текст голосом, а також створювати анімаційні відеоролики; дозволяє автоматизувати процес створення відео та підтримує різні мови та голоси	Для легкого озвучування тексту голосом; дозволяє налаштовувати параметри звучання
<b>Переваги</b>	Безкоштовна послуга від Google. Вона інтегрована у багато додатків та проста в налаштуванні. Рекомендовано до використання на спеціалізованих сайтах для поліпшення інтерфейсу	Підтримує багато форматів. Можна завантажити звичайний текст (.txt), MS Word (.docx і .doc), MS Excel (.xlsx і .xls), PDF, EPUB, RTF, відкритий документ (.odt, .ods) і субтитри (.srt, .vtt)	Має багато параметрів голосу, можна налаштовувати швидкість, тон, паузи і інші характеристики голосу. Підтримує голосовий вивід для багатьох мов, у т. ч. українську. Має безкоштовну версію
<b>Недоліки</b>	Не дозволяє завантажити готовий текстовий файл, також неможливо скачати звуковий файл для локального користування. Потребує підключення до Інтернету, має обмежений вибір у налаштуванні характеристик голосу	Є платним сервісом, і вартість може бути високою для великого обсягу контенту	Має досить складний інтерфейс для новачків. Для більш розширених функцій є платна версія із додатковими функціями

#### 4.3 Методика аналізу сильних і слабких сторін проєктів.

Для визначення більш ефективної технології виготовлення аудіододатків далі обирається експертна група та критерії оцінювання аудіокниг і проводиться експертне оцінювання.

Отримані результати допоможуть розробити рекомендації щодо застосування мультимедійних технологій для інклюзивних видань [13].

Для порівняння двох проєктів аудіокниг необхідно виявити їх недоліки та переваги. Вихідною посилкою оцінки є те, що всі книжки оцінюються покупцем,

що голосує своїми грішми. При цьому особливо важливим є швидке виявлення не абсолютної (що дуже складно), а відносної якості кінцевих проєктів. На соціологічне опитування цільової аудиторії потрібно багато часу та додаткові фінансові витрати. При цьому складно одержати чітке подання про об'єктивні переваги та недоліки книжок, тому що респондентів необхідно обирати досить різних для таких специфічних видань. Це повинні бути як спеціалісти поліграфісти, так і представники користувачів – люди з вадами зору, так і менеджери або маркетологи, які займаються просуванням інклюзивної книжкової продукції. До того ж вони повинні розуміти технології та особливості виготовлення аудіокниг. Таку групу досить складно зібрати. Тому припустимо більш динамічна й досить об'єктивна оцінка конкурентної ситуації, орієнтована на суб'єктивній оцінці розроблених проєктів видань групою експертів – представників досліджуваної цільової аудиторії.

Це можна зробити, скориставшись методом аналізу сильних і слабких сторін конкурентних проєктів. Суть цього методу полягає в тому, що на шкалу наносяться крапки, по розташуванню яких дається оцінка продукту за різними ознаками, і потім можна визначити відносні переваги або недоліки проєктів.

Основу даного методу становить перелік ознак, за допомогою яких може описуватися конкурентні проєкти. У результаті порівняння проєктів по кожній ознаці на шкалу наносяться крапки – оцінки. Після чого оцінки всіх ознак послідовно з'єднуються. Таким чином формується профіль оцінок. Зіставлення значень оцінок по кожній ознаці для порівнюваних проєктів дозволяє побудувати профілі сильних і слабких сторін продукту – розробленого аудіододатку.

Для побудови такого профілю необхідно вирішити наступні завдання:

- визначити набір ознак, що характеризують проєкт – книжку, виготовлену шрифтом Брайля з аудіододатком (аналогом цієї книги);
- оцінити кожний з проєктів (побудувати відповідні профілі);
- побудувати відносну оцінку (профіль різниці) сильних і слабких сторін проєкту.

Визначимо набір ознак для опису ситуації.

Під час аналізу необхідно розглянути не тільки якість отриманих продуктів, але й інші ознаки – наприклад, час, затрачений на підготовку та реалізацію проєктів, складність реалізації, фінансову складову, легкість виконання тощо.

За аналізом літератури та попереднім практичним досвідом обрано наступний перелік ознак, за якими буде здійснено аналіз:

- 1 – якість звуку;
- 2 – якість дикції;
- 3 – наявність декількох голосів;
- 4 – сприйняття матеріалу (розглядається з урахуванням емоційного впливу на дитину);
- 5 – час виготовлення проєкту (чим менше, тим краще);

6 – вартість програмного забезпечення для конвертування тексту та обробки звуку (чим менше, тим краще);

7 – фінансові затрати на озвучування з урахуванням кількості виконавців (чим менше, тим краще);

8 – складність реалізації проєкту (враховуються всі етапи);

9 – використання розробленої технології виготовлення проєкту як типової для аналогічної продукції.

З обраних критеріїв оцінювання чотири зворотні. Тобто, чим більша ця ознака, тим кращий результат. Це пояснюється експертам на початку оцінювання.

Це такі ознаки: час виготовлення проєкту, вартість програмного забезпечення, фінансові затрати на озвучування, складність виконання проєкту.

При побудові графіків можуть застосовуватися шкали, які найбільш звичні користувачам. Наприклад: п'ятибальна (оцінки від 1 до 5; шкала широко поширена при оцінці знань); десятибальна (оцінки від 1 до 10).

Однак, працюючи з об'єктами, які важко описати, буває складно пояснити розходження між близькими оцінками, наприклад між оцінкою 6 й 7 при десятибальній шкалі, тому рекомендується надалі використовувати дев'ятибальну шкалу. У ній досить просто виділяються три зони: добре, погано, задовільно й можна виділити їхні відтінки. Наприклад: не зовсім добре – 7; добре – 8; більше, чим добре – 9. Аналогічно можна оцінити й інші групи: не зовсім погано – 3; погано – 2; дуже погано – 1. Таким чином, дев'ятибальна шкала дає можливість обґрунтувати логічно свої оцінки.

Перш ніж експерти почнуть давати свої оцінки, погоджуються граничні значення, щодо яких буде проведено позиціонування по кожній ознаці.

Установлюючи граничні значення, необхідно враховувати наступні вимоги до оцінок:

– вони відображають позицію споживача – читача цієї книги, з урахуванням його специфіки (відсутність або вади зору);

– оцінки повинні бути по можливості повними й зрозумілими.

Для порівняння двох розроблених проєктів аудіокниг здійснимо побудову оцінного профілю. Для побудови оцінного профілю кожного проєкта окремо по кожній ознаці дається оцінка. Щоб підвищити надійність оцінки й знизити вплив суб'єктивної думки кожного фахівця побудова оцінного профілю розроблених проєктів книжок здійснюється групою експертів. Обрано групу 5 чоловік: заступник директора з виробництва цифрової друкарні, представник товариства сліпих, менеджер, фахівець з розробки мультимедійних видань, батько дитини з вадами зору. Індивідуальні оцінки усереднюють.

Отримані підсумкові оцінки заносяться в таблицю. Вона складається із трьох частин:

– поля для побудови профілю сильних і слабких сторін;

– поля ознак;

– поля оцінок проєктів.

Проект 1 – аудіододаток, озвучений двома дикторами, розроблений з використанням ПЗ FL Studio, Adobe Premiere Pro.

Проект 2 – аудіододаток, розроблений через конвертування тексту, використовується ПЗ Voiser, Adobe Premiere Pro.

Оцінки профілів проектів групою експертів наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 – Експертна оцінка проектів аудіокнижок

№	Ознаки	Експертна оцінка проекту 1						Експертна оцінка проекту 2					
		1	2	3	4	5	Узагальнена оцінка	1	2	3	4	5	Узагальнена оцінка
1	Якість звуку	9	9	9	9	9	9	8	7	9	9	7	8
2	Якість дикції	9	9	9	9	9	9	9	6	8	8	6	7
3	Наявність декількох голосів	9	9	9	9	9	9	6	6	7	8	5	6
4	Сприйняття матеріалу	8	9	9	9	8	9	8	7	8	8	6	7
5	Час виготовлення проекту	5	6	5	4	7	5	9	9	9	9	8	9
6	Вартість ПЗ для конвертування тексту, обробки звуку	6	6	3	3	5	5	8	8	7	8	9	8
7	Фінансові затрати на озвучування	7	5	3	5	4	5	9	9	9	9	8	9
8	Складність реалізації проекту	7	8	6	6	7	7	9	8	9	9	7	8
9	Використання розробленої технології як типової	8	8	7	6	8	7	9	8	9	9	8	9
							64,6						71,8

Профіль сильних і слабких сторін двох проектів аудіокнижок представлений на рисунку 5.

На наступному етапі здійснюється оцінка узгодженості думок експертів. Для цього розраховуються коефіцієнти варіації для кожного критерія. Результати проведених розрахунків здійснено для кожного проекту за 9-ма критеріями (табл. 4-5). Всі отримані значення коефіцієнтів варіації менше 0,2. Це говорить про те, що думки експертів узгоджені за кожним критерієм.



—○— – проект 1,                      —○— – проект 2

Рисунок 5 – Побудова профілю сильних і слабких сторін розроблених проектів аудіокнижок

Таблиця 4 – Результати розрахунків коефіцієнтів варіації для проекту 1

Характеристики (критерії) оцінювання	Середнє значення оцінок	Середньо квадратичне відхилення	Варіаційний розмах	Дисперсія	Коефіцієнти варіації
1. Якість звуку	0,140	0,00036305	0,00000013	1	0,002596362
2. Якість дикції	0,140	0,00036305	0,00000013	1	0,002596362
3. Наявність декількох голосів	0,140	0,00036305	0,00000013	1	0,002596362
4. Сприйняття матеріалу	0,134	0,00095556	0,00000091	1	0,007138564
5. Час виготовлення проекту	0,083	0,00090355	0,00000082	1	0,010845705
6. Вартість ПЗ для конвертування тексту, обробки звуку	0,070	0,00145302	0,00000211	1	0,020701261
7. Фінансові затрати на озвучування	0,074	0,00168237	0,00000283	2	0,022775149
8. Складність реалізації проекту	0,105	0,00017509	0,00000003	1	0,001667712
9. Використання розробленої технології як типової	0,114	0,00027177	0,00000007	2	0,002377801

Таблиця 5 – Результати розрахунків коефіцієнтів варіації для проекту 2

Характеристики (критерії) оцінювання	Середнє значення оцінок	Середньо квадратичне відхилення	Варіаційний розмах	Дисперсія	Коефіцієнти варіації
1. Якість звуку	0,125	0,0022174	0,00000492	1	0,017734731
2. Якість дикції	0,115	0,00233944	0,00000547	1	0,020276517
3. Наявність декількох голосів	0,100	0,00228494	0,00000522	1	0,02280614
4. Сприйняття матеріалу	0,115	0,00144266	0,00000208	1	0,01250853
5. Час виготовлення проекту	0,137	0,00065175	0,00000042	1	0,004764287
6. Вартість ПЗ для конвертування тексту, обробки звуку	0,124	0,00039904	0,00000016	1	0,003218299
7. Фінансові затрати на озвучування	0,137	0,00065175	0,00000042	2	0,004764287
8. Складність реалізації проекту	0,131	0,00157246	0,00000247	1	0,012015358
9. Використання розробленої технології як типової	0,134	0,00100428	0,00000101	2	0,007500177

Для оцінки середнього ступеня узгодженості думок усіх експертів використовується коефіцієнт конкордації:

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12} \cdot m^2 (n^3 - n) - m \cdot \sum T_i} \quad (1)$$

де  $m = 5$  – кількість експертів;

$n = 9$  – кількість альтернатив;

$S$  – середньоквадратичне відхилення всіх оцінок рангів, кожної альтернативи від середнього значення.

Визначимо коефіцієнт конкордації для кожного з проектів.

Проект 1:

$$W = \frac{1294}{\frac{1}{12} \cdot 5^2 (9^3 - 9) - 5 \cdot 23} = 0,93,$$

$$S = 1294, n = 9, m = 5.$$

Отриманий коефіцієнт конкордації  $W = 0,93$  говорить про наявність високого ступеня узгодженості думок експертів у проведеному дослідженні.

Проект 2:

$$W = \frac{867}{\frac{1}{12} \cdot 5^2 (9^3 - 9) - 5 \cdot 44,5} = 0,68,$$

$$S = 867, n = 9, m = 5.$$

Отриманий коефіцієнт конкордації  $W = 0,68$  говорить про наявність середнього ступеня узгодженості думок експертів в проведеному дослідженні.

Проведемо оцінку важливості коефіцієнта конкордації. З цією метою обчислимо критерій узгодження Пірсона:

$$\chi^2 = \frac{S}{\frac{1}{12} \cdot mn(n+1) + \frac{1}{n-1} \cdot \sum T_i}, \quad (2)$$
$$\chi^2 = \frac{867}{\frac{1}{12} \cdot 5 \cdot 9(9+1) + \frac{1}{9-1} \cdot 44,5} = 27,15.$$

Розрахований  $\chi^2$  порівняємо з табличним значенням для числа ступенів свободи  $K = n - 1 = 9 - 1 = 8$  при заданому рівні значущості  $\alpha = 0,05$ .

Розрахунковий  $\chi^2 = 27,15 \geq$  табличного (15.50731), відповідно  $W = 0,68$  – величина не випадкова, тому отримані результати мають сенс і можна використовувати у подальших дослідженнях.

## Результати дослідження

Проаналізуємо графік сильних і слабких сторін розроблених проєктів аудіокнижок.

Аналіз побудованих профілів показує, що ці два проєкти мають як переваги, так і недоліки за різними ознаками. Тому краще проаналізувати їх за відносними ознаками як конкурентів. Ми бачимо значний розрив по наступним пунктам: якість дикції, наявність декількох голосів та сприйняття матеріалу. За цими ознаками другий проєкт поступається першому. Це пояснюється технологією його підготовки – дикторське озвучування, яке звісно подобається споживачам. Але в той же час це впливає на ціну та час виготовлення аудіокнижки (ознаки 5-7). Тому другий проєкт за цими ознаками перевершує. І це цікавий результат. За думкою експертів за ознакою «Використання розробленої технології як типової» обраний другий проєкт. Саме цю технологію пропонують для подальшого використання. Це значною мірою пов'язано як з фінансовою складовою, так і з більш простою та швидкою технологією виготовлення аудіододатка. Можливо, що для дитячих книжок більш привабливим залишиться дикторське озвучування, але для масового виготовлення більш дешевих книжок можна рекомендувати другу технологію. Це підтверджується і узагальненими оцінками експертного оцінювання – перший проєкт набрав 64,6 балі, другий – 71,8.

Проведені дослідження та отримані результати можуть бути використані для подальшого виготовлення подібних проєктів. Це дуже актуально для видавництва, які займаються виготовленням книжок шрифтом Брайля і мають вже

підготовлені макети цих видань. А комплект обраного програмного забезпечення та розроблена технологія можуть бути рекомендовані як типові.

## Висновки

У сучасному інформаційному середовищі незрячим людям вкрай важко. Зараз надзвичайно важливо втілювати в життя проєкти, спрямовані на інклюзію, щоб кожна людина мала можливість проводити дозвілля або навчатись в зручній для неї формі. Читання – важливий засіб соціалізації і адаптації людей з порушенням зору.

Дослідження можливостей використання мультимедійних технологій для видань шрифтом Брайля має важливе значення для покращення доступності інформації для людей з вадами зору. Мультимедійні технології можуть забезпечити нові способи розповсюдження та сприймання текстової і аудіовізуальної інформації для цієї аудиторії.

Книги зі шрифтом Брайля потребують наявності на підприємстві спеціального обладнання та програмного забезпечення, тому мають доволі високу ціну. Це є причиною малого випуску таких книг. Тому актуальними є технології розробки аудіокниг, які є доповненням до книжок зі шрифтом Брайля. Їх також можна використовувати окремо, коли людина не має можливості купити паперовий варіант книги.

Це підтверджується дослідженнями, проведеними в даній роботі. Мультимедійні аудіододатки підвищують зацікавленість читачів книжок зі шрифтом Брайля. А технологія розробки аудіододатків, яка дозволяє зменшити час та вартість виготовлення аудіокнижок більш ефективна і цікава для користувачів.

### Список літератури.

1. Мільченко, Л. (2021). Історія та сучасний стан видань шрифтом Брайля в Україні й за кордоном. Вісник Книжкової палати, (11), 8-17.
2. Chebotarova, M., Silchenko, V., & Chebotarova, I. (2020). Publishing books in Braille in Ukraine: problems and achievements. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. Т. 2. (с. 124-127).
3. Valente, D., Chennaz, L., Archambault, D., Négrerie, S., Blain, S., Galiano, A. R., & Gentaz, E. (2024). Comprehension of a multimodal book by children with visual impairments. *British Journal of Visual Impairment*, 42(1), 276-286. <https://doi.org/10.1177/02646196231172071>.
4. Dolphin, S, Downing, M, Cirrincione, M, Samuta, A, Leite, K, Noble, K, & Walsh, B. (2024). Information Accessibility in the Form of Braille. *IEEE Open Journal of Engineering in Medicine and Biology*, (5), 205-209. <https://doi.org/10.1109/OJEMB.2024.3364065>.
5. Дурняк, Б.В., Ткаченко, В.П., & Чеботарьова, І.Б. (2011). Стандарти в поліграфії та видавничій справі: довідник. Львів: УАД.
6. Сидоріна, І (2006). Письмо для сліпих: з історії створення та розвитку. *Заклик*. (9), 40.
7. Оніщенко, О.М. (2017). Реалії і перспективи технології друку та інтерпретація тексту шрифтом Брайля у видавничій справі. *Інтегровані комунікації*, (4), 33-38.

8. Чеботарьова, М.Р., Сушкова, А.С., Сільченко, В.В., & Чеботарьова, І.Б. (2022). Особливості розробки книжок шрифтом Брайля з аудіосупроводженням. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. Т. 2. (с. 113-115).
9. Крячко, М.О., & Чеботарьова, І.Б. (2023). Інновації в індустрії електронних книг. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. Т. 2. (с. 163-165).
10. Крячко, М.О., & Чеботарьова, І.Б. (2023). Електронні книги для людей з вадами зору: перспективи та виклики для видавничої галузі. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. Т. 2. (с. 166-167).
11. Онищук, М., & Татарінова, Л. (2021). Деякі тенденції книгодрукування та книгорозповсюдження у світі в умовах пандемії COVID-19. Вісник Книжкової палати, (9), 6-10. <http://visnyk.ukrbook.net/article/view/258430>.
12. Lihtar. (n. d.). <https://lihtar.in.ua/>.
13. Чеботарьова, І.Б., & Сільченко, В.В. (2024). Інновації в галузі електронних книг для людей з порушення зору. Інформаційні технології у сучасному світі. (с. 34-36).
14. Chebotarova, I., & Silchenko, V. (2024). Using intelligent text recognition to create audiobooks for blind people. *Memorias de SYNTOPIA*. (p. 34-35).
15. Chebotarova, I., & Silchenko, V. (2024). Intelligent text recognition when creating audio books for blind people. *Jóvenes en la ciencia*, (26). <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/4232/3713>.
16. Ткаченко, В.П., Чеботарьова, І.Б., Киричок, П.О., & Григорова, З.В. (2008). *Енциклопедія видавничої справи: навч. посібник*. Х.: ХНУРЕ.