

ВІДГУК

офіційного опонента

доцента кафедри технології поліграфічного виробництва

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

кандидата технічних наук, доцента **Золотухіної Катерини Ігорівни**

на дисертаційну роботу **Дорош Соломії Михайлівни**

на тему «**Удосконалення імерсивної технології для формування та**

візуалізації контенту поліграфічних видань»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 18 Виробництво та технології

за спеціальністю 186 Видавництво та поліграфія

Актуальність теми дисертації.

Видавничо-поліграфічна галузь активно трансформується, цифровізація увійшла до всіх ланок виробничо-технологічних процесів, а спектр продукції та надання послуг з видавництва та поліграфії суттєво розширився. Впровадження новітніх досягнень та інноваційних технологій сприяло появі нових можливостей для авторів, видавців, маркетологів, технологів, дистриб'юторів, загалом усіх учасників процесу виготовлення видавничо-поліграфічної продукції. Поєднання різних видів інформації, створення електронних видань, мультимедійних застосунків та їх поширення у якості додатків до друкованої продукції, відкрили нові можливості для розширення взаємодії з друкованими матеріалами. Це актуально для багатьох галузей, де візуалізація складних концепцій може допомогти глибше зрозуміти матеріал, а також для бізнесу та маркетингу, де важливо створювати захопливий та корисний контент. Для розширення можливостей традиційної поліграфії шляхом вибору імерсивної технології, забезпечення при цьому економічної доцільності, важливими є ґрунтовні теоретичні та практичні дослідження. Тому дисертаційна робота Дорош Соломії Михайлівни, присвячена вирішенню науково-прикладного завдання – вдосконаленню імерсивної технології для формування та візуалізації контенту поліграфічних видань шляхом розробки веб-застосунка, який функціонує безпосередньо через веб-браузер у поєднанні з QR-кодом та робить технологію доступною для багатьох користувачів, незалежно від їхніх технічних можливостей, є актуальною, а її наукові та практичні результати сприятимуть розвитку видавничо-поліграфічної галузі.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів обумовлені теоретичними та практичними дослідженнями, проведеними в реальних умовах

із застосуванням методів аналізу та інтеграції, моделювання, порівняльного, емпіричного методів, залученням математичної статистики. Достовірність висновків та рекомендацій дисертаційної роботи забезпечується коректною постановкою проблеми, мети і задач дисертаційного дослідження, а також підтверджується повнотою розгляду об'єкта досліджень та застосуванням методів, адекватних предмету дослідження.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

вперше:

- створено класифікаційну модель факторів впливу на вибір оптимальної імерсивної технології для формування та реалізації контенту поліграфічних видань за допомогою теорії ієрархій, що забезпечило виконання подальших досліджень;

- синтезовано та оптимізовано багаторівневі моделі пріоритетності впливу факторів на якість процесу вибору оптимальної імерсивної технології на основі розрахунку й упорядкування їх вагових значень за допомогою методу ранжування та аналізу ієрархій, що уможливило обрати оптимальну, а саме технологію доповненої реальності для якісного формування та реалізації контенту поліграфічних видань;

- виокремлено різновиди контенту, які використовується в імерсивних технологіях та визначено їх вагомість за методами ранжування та аналізу ієрархій, що дало можливість визначити, яким чином має бути поданий контент;

удосконалено:

- технологію створення веб-застосунку шляхом застосування технологій AR.js, Three.js та HTML для створення доступного веб-застосунку без необхідності використання спеціального обладнання чи складного програмного забезпечення, дане поєднання відкриває нові можливості у сфері застосування нових інформаційних технологій для потреб поліграфії;

отримав подальший розвиток:

- метод ранжирування факторів у контексті зіставлення та кореляції отриманих результатів з інформацією, одержаною за допомогою методу аналізу ієрархій, забезпечив відповідність визначених ваг факторів інтенсивності їх впливу на досліджувані процеси.

Наукові дослідження були виконані здобувачкою в рамках науково-дослідної теми «Розробка технології створення інтерактивного мультимедійного видання на базі ТзОВ Видавництво «Свічадо» (№931-2021 від 01.07.2021р.). Дисертаційна робота відповідає затвердженій Кабінетом Міністрів України Стратегії розвитку читання до 2032 року, під назвою «Читання як життєва стратегія».

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання – удосконалення імерсивної технології формування та реалізації контенту поліграфічних видань шляхом розробки веб-застосунку, що дозволяє користувачам взаємодіяти з цифровим середовищем, виконано повністю, здобувачка повною мірою оволоділа методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувачки Дорош Соломії Михайлівни повністю відповідає Стандарту вищої освіти спеціальності 186 Видавництво та поліграфія третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Видавництво та поліграфія. Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувачки у науковий напрям технічні науки.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Дорош Соломії Михайлівни є результатом самостійних досліджень здобувачки і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Результати дисертаційного дослідження викладено в логічній послідовності, відповідно до поставленої мети і сформульованих завдань дослідження, що забезпечує доступність його сприйняття. Логічність та послідовність подання матеріалу, достатня його аргументація дозволили всебічно розкрити проблему, що підлягала дослідженню. Авторський характер наукових обґрунтувань та науковий стиль мовлення, застосований в дисертаційній роботі, не суперечить загальноприйнятій термінології. Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації 243 сторінки.

У **вступі** зазначено актуальність теми дисертаційної роботи, новизну, зв'язок з науковими програмами, планами, яка виконувалася в рамках науково-дослідної теми «Розробка технології створення інтерактивного мультимедійного видання на базі ТзОВ Видавництво «Свічадо» (№931-2021 від 01.07.2021р.), мету і завдання дослідження, об'єкт, предмет, методи досліджень, особистий внесок здобувачки, практичне значення і апробацію наукових досліджень.

У **першому** розділі представлено аналіз сучасного стану та перспектив розвитку імерсивних технологій. Особливу увагу приділено аналізу AR, VR та MR технологій, зокрема їхньому використанню в поліграфічній галузі. Проведено класифікацію імерсивних технологій за типами (AR, VR, MR), методами взаємодії та сферами застосування, з акцентом на маркетингові аспекти. Розглянуто як апаратне забезпечення (смартфони, AR-окуляри), так і програмне (WebXR, ARKit, ARCore, 8th Wall). Проведено аналіз їхньої сумісності з різними пристроями та економічної доцільності для широкої аудиторії. В розділ також підкреслено потенціал використання імерсивних технологій у поліграфії, зокрема через створення інтерактивних візиток, каталогів та паковань. На основі опрацьованих літературних джерел виокремлено труднощі, пов'язані з вартістю розробки та технічними обмеженнями.

У **другому** розділі досліджено чинники, що впливають на вибір оптимальної імерсивної технології для потреб поліграфії. Описано існуючі реалізації імерсивних технологій у вигляді доповненої реальності та показано їхню ефективність. Експертне опитування виявило наступні ключові фактори: g_1 – комерційний потенціал; g_2 – кросплатформність; g_3 – апаратне забезпечення; g_4 – зовнішнє середовище; g_5 – тип маркерів; g_6 – доступ до інтернету. Побудовано семантичну мережу для формалізації взаємозв'язків між цими факторами. Ця мережа лягла в основу багат шарової моделі їхнього впливу, використовуючи математичне моделювання ієрархій. Отримано чотирирівневу структуровану ієрархічну модель пріоритетності факторів, що впливають на вибір технології доповненої реальності для поліграфії. Встановлено найважливіші фактори, що впливають на вибір технології: кросплатформність технології та типи маркерів, які будуть використані для зчитування інформації та відтворення контенту. Фактори, що стосуються зовнішнього середовища, комерційного потенціалу проєкту та доступу до інтернету, виявилися найменш значущими. Було розраховано критерій оптимізації $\lambda_{\max}$ та індекс узгодженості ІУ, які склали відповідно $\lambda_{\max} = 6,1$ та $IU = 0,02$. Отримані результати підтвердили співставні дані з попередніми дослідженнями. Застосування методики аналізу ієрархій показала значні переваги у вирішенні завдання вибору оптимальної імерсивної технології для поліграфії.

У **третьому** розділі наведено аналіз основних елементів контенту, що може використовуватися в імерсивних технологіях. Визначено та оцінено вагомість текстового контенту поліграфічних видань для реалізації доповненої реальності. Зазначено важливість вибору шрифтової пари, адже це значно впливає на загальний вигляд та сприйняття тексту. Запропоновано основні етапи розробки методики вибору шрифтового оформлення видань, що

поєднуються з імерсивними технологіями. Для виділення критеріїв вибору шрифту застосовано метод абстрагування та узагальнення. Для оцінки шрифтів було проведено дослідження та запропоновано 9 параметрів ($A = \overline{1,9}$), що визначають найбільш поширені характеристики вибору шрифтів для різних проєктів. Серед них: контраст, динаміка, вартість, відкритість, ширина, мова, вага, емоційність, розмір шрифту. За допомогою методу попарних порівнянь виконано попарне порівняння факторів. Для визначення ступеня згоди між експертами використано коефіцієнт конкордації. Отримане значення коефіцієнта конкордації $K=0,8$ свідчить про високу узгодженість експертних оцінок. Результати оцінки досліджуваних гарнітур показали найбільшу неточність у визначенні емоційного компонента шрифтів. Розроблена методика вибору шрифтів для оформлення текстового контенту видань в імерсивних технологіях дозволяє виокремити параметри шрифту, які впливають на розбірливість, оформлення та стилістику текстової інформації. Здійснено виокремлення та оцінку факторів вагомості візуального контенту поліграфічних видань для реалізації доповненої реальності. До елементів графічного оформлення було віднесено фотографії, ілюстрації та піктограми. Проведено розрахунки, які підтвердили, що зображення мають суттєвий вплив на сприйняття інформації у візуальному дизайні. Досліджено пріоритетну дію конструктивних елементів друкованого видання з елементами доповненої реальності. Отримано ієрархічну модель, яка показує рівні досліджуваних елементів в ієрархічній структурі. Найвищий рівень отримали елементи «друкована основа» та «цифровий контент». Тобто це ті елементи, які забезпечують можливість створювати цифровий контент доповненої реальності відповідно до друкованої основи поліграфічного видання.

У **четвертому** розділі проаналізовано усталені методи створення доповненої реальності, зокрема перспективи створення імерсивних технологій у форматі мобільних додатків. Розглянуто один із традиційних методів створення мобільного додатка для реалізації доповненої реальності, а саме використання програми Unity та вказано на існування низки труднощів, пов'язаних з її використанням, зокрема розробка під певну операційну систему, чи то Android, чи то iOS. Здобувачкою було запропоновано використання бібліотеки AR.js для розробки веб-застосунку з елементами доповненої реальності. Поєднання AR.js з такими технологіями, як Three.js, HTML, CSS, JavaScript та WebGL, дозволило створити повноцінний веб-застосунок із доповненою реальністю, який може працювати у будь-якому сучасному веб-браузері. Наведено економічні розрахунки, що підтверджують правильність вибору розробки та використання веб-застосунку.

За підсумками проведених досліджень представлено варіант вирішення завдання вдосконалення імерсивних технологій для формування та візуалізації

контенту поліграфічних видань шляхом аналізу й оптимізації ключових факторів впливу з використанням математичних методів.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 16 (шістнадцяти) наукових публікаціях здобувачки, серед яких: 1 (одна) стаття у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 4 (чотири) статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, 2 (дві) статті у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз даних (Index Copernicus) та є науковими фаховими виданнями України, 9 (дев'ять) публікацій у матеріалах і тезах міжнародних та всеукраїнських конференцій.

Варто відзначити дотримання здобувачкою в наукових публікаціях принципів академічної доброчесності. Опубліковані наукові праці відображають всі розділи дисертаційної роботи. У наукових публікаціях, опублікованих із співавторами та зарахованих за темою дисертації здобувачем сформульовано задачу, запропоновано методологію дослідження, наведено власні результати проведених досліджень, узагальнено результати, зроблено висновки. Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувачки.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

Незважаючи на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи та визнання її наукової й прикладної цінності, все ж таки вважаю доцільним звернути увагу на такі зауваження:

1. Практичні значення одержаних результатів щодо розроблення рекомендацій, веб-застосунку, алгоритму розрахунку економічної доцільності цілком обґрунтовані. Натомість, опис наявних імерсивних технологій на базі використання Unity не зовсім коректно відносити до практичної цінності. Також в практичному значенні варто було вказати про впровадження результатів, що засвідчують акти, наведені в додатках.

2. Вважаю, що для кращого сприйняття результатів аналітичного огляду, аналізу та розуміння виокремлених класифікаційних ознак, класифікацію імерсивних технологій, описану в п.1.3 Розділу 1, варто було б представити у вигляді саме класифікаційної схеми. Це б свідчило про авторську подачу опрацьованої з джерел інформації за тематикою дослідження та закріплювало б внесок здобувачки в розвиток даної теми.

3. В розділі 1 варто було б виокремити завдання дослідження, які на думку здобувачки потребують вирішення згідно проведеного аналізу проблем дослідження.

4. Фактори, які впливають на вибір імерсивних технологій, як зазначає здобувачка (п.2.2 Розділу 2, стор. 76), визначено за результатами опитування респондентів – користувачів та розробників програмного забезпечення. Проте, дані групи респондентів мають різні цілі, досвід, критерії оцінювання тощо. Тож не зрозуміло, на підставі чого опитування протилежних фокус-груп дозволило об'єднати їх думки щодо факторів без критичної диференціації.

5. Здобувачка констатує, що враховуючи виконані розрахунки (у Розділі 2), рекомендовано застосовувати доповнену реальність для потреб поліграфічної галузі. Але ж загальновідомо, що сьогодні друкована продукція цілком поєднувана саме з технологіями AR. Варто було розвинути далі надану рекомендацію та вказати яка саме AR технологія, які саме потреби поліграфічної галузі тощо. В цьому ж контексті, не зрозумілий огляд фактору g_5 – тип маркерів. Мова про імерсивні технології, де не всі різновиди (наприклад VR) потребують наявності маркеру. Варто було по іншому сформулювати назву фактору.

6. Багато уваги приділено експертній оцінці та роботі з фокус-групами. Водночас, не до кінця зрозуміло на підставі чого обиралися респонденти, подекуди хто саме виступав експертом та яка їх кількість в кожному окремому випадку.

7. Варто було пов'язати дослідження, описані в розділі 3 з запропонованою реалізацією процесу проєктування веб-сервісу, описаною в розділі 4.

8. У роботі присутні граматичні, орфографічні та стилістичні помилки. Деякі рисунки загальновідомі, не несуть смислового навантаження та не розкривають результати проведених досліджень (наприклад, рис. 4.1-4.4), вважаю недоречним їх наведення в дисертаційній роботі. Використання деяких дієслів є стилістично та граматично некоректним у контексті дисертації здобувачки (стор. 201 «я взяв середнє...» і далі по тексту).

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувачки ступеня доктора філософії Дорош Соломії Михайлівни на тему «Удосконалення імерсивної технології для формування та візуалізації контенту поліграфічних видань» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі 18 – Виробництво та технології.

Здобувачка Дорош Соломія Михайлівна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 18 – Виробництво та технології за спеціальністю 186 – Видавництво та поліграфія.

Доцент кафедри
технології поліграфічного виробництва
Навчально-наукового
видавничо-поліграфічного інституту
Національного технічного
університету України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»,
канд. техн. наук, доцент

[illegible]

«01» серпня 2025 року