

КИЇВСЬКИЙ СТОЛИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ БОРИСА
ГРІНЧЕНКА УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ БОРИСА ГРІНЧЕНКА
ФАКУЛЬТЕТ УКРАЇНСЬКОЇ МОВИ, КУЛЬТУРИ ТА МИСТЕЦТВ
Кафедра інформаційних комунікацій

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

_____ О. А. Політова

«_____» _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА (БАКАЛАВРСЬКА) РОБОТА

на тему:

**«ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ
ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА РЕСТАВРАЦІЇ АРХІВНИХ ДОКУМЕНТІВ»**

випускника освітнього ступеня «бакалавр»

Виконав:

студент 4 курсу, група ІБАСб 1-21-40д,

Цимбаленко Максим Сергійович

Науковий керівник:

Кандидат культурології доцент
кафедри інформаційних
комунікацій

Малюк Євген Олександрович

Київ-2025

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. КЛАСИЧНІ ТА СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЗБЕРЕЖЕННЯ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ	8
1.1. Культурна спадщина як основа історичної пам'яті та національної ідентичності	8
1.2. Традиційні методи збереження, реставрації та управління культурною спадщиною	13
1.3. Цифровізація та перші етапи впровадження технологій у сфері охорони спадщини	21
РОЗДІЛ 2. ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У СФЕРІ ЗБЕРЕЖЕННЯ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ	28
2.1. Інтелектуальні технології для аналізу, обробки та ідентифікації об'єктів культурної спадщини	28
2.2. Застосування штучного інтелекту в процесах збереження та реставрації	36
РОЗДІЛ 3. ПЕРСПЕКТИВИ ТА ВИКЛИКИ ІНТЕГРАЦІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У СФЕРУ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ	42
3.1. Етичні та юридичні аспекти застосування штучного інтелекту	42
3.2. Переваги, ризики та майбутні стратегії застосування ШІ у збереженні культурної спадщини	49
ВИСНОВОК	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	61

ВСТУП

Актуальність теми

Збереження культурної спадщини є надзвичайно важливим завданням для кожного суспільства, адже вона становить основу національної ідентичності, забезпечує історичну пам'ять між поколіннями і культурну самоусвідомленість. У добу глобалізації, швидких технологічних змін, воєнних загроз та екологічних катастроф стає ще більш актуальним переосмислення підходів до охорони та збереження історичних і культурних цінностей. Такі традиційні форми збереження — реставрація, консервація, опис та каталогізація — залишаються важливими, але вони не здатні в повному обсязі відповідати сучасним викликам, особливо в умовах постійного збільшення обсягів даних та велике навантаження на культурне середовище. [6]

У цьому контексті особливого значення набуває впровадження новітніх цифрових технологій, зокрема штучного інтелекту (ШІ), у сферу охорони культурної спадщини. ШІ відкриває нові можливості для автоматизованого аналізу, інтерпретації, систематизації, реконструкції та оцифрування культурних об'єктів — від архівних документів до архітектурних пам'яток. Технології комп'ютерного зору, обробки природної мови, машинного навчання та великої аналітики здатні не лише прискорити процеси збереження, а й підвищити їхню точність, масштабованість і доступність для широкого кола користувачів.

Особливої актуальності це набуває для України, де внаслідок військової агресії та системної недооцінки значення культурної спадщини значна кількість об'єктів опинилась під загрозою руйнування, знищення або втрати.

Впровадження штучного інтелекту дозволяє оперативно фіксувати стан об'єктів, відтворювати пошкоджені артефакти у цифровому форматі, формувати відкриті бази даних, створювати віртуальні музеї та покращувати доступ до культурних надбань навіть у віддалених регіонах.

Таким чином, дослідження потенціалу використання ШІ у сфері збереження культурної спадщини є надзвичайно актуальним і має стратегічне значення для формування сучасної національної політики в галузі культури, науки й освіти. Воно поєднує інноваційний технологічний підхід із гуманітарною місією — захистом і передачею наступним поколінням унікальних свідчень історичного розвитку суспільства. [1,2]

Стан розробки проблеми

Питання застосування технологій штучного інтелекту у сфері збереження культурної спадщини поступово набирає актуальності як в Україні, так і за кордоном. В українському науковому просторі ця тема поки що знаходиться на початковому етапі розвитку. Деякі вітчизняні дослідники, такі як С.А. Чукут і А.Л. Карапозюк, акцентують увагу на процесах цифровізації архівної справи та інтеграції України в глобальний інформаційний простір [33]. Також К.І. Коцюбівська, О. Тимошенко та А. Василевський розглядають можливості використання цифрових інструментів і ШІ для збереження культурної спадщини, особливо в контексті популяризації та доступу до архівних ресурсів [37].

Натомість у міжнародному середовищі ця тематика має вже сформовану дослідницьку базу. Значний внесок у розвиток теоретичних засад і практичного використання ШІ в культурній спадщині зробив італійський науковець Джованні Колавіцца. У своїй праці «Архів та штучний інтелект: огляд поточних дебатів та майбутні перспективи» (2021) він аналізує потенціал використання інтелектуальних технологій у культурній спадщині, зокрема підкреслює важливість критичного підходу до інтеграції ШІ у процеси організації та доступу до культурної спадщини. [7]

Ще одним із провідних фахівців у галузі цифрової гуманітаристики є Меліса Террас (Melissa Terras), професорка Університету Единбурга, яка досліджує методи комп'ютерного аналізу старовинних текстів і архівних документів, використовуючи інструменти машинного навчання. Вона бере активну участь у масштабних міжнародних проєктах на перетині архівознавства й цифрових технологій. [19]

Губерт Мара (Hubert Mara), професор археоінформатики у Вільному університеті Берліна, розробляє програми 3D-аналізу для візуалізації пошкоджених історичних об'єктів. Його програма GigaMesh дозволяє точно відтворювати форму й вміст артефактів, що перебувають під загрозою зникнення.[20]

Окремо варто відзначити ініціативу AI Meets Archives, що спрямована на дослідження можливостей використання машинного навчання у роботі з архівними матеріалами, зокрема в питаннях класифікації, оцифрування та візуалізації. Інший масштабний європейський проєкт – AI4Culture – має на меті інтегрувати технології штучного інтелекту в галузі збереження культурної спадщини через спільну роботу технічних і гуманітарних фахівців. [15,16]

Також заслуговує на увагу дослідницький проєкт TimeTravel, у межах якого вивчається здатність великих мультимодальних моделей (LMMs) аналізувати культурні артефакти, їх візуальні та текстові характеристики для глибшого розуміння минулого. Потрібен час, щоб оцінити реальну цінність генеративного штучного інтелекту для установ культурної спадщини. Проте деякі технології, такі як генеративний технологічний процес та NLP, швидко розвиваються та підвищують точність до такої міри, що побоювання щодо точності починають зникати. [17]

Таким чином, хоча в Україні ця проблема тільки починає розроблятися, то на світовому рівні спостерігається активний розвиток досліджень, який може слугувати надійною основою для формування вітчизняних підходів і адаптації міжнародного досвіду до українських реалій.

Мета і завдання дослідження

Метою дипломної роботи є комплексний аналіз можливостей та перспектив використання технологій штучного інтелекту для збереження культурної спадщини, зокрема у процесах збереження, реставрації та аналізу культурних артефактів, включаючи архівні документи, архітектурні пам'ятки, музейні експонати та інші об'єкти матеріальної та нематеріальної спадщини.

Виходячи з поставленої мети, передбачається розв'язати такі завдання:

1. Проаналізувати теоретичні аспекти збереження культурної спадщини як основи історичної пам'яті та національної ідентичності.
2. Дослідити традиційні методи збереження, реставрації та управління культурною спадщиною, їхні переваги та недоліки.
3. Визначити основні інститути збереження культурної спадщини в Україні та проаналізувати їхню діяльність.
4. Окреслити сучасні виклики у збереженні культурної спадщини в умовах військових конфліктів, глобалізації та цифровізації.
5. Дослідити правові основи збереження культурної спадщини в Україні та міжнародний досвід у цій сфері.
6. Проаналізувати можливості застосування технологій штучного інтелекту для збереження культурних артефактів, зокрема архівних документів, архітектурних пам'яток та музейних експонатів.
7. Визначити перспективи інтеграції інноваційних технологій у процеси збереження, реставрації та аналізу культурної спадщини.

Об'єкт і предмет дослідження

Об'єктом дослідження є процеси збереження, реставрації та управління культурною спадщиною в умовах стрімкого розвитку технологій.

Предметом дослідження є традиційні та сучасні методи збереження культурної спадщини, зокрема з використанням технологій штучного інтелекту для аналізу архівних документів та інших об'єктів культурного надбання.

Структура роботи

Дипломна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовано мету, завдання, об'єкт та предмет дослідження, визначено методологічну базу та практичну значущість роботи.

Перший розділ «Класичні та сучасні підходи до збереження культурної спадщини» — присвячений аналізу архівних документів як джерела історичної пам'яті та культурної спадщини. Розглянуто традиційні методи збереження та реставрації архівних матеріалів, а також їхні переваги та обмеження в умовах сучасної цифрової трансформації.

Другий розділ «Впровадження технологій штучного інтелекту у процеси збереження культурної спадщини» — містить аналіз інструментів штучного інтелекту, що використовуються для обробки, цифровізації та реставрації архівних документів. Розглянуто основні методи машинного навчання (ML), обробки природної мови (NLP) та 3D-реконструкції для відновлення пошкоджених об'єктів культурної спадщини.

Третій розділ «Перспективи та виклики інтеграції штучного інтелекту у сферу збереження культурної спадщини» — аналізує перспективи використання ШІ у збереженні культурної спадщини, зокрема в контексті захисту, популяризації та забезпечення доступу до архівних матеріалів. Окремо розглянуто етичні та правові аспекти впровадження технологій ШІ, а також ризики, пов'язані з цифровою трансформацією культурної спадщини.

У висновках підбито підсумки дослідження, визначено основні напрями подальших досліджень у сфері застосування ШІ для збереження культурної

спадщини. Усі ці аспекти будуть послідовно розглянуті у відповідних розділах роботи, що дозволить комплексно оцінити стан та перспективи збереження культурної спадщини в умовах стрімкого технологічного прогресу.

РОЗДІЛ 1. КЛАСИЧНІ ТА СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЗБЕРЕЖЕННЯ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ

1.1. Культурна спадщина як основа історичної пам'яті та національної ідентичності

Культурна спадщина — це сукупність матеріальних та нематеріальних цінностей, що відображають історичну, культурну та духовну спадковість нації та передаються від покоління до покоління. Вона охоплює архітектурні пам'ятки, архівні документи, музейні експонати, традиції, обряди та інші надбання, які мають особливу історичну та культурну цінність. Для збереження історичної пам'яті та формування національної ідентичності важливу роль відіграє культурна спадщина. Вона включає різноманітні елементи, такі як архітектурні пам'ятки, монументи, пам'ятні місця, музейні колекції, а також поховання та меморіальні комплекси. Ці об'єкти складають меморіальний простір, що не тільки відображає події минулого, але й активно впливає на формування громадської думки та національної свідомості. Пам'ятки є важливими складовими культурного та ідеологічного середовища, яке оточує людину, створюючи унікальний зв'язок між її сучасністю і минулим. Об'єкти — вулиці, площі, будинки є архітектурними формами, та витворами, в які вкладався талант творців та любов поколінь проникають у внутрішній світ людини та формують уявлення про красу в суспільстві. Якщо людина байдужа до пам'яток своєї країни, вона байдужа й до самої країни, її історії та культури. Тому збереження та дбайливе ставлення до культурної спадщини з боку держави та суспільства не лише сприяє збереженню національної самобутності, але й формує позитивний імідж України на міжнародній арені.

Культурна спадщина України — це надбання всього українського народу, яке включає досягнення представників різних національностей, що проживають на її території. З одного боку, ця спадщина відіграє ключову роль у зміцненні національної ідентичності та формуванні української політичної нації. З іншого боку, враховуючи, що значна частина матеріальних та нематеріальних культурних цінностей належить до спадщини саме етнічних українців, вона є важливим чинником у формуванні їхньої етнічної ідентичності. Культурна спадщина виступає не лише інструментом збереження історичної пам'яті, але й стає важливим елементом консолідації суспільства, формуючи єдність між поколіннями та народами. Ставлення до культурної спадщини, яка дійшла до нас у вигляді різноманітних об'єктів з унікальною історичною, науковою, культурною та мистецькою цінністю, є важливим показником рівня розвитку суспільства. Збережені та належним чином представлені артефакти культурної спадщини стають джерелом духовного збагачення нації, сприяють формуванню спільної історичної пам'яті та посиленню національної ідентичності українців. У сучасних умовах прагнення України інтегруватися у європейський культурний простір вимагає усвідомлення свого історичного коріння. Це можливо лише через вивчення та популяризацію історичної спадщини, а також активне включення культурних надбань у повсякденне життя суспільства.

Історичні та культурні пам'ятки відіграють ключову роль у збереженні національної пам'яті, виступаючи своєрідним містком між минулим і сучасністю. Вони стають важливим інструментом для зміцнення патріотичних цінностей і формування національної самосвідомості. В останні роки значно зросла актуальність дослідження історико-культурної спадщини, що зумовлено необхідністю її збереження та ефективного використання в умовах сучасних викликів.[1,2]

Протягом багатовікової історії український народ не лише створював, але й зберігав та примножував свій культурний спадок. З покоління в покоління накопичувалися як матеріальні, так і нематеріальні цінності, що передавалися

для збереження історичної пам'яті, виховання нових поколінь та формування відчуття належності до спільноти. Культурна спадщина охоплює різноманітні надбання народу — від звичаїв і мови до архітектури, музики, літератури та інших проявів духовного та матеріального життя. З часом ці елементи стали основою для формування національної ідентичності, адже саме вони дозволяють кожному поколінню відчути зв'язок з минулим, зрозуміти власне коріння та усвідомити себе частиною єдиного історичного процесу. Завдяки археологічним артефактам, історичним документам та архітектурним пам'яткам поступово вибудовувалася цілісна картина про історію українського народу. Це сприяло формуванню почуття спільності та єдності.[2,5]

Особливе значення має мова — потужний виразник національної ідентичності, яка не лише виконує функцію засобу спілкування, але й несе в собі унікальний світогляд, культурні цінності та історичний досвід. Збереження мови стало одним із ключових чинників збереження культурної самобутності українців, адже кожне слово, фраза чи приказка несуть у собі глибокий історичний та культурний контекст. Культурна спадщина формує не лише уявлення про минуле, але й ціннісні орієнтири для сучасного суспільства. Саме тому, у часи воєнних конфліктів, агресор намагається знищити культурні об'єкти, аби підірвати моральний дух нації та послабити її історичну пам'ять. Сьогодні українці змушені боротися не лише за територіальну цілісність, але й за збереження власного культурного спадку, який є основою національної ідентичності та джерелом духовної сили народу.[5]

Культурна спадщина є не лише джерелом для пізнання минулого, але й важливим елементом, що дозволяє нації зберігати свою ідентичність у сучасному світі. Вона стає осередком для виховання почуття національної гордості, а також створює контекст для колективної пам'яті, через який ми можемо усвідомити свій зв'язок із попередніми поколіннями. Вивчення історико-культурної спадщини дозволяє глибше зрозуміти етапи розвитку

нації, її внутрішні трансформації та боротьбу за збереження унікальних цінностей. Не менш важливим є те, що культурна спадщина, зберігаючи у собі свідчення минулого, допомагає не тільки зберігати знання про історію, але й формувати майбутнє. Вона виступає, як своєрідний катализатор для розвитку національної свідомості, що сприяє консолідації громадян навколо спільних цінностей та ідеалів. Окрім того, історико-культурна спадщина має важливе значення в умовах глобалізації, коли культури стикаються і взаємодіють, що ще більше підкреслює необхідність збереження і розвитку власної національної ідентичності через культурні здобутки.[1,2]

Наприклад, аспірант кафедри ЮНЕСКО з наукової освіти Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, Дмитро Перов у своїй статті «Культурна спадщина та національна ідентичність: протидія втрати в умовах воєнного конфлікту» зазначає: «Протягом тривалої історії розвитку народності українці формували, накопичували та збагачували свою власну систему культурного спадку». Це підкреслює, що культурна спадщина є не лише відображенням минулого, але й активним чинником формування національної ідентичності.[2]

Також, у статті «Культурна пам'ять у контексті формування національної ідентичності» дослідниця Тетяна Шершова зазначає, що культурна пам'ять є сукупністю практик, фізичних об'єктів і впливів, які включають в себе історичні артефакти та меморіальні послуги. Вони формують у особистості ідентичність, тобто причетність до історичного минулого.[4] Ці українські дослідники акцентують на тому, що культурна спадщина та пам'ять є фундаментом для збереження національної ідентичності, особливо в умовах сучасних викликів, таких як воєнні конфлікти та глобалізація. [2,4].

Німецький філософ Мартін Гайдеггер у своїх роботах неодноразово наголошує на тому, що культура є невід'ємним елементом існування людини у світі. Вона виступає основою для формування історичної пам'яті та розуміння сутності людського буття. На його думку, культурна спадщина — це сукупність здобутків, які допомагають людині осмислити своє місце у світі,

знайти сенс у подіях минулого та збудувати цілісне бачення майбутнього. Гайдеггер підкреслює, що пізнання історії культури має ключове значення для усвідомлення людиною своєї належності до певного історичного процесу. Завдяки культурній спадщині людина може знайти опору для самоідентифікації, визначити своє місце в історії та зрозуміти, як її власне буття пов'язане з минулим і майбутнім. У своїй філософії Гайдеггер також звертає увагу на роль мови та коріння культури. Він розглядає їх не просто як засоби для комунікації, а як основу для пізнання світу. Мова, за Гайдеггером, стає способом осмислення буття, інструментом, через який людина виражає свою присутність у світі та встановлює зв'язок із культурним спадком предків. [2] Таким чином, культура й мова не лише допомагають людині орієнтуватися у світі, але й визначають спосіб її існування.

Сучасні події в Україні, які супроводжуються військовими діями, чітко демонструють, що питання культурної спадщини виходить за межі її збереження та популяризації. Нині основним викликом є захист історичних та культурних об'єктів від цілеспрямованого знищення ворогом. Такі дії несуть пряму загрозу національній ідентичності, адже вони спрямовані на підри्व культурних цінностей та руйнування символів, які об'єднують народ.

Культурна спадщина має глибокий вплив на формування національної свідомості та є важливим чинником національної єдності. Вона допомагає усвідомити себе частиною єдиної нації, поряд із мовою, спільною територією та історією. Як зазначає український дослідник, який спеціалізується на вивченні культурної спадщини та її ролі у формуванні національної ідентичності В.П.Трощинський (2018), «культурна спадщина є найпотужнішою складовою формування української ідентичності», а особливу роль у цьому процесі відіграють об'єкти сакрального мистецтва, які несуть у собі багатовікову історію та духовну спадщину народу[5] .

В умовах війни, збереження культурної спадщини набуває критичного значення. Збереження фізичних артефактів є важливою складовою охорони культурної спадщини, адже вони несуть у собі матеріальні свідчення

історичних епох, національних традицій та мистецьких досягнень. Ці об'єкти — від стародавніх рукописів і археологічних знахідок до архітектурних пам'яток — потребують ретельного догляду, реставрації та захисту від впливу часу, природних факторів і людської діяльності. Тому, в умовах війни збереження артефактів стає ще більш актуальним, оскільки вони можуть бути знищені або втрачені назавжди, що призведе до безповоротної втрати частини культурної спадщини. Це не лише про збереження фізичних артефактів, а й про збереження національної пам'яті, історичної правди та морального духу українців. У контексті сучасних українських реалій — війни, масових переміщень населення, зростання національної самосвідомості — пам'ять стає стрижнем, навколо якого формується суспільна єдність. Люди прагнуть зрозуміти власне походження, відновити історичну справедливість, знайти опору в спільному минулому. Всі ці пошуки ведуть до архівів, музеїв, бібліотек, джерел усної історії.[1,6]

Отже, культурна спадщина — це не лише матеріальні пам'ятки чи архітектурні об'єкти. Це цілісна система цінностей, традицій, звичаїв та знань, яка визначає національну ідентичність та забезпечує історичну спадкоємність поколінь. В умовах війни ця спадщина потребує особливої уваги, адже її втрата може стати непоправною втратою для нації. Таким чином, історико-культурна спадщина є основою для збереження історичної пам'яті і національної ідентичності, а також важливим фактором для формування майбутнього покоління, яке буде не лише шанувати традиції, а й продовжувати культурні досягнення свого народу.

1.2. Традиційні методи збереження, реставрації та управління культурною спадщиною

Збереження культурної спадщини — це складний процес, що включає як фізичний захист об'єктів, так і системне управління, спрямоване на збереження культурних цінностей для майбутніх поколінь. В Україні традиційні методи збереження та управління культурною спадщиною

формувалися протягом десятиліть і охоплюють низку заходів, що реалізуються на національному та регіональному рівнях.

Спочатку розглянемо, які основні інститути збереження культурної спадщини в Україні. В нашій країні створено низку установ, які координують діяльність із захисту, реставрації та популяризації культурної спадщини, серед них:

1. Міністерство культури та інформаційної політики України — центральний орган виконавчої влади, який розробляє державну політику у сфері охорони культурної спадщини. Воно затверджує стандарти збереження, контролює реставраційні роботи та реалізує програми з охорони культурних цінностей.
2. Національний інститут культурної спадщини — наукова установа, яка займається дослідженнями та розробкою методичних рекомендацій щодо збереження пам'яток культури. Інститут також забезпечує підготовку фахівців та проводить експертизи стану об'єктів культурної спадщини.
3. Музеї, архіви та бібліотеки — ці установи виконують функції зі збереження, реставрації та оцифрування об'єктів культурної спадщини. Вони систематизують, каталогізують та зберігають матеріальні артефакти, а також створюють електронні бази даних для зручного доступу до культурних ресурсів.
4. Національні заповідники та історико-культурні парки — вони забезпечують збереження природних та культурних комплексів, архітектурних пам'яток та археологічних об'єктів. Крім того, такі установи займаються просвітницькою діяльністю та організацією тематичних виставок, що сприяє формуванню суспільної свідомості щодо важливості культурної спадщини.
5. Обласні та міські управління культури — ці органи здійснюють контроль за збереженням місцевих об'єктів культурної спадщини, забезпечують

фінансування реставраційних робіт та реалізують регіональні програми з охорони культурних цінностей.

Проте, ефективність їхньої діяльності значною мірою залежить від застосування традиційних методів збереження культурної спадщини, які формувалися протягом століть і залишаються актуальними донині.[6]

Отож, розглянемо традиційні методи збереження культурної спадщини:

Консервація культурної спадщини застосовують для зупинення процесів руйнування об'єктів, що мають історичну, мистецьку або культурну цінність. Це може стосуватися архітектурних споруд, скульптур, текстильних виробів, і документальних матеріалів, старовинних книг та рукописів. Основна мета консервації – збереження автентичності об'єктів та забезпечення їхньої цілісності для майбутніх поколінь. Для цього використовуються різноманітні методи. Наприклад, у випадку з архітектурними спорудами проводиться очищення поверхонь від пилу та бруду, зміцнення пошкоджених ділянок, обробка антисептичними засобами для запобігання поширенню грибків чи плісняви. Скульптури із бронзи часто покривають спеціальними складами, що уповільнюють корозію металу та захищають від впливу навколишнього середовища. Старовинні рукописи та книги проходять процес очищення від пилу, реставрації пошкоджених сторінок, закріплення фарб та текстур. Використовуються спеціальні склади для зміцнення паперу, а також захисні обкладинки для попередження подальшого руйнування. Таким чином, консервація культурної спадщини є комплексним процесом, що включає фізичний захист, відновлення втрачених елементів та забезпечення належних умов зберігання для збереження історичної та культурної пам'яті. [3]

Реставрація культурної спадщини спрямована на відновлення первісного вигляду об'єктів та забезпечення їхньої цілісності. Вона включає ремонт пошкоджених ділянок, реконструкцію відсутніх фрагментів та усунення наслідків впливу часу чи зовнішніх факторів. Основний принцип реставрації — збереження автентичності об'єкта, тому використовуються матеріали та

технології, максимально наближені до оригінальних. Наприклад, під час реставрації фресок або ікон застосовують натуральні фарби, створені за старовинними рецептами, що дозволяє досягти максимальної відповідності кольоровій гамі та текстурі. Крім того, спеціальні лаки використовуються для закріплення кольорового шару та захисту від подальших пошкоджень. У випадку архітектурних пам'яток, реставратори ретельно підбирають будівельні матеріали, що відповідають тим, які використовувалися під час зведення об'єкта. Наприклад, для реставрації старовинних фортець чи замків часто використовують цеглу або камінь, виготовлені за технологіями, що були поширені у відповідний історичний період. Для скульптурних композицій відновлюють відсутні елементи з використанням гіпсу, мармуру чи бронзи, а також застосовують технології патинування для досягнення ефекту природного старіння матеріалу. Таким чином, реставрація є важливим етапом у збереженні культурної спадщини, адже вона дозволяє не лише відновити втрачені або пошкоджені елементи, але й зберегти естетичну та історичну цінність об'єктів, надаючи їм друге життя. [3,6]

Реконструкція є надзвичайно важливим етапом у збереженні культурної спадщини, особливо коли йдеться про об'єкти, які були частково або повністю зруйновані внаслідок часу, стихійних лих, воєнних дій чи недбалого ставлення. Основна мета реконструкції — відтворити первісний вигляд об'єкта з максимальною точністю, зберігаючи його автентичність та історичну цінність. У процесі реконструкції фахівці опираються на різноманітні джерела інформації. Це можуть бути архівні документи, старі фотографії, креслення, карти, наукові дослідження та усні свідчення очевидців. Наприклад, під час реконструкції історичних будівель важливими джерелами стають архітектурні плани, фотографії та літературні описи. Завдяки цьому можна максимально точно відтворити структуру будівлі, її фасад, внутрішнє оздоблення та навіть дрібні декоративні елементи.

Значну роль у реконструкції відіграє аналіз матеріалів, з яких був створений об'єкт. У випадку з історичними будівлями або монументами науковці

намагаються використовувати ті ж самі або максимально подібні матеріали, що й під час створення оригіналу. Це може бути певний тип каменю, цегли, деревини або навіть спеціальна техніка обробки поверхонь. Такий підхід не лише зберігає автентичний вигляд об'єкта, а й сприяє його довговічності.

Наприклад, при реконструкції зруйнованої церкви або храму можуть використовуватися оригінальні техніки розпису фресок, зокрема спеціальні фарби, виготовлені за традиційними рецептами. Водночас, якщо збережені частини фресок сильно пошкоджені, реставратори можуть вдатися до відновлення окремих фрагментів, спираючись на історичні матеріали та наукові дослідження. Таким чином, реконструкція повертає об'єкту його історичний вигляд і допомагає зберегти культурну спадщину для майбутніх поколінь, відновлюючи її естетичну та історичну цінність. Водночас, цей процес вимагає глибоких знань у сфері історії, архітектури, археології та мистецтвознавства, а також високої кваліфікації спеціалістів, які беруть участь у відтворенні культурних об'єктів. [1,3]

Ще один з традиційних методів є музеєфікація, який є не менш важливим методом збереження культурної спадщини, що передбачає перетворення історичних або культурних об'єктів на музейні експонати. Основна мета цього процесу — створення умов, які дозволяють зберегти об'єкт, захистити його від руйнівного впливу навколишнього середовища та забезпечити доступ до нього широкому загалу. У процесі музеєфікації культурні цінності переміщуються до спеціально облаштованих приміщень, де забезпечуються оптимальні умови для їх збереження. Наприклад, для старовинних текстильних виробів важливо підтримувати стабільний рівень температури та вологості, щоб запобігти висиханню тканин чи появі плісняви. Для старих рукописів створюють спеціальні сховища з контрольованим мікрокліматом, що запобігає деформації та втраті фарб.[11]

Окрім фізичної охорони, музеєфікація також передбачає інформаційний супровід. Кожен об'єкт забезпечується докладною експлікацією, що розкриває його історичну цінність, походження, технологію виготовлення та контекст

використання. Це дозволяє не лише зберегти артефакт як матеріальне свідчення певної епохи, але й актуалізувати його культурне та історичне значення для сучасників. Особливої уваги потребують об'єкти, які залишаються на своєму первісному місці. У таких випадках музеєфікація набуває форми створення музеїв під відкритим небом або меморіальних комплексів. Наприклад, архітектурні споруди, які не можна перемістити до музею, зберігають у вигляді музейних резервацій. Це дозволяє не лише зберегти автентичність об'єкта, але й відтворити атмосферу певного історичного періоду. Таким чином, музеєфікація поєднує у собі як технічні аспекти збереження, так і культурно-просвітницьку складову, перетворюючи об'єкти культурної спадщини на цінні освітні та інформаційні ресурси. Цей метод дозволяє захистити матеріальні свідчення минулого і сприяє формуванню історичної пам'яті та усвідомленню національної ідентичності через взаємодію з культурними надбаннями. [2,11]

Розглянемо, також архівування та оцифрування, як одні із етапів у процесі збереження культурної спадщини, які спрямовані на створення цифрових копій документів, фотографій, карт та інших матеріальних об'єктів. Оцифрування дозволяє перенести інформацію у цифровий формат, що значно полегшує її зберігання, обробку та доступ до неї. Процес оцифрування включає сканування або фотографування об'єктів з високою роздільною здатністю, що дозволяє максимально точно зберегти усі деталі та характеристики оригіналу. Створені цифрові копії зберігаються в електронних архівах, що забезпечує їх захист від фізичних пошкоджень, втрати чи руйнування оригіналу. Наприклад, у разі пожежі, затоплення чи крадіжки, електронна версія документа залишиться доступною.[48] Крім того, оцифрування полегшує доступ до культурної спадщини. Цифрові копії можуть бути інтегровані у відкриті онлайн-бази даних, що дозволяє дослідникам, студентам та широкому загалу отримувати доступ до рідкісних і цінних матеріалів незалежно від їх місцезнаходження. Це особливо важливо для

архівів, які містять унікальні документи, що не можуть бути виставлені на загальний огляд через їхню крихкість або історичну цінність.[18]

Архівування також включає організацію та систематизацію оцифрованих матеріалів. Важливо забезпечити належну каталогізацію, щоб користувачі могли швидко знаходити потрібну інформацію за ключовими словами, датами або категоріями. Це дозволяє створити структуровані бази даних, які стають цінними джерелами для наукових досліджень та культурних проєктів. Таким чином, архівування та оцифрування виконують подвійну функцію: вони не лише забезпечують збереження матеріалів у разі втрати чи пошкодження оригіналів, але й сприяють доступності культурної спадщини для широкого кола користувачів.

Забезпечення належного рівня збереження культурної спадщини вимагає не лише дотримання традиційних методів реставрації та управління, але й надійної правової основи. В умовах сучасних викликів важливо чітко регламентувати процедури охорони культурних об'єктів, визначити відповідальність за їх збереження та окреслити правові механізми захисту культурних цінностей. Наступними розглянемо ключові нормативно-правові акти України, які регулюють питання збереження культурної спадщини та визначають основні принципи і вимоги до їх охорони. Правові основи збереження культурної спадщини в Україні: українське законодавство передбачає цілу низку нормативно-правових актів, що регулюють процеси збереження та охорони культурної спадщини. Основними документами у цій сфері є:

1. Закон України “Про охорону культурної спадщини” – регулює питання обліку, збереження та використання об'єктів культурної спадщини, визначає права та обов'язки власників об'єктів;
2. Закон України “Про музейну справу та музейний фонд України” — встановлює вимоги до збереження музейних колекцій, їх реставрації та обліку;

3. Національний план заходів із збереження культурної спадщини — затверджується Кабінетом Міністрів України та визначає стратегічні напрями діяльності у сфері охорони культурних цінностей.

Сучасні виклики у збереженні культурної спадщини є надзвичайно складними та багатограними, адже ця сфера вимагає комплексного підходу, що враховує як природні, так і соціально-економічні фактори. Одним із найгостріших викликів є військові конфлікти, які спричиняють масові руйнування архітектурних пам'яток, музейних колекцій та архівних документів. В умовах війни культурні об'єкти часто стають ціллю атак або ж випадково знищуються через бойові дії. В Україні такі руйнування набули катастрофічних масштабів, що змушує фахівців оперативно здійснювати евакуацію цінних об'єктів, проводити аварійні реставраційні роботи та документувати пошкодження для подальшої реституції. [12,18]

Не менш небезпечними для культурної спадщини є кліматичні зміни та природні катастрофи. Підвищення рівня води, часті паводки, екстремальні погодні явища сприяють руйнуванню історичних будівель та археологічних пам'яток. Зокрема, висока вологість негативно впливає на дерев'яні конструкції, а сильні опади розмивають стародавні споруди, загрожуючи їхньому збереженню. В умовах глобального потепління виникає необхідність у розробці адаптивних методів охорони культурної спадщини, які враховуватимуть нові кліматичні реалії. Іншим суттєвим викликом є стрімка урбанізація. Масштабна забудова та нехтування історичним контекстом призводять до знищення культурних ландшафтів та руйнування історичних кварталів. Задля комерційної вигоди, забудовники нерідко ігнорують культурну цінність старих будівель, зводячи на їх місці сучасні висотки. Це не лише руйнує архітектурну спадщину, а й суттєво змінює історичну атмосферу міських просторів, розмиваючи культурну ідентичність. [13]

Вагомою проблемою у сфері охорони культурної спадщини є нестача фінансування. Ефективна реставрація та консервація потребують значних матеріальних ресурсів, яких часто бракує. Це призводить до зупинки

відновлювальних робіт, затримок у реалізації реставраційних проєктів та неможливості впровадження сучасних технологій для збереження цінних об'єктів. Крім того, нестача кваліфікованих кадрів ускладнює реалізацію необхідних заходів на належному рівні. [36,13]

Цифровізація культурної спадщини відкриває нові можливості для її збереження, але водночас несе певні загрози. Оцифрування архівних документів, створення 3D-моделей пам'яток дозволяє зберегти інформацію про об'єкти у разі їхнього руйнування. Проте надмірне захоплення цифровими копіями може призвести до втрати автентичності, коли оригінальні об'єкти поступово втрачають свою значущість, поступаючись місцем віртуальним реконструкціям. [22,23]

Суттєвим викликом залишається нелегальна торгівля культурними артефактами, яка завдає непоправної шкоди культурному надбанню. Незаконні розкопки, крадіжки музейних експонатів, вивезення цінностей за кордон загрожують зникненням унікальних об'єктів. В умовах воєнних конфліктів ця проблема набуває особливої гостроти, адже контроль за збереженням культурних об'єктів ускладнюється. Не менш загрозливою є проблема суспільної байдужості до культурної спадщини. У сучасному світі, де комерційні інтереси часто переважають над культурними цінностями, громадськість нерідко втрачає інтерес до історичних пам'яток та об'єктів культурної спадщини. Відсутність культурної освіти, низький рівень обізнаності щодо значущості культурного надбання призводять до занепаду історичних кварталів, недбалого ставлення до архітектурних пам'яток та ігнорування цінності національної спадщини. [23]

Таким чином, сучасні виклики у сфері збереження культурної спадщини є багатогранними та вимагають системного підходу. Для ефективної охорони культурних об'єктів необхідна тісна взаємодія державних структур, громадськості та міжнародних організацій. Важливо не лише вчасно реагувати на загрози, а й запроваджувати інноваційні методи збереження, які

відповідатимуть сучасним викликам та забезпечать надійний захист культурного надбання для майбутніх поколінь.

1.3 Цифровізація та перші етапи впровадження технологій у сфері охорони спадщини

Цифровізація культурної спадщини стала одним із ключових напрямів сучасної стратегії її збереження. На тлі швидкого розвитку технологій з'явилися нові можливості для документування, систематизації та популяризації культурних об'єктів. Від початку впровадження цифрових технологій у цю сферу основною метою було створення електронних архівів, які забезпечували б зберігання копій важливих артефактів та документів. Цей етап можна розглядати як фундаментальний, оскільки він заклав основу для подальшого розвитку більш складних цифрових рішень. Спроби оцифрувати культурну спадщину були спрямовані на створення електронних каталогів музейних колекцій, архівних фондів та бібліотечних зібрань. Це дозволило не лише систематизувати інформацію про об'єкти, але й спростити доступ до них. Наприклад, оцифровані копії рідкісних рукописів, історичних карт та фотодокументів стали доступними для дослідників з різних країн, що сприяло міжнародному обміну знаннями та запобігало втраті цінних матеріалів у разі їх пошкодження або зникнення. [12,22]

Перші кроки в оцифруванні культурної спадщини відбулися ще у 1960-х роках, коли музеї та бібліотеки почали застосовувати комп'ютерні технології для створення машинозчитуваних каталогів своїх колекцій. Це були базові системи обліку, які дозволяли систематизувати наявні культурні об'єкти, створювати бази даних із мінімальною кількістю інформації та полегшувати пошук конкретних експонатів. На цьому етапі основний акцент робився на обліку музейних предметів та архівних документів, що сприяло більш чіткому розумінню обсягу та складу зібраних колекцій. [11,18]

У 1970-х роках оцифрування культурної спадщини почало розвиватися значно активніше. Це було зумовлено стрімким розвитком комп'ютерних технологій та зростанням інтересу до збереження культурних цінностей. У

цей період музеї, архіви та бібліотеки розпочали створення електронних каталогів, у яких містилася інформація про об'єкти, їхнє місцезнаходження, стан збереження, а також базова документація. Наприклад, такі каталоги могли включати цифрові копії обкладинок книг, опис музейних експонатів чи архівних документів. Впровадження таких систем дозволило значно спростити доступ до інформації про культурні об'єкти. Тепер дослідники могли не лише переглядати базові дані про експонати, але й замовляти копії документів чи навіть отримувати доступ до цифрових копій. Це стало особливо актуальним для бібліотек, які почали активно оцифровувати рідкісні видання, манускрипти та старовинні рукописи. [12,18]

У 1960–1970-х роках багато провідних культурних та наукових установ світу почали активно впроваджувати цифрові технології для збереження та популяризації своїх колекцій. Однією з найбільш знакових ініціатив того часу стала програма Бібліотеки Конгресу США, яка розпочала масштабне оцифрування рідкісних рукописів, історичних документів та фотографій. Метою цього проєкту було не лише створення електронних копій матеріалів, а й забезпечення доступу до них для дослідників та широкої аудиторії. Завдяки цій ініціативі науковці з різних куточків світу змогли ознайомитися з унікальними рукописами, які до цього часу зберігалися лише в архівах Бібліотеки Конгресу. [21]

Аналогічний підхід до збереження культурної спадщини було реалізовано в Національній бібліотеці Франції. У 1970-х роках бібліотека започаткувала програму оцифрування рідкісних видань, картографічних матеріалів та середньовічних рукописів. На основі цієї роботи було створено електронний каталог, який містив тисячі оцифрованих сторінок цінних книг та історичних документів. Це дозволило не лише зберегти фізичні оригінали, але й зробити їх доступними для наукової спільноти та культурних інституцій. У 1990-х роках BnF розпочала активну цифровізацію своїх колекцій. У 1997 році була запущена Gallica – цифрова бібліотека, яка надає безкоштовний доступ до різноманітних документів, включаючи книги, рукописи, карти та інші

матеріали. Gallica стала однією з перших великих цифрових бібліотек у світі, що дозволила широкому загалу ознайомитися з унікальними культурними артефактами Франції. [32,49]

Британський музей також зробив значний внесок у розвиток цифрових ініціатив, зосередившись на створенні бази даних із зображеннями та описами артефактів своєї колекції. У межах цього проєкту музей оцифрував тисячі артефактів, серед яких були стародавні манускрипти, археологічні знахідки та витвори мистецтва. Особливої уваги надавалося створенню детальних описів, які супроводжували кожен об'єкт, що суттєво полегшило дослідникам пошук необхідної інформації. Перші етапи оцифрування культурної спадщини були орієнтовані не лише на збереження матеріальних носіїв інформації, але й на забезпечення доступу до цих матеріалів через створення електронних баз даних.[43] Ці проєкти стали основою для подальшого розвитку цифрових архівів, які сьогодні є невід'ємною складовою глобальної системи збереження культурних цінностей. Саме у 1960-1970-х роках оцифрування культурної спадщини мало ще досить обмежений характер і було орієнтоване переважно на створення каталогів та баз даних. Проте саме ці проєкти заклали основу для подальшого розвитку цифрових архівів, інтерактивних бібліотек та онлайн-музеїв, які набули широкого поширення вже у 1990-х роках.[44] Британський музей реалізував масштабну програму цифровізації своєї колекції, створивши онлайн-базу даних, яка містить зображення та описи артефактів. Ця ініціатива дозволила оцифрувати тисячі об'єктів, включаючи стародавні манускрипти, археологічні знахідки та витвори мистецтва. Британський музей надає доступ до своєї онлайн-колекції. База даних містить понад 4,5 мільйона об'єктів з різних епох і регіонів світу. Користувачі можуть переглядати високоякісні зображення та детальні описи артефактів, що сприяє дослідженню та збереженню культурної спадщини.[44]

Digital Scriptorium став одним із перших масштабних проєктів у сфері оцифрування культурної спадщини, який розпочав свою діяльність у 1997 році. Його реалізація стала можливою завдяки підтримці Фонду Ендрю В.

Меллона — організації, що активно фінансує культурні та освітні ініціативи. Основна мета цього проєкту полягала у створенні доступної онлайн-бази даних, яка об'єднувала середньовічні та ранньоренесансні рукописи з різних бібліотек і архівів. Проєкт був ініційований Бібліотекою Банкрофта Каліфорнійського університету в Берклі у співпраці з Бібліотекою рідкісних книг і рукописів Колумбійського університету. Таке партнерство стало важливим кроком до консолідації рідкісних матеріалів з кількох провідних бібліотек та архівів, що дозволило створити централізовану базу даних. У ній містилися не лише каталоги, а й цифрові зображення рукописів, що значно розширило доступ до культурної спадщини. Інноваційність Digital Scriptorium полягала у тому, що проєкт не лише зберігав оцифровані копії, але й надавав до них доступ у відкритому форматі. Це дозволило дослідникам з різних країн використовувати матеріали для наукових досліджень, порівнювати рукописи, аналізувати шрифти, ілюмінації та інші візуальні елементи.[52] До 2000 року до проєкту приєдналися інші бібліотеки та архіви, розширивши кількість доступних рукописів. У 2006 році було проведено масштабну реконструкцію платформи, яка включала оновлення інтерфейсу, розширення функціоналу та інтеграцію з іншими цифровими архівами. Завдяки цьому користувачі отримали можливість не лише переглядати рукописи, але й завантажувати зображення високої роздільної здатності для подальшого аналізу. Таким чином, Digital Scriptorium став не просто базою даних, а повноцінною дослідницькою платформою, що поєднувала цифрові технології та наукову роботу з культурною спадщиною. Цей проєкт показав, що оцифрування не лише зберігає оригінали від фізичного зношування, але й відкриває нові можливості для дослідження та популяризації культурних об'єктів у глобальному масштабі. Такі ранні ініціативи заклали основу для подальшого розвитку цифрових технологій у сфері збереження культурної спадщини, сприяючи створенню електронних архівів та покращенню доступу до цінних історичних матеріалів.[52]

Окрім створення цифрових копій, важливою складовою перших етапів цифровізації стало впровадження систем управління цифровими активами. Ці системи дозволяли не лише зберігати інформацію в електронному вигляді, але й відстежувати зміни, здійснювати пошук за певними параметрами та забезпечувати захист від несанкціонованого доступу. Таким чином, цифровізація поступово переросла зі звичайного копіювання об'єктів у цілісну систему управління культурними ресурсами. На етапі початкового впровадження технологій особливу увагу було приділено архівам та бібліотекам як головним носіям документальної культурної спадщини. Відскановані документи та фотографії зберігалися у форматах з високою роздільною здатністю, що дозволяло зберегти максимальну кількість деталей. Згодом ці цифрові архіви почали інтегруватися у відкриті бази даних, що стало важливим кроком до загальнодоступності культурних об'єктів.

Отже, перші етапи цифровізації культурної спадщини були спрямовані на створення цифрових копій артефактів та організацію їх зберігання. Це забезпечило фундамент для подальшої роботи з даними та відкриває нові можливості для застосування інноваційних технологій у сфері збереження культурної спадщини. Хоча на перших етапах акцент робився переважно на документацію та архівування, сучасний підхід до цифровізації включає також інструменти аналізу, реконструкції та інтерактивного представлення об'єктів, що дозволяє значно розширити рамки традиційних методів збереження.[32,22]

В Україні процес впровадження технологій у сфері охорони культурної спадщини розпочався відносно пізно порівняно із західними країнами, але останні десятиліття стали періодом активних змін. Перші спроби цифровізації архівних матеріалів та музейних колекцій припадають на початок 2000-х років, коли державні установи та окремі культурні організації почали використовувати електронні бази даних для обліку та збереження культурних цінностей.[22]

Одним із перших масштабних проєктів у цій сфері став «Електронний архів української культури», започаткований у 2005 році. Проєкт був орієнтований

на створення цифрових копій архівних документів, фотографій, карт та інших матеріалів, що стосуються історії та культури України. Така ініціатива була особливо актуальною в контексті збереження рідкісних документів, що перебували у вразливому фізичному стані та потребували захисту від подальшого руйнування. У 2012 році стартував ще один важливий проєкт — Національний реєстр нерухомих пам'яток України. Основною метою було створення єдиної бази даних усіх об'єктів культурної спадщини, що мають національне та місцеве значення. Цей реєстр дозволив систематизувати інформацію про культурні об'єкти, а також забезпечити відкритий доступ до неї для науковців, дослідників та громадськості.[44]

Іншим прикладом цифровізації культурної спадщини став проєкт «Архів української діаспори», ініційований у 2015 році. Він передбачав створення електронних копій документів, що зберігаються за межами України, зокрема у США, Канаді та Австралії. Це дозволило не лише повернути інформацію про важливі історичні події та діячів української діаспори, але й зробити ці матеріали доступними для дослідників. [45] На рівні музейних установ важливу роль у цифровізації відіграв Національний художній музей України, який у 2017 році розпочав активну роботу з оцифрування своєї колекції. Завдяки цій ініціативі з'явилася можливість створити цифрові копії рідкісних мистецьких творів, що не тільки забезпечило їх збереження, але й дозволило популяризувати українське мистецтво за межами країни. [18,44]

Значущим кроком у цифровому перетворенні музеїв став проєкт «Музей», презентований у травні 2022 року. Цей проєкт спрямований на створення Єдиного порталу культурних цінностей Музейного фонду України, що забезпечить доступ до українського мистецтва та культури для широкої аудиторії. Важливо, що «Музей» реалізується в межах міжнародної співпраці в рамках «Люблінського трикутника» — партнерства між Україною, Польщею та Литвою. Цей проєкт не лише сприяє оцифруванню культурної спадщини, але й передбачає створення інтерактивної платформи для управління національними культурними цінностями. Метою «Музею» є не лише

збереження унікальних артефактів у цифровому форматі, але й розширення доступу до цих матеріалів як для українських, так і для іноземних дослідників та відвідувачів. Оцифровані колекції поєднують сучасні технології з багатою історичною спадщиною, роблячи процес дослідження більш зручним, інтерактивним та доступним. [53]

Таким чином, впровадження цифрових технологій в Україні є поступовим, але впевненим процесом, що охоплює як архівні документи, так і музейні колекції. Такі проекти, як «Електронний архів української культури», Національний реєстр нерухомих пам'яток, «Архів української діаспори» та «Музей», стали основою для подальшої цифровізації культурних об'єктів. Вони не лише сприяють захисту культурної спадщини, але й забезпечують доступ до неї для широкої аудиторії, розширюючи можливості дослідження та популяризації української культури.[44] Перші етапи оцифрування культурної спадщини стали важливим кроком у забезпеченні збереження цінних об'єктів та розширенні доступу до них. Проекти з цифровізації архівів, музейних колекцій та бібліотек не лише дозволили створити електронні копії історичних документів та артефактів, а й сприяли їх систематизації та поширенню серед дослідників і широкої аудиторії. Це стало основою для формування баз даних та каталогів, що об'єднали розрізнені матеріали та полегшили доступ до них незалежно від географічного розташування.[44,47] На сучасному етапі процеси цифровізації продовжують розвиватися, охоплюючи дедалі ширше коло об'єктів культурної спадщини. Від рукописів і фотографій до археологічних знахідок та архітектурних пам'яток — усе це тепер може бути збережене у цифровому форматі. Це забезпечує не лише збереження оригіналів, а й створення нових можливостей для наукових досліджень, освітніх проектів та популяризації національної культурної спадщини. [2,11]

Наступний розділ буде присвячений аналізу новітніх технологій, які активно впроваджуються для збереження культурних об'єктів, зокрема технологій штучного інтелекту.

РОЗДІЛ 2. ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У СФЕРІ ЗБЕРЕЖЕННЯ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ

2.1. Інтелектуальні технології для аналізу, обробки та ідентифікації об'єктів культурної спадщини

Інтелектуальні технології, що використовуються для аналізу, обробки та ідентифікації об'єктів культурної спадщини, стають усе більш затребуваними завдяки їхній здатності ефективно працювати з великими масивами даних та автоматизувати процеси, які раніше вимагали значних людських ресурсів. У сучасному світі збереження культурної спадщини більше не обмежується лише фізичною консервацією та реставрацією об'єктів. Завдяки розвитку технологій, з'явилися нові можливості для документування, аналізу та цифрового відтворення артефактів, що значно розширює межі досліджень у цій сфері. Аналіз, обробка та ідентифікація об'єктів культурної спадщини стають актуальними через зростаючу загрозу втрати культурних цінностей внаслідок природних катастроф, військових конфліктів чи недбалого ставлення до пам'яток. У таких умовах технології штучного інтелекту та машинного навчання можуть не лише зберегти об'єкти у цифровому форматі, але й сприяти їхньому відновленню та реконструкції. Наприклад, алгоритми комп'ютерного зору дозволяють детально аналізувати структуру пошкоджених артефактів та створювати їх тривимірні моделі, які можуть бути використані для подальшої реставрації. [37]

Серед основних інструментів, які активно використовуються у цій сфері, варто виокремити:

- 1) Машинне навчання (Machine Learning, ML): системи, що навчаються на великих масивах даних, аналізуючи зображення, текстові документи або навіть аудіо та відеозаписи для виявлення візуальних та текстових патернів. Це може бути застосовано для ідентифікації рукописних текстів, відтворення втрачених фрагментів чи аналізу стилістичних особливостей об'єктів.

- 2) Комп'ютерний зір (Computer Vision): технологія, яка використовує алгоритми для розпізнавання об'єктів на зображеннях або відео. Вона є незамінною для створення 3D-моделей, розпізнавання артефактів та навіть для аналізу деталей, які не завжди помітні людському оку.
- 3) Обробка природної мови (Natural Language Processing, NLP): методи автоматизованого аналізу текстів, що дозволяють працювати з архівними документами різними мовами, перекладати тексти, аналізувати контекст та виявляти смислові зв'язки між окремими фрагментами.

Яким чином зазначені вище, сучасні інтелектуальні технології відкривають нові горизонти для дослідження, збереження та популяризації культурної спадщини, надаючи змогу зберегти унікальні об'єкти для наступних поколінь у цифровому форматі? Розглянемо детальніше і розпочнемо з машинного навчання.

Машинне навчання (ML) є одним із перспективних напрямів застосування сучасних технологій для аналізу та обробки об'єктів культурної спадщини. Головна його перевага полягає у здатності систем самостійно навчатися на великих обсягах даних та виявляти приховані закономірності, що дає змогу суттєво оптимізувати процеси дослідження та обробки культурних артефактів. У контексті збереження культурної спадщини машинне навчання використовується для виконання таких завдань:

1. Розпізнавання рукописних текстів. Робота з архівними документами, старовинними листами та манускриптами вимагає багато часу та зусиль. Використання ML-технологій для автоматичного розпізнавання тексту дозволяє значно прискорити процес аналізу документів. Наприклад, системи розпізнавання рукописних текстів здатні перетворювати зображення старовинних рукописів на текстові файли, що полегшує їх подальший аналіз, пошук та систематизацію.
2. Аналіз зображень та виявлення стилістичних ознак. Ще одним важливим напрямом застосування машинного навчання є аналіз зображень. Ці

технології здатні розпізнавати елементи декору, орнаменти чи унікальні стилістичні деталі архітектурних об'єктів, картин або скульптур. Наприклад, системи ML можуть автоматично класифікувати зображення за художніми напрямками, стилями або техніками виконання. Це дозволяє не лише детально дослідити культурний контекст об'єкта, але й встановити його зв'язок із іншими артефактами.

3. Виявлення втрачених фрагментів. Часто об'єкти культурної спадщини зберігаються у пошкодженому стані. Машинне навчання може бути корисним для аналізу та реконструкції втрачених частин документів, картин чи скульптур. Зокрема, аналізуючи вцілілі фрагменти та вивчаючи стилістичні особливості, ML-системи можуть відтворити можливий вигляд пошкоджених частин. Такий підхід допомагає зберегти цілісність об'єктів, не порушуючи їхньої автентичності.
4. Ідентифікація об'єктів та їх авторів. Машинне навчання також може бути корисним для встановлення авторства культурних об'єктів. Наприклад, системи аналізу стилістичних особливостей можуть порівнювати певні елементи картин або скульптур з базами даних відомих митців. Це дає змогу визначити, чи належить конкретний твір певному художнику, або знайти його аналоги у колекціях музеїв чи архівів. [37]

Як же ці технології можуть доповнити одна одну у процесі аналізу культурних об'єктів? Відповідь на це питання стає очевидною при розгляді наступної важливої складової - Комп'ютерний зір (Computer Vision). Отже, комп'ютерний зір (Computer Vision) є важливим інструментом для аналізу візуальних даних у процесах дослідження та збереження об'єктів культурної спадщини. Ця технологія використовує алгоритми для розпізнавання об'єктів, аналізу зображень та відеоматеріалів, що дозволяє автоматизувати процеси ідентифікації та класифікації артефактів. [22]

У контексті культурної спадщини комп'ютерний зір може застосовуватись для вирішення таких завдань:

- Створення 3D-моделей. За допомогою технологій комп'ютерного зору можна перетворювати двовимірні зображення об'єктів на повноцінні 3D-моделі. Це дозволяє не лише зберегти детальну копію артефакту, але й провести його детальний аналіз без фізичного втручання. Наприклад, сканування статуй або архітектурних споруд дає змогу створити цифрову копію з усіма дрібними деталями, які в майбутньому можна використовувати для досліджень або віртуальних виставок.
- Ідентифікація артефактів. Алгоритми комп'ютерного зору здатні аналізувати зображення культурних об'єктів і зіставляти їх із базами даних, що містять інформацію про відомі артефакти, картини чи архітектурні пам'ятки. Це дозволяє визначити походження об'єкта, його автора або стиль виконання. Наприклад, у разі виявлення невідомої картини технологія може допомогти встановити її можливу приналежність до творчої спадщини певного художника шляхом аналізу характерних візуальних елементів.
- Виявлення прихованих деталей. Комп'ютерний зір може виявляти дрібні деталі, які не завжди помітні людському оку. Використання спеціальних алгоритмів дозволяє аналізувати зображення на рівні пікселів, виявляючи тріщини, плями, потертості чи написи, які могли бути приховані під шаром фарби або пошкоджені часом. Такий аналіз допомагає дослідникам отримати додаткову інформацію про історію об'єкта та умови його зберігання. Аналіз стилістичних особливостей. Комп'ютерний зір може розпізнавати візуальні елементи, характерні для певних історичних періодів чи художніх стилів. Це дає змогу класифікувати артефакти за епохами або визначити вплив певних культурних традицій на створення об'єкта. Наприклад, аналіз орнаментів або декоративних елементів може допомогти встановити, до якого стилю належить архітектурна споруда або скульптура.
- Моніторинг стану об'єктів. Завдяки комп'ютерному зору можна відстежувати зміни у стані об'єктів культурної спадщини. Регулярне сканування та порівняння зображень дозволяє вчасно виявити нові

пошкодження, тріщини або зміни кольору, що може бути важливим для збереження артефакту у належному стані. [25,26]

Обробка природної мови (Natural Language Processing, NLP) стала важливим інструментом для роботи з текстовими даними, що стосуються культурної спадщини. Ця технологія дозволяє автоматизувати процеси аналізу текстів, представлених у різних форматах – від рукописних документів до друкованих матеріалів. Завдяки NLP архіви, музеї та бібліотеки мають можливість структурувати та систематизувати текстові дані, що є важливим для збереження культурної спадщини. Одним із ключових застосувань NLP є розпізнавання тексту (Optical Character Recognition, OCR). За допомогою OCR можна зчитувати текст з оцифрованих сторінок рукописів, книг чи газет, перетворюючи його на машинозчитуваний формат. Це дозволяє не тільки зберегти зміст документів, але й забезпечити їх подальший аналіз. Наприклад, за допомогою OCR можна розшифровувати тексти старовинних листів або рідкісних книжок, які через пошкодження або особливості письма не завжди легко прочитати вручну. [25,31]

Ще одним важливим напрямом використання NLP є переклад текстів. Багато архівних документів зберігаються мовами, які вже не використовуються або маловідомі сучасним дослідникам. Застосування алгоритмів машинного перекладу дає змогу автоматично перекладати тексти, зберігаючи їхній зміст та контекст. Це особливо актуально для інтернаціональних досліджень, коли необхідно об'єднати дані з різних країн або регіонів. Крім того, NLP активно використовується для аналізу змісту текстів. Алгоритми дозволяють визначати основні теми тексту, ключові слова, стиль та навіть авторство документа. Наприклад, аналізуючи частотність певних слів або фраз, можна виявити теми, які домінували у певний історичний період. Це може бути корисним для дослідження культурних явищ, вивчення історичних подій або реконструкції поглядів, відображених у літературних чи документальних джерелах. [31,35]

Окремо необхідно зазначити можливості NLP у контексті аналізу стилістичних особливостей тексту. Завдяки алгоритмам класифікації можна ідентифікувати стиль написання, визначити авторство документа або навіть відтворити втрачені фрагменти тексту, порівнюючи його з іншими творами цього ж автора чи періоду. Наприклад, аналізуючи старовинні рукописи, можна виявити специфічні мовні конструкції або вирази, що були характерними для певної епохи. Це дозволяє дослідникам більш глибоко зрозуміти культурний контекст, у якому було створено певний твір. Таким чином, NLP є не лише інструментом для збереження текстової інформації, але й потужним засобом для її аналізу, систематизації та інтерпретації. Це відкриває нові можливості для дослідження культурної спадщини, дозволяючи не лише зберігати тексти, але й отримувати з них нові знання, що раніше були приховані через мовні або технічні бар'єри.[25,29,31,35]

Варто розглянути відомі проєкти з використання машинного навчання (Machine Learning, ML), комп'ютерного зору (Computer Vision) та NLP у сфері культурної спадщини.

Проєкт SHIFT є міжнародною ініціативою, фінансованою Європейським Союзом у межах програми Horizon Europe. Він об'єднує 13 партнерів з різних країн, включаючи Німеччину, Грецію, Румунію, Угорщину, Сербію та Велику Британію. спрямований на покращення доступності культурної спадщини для людей з сенсорними порушеннями. Використовуючи машинне навчання, розробляються візуальні, аудіо та тактильні інструменти, які дозволяють взаємодіяти з цифровими об'єктами культурної спадщини через мультимодальні інтерфейси, включаючи тактильні рукавички та аудіосупровід. SHIFT спрямований на покращення доступності та інклюзивності культурної спадщини через впровадження передових цифрових технологій, зокрема: інструменти на основі штучного інтелекту та машинного навчання: для автоматичної транскрипції та опису культурних артефактів, аудіоінструменти: розробка емоційно насичених багатомовних аудіоописів для покращення сприйняття культурних об'єктів, гаптичні технології:

створення тактильного зворотного зв'язку для взаємодії з цифровими об'єктами, що особливо корисно для людей з порушеннями зору, інструменти для захисту інтелектуальної власності: впровадження міжнародних стандартів для захисту цифрового контенту.[55]

Pythia (Велика Британія) – це модель глибокого навчання, розроблена дослідниками з Google DeepMind та Оксфордського університету, яка допомагає відновлювати пошкоджені давньогрецькі написи. Система аналізує фрагментовані тексти та пропонує можливі варіанти відновлення втрачених символів, що значно прискорює роботу епіграфістів та істориків. Вхідні дані: пошкоджений текст давньогрецького напису. Вихідні дані: гіпотетичні відновлення втрачених символів або слів з оцінкою впевненості для кожного варіанту. Технологія: глибокі нейронні мережі, що працюють на рівні символів і слів, ефективно обробляючи довгостроковий контекст і неповні представлення слів. Навчання: модель була навчена на найбільшому цифровому корпусі давньогрецьких написів (PHI Greek Inscriptions), перетвореному на машинно-читабельний текст (PHI-ML).[56]

Engineering Historical Memory (EHM) (Іспанія). EHM – це цифрова платформа, яка перетворює історичні документи (мапи, хроніки, подорожні записи) у машиночитабельний формат. Система використовує NLP для автоматичного генерування наративів, що дозволяє користувачам взаємодіяти з історичними артефактами в інтерактивному режимі. Основні напрями діяльності EHM цифрові технології: використання візуалізації даних, федеративного пошуку, аналізу настрою та блокчейну для покращення вивчення історичних наук, цифрові видання: створення інтерактивних цифрових видань історичних карт, таких як Мапа світу Фра Мауро, у співпраці з NTU Singapore та Бібліотекою Марчіана у Венеції, виставки та дослідження: співпраця з культурними організаціями для проведення виставок і досліджень у галузі цифрових гуманітарних наук.[58]

В Україні теж реалізується низка проєктів, які застосовують технології ІІІ для збереження та популяризації культурної спадщини. Ось декілька

прикладів: Skeiron –це львівська компанія, заснована у 2016 році, яка спеціалізується на створенні високоточних 3D-моделей історичних об'єктів за допомогою лазерного сканування та фотограмметрії. Їхня діяльність спрямована на цифрове збереження культурної спадщини України. Відомі проєкти: #SaveUkrainianHeritage: ініціатива, спрямована на 3D-сканування культурних пам'яток по всій Україні з метою їх збереження та можливого відновлення у разі пошкодження чи знищення, Museum in 3D: проєкт, реалізований у співпраці з Artec 3D, який передбачає створення цифрових копій музейних артефактів для їх збереження та популяризації, 3D-моделі історичних об'єктів: серед створених моделей – Кам'янець-Подільська фортеця, Домініканський собор у Львові, пам'ятник засновникам Києва та інші. Ці моделі використовуються для віртуальних турів, реставраційних робіт та архівування пам'яток, що особливо актуально в умовах воєнних загроз.[56]

У Державному архіві Львівської області впроваджується система штучного інтелекту, створена на базі Національного університету «Львівська політехніка». Цей інструмент, розроблений за участю студентів та під керівництвом завідувачки кафедри системного інтелекту Наталії Шаховської, має на меті автоматизувати процес перевірки документів, що надходять до архіву. За словами директорки архіву Ірини Мартенс, фонди установи налічують понад 2,7 мільйона одиниць зберігання, серед яких — документи, що охоплюють період від часів Австро-Угорської імперії до сучасної незалежної України. Раніше перевірка відповідності номенклатури здійснювалася вручну, що вимагало значних трудових і часових витрат. Розроблена система на основі технологій штучного інтелекту дозволяє автоматично аналізувати текстові документи та виявляти помилки у їх оформленні. Програма аналізує вміст файлів і позначає ті фрагменти, що не відповідають затвердженим стандартам заповнення, що суттєво оптимізує процес підготовки матеріалів до архівного зберігання.[24]

Відзначені проєкти демонструють широкий спектр застосування сучасних інтелектуальних технологій у сфері культурної спадщини – від відновлення

пошкоджених текстів до аналізу мистецьких творів та підтримки мовного різноманіття.

2.2.Застосування штучного інтелекту в процесах збереження та реставрації

Сучасні технології штучного інтелекту (ШІ) відіграють дедалі важливішу роль у сфері збереження культурної спадщини. Використання алгоритмів машинного навчання, комп'ютерного зору та обробки природної мови дає змогу не лише відновлювати фізичний вигляд пошкоджених артефактів, а й створювати їхні цифрові копії для архівування, дослідження та презентації широкій аудиторії. Такі технології стають основою для реставраційних процесів, віртуальних реконструкцій історичних об'єктів, а також для формування інтерактивних цифрових архівів, що зберігають культурні цінності навіть у разі їх фізичної втрати.

Реставраційні проекти, у яких використовується ШІ, дають змогу не лише відновлювати втрачені фрагменти пам'яток, але й аналізувати матеріали, стилістичні особливості та техніку виконання артефактів. Наприклад, алгоритми комп'ютерного зору здатні виявляти приховані шари фарби, вицвілі написи або структури, невидимі для людського ока. Таким чином, ШІ дозволяє відновити первісний вигляд об'єкта з високою точністю, що особливо важливо для збереження історичних картин, скульптур, архітектурних елементів. Віртуальна реконструкція за допомогою ШІ також стає потужним інструментом у дослідженні культурної спадщини. Завдяки використанню технологій машинного навчання та 3D-моделювання, стає можливим відтворення об'єктів, що були частково або повністю зруйновані. Наприклад, зруйновані архітектурні комплекси можуть бути відтворені на основі історичних фото, креслень та архівних матеріалів, що не лише дозволяє відтворити їх візуальний образ, але й дослідити їхню структуру, технологію побудови, декоративні елементи. [25,26]

Цифрове збереження артефактів також є важливим напрямом у контексті застосування ШІ. Оцифрування архівних матеріалів, рукописів, карт та інших

об'єктів культурної спадщини створює можливості для їх довготривалого зберігання у форматі, стійкому до впливу часу та зовнішніх факторів. У цьому контексті цифрові архіви, що використовують алгоритми обробки природної мови та комп'ютерного зору, забезпечують швидкий доступ до інформації, можливість здійснювати текстовий або візуальний пошук, відтворювати пошкоджені тексти чи навіть перекладати їх на інші мови.

У цьому розділі ми детально розглянемо ключові напрями використання ШІ у сфері культурної спадщини, акцентуючи увагу на практичних прикладах та реальних проєктах. Особливу увагу буде приділено аналізу сучасних технологій, що застосовуються для реставрації артефактів, реконструкції втрачених об'єктів та створення інтерактивних цифрових архівів, які сприяють збереженню культурної спадщини та роблять її доступною для майбутніх поколінь.

Застосування штучного інтелекту (ШІ) в процесах збереження та реставрації архівних документів та культурних об'єктів стало важливою складовою сучасних методів охорони культурної спадщини. Технології ШІ відкривають нові горизонти для реставраторів і дослідників, оскільки вони дозволяють здійснювати процеси відновлення та збереження з більшою точністю, швидкістю та ефективністю. Вони здатні автоматизувати багатоступеневі процеси, що раніше вимагали значних зусиль і часу, і, що не менш важливо, зробити їх більш доступними для широкої аудиторії. Завдяки інтеграції новітніх методів штучного інтелекту, архіви можуть отримати новий рівень розвитку, сприяючи кращому збереженню культурної спадщини.

Одним із найважливіших аспектів використання ШІ є автоматизована оцінка стану старовинних документів. Сучасні алгоритми комп'ютерного зору та машинного навчання дозволяють проводити швидко та ефективно оцінювання стану архівних матеріалів. Використання технологій, таких як глибоке навчання, дозволяє виявляти пошкодження на зображеннях документів, які можуть включати тріщини, зношення, вицвітання або забруднення. Алгоритми машинного навчання здатні аналізувати зображення

та визначати типи пошкоджень з високою точністю, що робить цей процес значно ефективнішим порівняно з традиційними методами, що вимагали ручної інспекції кожного аркуша [26]. Це дозволяє реставраторам швидше оцінити стан документів і прийняти обґрунтовані рішення щодо подальших реставраційних робіт.

Іншою важливою перевагою ШІ є здатність відновлювати пошкоджені фрагменти документів, що має велике значення для архівної справи. У багатьох архівах зберігаються документи, які через час втратили частину своїх елементів, наприклад, через фізичне зношення або негативний вплив довкілля. Завдяки алгоритмам глибокого навчання, сучасні системи ШІ можуть ефективно відновлювати втрачені фрагменти тексту або малюнків, базуючись на аналізі доступних частин документа та контексту. Такі технології дозволяють відновити важливі історичні документи, що мають великі наукові чи культурні цінності, зокрема старовинні манускрипти або карти, що з часом могли бути знищені чи пошкоджені. [25,26]

Алгоритми ШІ здатні автоматично виявляти втрачені фрагменти на основі логіки мовних структур і візуальних елементів. Наприклад, у випадку з текстовими документами, система може аналізувати граматичні конструкції, лексичні зв'язки та стилістичні особливості тексту, щоб точно відтворити частини, які були втрачені. Щодо зображень, це може бути корисно для відновлення старовинних карт, ілюстрацій або архівних фотографій, де пошкодження часто стосуються окремих частин малюнка чи деталей композиції. Завдяки таким інструментам можна значно покращити якість та збереження архівних матеріалів, зберігаючи їх цілісність і підвищуючи доступність для досліджень. Технології глибокого навчання та комп'ютерного зору відкривають нові можливості для реставрації документів та сприяють їх збереженню для майбутніх поколінь [20].

У випадку з образотворчими об'єктами, такими як карти, графіки чи фотографії, ШІ також відіграє важливу роль у процесі їх відновлення. Використання алгоритмів генеративних змагальних мереж (GAN) є

надзвичайно ефективним інструментом для реставрації втрачених частин зображень, оскільки ці технології здатні створювати реалістичні копії пошкоджених елементів, забезпечуючи високу точність та автентичність відновлених матеріалів. Генеративні змагальні мережі працюють за принципом двох нейронних мереж, що змагаються одна з одною: одна генерує відновлені фрагменти, а інша оцінює їх відповідність оригіналу. Завдяки такій взаємодії, GAN можуть створювати дуже детальні і точні відновлення, які враховують навіть найменші нюанси стилістичних і кольорових характеристик оригінального зображення. Цей метод є особливо важливим для архівів, які містять цінні історичні матеріали, що можуть бути пошкоджені з часом або внаслідок зовнішніх впливів, таких як волога, пожежі або механічні пошкодження. GAN використовуються для відновлення не лише текстових документів, а й різноманітних візуальних об'єктів, таких як старовинні карти, архітектурні креслення, фотографії та малюнки. Завдяки цій технології, можливо не лише відновити фізичну цілісність пошкоджених об'єктів, але й зберегти їхню культурну, художню та історичну цінність. Це є важливим кроком у процесі збереження національної спадщини, оскільки дозволяє дослідникам і майбутнім поколінням отримати доступ до документів та зображень, які інакше могли б бути безповоротно втрачені [26].

Особливо перспективними є методи, що використовують штучний інтелект для роботи з документами, написаними в стародавніх мовах або старовинними шрифтами. Системи оптичного розпізнавання тексту (OCR) та інтелектуального розпізнавання рукописів (ICR) дозволяють автоматично перетворювати стародавні тексти на машинно зчитувані формати, що значно полегшує подальшу обробку та збереження документів. Використовуючи такі системи, можна автоматично коригувати помилки, викликані неідеальним розпізнаванням, і навіть відновлювати відсутні символи, що дозволяє зберігати оригінальні тексти без значних втрат для їхнього змісту. Ці технології особливо корисні для архівів, що містять стародавні рукописи,

рідкісні книги або документи, написані за допомогою старовинних шрифтів, які можуть бути важкими для традиційних методів обробки [25].

Важливим аспектом є також застосування ІІІ для створення цифрових архівів культурних об'єктів. Завдяки технологіям 3D-сканування та комп'ютерного моделювання, старовинні предмети та архіви можуть бути переведені в цифрову форму, що дозволяє зберігати їх для майбутніх поколінь. Ці цифрові копії можуть бути використані для проведення досліджень, організації публічних виставок чи навіть для відтворення об'єктів у віртуальній реальності. Наприклад, музеї і архіви використовують технології 3D-сканування для створення точних цифрових копій старовинних предметів, які можуть бути представлені на віртуальних виставках або навіть для навчання і досліджень. Цифрові архіви забезпечують збереження культурної спадщини, а також відкривають доступ до неї для ширшої аудиторії, що дозволяє значно підвищити рівень доступу до важливих культурних артефактів [23,27].

Крім того, за допомогою ІІІ можна автоматично створювати метадані для культурної спадщини, що значно полегшує пошук і навігацію в архівах. Алгоритми штучного інтелекту здатні визначати основні характеристики об'єкта, такі як дата створення, автор, географічне місце, тематика та інші параметри, що дає змогу легко класифікувати й організовувати великі масиви даних. Це особливо корисно для архівів, що містять тисячі об'єктів, оскільки автоматизація створення метаданих дозволяє значно зменшити час, який витрачається на вручну введення даних, і підвищує точність при класифікації інформації [36]. Найбільший потенціал ІІІ для збереження та реставрації старовинних об'єктів проявляється в тому, що ці технології дозволяють зберегти культурну спадщину, не порушуючи її автентичність. Завдяки використанню таких методів можна здійснювати ретельний і високоточний процес відновлення та збереження матеріалів, які до цього часу вважалися б не відновлювальними. ІІІ дає змогу працювати навіть з найстарішими та найпошкодженішими документами, дозволяючи зберігати їх для майбутніх

поколінь і забезпечувати доступ до цих матеріалів широкому колу користувачів. Це дозволяє зберегти не тільки фізичну цілісність матеріалів, а й їхню історичну та культурну цінність.

Незважаючи на всі переваги, використання ШІ в реставрації та збереженні культурних об'єктів не позбавлене певних викликів. Одним із них є необхідність адаптації існуючих алгоритмів до різноманітних матеріалів та архівних форматів. Технічні складнощі можуть виникнути через різні типи пошкоджень, різноманітні шрифти або пошкоджені матеріали, що потребують особливого підходу. Проте науковці і фахівці в галузі інформаційних технологій постійно працюють над удосконаленням цих систем, що дозволяє прогнозувати подальший розвиток технологій та розширення можливостей їх застосування в реставрації [36].

Отже, застосування ШІ в процесах збереження та реставрації культурних об'єктів не лише революціонізує ці галузі, а й відкриває нові можливості для вивчення та доступу до культурної спадщини, зберігаючи її цілісність і автентичність. Це дозволяє не лише зберегти старовинні документи та предмети для майбутніх поколінь, а й зробити їх доступними для дослідників, культурних діячів, педагогів і ширшої аудиторії.

рокої аудиторії,

РОЗДІЛ 3. ПЕРСПЕКТИВИ ТА ВИКЛИКИ ІНТЕГРАЦІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У СФЕРУ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ

3.1. Етичні та юридичні аспекти застосування штучного інтелекту.

Застосування технологій штучного інтелекту (ШІ) в культурній спадщині є потужним інструментом для збереження культурної спадщини, але разом з тим виникає цілий ряд етичних і юридичних проблем, які потребують уважного розгляду. Архіви, що містять безцінні історичні документи, часто мають справу з особистими та чутливими даними, тому інтеграція новітніх технологій у цей сектор повинна проходити з урахуванням всіх можливих ризиків для приватності, прав інтелектуальної власності та соціальної відповідальності. Застосування ШІ в архівах відкриває нові можливості для

науковців, але водночас потребує створення етичних стандартів і юридичних механізмів, що можуть забезпечити рівновагу між інноваціями і правами людини.

Одним із основних етичних аспектів є проблема приватності та конфіденційності даних. Архіви часто містять документи, що стосуються особистої інформації громадян, включаючи медичні записи, судові рішення, переписи населення тощо. Використання ІІІ для автоматичного оброблення та оцифрування таких документів може призвести до порушень конфіденційності, якщо дані будуть неправомірно оприлюднені або використані без дозволу. За таких умов важливо розробити чіткі правила та стандарти для захисту персональних даних, що відповідають вимогам міжнародних угод та стандартів, таких як Загальний регламент захисту даних (GDPR) Європейського Союзу. [40]

Враховуючи ризики, що виникають із застосуванням ІІІ в культурній спадщині, необхідно створити національні та міжнародні механізми, які дозволяють контролювати обробку особистої інформації. Важливим аспектом є забезпечення прозорості щодо того, які дані використовуються, а також надання громадянам можливості контролювати доступ до своїх персональних відомостей. Одним із важливих напрямів є також обмеження доступу до певних документів або частин документів, які містять чутливу інформацію, навіть після їх оцифрування.

Розвиток алгоритмів ІІІ повинен бути збалансованим із необхідністю збереження етики обробки персональних даних, що дозволяє зберігати історичну цінність архівних матеріалів, одночасно захищаючи права осіб, чії дані містяться в архівних документах. У зв'язку з цим важливим є введення регламентів, які б регулювали порядок доступу до персональних даних, забезпечуючи не тільки технічну, а й етичну безпеку в архівних установах.

Одним із шляхів розв'язання цієї проблеми є використання технологій анонімізації та псевдонімізації, що дозволяють замаскувати або змінити персональні дані, не втрачаючи їхньої наукової чи культурної цінності. Це

дозволяє проводити дослідження, не порушуючи прав осіб, чия інформація міститься в архівах. Завдяки таким технологіям, дані, які раніше могли бути недоступними для вивчення через конфіденційність, стають доступними для наукових цілей, одночасно зберігаючи анонімність та безпеку осіб. Псевдонімізація особливо важлива для дослідників, оскільки дозволяє їм проводити глибокий аналіз і пошук за специфічними параметрами без ризику порушення прав власників цих даних.

Проте цей підхід вимагає постійного вдосконалення методів захисту даних і адаптації їх до нових викликів, які створюють сучасні технології. Штучний інтелект, здатний до автоматичного оброблення великих масивів інформації, потребує постійного контролю та оновлення алгоритмів, щоб вони відповідали актуальним вимогам щодо конфіденційності. Враховуючи, що технології з кожним роком стають дедалі більш складними, важливо не лише стежити за їхнім розвитком, а й здійснювати регулярний моніторинг відповідних стандартів безпеки. Тому одночасно з розвитком інноваційних технологій має відбуватися і вдосконалення нормативно-правової бази щодо захисту даних. [23].

Інтелектуальна власність є ще однією важливою проблемою, яку потрібно враховувати при впровадженні технологій ШІ в культурну спадщину. Система штучного інтелекту може не лише відновлювати або оцифровувати архівні документи, а й створювати нові дані, наприклад, автоматично генерувати метадані або частково відновлювати текст. Однак питання, хто володіє правами на ці нові твори, є складним. Це стосується і відновлених частин історичних текстів, і нових зображень, створених за допомогою ШІ. Чи належать ці результати роботи програмному забезпеченню, організаціям, що розробляють ці технології, чи дослідникам, які їх застосовують?

Згідно з українським законодавством, автором твору може бути лише фізична особа, яка здійснила творчу діяльність. Тому ШІ, як механізм або інструмент, не може бути визнаний автором твору. Водночас, якщо людина використовує ШІ як засіб для створення твору, але активно вносить творчі

зміни та корективи в результат, вона може претендувати на авторські права щодо створеного твору. У випадку, коли ШІ створює твір без значного втручання людини, цей твір не є об'єктом авторського права в традиційному сенсі, оскільки немає фізичної особи, яка б здійснила творчу діяльність. Однак такий результат може підпадати під захист прав особливого роду, який належить власнику комп'ютерної програми, що створила об'єкт. Власник програмного забезпечення, яке застосовується для генерації твору, може претендувати на права на цей твір, що стосуються саме програмного коду та створених об'єктів.

Таким чином, питання авторства в контексті штучного інтелекту є новим викликом для правової системи, що потребує подальших розробок і уточнень. Зокрема, важливо визначити, як саме можна розподіляти авторські права в разі використання ШІ для творчої діяльності, щоб зберегти баланс між інноваціями та правами людини.

У США суди не визнають авторське право на твори, створені виключно ШІ. Зокрема, у справі Стівена Талера, в якій оскаржувалося право на авторські права для зображення, створеного штучним інтелектом, суд відхилив позов. Причина цього рішення полягала в тому, що за американським законодавством автором твору може бути лише фізична особа, яка здійснила творчу діяльність. Відповідно, оскільки ШІ не є фізичною особою і не здатен до творчої діяльності в розумінні законодавства, то твір, створений ним, не може бути визнаний об'єктом авторських прав. Цей випадок відзначився в юридичному контексті, оскільки відкрив питання щодо визначення ролі ШІ в створенні творчих продуктів і щодо того, хто має право на авторські права за умов інтенсивного використання таких технологій у творчій діяльності [41].

Водночас у Європейському Союзі ситуація з авторським правом на твори, створені за допомогою ШІ, має іншу особливість. Директива про авторське право на Єдиному цифровому ринку, яка була ухвалена в 2019 році, легалізує певні види використання творів, доступних для інтелектуального аналізу текстів і даних. Це включає можливість використання цифрових матеріалів

для навчання штучного інтелекту. Така практика дозволяє обробляти великі обсяги текстових і графічних даних, необхідних для розвитку ШІ, що відкриває нові горизонти для наукових досліджень і розвитку технологій машинного навчання. Однак важливо зазначити, що ця директива не дає ШІ статусу автора твору, а лише регулює питання використання доступних творів у процесах аналізу даних. Тому, хоча в ЄС намагаються створити правову базу для адаптації до нових технологій, питання щодо власності на результати творчої діяльності, виконаної ШІ, ще залишаються відкритими і потребують подальшого юридичного осмислення [42].

Це питання залишається відкритим і вимагає створення нових законодавчих норм, оскільки традиційне розуміння авторських прав не охоплює специфіку використання ШІ для генерування контенту. Більше того, деякі архіви можуть містити документи, авторські права на які вже закінчилися, але при оцифруванні цих матеріалів можуть виникати нові правові аспекти. Таким чином, важливо адаптувати національне та міжнародне законодавство до нових реалій і можливостей технологій ШІ [42].

Ще одним важливим етичним питанням є прозорість алгоритмів штучного інтелекту. Оскільки системи ШІ можуть приймати рішення, які мають суттєвий вплив на обробку та збереження історичних матеріалів, необхідно забезпечити їхню прозорість. Це означає, що алгоритми, що застосовуються для автоматичної класифікації або відновлення документів, мають бути доступні для перевірки і повинні мати можливість пояснити, чому та чи інша інформація була оброблена певним чином. Це особливо важливо, коли ШІ виконує завдання, пов'язані з відновленням частин документів або інтерпретацією стародавніх текстів.

Непрозорі алгоритми можуть призвести до непередбачуваних результатів або навіть відтворювати існуючі соціальні упередження, які закладені в навчальних даних. Наприклад, якщо алгоритм навчався на даних, що містять певні упередження щодо гендеру, раси чи соціального статусу, результати обробки архівних матеріалів можуть відтворювати ці ж упередження. Це

створює етичні ризики, що можуть дискримінувати певні групи осіб, що є неприпустимим у контексті роботи з історичними документами.

Штучний інтелект має великий потенціал для поліпшення доступу до архівних матеріалів, особливо через автоматизацію процесів пошуку та класифікації документів. Проте, це також піднімає питання про рівність доступу до таких матеріалів для різних соціальних груп. Якщо доступ до оцифрованих архівів буде обмежений через високу вартість або спеціалізовані технологічні вимоги, то існуюча нерівність у доступі до знань може посилитися. Забезпечення відкритого та рівного доступу до архівних матеріалів є важливим етичним завданням, і для цього необхідно активно працювати над створенням відкритих цифрових архівів. Вони повинні бути доступні для всіх користувачів без географічних або фінансових обмежень. У цьому контексті важливо також враховувати потреби людей з обмеженими можливостями, які повинні мати можливість користуватися архівними матеріалами через доступні технології, такі як голосові інтерфейси або спеціалізовані програми для осіб із вадами зору.

Інтеграція ШІ в культурну спадщину не може обмежуватися лише національними ініціативами; вона вимагає міжнародної співпраці. Архіви часто містять матеріали, що мають глобальне значення, і тому використання технологій ШІ в культурній спадщині має бути координованим на міжнародному рівні. Це стосується як створення стандартів для цифровізації, так і розробки етичних принципів для роботи з такими матеріалами. Міжнародні організації, такі як ЮНЕСКО, активно працюють над створенням нормативних актів, які регулюють процеси збереження культурної спадщини. Це включає в себе не лише питання цифровізації, а й питання етики, які забезпечують справедливий доступ до архівних матеріалів, захист прав інтелектуальної власності та впровадження технологій, що відповідають етичним стандартам [34,39]

Отже які ж перспективи використання ШІ в архівах? Інтеграція штучного інтелекту (ШІ) в архівну сферу відкриває широкі можливості для

автоматизації рутинних процесів, таких як індексація, опис, розпізнавання тексту та візуальна класифікація документів. Національний архів Великобританії (The National Archives) активно впроваджує інноваційні технології, зокрема штучний інтелект (ШІ) та машинне навчання, для автоматизації процесів опису архівних матеріалів. Застосування ШІ дозволяє автоматично генерувати метадані, класифікувати документи та прискорювати їх обробку. Це особливо важливо при роботі з великими масивами цифрових або оцифрованих матеріалів, де традиційні методи опису є трудомісткими та часозатратними. Машинне навчання в культурній спадщині сприяє підвищенню точності опису документів, зменшенню людського фактора та забезпечує більш ефективний доступ користувачів до архівної інформації. Такі технології також дозволяють виявляти зв'язки між документами, що раніше залишалися непоміченими, та відкривають нові можливості для дослідників.[43]

Сучасні архівні інституції отримують можливість не тільки оптимізувати роботу співробітників, але й покращити доступність інформації для користувачів через інтелектуальні пошукові алгоритми. Особливо перспективними є системи, що аналізують контекст документів і можуть виявляти тематичні зв'язки, які складно простежити вручну.

Етичні виклики застосування ШІ. Поряд із можливостями, ШІ створює низку етичних проблем. Однією з ключових є проблема прозорості алгоритмів — користувач архіву повинен розуміти, чому система пропонує той чи інший результат пошуку. Небезпека полягає в тому, що автоматизовані системи можуть неусвідомлено відтворювати упередження, закладені в навчальних даних, або викривлювати історичний контекст. Ще один виклик — це питання конфіденційності. Архівні документи часто містять персональні дані, і автоматичне їх опрацювання потребує суворого дотримання стандартів захисту інформації. Крім того, важливо враховувати культурні особливості та історичну чутливість певних матеріалів, щоб уникнути спрощеного або некоректного представлення минулого.

Для того щоб впровадження технологій штучного інтелекту в культурну спадщину було справді ефективним і безпечним, необхідно підходити до цього процесу комплексно, розробляючи багаторівневі та всебічні стратегії. Такі стратегії мають враховувати не лише технічні складові, пов'язані з цифровою інфраструктурою, алгоритмами та обробкою великих масивів даних, але й приділяти значну увагу етичним аспектам використання ШІ. У цьому контексті міжнародні організації, зокрема Міжнародна рада архівів (ICA), акцентують на важливості дотримання основоположних принципів, таких як відкритість процесів, підзвітність впроваджених рішень, а також збереження людського контролю над тими рішеннями, які генерує або пропонує штучний інтелект. Важливо не лише приймати новітні технології, а й забезпечувати їхнє належне регулювання. Крім того, однією з ключових умов якісного впровадження ШІ в архівну сферу є створення міждисциплінарних команд, у яких ефективно співпрацюватимуть фахівці з різних галузей — архівісти, спеціалісти з інформаційних технологій, правознавці, а також експерти з етики. Така форма співпраці дозволяє враховувати всі важливі аспекти впровадження та експлуатації ШІ, забезпечити його правильну інтеграцію в архівну систему й одночасно мінімізувати потенційні ризики, пов'язані з неправильним використанням чи надмірною автоматизацією. Успішні кейси, як-от впровадження «Machine Learning Club» у Національному архіві Великобританії, показують, що освітні ініціативи для фахівців є важливим елементом у процесі адаптації архівних установ до нової цифрової реальності. Ініціативи на зразок «Machine Learning Club» дають можливість архівістам і фахівцям з архівної справи отримати необхідні знання та навички для ефективного використання сучасних технологій штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання в роботі з архівними матеріалами. Це включає не лише освоєння базових принципів ШІ, але й розуміння специфіки застосування цих технологій для автоматизації процесів, аналізу та реставрації архівних документів. Такі освітні програми створюють сприятливе середовище для впровадження інновацій у галузь,

підвищують кваліфікацію працівників і сприяють інтеграції нових технологій у робочі процеси архівних установ. Подібні ініціативи демонструють, що ефективне впровадження технологій ШІ в культурну спадщину можливе лише за умови постійного навчання та підвищення кваліфікації архівістів. Це дозволяє не тільки оптимізувати обробку архівних матеріалів, але й забезпечити їх збереження та доступність у цифровому форматі для майбутніх поколінь. Тому важливість освітніх програм у цьому контексті не можна недооцінювати, оскільки вони є важливим кроком у підготовці фахівців, які здатні ефективно застосовувати сучасні технології для збереження національної спадщини [43].

3.2. Переваги, ризики та майбутні стратегії застосування ШІ у збереженні культурної спадщини

Штучний інтелект (ШІ) є потужним інструментом, який здатний здійснити революцію в культурній спадщині, забезпечуючи значне вдосконалення в обробці, збереженні та доступі до архівних документів. Завдяки ШІ, архіви можуть не лише оптимізувати процеси оцифрування та автоматизації, а й відкривати нові горизонти в аналізі, класифікації та доступності архівних матеріалів. Проте використання цих технологій також накладає певні обмеження і виклики, які потребують уважного розгляду та вирішення.

Розглянемо переваги використання ШІ в культурній спадщині:

1. Автоматизація процесів оцифрування та обробки даних. Однією з основних переваг застосування ШІ в культурній спадщині є здатність автоматизувати численні завдання, що раніше вимагали великих трудових та часових витрат. Оцифровка архівних матеріалів, таких як рукописи, документи, фотографії, карти і манускрипти, завжди була надзвичайно трудомістким процесом. Застосування ШІ дозволяє значно прискорити цей процес. ШІ може автоматично сканувати документи, застосовуючи спеціальні алгоритми, що підвищують ефективність розпізнавання тексту та зображень. Завдяки алгоритмам оптичного розпізнавання символів (OCR) та інтелектуальному

розпізнаванню рукописного тексту (ICR), навіть старі чи пошкоджені документи можуть бути оцифровані з високою точністю [25].

Алгоритми на основі глибокого навчання, такі як CNN (Convolutional Neural Networks), використовуються для покращення точності розпізнавання тексту. Вони можуть адаптуватися до різних типів шрифтів і мов, що дозволяє ефективно обробляти навіть складні документи, написані старими шрифтами або застарілими мовами. Також ШІ здатен виявляти пошкодження та дефекти на зображеннях документів і коригувати їх, що значно знижує витрати на реставрацію.

2.Покращення доступності та збереження культурної спадщини. Інтеграція технологій ШІ в культурну спадщину також сприяє значному покращенню доступності архівних матеріалів. Оцифровані документи стають доступними для широкої аудиторії, а не лише для обмеженого кола дослідників, що раніше повинні були фізично перебувати в архівах для доступу до них. Завдяки ШІ архіви можуть бути інтегровані в цифрові платформи, що забезпечують дистанційний доступ до матеріалів. Це є важливим кроком у напрямку демократизації доступу до культурної спадщини, оскільки дозволяє значно розширити коло осіб, які можуть використовувати ці документи для своїх досліджень.

Крім того, автоматичне оцифрування має велике значення для полегшення доступу до архівних матеріалів. Втрата або пошкодження оригінальних документів є серйозною загрозою для збереження історичної спадщини. Завдяки цифровим копіям, навіть у разі пошкодження фізичних документів, можна зберегти інформацію для подальшого аналізу і досліджень. Це забезпечує безпечніше зберігання документів та можливість доступу до них у будь-який час без необхідності звертатися до оригіналів. Цифрові архіви дозволяють скоротити ризик втрат, пов'язаних з природними катастрофами, пожежами або іншими непередбачуваними подіями, які можуть зашкодити фізичним матеріалам. Збереження документів у цифровому форматі також дозволяє значно спростити процес їх обробки, аналізу та інтеграції з іншими

базами даних. Системи штучного інтелекту, що застосовуються для автоматичного розпізнавання тексту та класифікації документів, дозволяють не лише забезпечити високу швидкість обробки, але й зменшити людську помилку в процесах зберігання та каталогізації. Це дає змогу полегшити пошук конкретних документів і поліпшити організацію архівних фондів, забезпечуючи більш ефективний доступ до них для науковців, істориків і громадськості.

3. Завдяки використанню ШІ, архівні установи можуть значно скоротити час, необхідний для обробки великих масивів інформації, а також мінімізувати людську помилку, що виникає під час ручного сортування і класифікації документів. Сучасні алгоритми обробки природної мови (NLP) не лише здатні аналізувати текстову інформацію, але й виявляти зв'язки між різними документами, що дозволяє краще розуміти контекст та взаємозв'язки між подіями, людьми та ідеями в архівних матеріалах. Це забезпечує більш точну реконструкцію історичних подій і дозволяє зберегти історичні документи в контексті, що додає цінність для дослідників і вчених. Крім того, ШІ може допомогти в автоматичному створенні метаданих для документів, що спрощує їх інтеграцію в цифрові архіви та бази даних. Це дає змогу систематизувати великий обсяг документів, роблячи їх доступними для швидкого пошуку й аналізу. ШІ дозволяє автоматично виділяти важливу інформацію, таку як дати, місця, імена, події та інші ключові елементи, що можуть бути використані для подальшого пошуку або класифікації. Завдяки цьому, система швидко адаптується до нових запитів та потреб користувачів, значно полегшуючи доступ до важливої інформації. [31]

Використання штучного інтелекту для автоматизованого аналізу архівних матеріалів також відкриває можливості для глибшого дослідження на основі великих даних, де традиційні методи аналізу можуть бути обмежені. Алгоритми ШІ дозволяють здійснювати масштабні аналізи текстових масивів і виявляти тенденції або закономірності, які були б не помітні без такої технології. Цей процес також підвищує ефективність збереження архівних

матеріалів у цифровому форматі, що дає змогу дослідникам здійснювати пошук і аналіз у будь-який час без необхідності фізичного доступу до оригінальних документів.

Важливою особливістю є здатність ІІІ працювати з великими обсягами даних, що раніше було б фізично неможливо для людини. Система може одночасно обробляти та аналізувати тисячі документів, виявляючи патерни, тенденції та кореляції, які можуть бути неочевидними для традиційних методів аналізу. Це дозволяє створювати нові інтерпретації історичних подій або виявляти взаємозв'язки між різними джерелами, що раніше було складно здійснити без застосування автоматизованих систем.

4. Полегшення роботи з рідковживаними мовами та пошкодженими матеріалами. Штучний інтелект також може значно полегшити роботу з архівами, що містять матеріали на рідковживаних або мертвих мовах. Одним із прикладів сучасного застосування штучного інтелекту в архівознавстві є використання технологій машинного перекладу, заснованих на нейронних мережах. Такі технології дають змогу ефективно перекладати тексти, написані не лише сучасними, але й стародавніми мовами, зокрема старогрецькою, латинською, староукраїнською та іншими мовними формами, що вийшли з активного вжитку. Алгоритми штучного інтелекту здатні аналізувати складні граматичні конструкції, синтаксис і специфічну лексику, які притаманні зазначеним мовам, і на основі цього забезпечувати точний переклад на зрозумілі сучасні мови. Завдяки цьому відкривається можливість ширшого доступу до архівних матеріалів, які раніше були недоступними або зрозумілими лише вузькому колу фахівців. Такий підхід має особливу цінність для роботи з документами, що мають значне історико-культурне значення, адже він дозволяє зберігати та інтерпретувати зміст джерел, створених у зовсім інших мовних і культурних контекстах [29]. Застосування ІІІ також дозволяє працювати з пошкодженими матеріалами, що раніше було складно здійснити з використанням традиційних методів. Алгоритми можуть виявляти пошкодження тексту, відновлювати розірвані частини документів та

відновлювати деякі елементи, що можуть бути втрачені або погіршені в результаті часу.

Отже, тепер можна перейти до огляду потенційних обмежень використання ШІ в культурній спадщині:

1. Необхідність великих обсягів даних для навчання моделей. Значною проблемою застосування ШІ в культурній спадщині є необхідність великих обсягів даних для тренування моделей машинного навчання. Алгоритми ШІ, зокрема для розпізнавання тексту або автоматичного перекладу, потребують значної кількості оцифрованих документів для ефективного навчання. Проте в багатьох архівах зберігаються матеріали, які досі не оцифровані, або доступ до них обмежений. Ось чому для ефективного використання таких технологій потрібно здійснити масштабне оцифрування архівів, що є трудомістким і дорогим процесом. Крім того, для того, щоб моделі були точними, важливо мати відповідні приклади для кожного типу документа, що може вимагати великої кількості ручної роботи для підготовки даних.
2. Такі помилки можуть виникати, коли документи написані нестандартними шрифтами або в дуже поганому фізичному стані [25,29]. Крім того, автоматичне розпізнавання тексту (OCR) може бути неефективним при обробці рукописних або погано збережених матеріалів, оскільки ШІ часто має труднощі з розпізнаванням неструктурованого тексту або складних мовних конструкцій. Це може призвести до помилок у транскрипції, спотворення змісту документів або неповного відтворення інформації.

Ще одним важливим аспектом використання штучного інтелекту в роботі з архівними документами є складність обробки багатозначних слів або термінів, які можуть мати різне значення залежно від контексту. Такі слова часто трапляються в історичних текстах, де їх інтерпретація залежить від епохи, культурного середовища, регіону чи навіть конкретного автора. Алгоритми штучного інтелекту, попри високу обчислювальну потужність і навчання на великих обсягах даних, не завжди здатні правильно розпізнати ці нюанси. Наприклад, одне й те саме слово в різні історичні періоди могло

вживатися у зовсім різних значеннях, і без належного контексту ШІ може надати неправильний переклад або аналіз. Це може суттєво вплинути на точність обробки архівних матеріалів і призвести до спотворення історичної інформації. Саме тому, незважаючи на стрімкий розвиток технологій, штучний інтелект не може повністю замінити людину у процесі аналізу джерел. Його слід розглядати як інструмент, що доповнює традиційні методи дослідження, забезпечуючи швидший доступ до інформації, але залишаючи за дослідником остаточне тлумачення змісту [26]. Додатково, для роботи з рукописними текстами необхідно застосовувати окремі моделі ШІ, які можуть бути не завжди точними, зважаючи на варіативність рукописного стилю.

3. Окрім того, важливим аспектом є забезпечення прозорості та підзвітності алгоритмів, які використовуються для обробки архівних матеріалів. Якщо штучний інтелект ухвалює рішення щодо класифікації або доступу до документів, необхідно чітко розуміти, яким чином ці рішення приймаються. Це включає в себе питання про алгоритмічну справедливість і уникнення упередженості в обробці даних. Наприклад, автоматичне видалення або редагування частин тексту може бути невиправданим, якщо ці дії не є необхідними для захисту конфіденційної інформації.

Ще одне важливе питання стосується авторських прав на створені ШІ матеріали. Як було зазначено, у багатьох країнах, зокрема в Україні та США, ШІ не може бути визнаним автором твору. Однак, це не позбавляє нас потреби в розробці нових підходів до захисту прав на твори, створені з допомогою ШІ, особливо коли людина активно втручається в процес створення контенту або модифікації результатів. Тому важливо створювати механізми для визначення правовласників і відповідальності за використання таких технологій у роботі з архівними матеріалами [40].

Насамкінець, важливе питання — це етичні стандарти, пов'язані з доступом до архівних матеріалів. Різні документи можуть мати чутливий зміст, і навіть після оцифрування їх використання потребує особливої уваги. Необхідно розробити механізми, які гарантують, що архіви використовуються

відповідально і не порушують етичних норм або права на приватність осіб, згаданих у документах.

4. Висока вартість впровадження та потреба в спеціалізованих знаннях. Інтеграція ШІ в культурну спадщину потребує значних фінансових вкладень у створення та підтримку відповідної інфраструктури, а також навчання персоналу. Це може бути проблемою для малих архівів або для тих установ, що мають обмежений бюджет. Крім того, застосування ШІ вимагає залучення висококваліфікованих спеціалістів з галузі інформаційних технологій та штучного інтелекту, що також може бути додатковим бар'єром для багатьох архівних установ.

Інтеграція штучного інтелекту в культурну спадщину пропонує безліч перспективних можливостей для вдосконалення обробки та збереження документів, проте її реалізація потребує відповідального підходу. Використання таких технологій здатне істотно підвищити ефективність роботи з великими архівними масивами, автоматизувати рутинні завдання, покращити доступ до інформації та знизити ризики фізичного пошкодження документів. Однак, щоб технології ШІ не стали джерелом нових проблем, необхідно впроваджувати їх у поєднанні з етичними та правовими стандартами.

Важливо підкреслити, що, хоча штучний інтелект може значно полегшити багато процесів, він не повинен повністю замінювати людський фактор. Фахівці з архівної справи повинні залишатися центральною ланкою у збереженні культурної спадщини, використовуючи технології як потужні інструменти для вдосконалення своєї роботи. ШІ має доповнювати, а не замінювати професіоналів, оскільки лише людина здатна врахувати всі культурні, етичні та історичні нюанси, що не піддаються алгоритмам. Впровадження ШІ в архівну сферу також вимагає належного правового регулювання, особливо в питаннях конфіденційності та захисту даних. Для забезпечення безпеки інформації та прав на інтелектуальну власність необхідно розробити чіткі норми, які захищатимуть особисті дані та

забезпечать правильний доступ до архівних матеріалів. Технології мають бути впроваджені таким чином, щоб підтримувати баланс між інноваціями та захистом прав особистості.

Таким чином, ефективне впровадження штучного інтелекту в культурну спадщину можливе лише в разі, якщо всі етапи цієї трансформації будуть супроводжуватись етичними міркуваннями та відповідними правовими рамками. Лише в такому випадку технології зможуть бути ефективним інструментом для розвитку архівної справи, сприяючи збереженню історичної пам'яті та забезпеченню доступу до важливих культурних та наукових ресурсів.

ВИСНОВОК

Культурна спадщина є невід'ємною складовою історичної пам'яті людства, що відображає багатовіковий досвід поколінь, їхні традиції, цінності та досягнення. Збереження культурної спадщини – це не лише спосіб вшанування минулого, а й важливий інструмент формування національної ідентичності та зміцнення культурної свідомості суспільства. У сучасних умовах глобалізації та розвитку цифрових технологій актуальність впровадження інноваційних методів збереження культурних цінностей набуває особливого значення.

У процесі дослідження було розглянуто теоретичні основи збереження культурної спадщини як важливого чинника формування історичної пам'яті та національної ідентичності. Культурні артефакти, архівні документи та архітектурні пам'ятки не лише відображають певні історичні періоди, а й виконують функцію носія ціннісних орієнтирів для сучасного суспільства. Збереження культурної спадщини дозволяє забезпечити історичну тяглість, зберегти автентичність культурних об'єктів та протистояти маніпуляціям з боку тих, хто прагне переписати історію. Було проаналізовано основні традиційні підходи до збереження культурної спадщини, які включають реставрацію, консервацію та архівування. Зокрема, було зосереджено увагу на

методах фізичної реставрації об'єктів культурної спадщини із застосуванням автентичних матеріалів та технологій. Водночас, було виявлено низку недоліків цих методів, серед яких – висока вартість, необхідність залучення висококваліфікованих фахівців та обмежені можливості доступу до відреставрованих об'єктів для широкої аудиторії.

В роботі детально досліджено основні інститути, що відповідають за збереження культурної спадщини в Україні, зокрема державні органи, науково-дослідні установи та громадські організації. Зокрема, було проаналізовано діяльність Міністерства культури та інформаційної політики України, Державної служби з питань охорони культурної спадщини, Національного музею історії України та інших установ, які здійснюють контроль за збереженням культурних цінностей.

Також було розглянуто роль науково-дослідних інститутів, які проводять експертизи об'єктів спадщини, займаються розробкою програм реставрації та впровадженням сучасних технологій для аналізу та відновлення артефактів. Важливе місце у цій системі займають громадські організації та волонтерські об'єднання, які активно залучаються до проєктів із захисту пам'яток, проведення просвітницьких заходів та збору коштів на реставрацію історичних об'єктів. Аналіз показав, що існує комплексна система управління, яка охоплює як нормативно-правове регулювання, так і практичні заходи з охорони та реставрації культурних цінностей. Водночас, було виявлено певні проблеми, зокрема недостатню координацію між окремими структурами, що призводить до дублювання функцій та неефективного використання ресурсів. Крім того, дослідження засвідчило, що фінансування заходів з охорони культурної спадщини залишається обмеженим, особливо у контексті цифровізації архівів та впровадження інноваційних технологій. У зв'язку з цим постає необхідність розробки стратегій залучення додаткових ресурсів, зокрема через міжнародні гранти та партнерські програми, що може стати вагомим кроком до підвищення ефективності роботи у сфері збереження культурної спадщини.

Особлива увага приділяється викликам, які постають перед збереженням культурної спадщини в сучасних умовах – військові конфлікти, процеси глобалізації та цифровізації. Військові дії несуть значну загрозу для історичних пам'яток, архівів та музейних колекцій, що стають об'єктами пошкоджень або навіть цілеспрямованого знищення. У такій ситуації пріоритетним завданням стає оперативна фіксація об'єктів у цифровому форматі, що дозволяє не лише зберегти їхню візуальну копію, але й використовувати ці дані для подальшої реставрації. Процеси глобалізації також мають двоякий вплив. З одного боку, вони сприяють обміну досвідом між міжнародними фахівцями та залученню іноземних інвестицій для реалізації проєктів зі збереження культурної спадщини. З іншого боку, культурна ідентичність окремих регіонів може бути під загрозою через уніфікацію культурних зразків та поширення масової культури, що вимагає більш активної підтримки національних ініціатив зі збереження автентичних історичних об'єктів.

Аналіз також показав, що саме завдяки сучасним технологіям можна забезпечити швидке реагування на загрози руйнування пам'яток, а також зберегти інформацію у цифровому вигляді для подальшого використання у наукових та освітніх цілях. Використання технологій штучного інтелекту, дронів та 3D-сканування відкриває нові можливості для фіксації пам'яток у найдрібніших деталях, що дозволяє зберегти їхній автентичний вигляд навіть у разі втрати оригіналу. Це особливо актуально для пам'яток, які вже зазнали часткового руйнування або перебувають у зоні активних бойових дій.

Було розглянуто національне законодавство, яке регулює питання охорони та збереження культурної спадщини, а також проаналізовано міжнародні конвенції і стандарти, що встановлюють рамки для діяльності у цій сфері. З'ясовано, що міжнародний досвід може бути корисним для вдосконалення української практики, зокрема у частині застосування інноваційних підходів та більш ефективного залучення ресурсів. Важливим аспектом дослідження стало вивчення можливостей використання технологій штучного інтелекту

для збереження культурних артефактів. Зокрема, було проаналізовано основні інструменти та методи, що дозволяють автоматизувати процеси аналізу, обробки та ідентифікації об'єктів культурної спадщини. У роботі акцентовано увагу на застосуванні машинного навчання для розпізнавання текстів і візуальних патернів, комп'ютерного зору для аналізу артефактів та обробки природної мови для класифікації архівних документів різними мовами. Крім того, досліджено приклади успішних проєктів, таких як SHIFT (ЄС), Pythia (Великобританія) та інші, що демонструють реальний потенціал ШІ у реставрації пошкоджених текстів, створенні 3D-моделей архітектурних об'єктів та автоматичному створенні метаданих для великих обсягів даних. Це дозволяє не лише зберегти культурну спадщину, але й зробити її доступною для науковців та широкої аудиторії у зручному цифровому форматі.

Завершальним етапом дослідження стало визначення перспектив інтеграції інноваційних технологій у процеси збереження, реставрації та аналізу культурної спадщини. На основі проведеного аналізу було сформульовано рекомендації щодо використання цифрових інструментів у цій сфері. Зокрема, було окреслено можливості подальшої цифровізації архівних матеріалів, створення інтерактивних баз даних, впровадження систем для автоматичної ідентифікації артефактів та розвитку віртуальних платформ для зберігання 3D-моделей культурних об'єктів.

Таким чином, дослідження дозволило визначити значний потенціал застосування ШІ у сфері культурної спадщини, водночас вказавши на важливість комплексного підходу, що включає взаємодію між інституціями, розвиток нормативно-правової бази та активне залучення новітніх технологій у процеси збереження та популяризації культурної спадщини.

Узагальнюючи результати дослідження, можна стверджувати, що впровадження технологій штучного інтелекту в культурну спадщину є не просто доцільним, а необхідним кроком для збереження й осмислення історичної спадщини у XXI столітті. Водночас такий процес має відбуватися на основі чітких етичних і правових засад, з урахуванням культурної

специфіки та наукових потреб. Подальші дослідження в цій галузі сприятимуть поглибленню інтеграції цифрових технологій у гуманітарну сферу та формуванню нової якості збереження культурної спадщини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Електронна бібліотека Житомирського державного університету вітає вас!
- Електронна бібліотека Житомирського державного університету. URL: http://eprints.zu.edu.ua/34755/1/2.pdf?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 09.05.2025).
2. Головна сторінка DSpace.
URL: https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/47151/Perov_235_240.pdf?isAllowed=y&sequence=1&utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 09.05.2025).
3. Вечерський В. В. СПАДЩИНА МІСТОБУДУВАННЯ УКРАЇНИ : Теорія і практика історико-містобудівних пам'яткоохоронних досліджень населених місць (2003). Електронна бібліотека | Інститут історії України .
URL: <http://resource.history.org.ua/item/0010497> (дата звернення: 11.05.2025).
4. Культурна пам'ять у контексті формування національної ідентичності.
URL: https://www.researchgate.net/publication/365762122_KULTURNA_PAM%27AT_U_KONTEKSTI_FORMUVANNA_NACIONALNOI_IDENTICNOSTI.
(дата звернення: 15.05.2025).

5. Формування української ідентичності в умовах сучасних викликів. (2018).
Монографія. За заг.ред. В.П. Трощинського. Київ: НАДУ, 256 с.
6. Збереження і охорона культурної спадщини в сучасній Україні: Внутрішні і зовнішні аспекти.
URL: https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/9933/1/61.pdf?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 15.05.2025).
7. Колавіцца Г. Архіви та штучний інтелект: огляд поточних дебатів і майбутніх перспектив | Джованні Колавіцца .
URL: <https://www.gioannicolavizza.com/publication/colavizza-archives-ai-2021/> (дата звернення: 08.04.2025).
8. Керівництво ШІ для людства: заключний звіт / Консультативний орган зі штучного інтелекту URL:
<https://digitallibrary.un.org/record/4062495?v=pdf> (дата звернення: 11.05.2025).
9. Siano S., Salimbeni R. Advances in Laser Cleaning of Artwork and Objects of Historical Interest: The Optimized Pulse Duration Approach. Accounts of Chemical Research. 2010. Т. 43, № 6. С. 739–750.
URL: <https://doi.org/10.1021/ar900190f> (дата звернення: 11.05.2025).
10. Novel approach to the microscopic inspection during laser cleaning treatments of artworks / I. Cacciari та ін. Analytical and Bioanalytical Chemistry. 2011. Т. 402, № 4. С. 1585–1591. URL: <https://doi.org/10.1007/s00216-011-5292-9> (дата звернення: 03.04.2025).
11. Вступ до музеєзнавства і пам'яткознавства : навч. посіб. / за наук. ред. О. М. Гончарової, С. Ж. Пустовалова. – Київ Видавництво Ліра-К (Lira-K)-інтернет-магазин книг. URL: <https://lira-k.com.ua/preview/12610.pdf> (дата звернення: 11.05.2025).
12. Костюк В. О. Проблеми охорони культурної спадщини в умовах соціально-економічних трансформацій / В. О. Костюк // Архіви України. – 2018. – № 1. – С. 45–58.

13. Гончарова К. У пошуках нових підходів до збереження культурної спадщини: приватно-громадське партнерство. Український центр культурних досліджень. – 2018. – 22 серпня. – URL: <https://uccr.org.ua/news/u-poshukakh-novykh-pidkhodiv-do-zberezhennia-kulturnoi-spadshchyny-pryvatno-hromadske-parterstvo/> (дата звернення: 13.04.2025).
14. ІІІ зустрічається з архівами: майбутнє машинного навчання в культурній спадщині. URL: <https://www.clir.org/2024/10/ai-meets-archives-the-future-of-machine-learning-in-cultural-heritage/> (дата звернення: 08.05.2025).
15. Inter PARES Trust AI - Artificial Intelligence . URL: https://interparestrustai.org/assets/public/dissemination/AD_01_Module3_v_1_0_20250414.pdf (дата звернення: 11.05.2025).
16. Райссвольф Україна - архівні послуги повного циклу: зберігання, сканування, знищення документів. Reisswolf . URL: <https://reisswolf.ua/> (дата звернення: 28.04.2025).
17. Time Travel: A Comprehensive Benchmark to Evaluate LMMs on Historical and Cultural Artifacts. arXiv.org. URL: <https://arxiv.org/abs/2502.14865> (дата звернення: 08.05.2025).
18. Ковальський Г. Є. Цифрове збереження архівних документів Національного архівного фонду України: технічні, організаційні та фінансові аспекти // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Інформатика. – 2024. – Вип. 2(48). – С. 123–128.
19. Професор Меліса Террас. Единбурзький університет . URL: <https://edwebprofiles.ed.ac.uk/profile/melissa-terras> (дата звернення: 11.05.2025).
20. Професор д-р Губерт Мара. Fachbereich Geschichts- und Kulturwissenschaften: Startseite . URL: https://www.geschkult.fu-berlin.de/en/e/compas/mitarbeiter_innen/professuren/Mara/index.html (дата звернення: 11.05.2025).

- 22.Цифрова стратегія | Бібліотека Конгресу. Бібліотека Конгресу .
URL: <https://www.loc.gov/digital-strategy/> (дата звернення: 11.05.2025).
- 23.Палючук К. М. Система впровадження інноваційних технологій у документальному забезпеченні організацій: міжнародний досвід для України // Молодь і ринок. – 2024. – № 3. – С. 93–100.
- 24.Ковтаюк Ю. С. Роль оцифрування у сучасній системі збереження архівних, бібліотечних і музейних фондів та наданні доступу до їх інформації // Бібліотека. Наука. Комунікація. – 2024. – Т. 6, № 2. – С. 75–80.
25. У Львівській політехніці розробили систему штучного інтелекту для роботи з архівами. Освіта Львівщини.
URL:<https://osvita.loda.gov.ua/?page=blog&id=785> (дата звернення: 05.05.2025).
- 26.AI Builder - Розпізнавання тексту готової моделі: URL:
<https://www.microsoft.com/en-us/ai/ai-builder> (дата звернення:28.04.2025).
- 27.Дмитрук О. В. Комп'ютерний зір у відновленні пошкоджених документів // Науковий вісник Львівського національного університету імені Івана Франка. – 2020. – Вип. 5(50). – С. 40–47.
- 28.Transkribus: платформа для розпізнавання тексту в історичних документах.
URL: <https://www.transkribus.org/> (дата звернення: 09.04.2025).
- 29.Проект "In Codice Ratio": ініціатива з оцифрування рукописних документів Ватиканського апостольського архіву. URL:
<https://theindexproject.org/award/nominees/2728> (дата звернення: 09.04.2025).
- 30.Огляд точності розпізнавання рукописного тексту: дослідження, що оцінює середню точність розпізнавання рукописного тексту різними інструментами. URL: <https://research.aimultiple.com/handwriting-recognition/> (дата звернення: 09.04.2025).
- 31.Учасники проектів Вікімедіа. Набір інструментів природної мови – Вікіпедія. Вікіпедія, вільна енциклопедія .
URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Natural_Language_Toolkit (дата звернення: 09.04.2025).

32. Shaip. Обробка природної мови (NLP): як це працює, переваги та виклики.
URL: <https://uk.shaip.com/blog/what-is-nlp-how-it-works-benefits-challenges-examples/> (дата звернення: 12.04.2025).
33. Gallica – The BnF digital library. BnF – Institutional website.
URL: https://www.bnf.fr/en/gallica-bnf-digital-library?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 22.05.2025).
34. Чукут С. А., Карапозюк А. Л. Цифровізація процесів архівної справи в контексті формування Національного архівного фонду та його інтеграції у світовий інформаційний простір // Інвестиції: практика та досвід. – 2023. – № 24. – С. 163–170. – DOI: [10.32702/2306-6814.2023.24.163](https://doi.org/10.32702/2306-6814.2023.24.163).
35. Гренієр Е. Головний архів Німеччини відкрили для штучного інтелекту.
URL: <https://www.dw.com/uk/golovnij-arhiv-nimeccini-vidkrili-dlastucnogo-intelektu/a-69962518> (дата звернення: 08.04.2025).
36. Літня школа перекладу. Принципи побудови, застосування та оцінки машинного перекладу, 2021. YouTube.
URL: <https://www.youtube.com/watch?v=rWwBqZY2F9c> (дата звернення: 13.05.2025).
37. Факультет соціології | Київський національний університет імені Тараса Шевченка .
URL: https://sociology.knu.ua/sites/default/files/library/elopen/actprob17_97.pdf (дата звернення: 13.0.2025).
38. Коцюбівська К., Тимошенко О., Василевський А. Інструменти штучного інтелекту для збереження та популяризації культурної спадщини // Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері. — 2024. — № 7(2). — С. 275–282. — DOI: 10.31866/2617-796X.7.2.2024.317736.
39. CORDIS, cordis.europa.eu. ШІ допомагає зберігати європейську культурну спадщину. КОРДІС | Європейська комісія .
URL: <https://cordis.europa.eu/article/id/446037-ai-helps-preserve-european-cultural-heritage> (дата звернення: 13.04.2025).

- 40.Європейська правда. США, Британія та країни ЄС підпишуть першу міжнародну угоду про використання ШІ. Європейська правда . URL: <https://www.eurointegration.com.ua/news/2024/09/5/7193568/> (дата звернення: 13.0.2025).
- 41.Україна підписала міжнародну декларацію, присвячену безпеці використання ШІ // Кабінет Міністрів України. — 2023. — URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/ukraina-pidpysala-mizhnarodnu-deklaratsiiu-prysviachenu-bezpetsi-vykorystannia-shi> (дата звернення: 13.04.2025).
- 42.Генеративні технології ШІ і авторське право: проблемні питання - Юриджна Газета. Юриджна газета – онлайн версія . URL: <https://yur-gazeta.com/publications/practice/zahist-intelektualnoyi-vlasnosti-avtorske-pravo/generativni-tehnologiyi-shi-i-avtorske-pravo-problemni-pitannya.html> (дата звернення: 13.04.2025).
- 43.Юриджна Газета. Юриджна газета – онлайн версія . URL: <https://yur-gazeta.com/publications/practice/zahist-intelektualnoyi-vlasnosti-avtorske-pravo/shi-vs-avtorske-pravo-zakony-riznikh-krayin.html> (дата звернення: 13.04.2025).
- 44.The National Archives (United Kingdom) Wikipedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/The_National_Archives_\(United_Kingdom\)](https://en.wikipedia.org/wiki/The_National_Archives_(United_Kingdom)) (дата звернення: 13.04.2025).
- 45.Нерухома культурна спадщина | Міністерства культури та стратегічних комунікацій. Міністерства культури та стратегічних комунікацій . URL: <https://mcsc.gov.ua/kulturna-spadshchyna/derzhavnyy-reiestr-nerukhomykh-pam-iatok-ukrainy/> (дата звернення: 11.04.2025).
- 46.GitHub - dcthree/antigraphus: In-browser OCR of Ancient Greek and Latin. GitHub. URL: https://github.com/dcthree/antigraphus?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 04.05.2025).
- 47.Машина часу Європа. URL: <https://www.timemachine.eu/> (дата звернення: 04.05.2025).

- 48.Шершова Т. В. Культурна пам'ять у контексті формування національної ідентичності. URL: https://www.researchgate.net/publication/365762122_KULTURNA_PAM%27AT_U_KONTEKSTI_FORMUVANNA_NACIONALNOI_IDENTICNOST
- 49.ReHERIT . URL: <https://reherit.org.ua/wp-content/uploads/2021/11/Bilaknyga-3-Kulturna-spadshhyna-ta-tsyfrovi-tehnologii-.pdf> (дата звернення: 31.05.2025).
- 50.Accueil Mandragore. URL: <https://mandragore.bnf.fr/>(дата звернення: 15.05.2025).
- 51.Учасники проектів Вікіпедія. Британський музей – Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Британський_музей (дата звернення: 18.05.2025).
- 52.British Museum. Collection online. URL:<https://www.britishmuseum.org/collection>
- 53.Home - Digital Scriptorium. Digital Scriptorium -. URL:<https://digital-scriptorium.org/>(дата звернення: 20.05.2025).
- 54.єМузей – Оцифрування культурної спадщини України. emuseum. URL: <https://emuseum.com.ua/> (дата звернення: 20.05.2025).
- 55.Проект «Збережена Україніка: цифровий архів української діаспори». Дніпропетровська обласна універсальна наукова бібліотека| 190 років. URL:<https://www.libr.dp.ua/107-projekt.html>(дата звернення: 18.05.2025).
- 56.SHIFT. MetamorphoSis of cultural Heritage Into augmented hypermedia URL: <https://shift-europe.eu> (дата звернення: 11.04.2025).URL: <https://skeiron.com.ua/> (дата звернення: 20.05.2025).
- 57.Google DeepMind. Google DeepMind. URL: <https://deepmind.google/> (дата звернення: 20.05.2025).
- 58.Contributors to Wikimedia projects. Engineering Historical Memory - Wikipedia. Wikipedia, the free encyclopedia.

URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Engineering_Historical_Memory (дата звернення: 18.05.2025).