

УДК 004.8:[004.946:021.2

DOI: 10.31866/2617-796X.6.2.2023.293605

Світлана Хруц,

кандидат наук із соціальних комунікацій,
старший викладач кафедри комп'ютерних наук,
Київський національний університет
культури і мистецтв,
Київ, Україна
svektor.ua@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-9349-7762>

Валерій Кушнар'єв,

кандидат культурології, доцент,
Київський національний університет
культури і мистецтв,
Київ, Україна
VKusnarov@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0003-3037-1841>

Андрій Лютий,

магістрант кафедри комп'ютерних наук,
Київський національний університет
культури і мистецтв,
Київ, Україна
foxinfog44@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0007-6087-0568>

Іван Онищенко,

магістрант кафедри комп'ютерних наук,
Київський національний університет
культури і мистецтв,
Київ, Україна
onyshenkoivan@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0000-1818-0482>

ІМЕРСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ЕЛЕКТРОННИХ БІБЛІОТЕК

Метою дослідження є аналіз сучасних імерсивних технологій і можливості їх застосування в розвитку електронних бібліотек у контексті запровадження технологій віртуальної, доповненої та змішаної реальностей, а також використання технологій штучного інтелекту.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети дослідження використано методи аналізу й синтезу, узагальнення теоретичних даних, а також системний підхід. Що дало змогу проаналізувати особливості застосування імерсивних технологій в електронних бібліотеках і визначити переваги впровадження таких технологій під час створення сучасного інформаційного простору бібліотек.

Наукова новизна полягає в аналізі імерсивних технологій в розрізі їх імплементації до сучасних електронних бібліотек. Аналіз ролі штучного інтелекту, технологій доповненої та віртуальної реальності у створенні сучасного інформаційного простору в бібліотеках показав як переваги, так і недоліки цифровізації в бібліотеках. Проаналізовано етичні проблеми, пов'язані з інклюзивністю в користуванні інформаційними ресурсами та захистом і збереженням особистих даних користувачів. Запропоновано рекомендації та підходи для успішного впровадження зазначених технологій в електронних бібліотеках.

Висновки. Імерсивні технології набувають все більшого поширення, і їх використання в бібліотеках розширюється. Етичні та правові проблеми під час використання віртуальної реальності та доповненої реальності неминуче виникнуть у майбутньому. На сьогодні західний світ більше використовує обидві технології, хоча вони безкоштовні, а в деяких випадках і менш дорогі, ніж раніше.

У статті розглянуто трансформаційний перетин нових технологій і цифрових бібліотек, висвітлено шлях до збагаченого та доступного ландшафту знань.

Зосереджуючись на штучному інтелекті (AI), машинному навчанні (ML), обробці природної мови (NLP), доповненій реальності (AR) і віртуальній реальності (VR), досліджено, як ці технології переосмислюють роботу цифрових бібліотек. Алгоритми штучного інтелекту та машинного навчання дають змогу інтуїтивно зрозуміло керувати контентом і надавати рекомендації, змінюючи спосіб взаємодії користувачів із цифровими ресурсами. NLP усуває розрив між людською мовою та цифровими системами, розширюючи функції пошуку. AR накладає цифрову інформацію на фізичний світ, розширюючи можливості інтерактивного навчання, тоді як VR занурює користувачів у віртуальні сфери, революціонізуючи освітні парадигми. У статті розглянуто інтеграцію цих технологій до цифрових бібліотек не тільки задля збереження величезних обсягів знань, а й задля представлення інформації в привабливих і доступних форматах. Завдяки створенню метаданих на основі штучного інтелекту та позначенню тегами вмісту цифрові бібліотеки систематично організуються та збагачуються, підвищуючи точність пошуку. Ці інновації не тільки зберігають минуле, але й висвітлюють майбутнє, де знання є загальнодоступними, сприяючи допитливості, навчанню та дослідженню. У статті досліджено потенціал цих технологій, а також описано очікування користувачів бібліотек від забезпечення орієнтованого на них підходу у формуванні цифрових бібліотек майбутнього. Використання імерсивних технологій робить значний внесок в еволюцію цифрових бібліотек, прокладаючи шлях до інклюзивного та захопливого досвіду здобуття знань для різноманітних користувачів у всьому світі.

Ключові слова: імерсивні технології; віртуальна реальність; доповнена реальність; штучний інтелект; електронна бібліотека; інформаційний простір; цифровізація.

Вступ. У сучасному цифровому світі поняття «електронні бібліотеки» стає не лише доповненням до традиційних бібліотек, але й кроком у майбутнє, де доступ до інформації є безперервним та беззаперечно необхідним. Електронні бібліотеки відкривають нові перспективи для зберігання, пошуку та використання знань, змінюючи традиційну концепцію бібліотеки.

Однією з основних особливостей електронних бібліотек є їхня доступність. Завдяки інтернет-технологіям користувачі можуть легко отримати доступ до багатомільйонних обсягів інформації, не виходячи з дому. Це не тільки розширює можливості освіти та досліджень, а й робить знання доступними для всіх, незалежно від їхнього місця проживання чи фізичних можливостей.

Електронні бібліотеки також відзначаються великою гнучкістю та інтерактивністю. Вони надають можливість користувачам не лише зчитувати інформацію, але й взаємодіяти з нею: залишати відгуки, обговорювати матеріали, співпрацювати на проєктах. Це стимулює обмін ідеями та сприяє формуванню спільнот, які об'єднують зацікавлених у різних галузях знань.

Крім того, електронні бібліотеки відкривають шлях для ефективного зберігання та управління інформацією. Цифрові технології дають змогу автоматизувати процеси індексації та каталогізації, забезпечуючи швидкий і точний доступ до ресурсів. Це особливо важливо в умовах інформаційного перенасичення, коли швидкість отримання необхідної інформації стає ключовим фактором.

Іншим важливим аспектом електронних бібліотек є їхня роль у збереженні культурної спадщини. Цифрові технології дають змогу відтворювати та зберігати цінні рукописи, старовинні книги й архівні матеріали, роблячи їх доступними для досліджень і вивчення без ризику втрати чи зносу. Це сприяє збереженню культурної пам'яті та робить історичні документи доступними для широкого кола дослідників і зацікавлених осіб.

Результати дослідження. Розвиток електронних бібліотек створює нові виклики та можливості для управління інформацією. З одного боку, це ставить завдання забезпечити кібербезпеку та протидію кіберзлочинцям, які можуть використовувати цифрові ресурси для несанкціонованого доступу чи руйнування даних. З іншого боку, це відкриває можливості для розвитку нових технологій управління та аналізу великих обсягів інформації, що полегшує вивчення нових тенденцій і сприяє розвитку наукових досліджень.

Завдяки розвитку штучного інтелекту й аналізу даних, електронні бібліотеки можуть надавати персоналізовані рекомендації та оптимізувати процеси пошуку. Кожен користувач може знайти інформацію, що відповідає його індивідуальним інтересам, забезпечуючи ефективніший і зручніший доступ до знань.

Напрямок розвитку електронних бібліотек визначається стрімким ростом інтерактивності та віртуалізації. Технології віртуальної реальності та розширеної реальності вносять нові можливості для взаємодії з інформацією. Користувачі можуть буквально занурюватися у світ знань, вивчаючи матеріали у формі тривимірних моделей чи віртуальних експозицій. Це не лише підвищує рівень залучення, але й забезпечує більш ефективне сприйняття інформації.

У світлі необхідності адаптації до мінливого середовища електронні бібліотеки відіграють роль креативної лабораторії для розвитку нових форматів навчання та дослідницької діяльності. Можливість інтеграції мультимедійних елементів, інтерактивних завдань і онлайн-курсів у електронні бібліотеки створює унікальні умови для самоосвіти та професійного розвитку.

Концепція інформаційного суспільства, віртуального спільного простору, де користувачі можуть взаємодіяти у створеному комп'ютером світі, останніми ро-

ками привернула значну увагу. З розвитком технології віртуальної реальності (VR) потенційна цифровізація є дедалі важливішою для бібліотек. Оскільки метавсесвіт продовжує розвиватися, він пропонує нові можливості та виклики для бібліотек, які вимагають нових навичок і компетенцій як від бібліотекарів, так і від користувачів. Одним критично важливим аспектом, на який бібліотеки мають звернути увагу, є потреба в цифровій грамотності та володінні певним набором компетенцій, які люди повинні розвинути, щоб повною мірою брати участь у сучасному інформаційному середовищі. Ці компетенції охоплюють критичне мислення, етичне використання інформації та розуміння соціальної природи інформації. Такі знання є важливими для цифрових бібліотекарів і користувачів бібліотек, оскільки вони орієнтуються в інформаційному просторі та взаємодіють із величезною кількістю інформації, доступної в цьому віртуальному світі.

У своїй праці (Chunxu and Yujiao, 2015) автори зазначають, що бібліотекам слід активно приділяти увагу використанню технологій віртуальної реальності, яка має три характеристики: занурення, інтерактивність і сприяння уяві, а також створює особливі умови взаємодії людини з комп'ютером, що може бути широко застосований у розвитку бібліотек, їх інформаційних ресурсів і залученні читачів.

Нові технології, зокрема доповнену та віртуальну реальність (AR & VR), використовують для різноманітних освітніх і навчальних цілей. Очікують, що розмір ринку як VR, так і AR зросте в геометричній прогресії між 2019 і 2025 роками. Такі компанії, як Google, Apple, HTC, Facebook, Microsoft і Samsung, уже почали працювати та розробляти різні комплекти апаратного та програмного забезпечення для програм VR. Отже, ці новітні технології вже мають вплив на кожен галузь, включаючи наукові кола і бібліотеки (Roy, et al., 2022).

Академічні бібліотеки сьогодні створюють захопливе середовище, використовуючи новітні технології, щоб їхні користувачі могли досліджувати й здобувати нові знання. Новітні технології, такі як AR і VR, дійсно надають користувачам широкий спектр захопливих вражень. Наприклад, користувач може безпечно дослідити живий вулкан, використовуючи VR2. Такий підхід отримав назву «Імерсивне бібліотечне середовище» («Immersive Library Environment» (ILE)), або простір у бібліотеці, де користувачі занурюються у віртуальний світ. Такі підходи змінюють погляди дослідників, науковців, студентів, водночас надаючи їм платформу для інновацій. Інакше кажучи, ILE полегшує доступ користувачів бібліотеки до контенту VR.

Імерсивні технології інтегрують віртуальний уміст і фізичне середовище, повністю занурюючи користувачів у комп'ютерно змодельований світ. Доповнена реальність (AR), яка є частиною технології занурення, це процес відображення віртуальної інформації, накладеної на фізичні об'єкти. Підхід, коли AR реалізується за допомогою вебтехнологій, відомий як Web-based AR (WebAR). Віртуальна реальність (VR) – це комп'ютерно змодельоване 3D-середовище, де користувачі відчувають віртуальний світ, залишаючись фізично пов'язаними з «реальним світом». Змішана реальність (MR) поєднує в собі як природний, так і віртуальний світи, за допомогою яких користувач взаємодіє, використовуючи різні контролери й тактильні пристрої, які створюють нове інтерактивне візуальне середовище. Крім того, у MR співіснують як фізичні, так і цифрові об'єкти. Отже, користувач ефективно взаємодіє з ними в режимі реального часу. Розширена реальність (XR) – це універсальний

термін, який охоплює всі технології AR/VR/MR9, тобто весь спектр (від відсутності занурення до повного занурення). Візуалізація даних – це графічне представлення 3D-даних на великих екранах для спільного дослідження.

Електронні бібліотеки визначаються не тільки технологіями, а й глибоким розумінням потреб й очікувань користувачів. Це сприяє неперервному вдосконаленню та адаптації до вимог сучасного суспільства, що зростають. І хоча технології продовжують еволюціонувати, мета електронних бібліотек залишається незмінною – забезпечити доступ до знань, сприяти розвитку й обміну ідеями для покращення якості освіти та наукових досліджень.

Отож віртуальна реальність змінює сприйняття зовнішнього світу, розширює простір його сприйняття та забезпечує живе навчальне середовище для вищої освіти. Такі послуги, як 360-градусні віртуальні галереї, VR і AR, а також симуляція автоматичного віртуального середовища CAVE (CAVETM) стануть незамінними в бібліотечних послугах.

Сьогодні є безліч захопливих просторів / застосунків AR/VR, розроблених для різноманітних бібліотечних послуг:

- myLibrARy, застосунок AR, розроблений університетом прикладних наук Потсдама, використовується для пошуку інформації про книгу та її розташування в бібліотеці;

- ShelvAR, розроблений Університетом Маямі для відображення бібліографічної інформації про книги, які розташовані на полиці;

- проєкт SCARLET (Special Collections using Augmented Reality to Enhance Learning and Teaching), розроблений Університетом Манчестера та Мімаса; це застосунок AR на основі маркерів, який використовує QR-коди та обкладинки книг для перегляду рідкісних книг, історичних рукописів й архівів у бібліотеці Джона Райлендса;

- Карпентерська бібліотека Університету Північної Флориди відкрила свій віртуальний навчальний центр (VLC) у березні 2021 року. VLC надає своїм студентам і викладачам доступ до послуг віртуальної реальності (наприклад, віртуальний тур, орієнтування в бібліотеці, навчання на основі віртуальної реальності тощо).

У роботі (Roy, et al., 2022) проведено дослідження, яке фіксує досвід користувачів у просторі AR/VR у Центральній бібліотеці Індійського технологічного університету в Хагарпурі (IIT Kharagpur). У процесі цього дослідження виявлено критичні фактори, які впливають на задоволеність користувачів. До дослідження залучено 135 користувачів, з яких 45 працювали із застосунками WebAR, а інші – із застосунками VR. Також ще 5 користувачів отримали доступ до обох служб.

Результати показали, що 92 % користувачів були задоволені застосунками WebAR. Крім того, аналіз даних показує, що 82 % зазначили, що вони відчують себе комфортно й отримують задоволення від доступу до розширеної інформації. Хоча варто зазначити, що через необхідність надання програмі доступу до камери телефону 10 відсотків користувачів зазначили, що почуваються в небезпеці через побоювання, що застосунок може відстежувати місцезнаходження телефону або конфіденційні телефонні дані користувача. Аналіз результатів дослідження показав, що 88 % користувачів погодилися, що VR корисна для навчання через здобуття знань із візуального та звукового VR-контенту. У результаті задоволеність і комфорт користувачів насправді залежать від двох критичних факторів:

конфіденційності даних і швидкості передачі інформації, що технічно визначається швидкістю мережі та характеристиками телефона.

У майбутньому можливе подальше посилення взаємодії між електронними бібліотеками й іншими технологічними інноваціями, такими як блокчейн. Це може сприяти створенню децентралізованих систем, які забезпечать високий рівень безпеки та відкритість. Електронні бібліотеки можуть використовувати блокчейн для підтримки авторських прав, визначення власності документів, а також для довіри до джерел інформації. Це сприяє розвитку довіри та впевненості користувачів у використанні цифрових ресурсів.

Окрім того, з розвитком технологій Інтернету речей (IoT) електронні бібліотеки можуть інтегруватися з реальним світом, надаючи доступ до інформації на основі контекстуальних умов. Наприклад, книги чи статті можуть рекомендуватися користувачеві залежно від його місця перебування, інтересів чи актуальних подій.

Не менш важливим аспектом є інклюзивність. Щоб електронні бібліотеки відповідали потребам різних груп користувачів, важливо враховувати аспекти доступності й адаптивності інтерфейсів для людей з обмеженими можливостями. У своїй праці Ясмін Кларк та Зак Лішер-Кац (Clark and Lischer-Katz, 2023) звертають увагу на етичну проблему запровадження візуально-звукових технологій щодо людей з обмеженими можливостями зору, слуху тощо. Зокрема, ширші тенденції технократичного мислення в академічних колах часто не дають змоги користувачам з обмеженими можливостями використовувати нові технології в бібліотеках. Упровадження технологій зазвичай підтримується за допомогою риторики розширення доступу для користувачів, водночас замовчуючи і в такий спосіб виключаючи інвалідність. Автори розглянули підходи виправлення поточних помилок у належній підтримці доступності бібліотечних технологій для користувачів з обмеженими можливостями, зазначаючи, що нові цифрові технології є найкращим і єдиним шляхом для вирішення великих викликів суспільства.

У своєму дослідженні С. Патрібхата та Н. Шилпа Рані (Prathibha and Shilpa Rani, 2021) визначають потенціал ChatGPT, мовної моделі штучного інтелекту, для перетворення бібліотек на динамічні центри знань. Це свідчить про те, що завдяки інтеграції таких технологій, як віртуальна та доповнена реальність, віртуальних помічників на основі штучного інтелекту та персоналізованих алгоритмів навчання, бібліотеки можуть пропонувати розширені послуги, такі як захопливий віртуальний досвід, миттєва допомога в здобутті знань, середовища для спільного навчання та персоналізовані шляхи навчання. Ця інтеграція розширює доступ до інформації, сприяє креативності та зміцнює залучення громади. Крім того, наголошується на конфіденційності даних і етичних міркуваннях, щоб забезпечити довіру користувачів. Використовуючи ChatGPT та інші технології ШІ, бібліотеки можуть переосмислити свою роль у суспільстві, створюючи інклюзивні простори для навчання впродовж життя.

ChatGPT, розмовний інструмент на основі штучного інтелекту, має потенціал для революції в бібліотеках, покращуючи послуги, розширюючи доступ до інформації та залучаючи користувачів інноваційними способами. Він пропонує миттєву та персоналізовану допомогу, покращене залучення користувачів, підтримку цифрової грамотності та масштабованість. Однак він також має потенційні недоліки,

такі як відсутність людського досвіду, неточні або упереджені відповіді, обмежене розуміння контексту, проблеми з конфіденційністю, залежність від підключення до інтернету, а також поточне обслуговування та підтримка. Незважаючи на це, ChatGPT може трансформувати бібліотечну професію та професіоналів, даючи змогу бібліотекарям адаптуватися до змінних ролей, співпрацювати із системами штучного інтелекту, підвищувати ефективність, брати участь у безперервному навчанні, визначати пріоритети підходів, орієнтованих на користувача, і враховувати етичні міркування. Бібліотеки мають охоплювати новітні технології, розвивати цифрову грамотність, співпрацювати з партнерами, створювати інтерактивні навчальні простори, віддавати пріоритет дизайну, орієнтованому на користувача, сприяти відкритому доступу, наголошувати на конфіденційності й етиці даних, співпрацювати з громадами, а також постійно оцінювати та адаптувати свої послуги. Переосмислюючи та використовуючи ChatGPT та інші новітні технології, бібліотеки можуть продовжувати розвиватися, задовольняти потреби користувачів і залишатися цінними ресурсами спільноти в епоху цифрових технологій.

Алгоритми штучного інтелекту та машинного навчання дають змогу системам навчатися, адаптуватися та інтуїтивно прогнозувати вподобання користувачів, започатковуючи зміну парадигми в підборі вмісту та в рекомендаціях. Обробка природної мови (Natural Language Processing – NLP) діє як міст між людською мовою та цифровими інтерфейсами, сприяючи природній та інтуїтивній взаємодії. Доповнена реальність плавно накладає цифрову сферу на фізичну, перетворюючи повсякденне середовище на захопливий інтерактивний простір. VR, утілення технологічних інновацій, занурює користувачів у віртуальні сфери, сприяючи навчанню.

За сучасних умов з'являється можливість стратегічно використовувати такі новітні технології, як AI, ML, NLP, AR і VR, для покращення взаємодії з користувачем і підвищення доступності в цифрових бібліотеках. Вивчаючи синергію цих технологій, багато дослідників здійснюють пошук інноваційних рішень для створення універсально доступних і захопливих цифрових бібліотек. Окрім теоретичних досліджень, проводять дослідження практичного сприйняття користувачів і подолання розриву між технологіями та потребами користувачів, мета якого полягає в тому, щоб цифрові бібліотеки не лише надавали доступ, але й цікавість і жагу до знань.

Віртуальна реальність (VR) сприяє виконанню місії бібліотеки щодо надання доступу до всіх форм інформації та підтримки педагогіки й науки. Академічні бібліотеки все частіше використовують технологію віртуальної реальності для різноманітних дослідницьких і навчальних цілей. Це охоплює надання розширеного доступу до цифрових колекцій, пропонування нових інструментів дослідження та створення нових захопливих середовищ для студентів. В Університеті Індіани, Bloomington's Blogspot, VR охоплює використання 3D-графіки та вдосконалених інструментів взаємодії, щоб занурити реального користувача в змодельоване середовище. AR означає доповнену реальність і технічно означає поєднання віртуального та реального середовища. У літературі аналізуються поточні проблеми та переваги використання VR/AR у бібліотеках на прикладах конкретних установ, досліджується потенціал використання технологій доповненої реальності (AR) і віртуальної реальності (VR) з архівними матеріалами для покращення навчання на основі STEM і поширення інформації в університеті. AR, VR й архівні ресурси

підтримують педагогічні моделі, зокрема навчання на основі запитів і навчання на основі ігор. Наявні як переваги, так і недоліки технологій AR та VR. VR не передбачає реальних артефактів або середовищ, що дає змогу розробляти проекти поза межами медіапростору, якщо немає технічних проблем з обладнанням. Недоліком є те, що сучасні високоякісні технології та пристрої VR вимагають певних конфігурацій і технічних засобів, які можуть багато коштувати. Основними пристроями VR є Oculus Rift, HTC VIVE і HTC VIVE Pro, які потребують потужного комп'ютерного обладнання для високоякісного відображення графічної інформації. Технології також пов'язані з важкими гарнітурами й електричними датчиками, які є частиною комплексу пристроїв. Є портативні мобільні пристрої віртуальної реальності (Google Daydream VR, Google Cardboard і Samsung Gear VR), які дають користувачам можливість використовувати VR на своїх телефонах. Різні варіації пристроїв VR відкривають можливості для архівного дизайну.

Дизайн AR, на відміну від VR, використовує локальне середовище та взаємодіє з ним для свого функціонування. Тому деякі проекти AR, пов'язані з оцифруванням архівів, можна реалізувати лише поблизу архівних матеріалів або в середовищі з вбудованою інформацією про матеріали (наприклад, QR-коди). AR покращує взаємодію з фізичним середовищем. Перевага AR для архівних проєктів полягає в простоті доступу до обладнання, для якого в більшості випадків потрібен лише смартфон. Він також має перевагу в тому, що він може створювати лише певну інформацію, включаючи текст, зображення, аудіо, відео, 3D-сканування та віртуальні прототипи.

Ці переваги та недоліки технології мають бути враховані під час розробки проєктів, метою яких є оцифрування архівних матеріалів. Потенціал використання технологій AR і VR для навчання та надання доступу до архівних матеріалів величезний, але вимагає співпраці з партнерами за межами галузі.

Імерсивні технології в електронних бібліотеках створюють нові можливості для користувачів, роблячи процес читання та освоєння інформації більш захопливим і цікавим.

Ці технології допомагають розширювати можливості читачів, забезпечуючи більше можливостей для освоєння та взаємодії з книжками та контентом.

У бібліотеках України активно впроваджуються різноманітні технології для поліпшення доступу до інформації та зручності користувачів. Ось деякі з технологій, які часто можна зустріти:

- електронні каталоги та системи управління бібліотекою: більшість бібліотек в Україні використовують спеціалізовані програмні системи для каталогізації та управління книжковим фондом, що дає змогу користувачам швидко знаходити потрібні книги й ресурси;
- електронні ресурси та бази даних: бібліотеки надають доступ до електронних версій книг, журналів, наукових статей та інших ресурсів через платформи й бази даних, що дає змогу користувачам отримувати інформацію онлайн;
- інтерактивні застосунки й онлайн-платформи: деякі бібліотеки мають власні мобільні застосунки або онлайн-платформи, які дають змогу користувачам замовляти книги, переглядати рекомендації, а також взаємодіяти з іншими читачами;

– комп'ютерні зони та доступ до інтернету: багато бібліотек надають доступ до комп'ютерів та інтернету для користувачів, що дає змогу широкому колу людей отримувати інформацію та використовувати онлайн-ресурси;

– технології RFID: деякі бібліотеки використовують технологію RFID для автоматизації процесу видачі та повернення книг, що спрощує роботу персоналу та підвищує швидкість обслуговування.

Українські бібліотеки постійно вдосконалюються та адаптуються до сучасних технологій, спрямовуючи зусилля на поліпшення сервісу та зручності для користувачів.

Технологія RFID (Radio-Frequency Identification) є способом бездротової передачі даних через радіочастотні хвилі для ідентифікації та відстеження об'єктів. У бібліотечному контексті вона використовується для автоматизації процесів управління книжковим фондом.

Основні компоненти системи RFID в бібліотеці містять:

– RFID-теги – це невеликі чіпи, які містять інформацію про книгу (номер ISBN, назва тощо) з можливістю бездротового зчитування. Теги можуть бути вбудовані безпосередньо в обкладинку книги або розміщені в спеціальних етикетках;

– RFID-читачі – це пристрої, які здатні зчитувати інформацію з RFID-тегів. У бібліотеці вони можуть бути розміщені на стелажах або при вході / виході з бібліотеки;

– системне програмне забезпечення: програмне забезпечення для обробки й управління даними, зчитаними з RFID-тегів. Воно відповідає за ідентифікацію книг, видачу та повернення, інвентаризацію тощо.

Застосування технології RFID в бібліотеках має кілька переваг:

1. RFID дає змогу швидко зчитувати книги, що спрощує процес видачі та повернення, зменшує черги та сприяє ефективнішому управлінню бібліотечними ресурсами.

2. За допомогою RFID можна проводити інвентаризацію книжкового фонду значно швидше й ефективніше, порівняно з традиційними методами. Через систему RFID можна вести більш точний облік книг, що допомагає уникнути втрат.

3. RFID-технологія поширюється в бібліотеках як інструмент автоматизації та поліпшення обслуговування читачів, забезпечуючи ефективнішу роботу та спрощуючи процеси управління книжковим фондом.

Останніми роками зростає кількість літератури про потенційне застосування інформаційних технологій для бібліотек. Дослідники розглядають потенціал віртуальної реальності для бібліотечних програм і послуг. Технологія VR може покращити бібліотечні програми та послуги, такі як віртуальні довідкові служби, віртуальні екскурсії бібліотечними просторами та віртуальні навчальні середовища. Крім того, незаперечним є потенціал метавсесвіту для пошуку та доступу до інформації, а також виклики та можливості впровадження технології віртуальної реальності в бібліотечні освітні та навчальні програми. Незважаючи на ці потенційні переваги, бібліотеки мають вирішувати реальні проблеми, наприклад етичні наслідки збору та використання даних користувачів. Бібліотеки мають пам'ятати про потенційні ризики конфіденційності, пов'язані зі збором і використанням даних користувачів, і вживати заходів для захисту конфіденційності користувачів. Цифровізація дає бібліотекам нові можливості та виклики, які вимагають від

бібліотекарів і користувачів цифрових навичок. Потенційні можливості застосування технології віртуальної реальності для бібліотечних програм і послуг є величезними та можуть змінити спосіб взаємодії бібліотек зі своїми користувачами. Проте бібліотеки також мають вирішити проблеми, як-от захист конфіденційності користувачів, бути в курсі останніх розробок та адаптувати свої послуги й програми відповідно до мінливих потреб своїх користувачів.

Висновки. Усі ці аспекти разом визначають електронні бібліотеки не тільки як засіб для зберігання та розповсюдження знань, а й як каталізатор для глибшого розуміння світу та розвитку індивідів і суспільства в цілому в епоху цифрової революції.

У підсумку, електронні бібліотеки визначають новий вимір освіти, науки та збереження культурної спадщини. Вони відкривають перед сучасним суспільством необмежені можливості для вивчення та розвитку. З їхньою допомогою кожен може стати дослідником, ученим чи просто цікавитися світом, незалежно від свого місця проживання чи статусу.

Інновації у світі електронних бібліотек прокладають шлях до нового етапу в еволюції доступу до знань. Інформаційний простір, який створюється завдяки сучасним технологіям, не лише робить електронні бібліотеки більш доступними, а й перетворює їх у динамічні центри освіти, досліджень і культурного розвитку.

Штучний інтелект та персоналізовані підходи взаємодії роблять процес пошуку й освоєння інформації більш ефективним і зручним. Технології розширеної реальності та віртуальної реальності вносять нові можливості для імерсивного вивчення та сприяють збагаченню освітнього процесу.

Блокчейн та засоби криптографічної безпеки забезпечують високий рівень довіри та конфіденційності, що є особливо важливим у сфері обміну інформацією та досліджень. Взаємодія зовнішніх джерел, використання відкритих даних та ефективне управління даними сприяють розширенню меж знань.

Електронні бібліотеки стають не лише місцем для зберігання інформації, але й платформою для творчості, взаємодії та інновацій. Розвиток технологій розпізнавання мови й тексту дає змогу ефективніше використовувати ресурси, а інтеграція зовнішніх джерел робить електронні бібліотеки відкритими та гнучкими для різноманітних потреб. Завдяки відкритості, колективному вирішенню завдань та активній участі спільнот інноваційний інформаційний простір електронних бібліотек стає каталізатором для розвитку сучасного суспільства, де доступ до знань є ключем до неперервного росту й просвітлення.

REFERENCES

- Chunxu, G. and Yujiao, L., 2015. Application of Virtual Reality Technology in Library. In: *Proceedings of the 1st International Symposium on Social Science (iss-15)*, August 2015. [e-Book] Atlantis Press, pp.254-257. <https://doi.org/10.2991/iss-15.2015.97>
- Clark, J.L. and Lischer-Katz, Z., 2023. (In)accessibility and the technocratic library: Addressing institutional failures in library adoption of emerging technologies. *First Monday*, [e-journal] 28 (1). <https://doi.org/10.5210/fm.v28i1.12928>

Prathibha, S.N. and Shilpa Rani, N. R., 2021. ChatGPT: A Boon to Library Services. *LIS Links Newsletter*, [online] 7 (1), pp.8-13. Available at: <<http://file.lislinks.com/newsletter/lislinks-newsletter-vol-7-no-1-p-8-13.pdf>> [Accessed 05 July 2023].

Roy, S.G., Kanjilal, U., Sutradhar, B. and Jalal, S., 2022. Building Immersive Library Environment to Access Virtual Reality Content A Proposed Framework Model. *DESIDOC Journal of Library & Information Technology*, [e-journal] 42 (3), pp.178-184. <https://doi.org/10.14429/djlit.42.3.17719>

UDC 004.8:[004.946:021.2

Svitlana Khrushch,

*PhD in Social Communications,
Senior Lecturer at the Department of Computer Science,
Kyiv National University of Culture and Arts,
Kyiv, Ukraine
svektor.ua@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-9349-7762>*

Valerii Kushnarov,

*PhD in Cultural Studies, Associate Professor,
Kyiv National University of Culture and Arts,
Kyiv, Ukraine
VKusnarov@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0003-3037-1841>*

Andrii Liutyi,

*Master's Student at the Department of Computer Sciences,
Kyiv National University of Culture and Arts,
Kyiv, Ukraine
foxinfog44@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0007-6087-0568>*

Ivan Onishchenko,

*Master's Student at the Department of Computer Sciences,
Kyiv National University of Culture and Arts,
Kyiv, Ukraine
onyshenkoivan@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0000-1818-0482>*

IMMERSIVE TECHNOLOGIES FOR DIGITAL LIBRARIES

The purpose of the study is to analyse modern immersive technologies and the possibility of their application in the development of digital libraries in the context of the introduction of virtual, augmented and mixed reality technologies, as well as the use of artificial intelligence technologies.

Research methods. To achieve the research goal, the methods of analysis and synthesis, generalisation of theoretical data, and a systematic approach were used. This made it possible to analyse the peculiarities of the use of immersive technologies in digital libraries and to determine the benefits of introducing such technologies in the creation of a modern information space of libraries.

The scientific novelty lies in the analysis of immersive technologies in the context of their implementation in modern digital libraries. An analysis of the role of artificial intelligence, and augmented and virtual reality technologies in creating a modern information space in libraries has shown both the advantages and disadvantages of digitalisation in libraries. The ethical issues related to inclusiveness in the use of information resources and the protection and preservation of users' data are analysed. Recommendations and approaches for the successful implementation of these technologies in digital libraries are proposed.

Conclusions. Immersive technologies are becoming more widespread and their use in libraries is expanding. Ethical and legal issues in the use of virtual reality and augmented reality will inevitably arise in the future. Today, the Western world is making greater use of both technologies, although they are free and, in some cases less expensive than before.

The article examines the transformative intersection of new technologies and digital libraries, highlighting the path to an enriched and accessible knowledge landscape.

Focusing on artificial intelligence (AI), machine learning (ML), natural language processing (NLP), augmented reality (AR) and virtual reality (VR), it explores how these technologies are redefining the work of digital libraries. Artificial intelligence and machine learning algorithms enable intuitive content management and recommendations, changing the way users interact with digital resources. NLP bridges the gap between human language and digital systems by enhancing search functions. AR overlays digital information on the physical world, expanding the possibilities of interactive learning, while VR immerses users in virtual realms, revolutionising educational paradigms. This article discusses the integration of these technologies into digital libraries not only to preserve huge amounts of knowledge but also to present information in attractive and accessible formats. Through the creation of artificial intelligence-based metadata and tagging of content, digital libraries are systematically organised and enriched, improving search accuracy. These innovations not only preserve the past, but also illuminate a future where knowledge is publicly available, fostering curiosity, learning, and research. This article explores the potential of these technologies and describes the expectations of library users to ensure a user-centred approach in shaping the digital libraries of the future. The use of immersive technologies is making a significant contribution to the evolution of digital libraries, paving the way for inclusive and engaging knowledge experiences for diverse users around the world.

Keywords: immersive technologies; virtual reality; augmented reality; artificial intelligence; digital library; information space; digitalisation.

17.08.2023