

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет юридичний
Кафедра історії, археології та туризму

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра
(бакалавра, магістра)

на тему: **ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ЦИФРОВИХ
ІСТОРИЧНИХ ІНТЕРАКТИВНИХ ПРОЄКТАХ**

здобувач 2 курсу групи ІАІ-23дм
спеціальність: 032 Історія та археологія
спеціалізація: _____

Скакун Д. О.
(ПІБ здобувача) (підпис)

Керівник роботи К.і.н., доц. Сапицька О. М.
(вчене звання, науковий ступінь, ПІБ) (підпис)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет юридичний
(повне найменування факультету)

Кафедра історії, археології та туризму
(повне найменування кафедри)

Освітній ступінь магістр
(бакалавр, магістр)

Спеціальність 032 Історія та археологія
(шифр і назва спеціальності)

Спеціалізація _____
(назва спеціалізації)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
К.І.Н., доц. САПИЦЬКА О. М.

« 11 » жовтня 20 24 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Скакуну Даніілу Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема роботи: **ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ЦИФРОВИХ ІСТОРИЧНИХ ІНТЕРАКТИВНИХ ПРОЄКТАХ**

керівник роботи К.і.н., доц. Сапицька О. М.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « 10 » жовтня 20 24 року №72 /14.06

2. Строк подання студентом роботи до захисту 16.12.2024 р.

3. Вихідні дані **Комплексний аналіз теоретичних засад та практичних аспектів використання штучного інтелекту в цифрових історичних інтерактивних проєктах.**

4. Зміст основної частини (перелік питань, які потрібно розробити):

Вступ; Історіографія та джерельна база дослідження; Використання штучного інтелекту в цифрових освітньо-наукових історичних проєктах: теоретичні аспекти; ШІ в цифрових історичних проєктах: від витоків до сучасності; Нормативно-правове регулювання використання ШІ в Україні; Нормативно-правове регулювання ШІ в зарубіжній практиці; Практичні аспекти використання ШІ в цифрових історичних проєктах; Інституціоналізація використання ШІ в історичних проєктах; Методи інтеграції ШІ в цифрові історичні проєкти; Проблеми і виклики в інтеграції ШІ в історичні проєкти; Вплив ШІ на користувацький досвід в історичних інтерактивних проєктах; Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

-

6. Консультанти розділів

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	доц. Сапицька О. М.		
2	доц. Сапицька О. М.		
3	доц. Сапицька О. М.		

7. Дата видачі завдання « 11 » жовтня 20 24 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналіз та систематизація історіографічної та джерельної бази з метою виявлення основних підходів та визначення ключових напрямів дослідження.	11.10.2024 – 19.10.2024	
2.	Розробка вступної частини дослідження з обґрунтуванням актуальності, визначенням мети, завдань, об'єкта, предмета та методології.	20.10.2024 – 23.10.2024	
3.	Написання підрозділів 1.1 щодо історіографії досліджуваної проблеми, 1.2 щодо характеристики джерельної бази та формулювання висновків до першого розділу.	24.10.2024 – 30.10.2024	
4.	Написання підрозділів 2.1 та 2.2 щодо історичної еволюції штучного інтелекту та особливостей його нормативно-правового регулювання в Україні.	31.10.2024 – 06.11.2024	
5.	Формування підрозділу 2.3 про зарубіжний досвід регулювання ШІ та написання висновків до другого розділу.	07.11.2024 – 12.11.2024	
6.	Розробка підрозділів 3.1 та 3.2 з висвітленням процесів інституціоналізації та методів інтеграції штучного інтелекту в історичні проекти.	13.11.2024 – 20.11.2024	
7.	Написання підрозділів 3.3 та 3.4 щодо проблем і викликів впровадження ШІ та його впливу на користувацький досвід. Формування висновків до третього розділу.	21.11.2024 – 30.11.2024	
8.	Формулювання загальних висновків дослідження та систематизація списку використаних джерел.	01.12.2024 – 07.12.2024	
9.	Здійснення комплексного редагування роботи, форматування тексту та підготовка до захисту.	08.12.2024 – 23.12.2024	
10.	Захист кваліфікаційної роботи	24.12.2024	

Здобувач

.....
(підпис)

Скакун Д. О.

.....
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

.....
(підпис)

Сапицька О. М.

.....
(прізвище та ініціали)

Реферат
до випускної кваліфікаційної роботи магістра
Скакуна Данііла Олександровича

Група IAI-23дм

Назва роботи: Використання штучного інтелекту в цифрових історичних інтерактивних проєктах

Title: The Use of Artificial Intelligence in Digital Historical Interactive Projects

Обґрунтування проблеми, що підлягає дослідженню. Актуальність дослідження використання штучного інтелекту в цифрових історичних інтерактивних проєктах зумовлена стрімким розвитком технологій ШІ та їх зростаючим впливом на історичні дослідження. В умовах глобальної цифровізації інтеграція ШІ відкриває безпрецедентні можливості для аналізу, збереження та презентації історичної спадщини.

Мета роботи. Комплексний аналіз теоретичних засад та практичних аспектів використання штучного інтелекту в цифрових історичних інтерактивних проєктах.

Основні задачі: 1. Проаналізувати історіографію питання та систематизувати джерельну базу дослідження використання штучного інтелекту в цифрових історичних проєктах; 2. Дослідити теоретичні аспекти використання ШІ в цифрових освітньо-наукових історичних проєктах, включаючи еволюцію від витоків до сучасності та нормативно-правове регулювання в Україні та зарубіжних країнах; 3. Визначити особливості інституціоналізації, методи інтеграції та основні проблеми впровадження ШІ в цифрові історичні проєкти; 4. Дослідити вплив штучного інтелекту на користувацький досвід в історичних інтерактивних проєктах.

Програма дослідження. Предметом дослідження є практичне використання штучного інтелекту в цифрових історичних інтерактивних проєктах. Ми зосереджуємо увагу на вивченні нормативно-правового регулювання, теоретичних засад, методів, проблем та перспектив інтеграції штучного інтелекту в цифрові історичні проєкти.

Методологічно дослідження базується на міждисциплінарному підході, який інтегрує методи історичної науки, інформаційних технологій та цифрової гуманітаристики. Використовуються загальнонаукові методи (логічний, історичний, індукції та дедукції), спеціально-історичні методи (історико-генетичний, історико-порівняльний, історико-системний), а також методи кількісного аналізу даних та машинного навчання. Це дозволяє всебічно проаналізувати технологічні, методологічні та соціокультурні аспекти інтеграції штучного інтелекту в історичні дослідження.

Загальне дослідницьке питання. Яким чином використання штучного інтелекту трансформує методологію та практику історичних досліджень у контексті цифрових історичних інтерактивних проєктів, і які можливості та

виклики це створює для розвитку історичної науки в умовах цифрової трансформації?

Спеціальні дослідницькі питання за розділами:

- Як розвивався науковий дискурс щодо використання штучного інтелекту в історичних дослідженнях і які основні підходи до цієї проблеми сформувалися в історіографії?
- Які джерела дозволяють найбільш повно дослідити процеси інтеграції штучного інтелекту в історичну науку?
- Яку еволюцію пройшли технології штучного інтелекту в контексті їх застосування для історичних досліджень, і які основні етапи цього розвитку можна виділити?
- Як здійснюється нормативно-правове регулювання використання штучного інтелекту в Україні та провідних країнах світу?
- Які інституційні механізми та моделі найбільш ефективні для впровадження штучного інтелекту в історичні дослідження?
- Які методологічні та технічні проблеми виникають при інтеграції штучного інтелекту в історичні проекти і як їх можна вирішити?
- Як використання технологій штучного інтелекту впливає на користувацький досвід та доступність історичних знань у цифрових проєктах?

Нові результати, отримані в рамках дослідження та його практичної реалізації. В роботі будуть запропоновані нові рішення, що відрізняються від відомих підходів до дослідження цифрових історичних проєктів комплексністю міждисциплінарного аналізу та системним поєднанням технологічних, методологічних та соціокультурних аспектів. Це дозволяє досягти мети всебічного розуміння процесів інтеграції штучного інтелекту в історичні дослідження за рахунок синтезу методів історичної науки, інформаційних технологій та цифрової гуманітаристики. На відміну від попередніх досліджень, які зосереджувались переважно на технічних аспектах впровадження ШІ, дана робота пропонує цілісний підхід до аналізу трансформації історичної науки в умовах цифровізації, включаючи інституційні, нормативно-правові та етичні виміри цього процесу.

Практична значущість результатів. Результати роботи можуть бути використані для:

- подальшого вивчення теоретико-методологічних аспектів цифровізації історичної науки;
- розробки інноваційних дослідницьких та освітніх проєктів із застосуванням ШІ;
- модернізації роботи установ історичної пам'яті;
- розробки стратегій цифрової трансформації культурної спадщини;
- популяризації історичних знань через інноваційні цифрові формати.

Ключові слова: штучний інтелект, цифрова історія, історичні проєкти, цифрова гуманітаристика, інтерактивні технології.

Керівник наукової роботи: Сапицька Олена Михайлівна.

Abstract
to the master's thesis
THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN DIGITAL HISTORICAL INTERACTIVE PROJECTS

Skakun D. O.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ЦИФРОВИХ ІСТОРИЧНИХ ІНТЕРАКТИВНИХ ПРОЄКТАХ

Скакун Д. О.

This master's thesis provides a comprehensive analysis of the integration of artificial intelligence (AI) in digital historical interactive projects. It investigates the theoretical foundations and practical implementations of AI in historical research, exploring how these technologies are transforming traditional methodologies and introducing innovative approaches to preserving and presenting historical heritage.

Thesis traces the evolution of AI use in historical projects, analyzes the regulatory frameworks governing AI implementation, and examines the institutionalization of AI in historical research. It focuses on the methods of integrating AI into digital historical projects, identifying challenges and assessing AI's impact on user experience.

Research reveals that AI technologies are fundamentally transforming historical research by enabling the analysis of large volumes of data, recognition and transcription of handwritten documents, analysis of visual sources, and creation of interactive educational environments. However, this transformation also raises significant methodological, ethical, and technical challenges that require careful consideration and systematic solutions.

Practical significance of the research lies in its potential applications for modernizing historical memory institutions, developing innovative research and educational projects, and creating strategies for the digital transformation of cultural heritage. The findings can be utilized in various contexts, including education, museum and archival work, management, and public outreach.

Study contributes to the understanding of how AI technologies are reshaping historical science and offers practical recommendations for their effective integration into digital historical projects. This research is particularly relevant in the context of global digitalization and the increasing role of AI in academic research and cultural heritage preservation.

Key words: *artificial intelligence, digital history, historical projects, digital humanities, interactive technologies.*

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ІСТОРИОГРАФІЯ ТА ДЖЕРЕЛЬНА БАЗА ДОСЛІДЖЕННЯ	12
1.1. Історіографія питання	12
1.2. Джерельна база	16
Висновки до розділу 1	19
РОЗДІЛ 2. ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ЦИФРОВИХ ОСВІТНЬО-НАУКОВИХ ІСТОРИЧНИХ ПРОЄКТАХ: ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ	21
2.1. ШІ в цифрових історичних проєктах: від витоків до сучасності	21
2.2. Нормативно-правове регулювання використання ШІ в Україні	45
2.3. Нормативно-правове регулювання ШІ в зарубіжній практиці	50
Висновки до розділу 2	55
РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ШІ В ЦИФРОВИХ ІСТОРИЧНИХ ПРОЄКТАХ	57
3.1. Інституціоналізація використання ШІ в історичних проєктах	57
3.2. Методи інтеграції ШІ в цифрові історичні проєкти	63
3.3. Проблеми і виклики в інтеграції ШІ в історичні проєкти	72
3.4. Вплив ШІ на користувацький досвід в історичних інтерактивних проєктах	84
Висновки до розділу 3	95
ВИСНОВКИ	99
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	101

ВСТУП

Актуальність дослідження використання штучного інтелекту в цифрових історичних інтерактивних проєктах зумовлена стрімким розвитком технологій ШІ та їх зростаючим впливом на історичні дослідження. В умовах глобальної цифровізації інтеграція штучного інтелекту відкриває безпрецедентні можливості для аналізу, збереження та презентації історичної спадщини. Сучасні системи ШІ здатні обробляти величезні масиви історичних даних, розпізнавати та транскрибувати рукописні документи, аналізувати візуальні джерела та створювати інтерактивні освітні середовища. Водночас впровадження ШІ породжує низку методологічних, етичних та технічних викликів, які потребують ґрунтовного наукового осмислення.

Мета дослідження полягає у комплексному аналізі теоретичних засад та практичних аспектів використання штучного інтелекту в цифрових історичних інтерактивних проєктах.

Завдання дослідження:

- проаналізувати історіографію та джерельну базу питання;
- дослідити еволюцію використання штучного інтелекту в історичних проєктах від витоків до сучасності;
- проаналізувати нормативно-правове регулювання використання штучного інтелекту в Україні та зарубіжних країнах;
- розглянути процес інституціоналізації використання ШІ в історичних проєктах;
- визначити методи інтеграції штучного інтелекту в цифрові історичні проєкти;
- виявити проблеми і виклики в інтеграції ШІ в історичні проєкти;
- дослідити вплив штучного інтелекту на користувацький досвід в історичних інтерактивних проєктах.

Об'єктом дослідження є інтеграція штучного інтелекту у освітньо-наукову сферу.

Предметом дослідження є практичне використання штучного інтелекту в освітньо-наукових цифрових історичних інтерактивних проєктах, а саме нормативно-правове регулювання, теоретичні засади, методи, проблеми та перспективи інтеграції штучного інтелекту в цифрові історичні проєкти.

Хронологічні межі дослідження охоплюють період від зародження концепцій штучного інтелекту в 1940-х роках до сучасного етапу розвитку ШІ-технологій (2024 р.).

Територіальні межі дослідження охоплюють досвід використання ШІ в історичних проєктах провідних країн світу, з особливим фокусом на європейському та північноамериканському регіонах як піонерах у впровадженні цифрових технологій в історичну науку.

Методологія та методи дослідження. Методологічну основу дослідження складає міждисциплінарний підхід, який інтегрує методи історичної науки, інформаційних технологій та цифрової гуманітаристики. Це дозволяє всебічно проаналізувати технологічні, методологічні та соціокультурні аспекти інтеграції штучного інтелекту в історичні дослідження.

У роботі використано комплекс загальнонаукових методів, зокрема логічний метод (для структурування та послідовного викладу матеріалу), історичний метод (для аналізу еволюції технологій ШІ та їх впровадження в історичну науку), методи індукції та дедукції (для виявлення загальних закономірностей та формулювання висновків на основі аналізу конкретних кейсів).

Серед спеціально-історичних методів залучено історико-генетичний (для дослідження витоків та розвитку ключових концепцій і технологій ШІ), історико-порівняльний (для зіставлення досвіду різних країн та інституцій у впровадженні ШІ), історико-системний (для аналізу інтеграції ШІ як цілісного, багатоаспектного процесу, що охоплює технологічні, методологічні, інституційні та соціокультурні виміри).

Важливе місце в роботі посідають методи кількісного аналізу даних та машинного навчання, які розглядаються як інструменти історичного

дослідження. Вони дозволяють продемонструвати нові можливості роботи з великими масивами історичних джерел, виявлення прихованих закономірностей та зв'язків.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

- здійснено комплексний аналіз теоретичних засад та практичних аспектів використання штучного інтелекту в цифрових історичних проєктах, що дозволило систематизувати та поглибити розуміння цього феномену як міждисциплінарного поля досліджень;
- удосконалено методологічні підходи до вивчення інтеграції ІІІ в історичну науку через синтез концепцій цифрової історії, цифрової гуманітаристики та комп'ютерних наук, що розширює інструментарій дослідження та відкриває нові перспективи інтерпретації;
- проаналізовано процеси інституціоналізації використання ІІІ в історичних проєктах на прикладі провідних світових центрів, виявлено моделі та тенденції цифрової трансформації установ історичної пам'яті, що поглиблює розуміння організаційних та інфраструктурних аспектів інтеграції ІІІ;
- розкрито потенціал технологій ІІІ у трансформації користувацького досвіду та залученні аудиторії до цифрових історичних проєктів через аналіз кейсів застосування машинного навчання, обробки природної мови, розпізнавання образів тощо;
- розвинуто підходи до оцінки етичних викликів та суспільних наслідків впровадження ІІІ в історичних дослідженнях та освіті з урахуванням специфіки предметної області та чутливості історичних даних.

Практичне значення одержаних результатів визначається можливістю їх використання у:

- науково-дослідній сфері - для подальшого вивчення теоретико-методологічних та прикладних аспектів цифровізації історичної науки, розробки інноваційних дослідницьких та освітніх проєктів із застосуванням ІІІ;

- освітньому процесі - при викладанні курсів з історичної інформатики, цифрової історії, історії науки і техніки, підготовці відповідних навчальних і методичних матеріалів;
- музейно-архівній справі - для модернізації роботи установ історичної пам'яті, створення інтерактивних експозицій та віртуальних колекцій із використанням технологій штучного інтелекту;
- управлінській діяльності - при розробці стратегій цифрової трансформації культурної спадщини, обґрунтуванні відповідних інфраструктурних та інвестиційних рішень;
- просвітницькій роботі - для популяризації історичних знань, підвищення суспільного інтересу до надбань минулого через інноваційні цифрові формати.

Апробація результатів дослідження. Результати дослідження на тему "Проблеми і виклики в інтеграції штучного інтелекту в історичні проекти" пройшли наукову апробацію на Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих науковців "Науковий погляд молоді: ключові питання сучасного етапу реформування системи вітчизняного законодавства" (31 жовтня 2024 року). В рамках конференції було представлено ключові аспекти дослідження, а підготовлені тези доповіді опубліковано в збірнику матеріалів конференції, що сприяло поширенню отриманих результатів у науковому середовищі та їх обговоренню фаховою спільнотою.

Структура роботи. Дипломна робота складається зі вступу, трьох розділів з підрозділами, висновків, списку використаних джерел (72 найменування). Загальний обсяг роботи становить 107 сторінок, з них основного тексту – 92 сторінки.

РОЗДІЛ 1

ІСТОРИОГРАФІЯ ТА ДЖЕРЕЛЬНА БАЗА ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Історіографія питання

Дослідження використання штучного інтелекту (далі - ШІ) в цифрових історичних проєктах формує відносно нове та динамічне міждисциплінарне поле, що охоплює як теоретико-методологічні, так і практичні аспекти впровадження сучасних технологій у історичну науку. Аналіз наукової літератури дозволяє виокремити декілька ключових дослідницьких напрямків та простежити їх еволюцію.

Основоположні теоретичні засади штучного інтелекту були закладені у фундаментальних працях піонерів галузі середини ХХ століття. Революційна стаття А. Тюрінга "Обчислювальні машини та інтелект" [64] не лише запропонувала концептуальне бачення можливостей машинного інтелекту, але й окреслила методологічні підходи до оцінки "розумності" комп'ютерних систем через відомий "тест Тюрінга". Тюрінг також передбачив можливість створення систем, що навчаються, що стало одним із ключових напрямків розвитку сучасного ШІ.

Фундаментальний внесок у становлення теоретичних основ обробки інформації зробив К. Шеннон. У своїй праці "Математична теорія зв'язку" [52] він розробив математичний апарат для аналізу та передачі інформації, що згодом став базисом для створення алгоритмів машинного навчання. Запропоновані Шенноном концепції інформаційної ентропії та кодування даних заклали основу для розвитку сучасних методів цифрової обробки текстів та зображень.

Історичну перспективу розвитку галузі детально аналізує Б. Бучанан у своєму дослідженні "Коротка історія штучного інтелекту" [13]. Автор не просто хронологічно описує ключові події, але й розкриває логіку розвитку ШІ через призму змін у розумінні природи інтелекту та можливостей його моделювання. Особливу увагу Бучанан приділяє аналізу причин успіхів та невдач різних

підходів до створення штучного інтелекту, що дозволяє краще зрозуміти сучасні тенденції розвитку галузі.

Сучасний етап розвитку ШІ, пов'язаний з революцією глибинного навчання, детально висвітлюється у працях провідних дослідників галузі. Фундаментальна робота Дж. Гінтона та співавторів "Швидкий алгоритм навчання для глибинних мереж довіри" [30] представила принципово новий метод навчання багатошарових нейронних мереж, що дозволив подолати обмеження попередніх підходів. Практичне підтвердження ефективності цих методів продемонстрували А. Крижевський та колеги у дослідженні "Класифікація ImageNet за допомогою глибоких згорткових нейронних мереж" [40], описавши архітектуру AlexNet, яка встановила нові стандарти у сфері комп'ютерного зору.

Значний внесок у розуміння природи нейронних мереж зробив Д. Румельхарт, який у своїй праці про зворотне поширення помилки [51] розкрив механізми навчання багатошарових мереж. Його дослідження заклали теоретичний фундамент для розвитку сучасних архітектур глибинного навчання. Важливе значення мають також роботи Дж. Хопфілда [32], який запропонував новий тип нейронних мереж, здатних до асоціативної пам'яті та вирішення оптимізаційних задач.

Специфіку застосування ШІ в історичних дослідженнях ґрунтовно аналізують представники цифрової гуманітаристики. Д. Коен та Р. Розенцвейг у фундаментальній праці "Цифрова історія" [15] не лише розглядають технічні аспекти використання цифрових інструментів, але й пропонують методологічні принципи їх інтеграції в історичні дослідження. Автори особливу увагу приділяють проблемам збереження та інтерпретації цифрових джерел, наголошуючи на необхідності розробки нових підходів до історичної критики в цифрову епоху.

Технічні аспекти застосування методів машинного навчання для аналізу історичних текстів детально розглядаються у роботах сучасних дослідників. П. Джохрі та співавтори у своєму дослідженні [38] пропонують комплексний аналіз еволюції технологій обробки природної мови та їх потенціалу для роботи з

історичними документами. Особливу цінність має розгляд специфічних викликів, пов'язаних з обробкою історичних текстів, таких як варіативність правопису, зміни мовних норм та необхідність врахування історичного контексту.

Практичний досвід впровадження технологій ШІ в архівну справу аналізують Г. Мюльбергер та колеги [45] на прикладі проєкту Transkribus. Їхнє дослідження не лише описує технічні аспекти автоматичної транскрипції рукописів, але й розглядає організаційні та методологічні питання впровадження таких систем у роботу архівів.

Особливої уваги заслуговують дослідження етичних аспектів використання ШІ в історичній науці. Т. Хассін та З. Неєман у своїй критичній праці [28] піднімають важливі питання щодо ризиків автоматизованої інтерпретації історичних даних та потенційного впливу алгоритмічних упереджень на розуміння минулого. Автори наголошують на необхідності розробки етичних принципів використання ШІ в історичних дослідженнях.

Українські дослідники також активно долучаються до осмислення ролі ШІ в сучасній науці та освіті. Колективна монографія під керівництвом І. Драча [2] пропонує комплексний аналіз перспектив та викликів впровадження технологій ШІ у вищу освіту, включаючи специфіку їх використання у викладанні історичних дисциплін. Особливу увагу автори приділяють питанням розвитку цифрових компетенцій викладачів та студентів.

Методологічні засади цифрової історії детально розглядаються у праці С. Робертсона [49], де автор аналізує трансформацію способів історичної аргументації під впливом цифрових технологій. Дослідження пропонує нові підходи до верифікації та інтерпретації цифрових джерел, наголошуючи на необхідності розвитку критичного мислення в епоху великих даних.

Важливий внесок у розуміння практичних аспектів впровадження ШІ в роботу культурних установ зробили фахівці Смітсонівського інституту. У дослідженні під керівництвом Р. Дікоу [21] представлено комплексний підхід до

розробки та впровадження систем ІІІ в музейну діяльність, включаючи етичні принципи, технічні стандарти та методичні рекомендації.

Важливий внесок у розуміння соціального конструювання знання в цифрову епоху зробили П. Бергер та Т. Лукман у своїй фундаментальній праці "The Social Construction of Reality: A Treatise in the Sociology of Knowledge" [11]. Хоча їхня робота була написана задовго до появи сучасних технологій ІІІ, запропонована ними теоретична рамка залишається актуальною для розуміння того, як цифрові інструменти впливають на процеси створення, передачі та легітимації знання в історичній науці. Особливу цінність має їхній аналіз процесів інституціоналізації та об'єктивації знання, який допомагає зрозуміти механізми інтеграції цифрових методів у традиційні практики історичних досліджень.

У контексті технологічного розвитку історичної науки варто відзначити працю Х. Барсело "Computational Intelligence in Archaeology" [10]. Автор пропонує комплексний підхід до застосування методів штучного інтелекту в археологічних дослідженнях, розглядаючи як технічні можливості, так і методологічні виклики. Особливу увагу він приділяє проблемі інтерпретації даних, отриманих за допомогою алгоритмів машинного навчання, та необхідності розробки спеціальних протоколів верифікації результатів. Барсело наголошує на важливості збереження балансу між автоматизацією рутинних операцій та збереженням критичного мислення дослідника.

Значний внесок у розуміння трансформації історичної науки під впливом цифрових технологій зробили М.-С. Ву та співавтори у своєму дослідженні "Комп'ютерно-асистоване порівняння мов: сучасний стан" [72]. Вони пропонують інноваційний підхід до історичної лінгвістики, демонструючи, як автоматизований аналіз мовних даних дозволяє по-новому поглянути на еволюцію мов та культурні контакти між різними спільнотами. Їхня методологія поєднує традиційні лінгвістичні методи з сучасними алгоритмами машинного навчання, створюючи новий стандарт для міждисциплінарних досліджень.

Окремої уваги заслуговує новаторська праця Міколова та співавторів [44], присвячена розробці методів представлення слів у векторному просторі. Хоча

їхнє дослідження має переважно технічний характер, його значення для історичних досліджень важко переоцінити. Запропоновані ними методи дозволяють ефективно аналізувати семантичні зміни в історичних текстах, виявляти приховані зв'язки між поняттями різних епох та реконструювати історичні системи знань. Особливо цінним є те, що їхній підхід дозволяє працювати з багатомовною кількістю текстів, що критично важливо для порівняльних історичних досліджень.

Питання підготовки фахівців для роботи з цифровими технологіями в історичних дослідженнях детально розглядає П. Т. Сібія [53]. Спираючись на аналіз південноафриканського досвіду, автор формулює важливі рекомендації щодо розвитку необхідних компетенцій та адаптації освітніх програм до вимог цифрової епохи. Сібія наголошує на необхідності формування нового типу дослідника, який би однаково добре володів як традиційними методами історичного аналізу, так і сучасними цифровими інструментами. Особливу увагу автор приділяє проблемі подолання "цифрового розриву" між різними поколіннями дослідників та різними науковими школами.

Таким чином, аналіз історіографії питання свідчить про формування потужного міждисциплінарного напрямку досліджень на перетині історичної науки, комп'ютерних технологій та цифрової гуманітаристики. Особливістю сучасного етапу є поєднання теоретичних розробок у сфері ІІІ з практичним досвідом їх впровадження в історичні дослідження, що створює основу для подальшого розвитку методології цифрової історії. При цьому зростає увага дослідників до етичних аспектів використання ІІІ та необхідності розвитку критичного підходу до роботи з цифровими інструментами.

1.2. Джерельна база

Комплексне дослідження використання штучного інтелекту в цифрових історичних інтерактивних проєктах спирається на широкий спектр різнопланових джерел, що дозволяє всебічно висвітлити як теоретичні засади, так і практичні аспекти впровадження інноваційних технологій у історичну

науку. Систематизація та критичний аналіз джерельної бази демонструє багатогранність підходів до вивчення цієї динамічної та міждисциплінарної теми.

Фундамент дослідження формує потужна нормативно-правова база, що окреслює юридичні межі розвитку та впровадження технологій ШІ. В українському правовому полі ключове значення має Концепція розвитку штучного інтелекту [5], що визначає стратегічні орієнтири розвитку галузі до 2030 року, та План заходів з її реалізації [6], який конкретизує механізми впровадження інновацій.

Міжнародний правовий контекст формується революційним європейським "Законом про штучний інтелект" (AI Act) [8], який створює перший у світі всеохоплюючий правовий фреймворк розвитку ШІ-технологій. Важливе значення мають також Директива про авторське право на єдиному цифровому ринку [1], Загальний регламент про захист даних [23] та Директива про відповідальність за продукцію [24].

Американське правове поле представлено Виконавчим указом Президента Байдена про безпечний розвиток штучного інтелекту [71] та відповідними законодавчими актами окремих штатів [14, 16].

Важливе доповнення до огляду міжнародного досвіду регулювання штучного інтелекту представляє Велика Британія зі своєю Білою книгою з штучного інтелекту [65] та Законом про захист даних [66].

Практичне впровадження ШІ в історичні дослідження висвітлюється в технічній документації та специфікаціях відповідних систем. Матеріали провідних платформ розкривають принципи роботи з історичними рукописами [63], особливості обробки цифрових зображень історичних документів [36], специфіку застосування комп'ютерного зору [68] та технологій природномовного інтерфейсу [38].

Важливим джерелом актуальної інформації слугують матеріали міжнародних конференцій та професійних форумів [9], де обговорюються новітні досягнення та виклики у сфері цифрової історії. Документація

європейських центрів цифрових інновацій [26] розкриває передовий досвід впровадження технологій та формування відповідної інфраструктури. Значний внесок у розуміння інституційних аспектів впровадження ШІ здійснюють документи та методичні рекомендації провідних дослідницьких центрів [50] та культурних установ [21].

Особливу цінність для дослідження становлять матеріали провідних світових інноваційних проєктів у галузі цифрової історії. Проєкт Digital Dead Sea Scrolls [17] демонструє методологію використання ШІ для оцифрування та аналізу стародавніх текстів. Venice Time Machine [67] розкриває методи обробки масивів архівних документів та створення семантичних мереж історичних даних. Dimensions in Testimony [22] пропонує інноваційний підхід до збереження свідчень про Голокост. Anne Frank House VR [7] та TimeLooper [61] демонструють можливості поєднання віртуальної реальності та ШІ для створення імерсивного історичного досвіду. Документація проєктів Transkribus [63], Streetmuseum [55] та Digital Image Archive of Medieval Music [18] розкриває специфіку застосування ШІ для роботи з різними типами історичних джерел. Проєкт Transcribe Bentham [62] поєднує краудсорсинг та машинне навчання для розшифровки рукописів філософа Джереми Бентама. Цей кейс ілюструє інноваційний підхід до взаємодії людського та штучного інтелекту в опрацюванні історичних джерел.

Критичне осмислення впливу ШІ на розвиток історичної науки забезпечують аналітичні дослідження сучасних науковців. Вони розкривають широке коло питань - від впливу технологій на мистецтвознавчі дослідження [28] до розвитку необхідних компетенцій цифрових гуманітаріїв [53].

Сформована джерельна база забезпечує всебічне висвітлення теоретичних і практичних аспектів використання штучного інтелекту в цифрових історичних проєктах. Різноманітність джерел створює надійне підґрунтя для верифікації інформації та формування об'єктивних висновків. При цьому особлива увага приділялася залученню найновіших матеріалів 2020-2024 років, що дозволило

врахувати динамічний розвиток технологій ШІ та забезпечити актуальність дослідження.

Висновки до розділу 1

Проведений у першому розділі аналіз історіографії та джерельної бази дослідження використання штучного інтелекту в цифрових історичних проєктах дозволяє зробити кілька важливих висновків.

Дослідження історіографії питання засвідчило формування потужного міждисциплінарного напрямку на перетині історичної науки, інформаційних технологій та цифрової гуманітаристики. Наукова література охоплює широкий спектр аспектів - від фундаментальних теоретичних праць піонерів ШІ до сучасних досліджень практичного застосування цих технологій в історичній науці. Особливістю сучасного етапу досліджень є поєднання теоретичних розробок у сфері штучного інтелекту з практичним досвідом їх впровадження в історичні дослідження, що створює основу для подальшого розвитку методології цифрової історії.

Аналіз джерельної бази продемонстрував її комплексний та багаторівневий характер. Фундамент дослідження складає велика нормативно-правова база, що включає як національні документи (Концепція розвитку штучного інтелекту в Україні, План заходів з її реалізації), так і міжнародні акти (AI Act ЄС, виконавчі укази та закони США). Це дозволяє всебічно проаналізувати правові рамки впровадження технологій ШІ в історичні дослідження.

Значну наукову цінність становлять матеріали провідних світових проєктів у сфері цифрової історії (Digital Dead Sea Scrolls, Venice Time Machine, Dimensions in Testimony та інші), що розкривають методологію та практичний досвід застосування ШІ для роботи з історичними джерелами. Технічна документація та специфікації систем ШІ дозволяють зрозуміти принципи роботи з різними типами історичних матеріалів - від рукописних документів до візуальних джерел.

Матеріали міжнародних конференцій, документація дослідницьких центрів та аналітичні дослідження сучасних науковців забезпечують критичне осмислення впливу ШІ на розвиток історичної науки. Особлива увага в цих джерелах приділяється методологічним та етичним аспектам використання штучного інтелекту, розвитку необхідних компетенцій та інституційних практик. При формуванні джерельної бази значна увага приділялася залученню найновіших матеріалів 2020-2024 років, що дозволило врахувати динамічний розвиток технологій ШІ та забезпечити актуальність дослідження. Водночас опора на класичні теоретичні праці надала необхідний фундамент для розуміння концептуальних засад розвитку штучного інтелекту та його впливу на історичну науку.

Таким чином, проаналізована історіографія та джерельна база створюють надійне підґрунтя для всебічного дослідження теоретичних і практичних аспектів використання штучного інтелекту в цифрових історичних проєктах. Систематизація та критичний аналіз джерел дозволяють простежити еволюцію підходів до впровадження ШІ в історичні дослідження та окреслити перспективні напрямки подальшого розвитку цієї галузі.

РОЗДІЛ 2

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ЦИФРОВИХ ОСВІТНЬО-НАУКОВИХ ІСТОРИЧНИХ ПРОЄКТАХ: ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ

2.1. ШІ в цифрових історичних проєктах: від витоків до сучасності

Розвиток штучного інтелекту являє собою захоплюючу сагу технологічної еволюції, яка розгорталася протягом десятиліть - від перших теоретичних концепцій мислячих машин до створення потужних систем, здатних аналізувати, інтерпретувати та візуалізувати історичне минуле. Подібно до того, як промислова революція колись трансформувала матеріальне виробництво, штучний інтелект сьогодні докорінно змінює методологію історичних досліджень та способи взаємодії з культурною спадщиною. Кожен етап цього захоплюючого шляху - від ранніх експериментів з алгоритмічним мисленням до сучасних нейронних мереж - відкривав нові горизонти для розуміння та презентації історії. У контексті цифрових історичних проєктів ця еволюція набуває особливого значення, оскільки вона дозволяє не просто зберігати історичні дані, але й створювати інтерактивні середовища для глибокого занурення в минуле, де технології штучного інтелекту виступають як міст між сучасністю та історичними епохами, роблячи минуле більш доступним, зрозумілим та відчутним для кожного дослідника та зацікавленого користувача.

Теоретичні витoki (1940-ві роки). Історія штучного інтелекту починається в буремні 1940-ві роки, коли світ, що оговтувався після Другої світової війни, став свідком народження принципово нових наукових концепцій. Саме в цей період група видатних вчених почала формулювати перші теоретичні засади того, що згодом стане відомим як штучний інтелект. Ключову роль у становленні цієї галузі відіграв Норберт Вінер, американський математик та філософ, який у 1948 році опублікував революційну працю "Кібернетика, або Управління і зв'язок у тварині та машині". Вінер вперше запропонував розглядати машини не як прості механічні пристрої, а як складні системи, здатні до самонавчання та

адаптації через механізми зворотного зв'язку. Він провів паралелі між роботою нервової системи живих організмів та електронними схемами, припустивши, що обидві системи функціонують на основі подібних принципів обробки інформації та управління.

Паралельно з роботами Вінера, інший видатний вчений - Клод Шеннон - розробляв математичну теорію інформації. У своїй фундаментальній статті "Математична теорія зв'язку" (1948), він заклав основи для розуміння інформації як вимірюваної та обчислюваної величини. Шеннон вперше ввів поняття біта як одиниці вимірювання інформації та розробив математичний апарат для аналізу передачі та обробки даних. Ці теоретичні розробки згодом стали фундаментом для створення алгоритмів машинного навчання [52].

Важливий внесок у цей період зробив також британський логік Алан Тюрінг, який ще під час війни працював над розшифруванням німецьких кодів. Його роботи з теорії обчислюваності та концепція універсальної обчислювальної машини (машини Тюрінга) заклали теоретичний фундамент для розуміння меж можливостей комп'ютерних обчислень. Тюрінг першим почав серйозно замислюватися над можливістю створення машин, здатних імітувати людське мислення.

У цей же період Джон фон Нейман розробляв архітектуру комп'ютера, яка передбачала зберігання програм та даних в одній пам'яті. Ця концепція, відома як архітектура фон Неймана, стала технологічною основою для подальшого розвитку комп'ютерів та, відповідно, систем ШІ.

Таким чином, 1940-ві роки стали періодом формування теоретичного фундаменту штучного інтелекту, коли були закладені основні концепції та математичні принципи, що визначили подальший розвиток цієї галузі. Ідеї, сформульовані піонерами кібернетики та теорії інформації, продовжують впливати на розвиток систем штучного інтелекту і в наші дні, включаючи їх застосування в історичних дослідженнях та цифрових проєктах.

Зародження ШІ як науки (1950-ті роки). Саме в цей період були закладені концептуальні основи цієї галузі, які визначили її розвиток на десятиліття

вперед. Розглянемо детальніше дві ключові події того періоду - публікацію статті Алана Тюрінга "Обчислювальні машини та інтелект" (1950) [64] і Дартмутську конференцію (1956). Спробуємо зрозуміти, чому вони виявилися такими важливими і як вплинули на подальшу еволюцію ідей та технологій ШІ.

Почнемо з революційної праці Алана Тюрінга. Щоб збагнути її значення, треба пам'ятати контекст епохи. На початку 1950-х років комп'ютери були величезними, повільними і страшенно дорогими машинами, призначеними винятково для числових розрахунків. Мало хто розглядав їх як інструменти для моделювання інтелекту. Панувала думка, що мислення - це унікальна властивість людського мозку, яку неможливо відтворити у "бездушній" машині. І от у цій атмосфері скепсису з'являється стаття Тюрінга з інтригуючою назвою - "Обчислювальні машини та інтелект".

Вже з перших рядків Тюрінг кидає виклик усталеним поглядам. Він ставить просте, але приголомшливе запитання: "Чи можуть машини мислити?" Замість того, щоб одразу заперечити таку можливість, як зробила б більшість його сучасників, Тюрінг пропонує подумати, що ми взагалі маємо на увазі під "мисленням" і як можна перевірити його наявність. Саме тут він описує свій знаменитий тест, який увійшов в історію як "тест Тюрінга". Уявімо, що людина спілкується з кимось через текстовий термінал, не знаючи, хто по той бік - інша людина чи комп'ютерна програма. Якщо після тривалого діалогу людина не зможе з упевненістю сказати, з ким вона розмовляла - з машиною чи з людиною - то цю машину можна вважати інтелектуальною, здатною мислити.

Цей уявний експеримент може здатися простим, але він містить кілька глибоких ідей:

1. Інтелект можна розглядати як поведінку, яку демонструє система (людина чи машина) у процесі комунікації. Тобто, головне не те, з чого ця система зроблена (плоть і кров чи транзистори), а що вона робить, як реагує на запитання й завдання.
2. Мислення не обов'язково повинно бути точною копією людського. Якщо машина проходить тест Тюрінга, то неважливо, чи "думає" вона так само,

як ми - головне, що її інтелектуальна поведінка не відрізняється від людської.

3. Щоб створити мислячу машину, не обов'язково копіювати мозок у всій його біологічній складності. Достатньо відтворити його ключові функції (сприйняття інформації, пам'ять, здатність до навчання, генерація осмислених реакцій тощо) засобами математики й програмування.

Ці ідеї були справжнім одкровенням для сучасників Тюрінга. Вони показали, що інтелект - це не якась магічна властивість, дарована людині згори, а цілком осяжний феномен, який можна досліджувати, моделювати й відтворювати. Тюрінг, по суті, перевів розмову про ШІ з площини фантастики в площину науки. Але його стаття не обмежилася лише постановкою проблеми. У другій частині Тюрінг розмірковує над тим, як можна було б навчити машини виконувати інтелектуальні завдання. Одна з його ключових ідей – так звані "навчальні машини". На відміну від машин, які виконують фіксовану програму, навчальні машини повинні самі виводити правила з прикладів, поступово покращуючи свою поведінку. По суті, це була одна з перших згадок про машинне навчання - підхід, який нині домінує в розробці ШІ.

Інша важлива ідея Тюрінга - використання випадковості як джерела творчості й адаптивності машин. Він припускає, що певна частка хаотичності в роботі машини (приміром, залежність від зовнішніх випадкових чинників) може імітувати творчий прояв людини, здатність генерувати нові ідеї, знаходити несподівані розв'язки. Згодом ця думка відіграє важливу роль у розвитку генеративних і навчальних моделей ШІ. Нарешті, Тюрінг передбачає, що однією з форм реалізації ШІ можуть стати "електронні мозки" - системи, побудовані за принципом роботи людського мозку з його нейронами і зв'язками. Це була перша інтуїція щодо штучних нейронних мереж, які з часом стануть одним із головних інструментів глибинного навчання.

Отже, стаття Тюрінга стала справжнім каталізатором для розвитку ШІ. Вона не просто легітимізувала ідею мислячих машин, а й намітила конкретні шляхи їх створення, багато з яких виявилися пророчими. Тепер залишалося перейти від

роздумів до практичної реалізації - і саме це спробували зробити учасники Дартмутської конференції 1956 року.

Ця зустріч невеликої групи вчених стала, по суті, першим в історії науковим семінаром, цілковито присвяченим штучному інтелекту. Її організували молоді та амбітні дослідники: Джон Маккарті (винахідник мови програмування LISP), Марвін Мінський (піонер нейромереж), Натаніель Рочестер (творець першої в світі асемблерної мови) та Клод Шеннон (батько теорії інформації). Як бачимо, це була справжня концентрація яскравих талантів.

Маккарті та його колеги були натхненні статтею Тюрінга й усвідомлювали величезний потенціал штучного інтелекту. У своїй заявці на грант для проведення конференції вони писали: "Ми пропонуємо провести 2-місячне дослідження штучного інтелекту влітку 1956 року в Дартмутському коледжі в ГанOVERі, Нью-Гемпшир, за участю 10 осіб. Дослідження має проводитися на основі припущення, що кожен аспект навчання чи будь-яка інша особливість інтелекту може бути настільки точно описана, що машину можна змусити її імітувати". Саме тут вони вперше вжили термін "штучний інтелект" (Artificial Intelligence, AI) - який згодом стане загальноживаним [42].

Чим же займалися учасники конференції ті два місяці? По суті, вони намагалися перевести ідеї Тюрінга й інших піонерів ШІ на мову конкретних програм і алгоритмів. Маккарті працював над створенням мов програмування високого рівня, які б дозволяли легко описувати інтелектуальні завдання. Мінський експериментував зі штучними нейронними мережами, здатними до навчання. Науковці Саймон і Ньюелл розробляли так званий "універсальний вирішувач задач" (General Problem Solver) - програму, яка могла розв'язувати широкий спектр завдань методом "міркувань уперед".

Звісно, жоден з цих проєктів не досяг рівня повноцінного штучного інтелекту. Розв'язати за два місяці проблему, над якою б'ються вже понад півстоліття, було нереально. Та все ж Дартмутський семінар став надзвичайно важливою віхою. Він чітко окреслив предмет і завдання нової науки, поєднав провідні уми, що займалися цими питаннями, показав принципову можливість

реалізувати (бодай частково) інтелект у комп'ютерних програмах. Не менш важливим був психологічний ефект від конференції. Її учасники повірили в перспективність ШІ, "заразилися" цією ідеєю і понесли її світові. Зі стін Дартмута штучний інтелект почав свій переможний похід університетами, лабораторіями, технологічними компаніями. І хоча цей шлях виявився значно довшим і звивистішим, аніж сподівалися першовідкривачі, він усе ж привів до визначних досягнень, якими ми користуємося сьогодні - від пошукових систем і розпізнавання мови до роботів і безпілотних авто.

То що ж дали нам 1950-ті для розвитку ШІ? Насамперед, концептуальний прорив. Алан Тюрінг переконливо показав, що інтелект - це в принципі відтворюваний феномен, який можна моделювати обчислювальними методами. Він також запропонував перші підходи до цього - машинне навчання, нейромережі, критерії оцінки інтелектуальності машин. Дартмутська конференція перевела ці ідеї в практичну площину, давши поштовх розробці конкретних моделей і алгоритмів ШІ. Попри те, що ці ранні системи були доволі примітивними, вони довели: Тюрінг мав рацію, штучний інтелект можливий. Залишалось лише крок за кроком, від простого до складного освоювати неозорі простори "інтелектуальних завдань".

Та найголовніше - події 1950-х "запалили" ціле покоління дослідників, змусили їх повірити в шалену мрію думаючих машин. Цей ентузіазм живив розвиток ШІ протягом багатьох років, стимулював нові й нові проекти, допомагав долати тимчасові розчарування й невдачі. Без нього навряд чи штучний інтелект досягнув би сьогоднішніх успіхів. Звісно, сучасні системи ШІ набагато складніші й потужніші за програми Дартмутського семінару. Вони "глибші", розгалуженіші, здатні обробляти терабайти даних і розв'язувати завдання, про які піонери навіть не мріяли. Проте за ними все ще стоять ідеї Тюрінга, Маккарті, Мінського та їхніх колег - ті самі принципи машинного навчання, розпізнавання образів, обробки мови, уявного "діалогу" з людиною.

Тож 50-ті стали тим родючим ґрунтом, на якому згодом виросло могутнє дерево штучного інтелекту. Вони дали цій галузі фундаментальне розуміння

інтелекту як такого, перші моделі й підходи до його відтворення, а головне - непохитну віру в можливість мислячих машин. І хоч попереду були ще довгі роки спроб і помилок, саме цей міцний фундамент дозволив ШІ зрештою розкрити свій приголомшливий потенціал.

Тепер, коли ми розмовляємо з будь-яким чат-ботом ШІ, на кшталт ChatGPT, майже як у мисленому експерименті Тюрінга, стає очевидно: інтуїції тих геніальних учених виявилися напрочуд точними. Вони вгледіли обриси майбутнього крізь туман технологічних обмежень свого часу. І хоча це майбутнє настало не так швидко, як вони сподівалися - воно таки настало. І в цьому, мабуть, найвищий тріумф піонерів ШІ 1950-х.

Розвиток базових алгоритмів (1960-ті роки). Шістдесяті роки стали періодом активного розвитку алгоритмічної бази ШІ. Саме в цей період почали з'являтися перші програми для гри в шахи, які використовували алгоритми пошуку. Це означає, що програма розглядала різні можливі ходи та позиції на шахівниці, оцінюючи, які з них дають найкращі шанси на перемогу. Такий підхід нагадує те, як міркує людина, граючи в шахи - ми теж аналізуємо варіанти та намагаємося передбачити дії суперника.

Проте комп'ютер може робити це набагато швидше, розглядаючи мільйони позицій за секунду. Хоча ці ранні шахові програми ще не могли перемагати найсильніших гросмейстерів, сам факт, що машина здатна грати в таку складну гру, був проривом. Він показав потенціал ШІ і став основою для подальшого розвитку ігрових алгоритмів. Яскравий приклад - розроблена Артуром Семюелем програма для гри в шашки, яка могла самостійно вчитися і вдосконалювати свою гру. Як це працювало?

Уявіть, що ви вчите дитину грати в шашки. Спочатку вона робить багато помилок, але з кожною новою партією потроху покращує свої навички. Програма Семюеля діяла схожим чином - аналізувала свої успішні та невдалі ходи, коригуючи стратегію. Тобто замість того, щоб просто слідувати жорстко заданим правилам, машина навчалася на власному досвіді. Це стало першим практичним

застосуванням машинного навчання і заклало фундамент для розвитку інтелектуальних систем, які можуть адаптуватися та самовдосконалюватися [58].

Нарешті, надзвичайно важливою подією стала розробка мови програмування LISP Джоном Маккарті. Чому саме LISP? Справа в тому, що ця мова ідеально підходить для роботи з символьними даними та списками (звідси й назва - LISt Processing). На відміну від інших мов, орієнтованих на числові обчислення, LISP дозволяє легко маніпулювати текстом, деревоподібними структурами тощо. Крім того, LISP надає унікальну можливість програмам змінювати власний код прямо під час виконання. Це як людина, що може переписувати інструкції до себе на ходу, адаптуючись до ситуації. Завдяки цьому LISP став потужним інструментом для створення систем ШІ, які можуть навчатися, планувати дії, обробляти природну мову. Понад пів століття LISP залишався стандартом для розробки ШІ і надихнув багато сучасних мов програмування.

Отже, 1960-ті стали часом прориву в базових алгоритмах ШІ. Програми навчилися грати в інтелектуальні ігри, самостійно вдосконалюватися і гнучко маніпулювати символьною інформацією. Ці досягнення проклали шлях до створення по-справжньому розумних машин.

Ера експертних систем (1970-ті роки). Насамперед, 70-ті ознаменувалися появою експертних систем - програм, здатних розв'язувати складні завдання на рівні людей-фахівців у специфічних предметних областях. Як працює експертна система?

Уявіть собі дуже досвідченого лікаря. За роки практики він накопичив величезний багаж знань - про симптоми різних хвороб, методи діагностики, схеми лікування тощо. Завдяки цьому досвіду лікар може швидко поставити точний діагноз, розпізнаючи хворобу за певним набором ознак.

Експертна система діє подібним чином. Вона містить базу знань, яка поєднує факти з певної галузі (наприклад, медицини чи хімії) та правила для їх обробки. Отримавши якісь вхідні дані, система аналізує їх і, застосовуючи закладені правила, робить логічні висновки. Тобто експертна система ніби

"міркує" подібно до людини-фахівця і може надавати рекомендації, ставити діагнози, знаходити оптимальні рішення тощо.

Першою такою системою стала DENDRAL, розроблена в Стенфордському університеті на початку 1970-х. DENDRAL спеціалізувалася на аналізі структури хімічних сполук. Ось як вона працювала:

1. Спершу системі надавали результати мас-спектрометрії та ядерного магнітного резонансу - методів, які дозволяють отримати своєрідні "відбитки" молекул.
2. Потім DENDRAL, використовуючи закладені знання з органічної хімії, генерувала всі можливі структурні формули, які відповідали б цим експериментальним даним.
3. На наступному кроці система відсіювала більшість згенерованих варіантів, залишаючи лише ті, що найкраще узгоджувалися з додатковою інформацією (наприклад, про типові групи атомів).
4. Зрештою, DENDRAL пропонувала найбільш імовірні варіанти структури досліджуваної сполуки [13].

Фактично, система могла вирішувати доволі нетривіальну наукову задачу. Успіх DENDRAL переконливо продемонстрував, що комп'ютерні програми можуть не просто виконувати обчислення, а й втілювати спеціалізовані "експертні" знання на рівні висококваліфікованої людини. Це відкриття проклало шлях до розробки цілої низки експертних систем для різних галузей - медицини, геології, інженерії тощо.

Ще одним визначним досягненням 1970-х стала поява мови логічного програмування Prolog. На відміну від традиційних мов на кшталт C, де програма є послідовністю інструкцій, у Prolog програміст просто задає факти та правила логічного виведення. Ця мова програмування дозволяла описувати знання у природний, декларативний спосіб. Це робить його зручним інструментом для створення експертних та інших інтелектуальних систем, де важливо представити предметну область у вигляді фактів і правил. Хоча розробка Prolog почалась ще

наприкінці 1960-х, саме в 70-х цю мову було формалізовано і вона набула поширення в дослідженнях зі штучного інтелекту.

Отже, 1970-ті, попри певне охолодження загального ентузіазму щодо ШІ, принесли прориви, які значною мірою визначили розвиток цієї області на наступні десятиліття. Експертні системи довели можливість втілення спеціалізованих знань у комп'ютерних програмах, а мова Prolog стала потужним інструментом для роботи зі знаннями та логічним виведенням. Ці досягнення заклали міцний фундамент для подальших успіхів ШІ і його практичного застосування.

Відродження та комерціалізація (1980-ті роки). Цей період ознаменувався значним зростанням обчислювальної потужності комп'ютерів. Пригадаймо славнозвісний закон Мура - емпіричне спостереження, яке свідчить, що число транзисторів на мікросхемах (а отже, і швидкодія процесорів) подвоюється приблизно щодва роки [70]. Тобто ще на початку десятиліття комп'ютери були в сотні разів потужнішими, ніж наприкінці 1970-х!

Чому це так важливо? Справа в тому, що багато задач ШІ - розпізнавання образів, обробка природної мови, автоматичні міркування тощо - потребують величезних обчислювальних ресурсів. Уявіть, скільки операцій має виконати програма, щоб "зрозуміти" сказану людиною фразу, враховуючи всю неоднозначність і складність людського мовлення. Або скільки варіантів ходів треба перебрати, щоб обіграти чемпіона світу з шахів. Отже, стрибок потужності комп'ютерів відкрив нові можливості для розвитку ШІ.

Інший важливий фактор - успішна комерціалізація експертних систем, про які ми говорили в минулому періоді. Нагадаємо, що це програми, які втілюють знання та навички людей-експертів з вузьких предметних областей. У 1980-х такі системи почали приносити відчутну користь у реальному бізнесі.

Один з найяскравіших прикладів - система XCON (eXpert CONfigurer), розроблена компанією Digital Equipment Corporation. XCON допомагала формувати оптимальну конфігурацію комп'ютерних систем VAX з урахуванням побажань клієнта та сумісності компонентів. Це надскладна комбінаторна задача

- адже таких конфігурацій незліченна кількість. Раніше її розв'язували досвідчені інженери вручну, витрачаючи купу часу та припускаючись помилок. Натомість XCON, маючи базу знань з тисяч правил, могла сконфігурувати систему майже миттєво і безпомилково [43]. Результат? XCON щороку економила компанії десятки мільйонів доларів і стала взірцем комерційно успішної експертної системи. Цей та інші приклади практичного застосування ШІ підігріли інтерес до досліджень у цій галузі з боку бізнесу і технологічних гігантів.

Тепер поговоримо про прогрес у більш "академічному" напрямку, а саме - нейронних мережах. Це математичні моделі, що імітують роботу нейронів головного мозку. Вони мають дивовижну властивість навчатися, поступово покращуючи свою здатність розпізнавати образи, прогнозувати події, ухвалювати рішення тощо. Хоча штучні нейромережі винайшли ще наприкінці 1950-х, довгий час ніхто не знав, як навчати багатошарові (глибокі) мережі. Прорив стався у 1985-1986 роках завдяки роботам американського науковця Девіда Румельхарта та його колег [51]. Вони розробили техніку під назвою "метод зворотнього поширення помилки".

Без заглиблення в технічні деталі, її суть ось у чому. Мережа спершу робить передбачення, яке зазвичай дуже неточне. Але потім вона ніби "озирається назад", вираховує, які зв'язки між нейронами найбільше завадили точному результату, і трохи підлаштовує їхню силу. Повторюючи цей процес знову і знову на величезній кількості прикладів, мережа крок за кроком вчиться і вдосконалюється. Це відкриття проклало шлях для навчання масштабних і глибоких нейромереж - згорткових, рекурентних тощо. Саме такі мережі, тільки у значно більших масштабах, лежать в основі сучасних ШІ-систем - від розпізнавання мовлення у смартфонах до перемоги над людиною у го.

Ще одна визначна подія сталася у 1982 році. Джон Хопфілд, американський біофізик і нейробіолог, запропонував нову модель нейромереж (мережі Хопфілда) та методи їх навчання [32]. Хопфілдівські мережі виявилися надзвичайно цікавими з точки зору нейронауки - адже вони моделюють деякі важливі властивості біологічної пам'яті, як-от асоціативність чи розподіленість.

З іншого боку, вони знайшли безліч застосувань для розв'язання прикладних задач комбінаторної оптимізації.

Отже, 1980-ті стали часом відродження ШІ, коли зійшлися два ключові чинники - технологічний прогрес (зростання потужності комп'ютерів) та практична користь (комерційний успіх експертних систем). Разом вони відкрили друге дихання для досліджень у цій галузі і заклали підвалини для наступного етапу - буму "інтелектуальних" технологій, який розпочався у 1990-х і триває досі. На академічному фронті найвизначнішими подіями стали винайдення ефективних алгоритмів навчання нейромереж та народження сучасної теорії глибинного навчання, що зрештою і привело до неймовірних досягнень ШІ в останні роки.

Ера машинного навчання (1990-ті роки). Спершу давайте згадаємо, що таке машинне навчання і чим воно відрізняється від інших підходів до створення ШІ. Як ми вже обговорювали, традиційні системи ШІ, такі як експертні системи 1980-х, покладалися на величезну кількість правил, закладених людьми-розробниками. Тобто, по суті, це були дуже складні, але зрештою статичні програми. Вони могли діяти лише в дуже вузьких, наперед визначених межах і не мали змоги самостійно вчитися і адаптуватися до нових ситуацій.

Машинне навчання, натомість, ґрунтується на принципово іншій філософії. Його ключова ідея: замість того, щоб намагатися "вручну" запрограмувати інтелект, чому б нам не створити системи, які можуть навчатися самостійно - на прикладах і власному досвіді? Приблизно так, як вчиться дитина або як дресирують тварин: не через строгі правила і вказівки, а через показ, заохочення і практику.

Уявіть, що ви хочете навчити комп'ютер розпізнавати, скажімо, кішок на фотографіях. Традиційний підхід полягав би у тому, щоб спробувати описати кішку через набір чітких правил: у кішки є вуха, вуса, хвіст, вона пухнаста тощо. Але ж ми чудово знаємо, що кішки бувають дуже різні. Одні пухнасті, інші гладенькі, смугасті й однотонні, вуха бувають різної форми... Тож виписати всі

правила, за якими можна безпомилково відрізнити кішку від не-кішки, майже неможливо.

Тому в машинному навчанні ми діємо інакше. Беремо величезну кількість фотографій - одні з кішками, інші без - і "показуємо" їх комп'ютеру. Нейронні мережі (а саме вони є головними "інструментами" машинного навчання) переглядають ці приклади знову і знову, поступово вивчаючи закономірності: як виглядають типові кішки, які бувають варіації тощо. Математично це означає, що мережа поступово налаштовує свої внутрішні параметри так, щоб давати правильні відповіді для більшості прикладів. Цей процес називається навчанням, і він в чомусь схожий на те, як навчається наш власний мозок.

Отже, прорив 1990-х полягав у тому, що саме тоді методи машинного навчання почали демонструвати вражаючі результати у розв'язанні задач, які раніше вважалися прерогативою людського інтелекту. Згадаємо знамениту перемогу суперкомп'ютера Деер Блу над Гаррі Каспаровим - тодішнім чемпіоном світу з шахів. Це сталося у травні 1997 року під час матч-реваншу з шести партій. Деер Блу, розроблений компанією ІВМ, здобув перемогу з рахунком 3.5-2.5, вперше в історії довівши, що комп'ютер може перегравати найсильніших шахістів планети [35].

Звісно, Деер Блу не був ШІ в повному розумінні - багато його можливостей ґрунтувалися на звичайному переборі варіантів. Але він використовував і елементи машинного навчання - зокрема, тренувався на тисячах партій, зіграних гросмейстерами. Інженери ІВМ витратили кілька років, налаштовуючи оцінювальну функцію Деер Блу - математичну модель, що визначала якість тієї чи іншої позиції на дошці. По суті, вони "навчали" Деер Блу відрізняти хороші ходи від поганих, сильні позиції від слабких. Результат цього навчання вразив світ - і відкрив очі на можливості "розумних" алгоритмів.

Інший визначний тренд 1990-х - оцифрування величезних масивів даних, зокрема історичних архівів, бібліотечних фондів тощо. Справді, з появою потужних комп'ютерів і ємних сховищ інформації людство нарешті отримало змогу перевести в цифрову форму культурну і наукову спадщину, накопичену за

століття. Піонером у цій сфері став проєкт "Making of America", започаткований Мічиганським університетом в 1995 році [41]. Його головна мета - створити онлайн-бібліотеку джерел з історії США XIX століття: книжок, журналів, фотографій. Завдяки оцифруванню десятки тисяч документів стали доступними для читачів і дослідників з усього світу. Цей та інші подібні проєкти заклали підвалини цифрової гуманітаристики - міждисциплінарної галузі на перетині інформаційних технологій та гуманітарних дисциплін.

Але як це пов'язано зі штучним інтелектом? Бачите, машинне навчання - зокрема такі методи, як обробка природної мови, розпізнавання образів - ідеально вкладаються для аналізу величезних масивів оцифрованих текстів і зображень. Скажімо, ШІ-алгоритми можуть допомогти дослідити зміни в стилі письма протягом століть, виявити домінуючі теми і концепції в різних історичних періодах, простежити життєві траєкторії тисяч людей на основі архівних записів тощо. Без цифрового формату і "розумних" алгоритмів багато які масштабні історичні дослідження були б просто неможливими.

Отже, 1990-ті увійшли в історію ШІ з двох причин. По-перше, саме тоді методи машинного навчання вперше показали, що комп'ютери можуть зрівнятися і навіть перевершити людей у "інтелектуальних" задачах на кшталт гри в шахи. Це відкриття проклало шлях до створення значно складніших і потужніших "розумних" систем. По-друге, масова цифровізація даних (як-от в історичних проєктах на кшталт "Making of America") дала машинам доступ до колосальних обсягів інформації - "пального", на якому ці алгоритми навчаються. Ці процеси заклали фундамент для подальшого розвитку галузі в наступні десятиліття.

Революція великих даних (2000-ні роки). 2000-ні роки принесли справжню революцію в технології штучного інтелекту, особливо в царині аналізу великих даних. Ця революція мала далекосяжні наслідки для багатьох сфер людської діяльності, зокрема й для історичних досліджень. Розглянемо детальніше, що саме змінилося і чому ці зміни виявилися такими важливими.

Почнімо з того, що взагалі мається на увазі під "великими даними" (або "big data" англійською). Цей термін зазвичай вживають, коли говорять про дуже великі, складні і, як правило, неструктуровані набори даних - такі, які неможливо ефективно обробити традиційними методами. Часто кажуть про "три V" великих даних:

1. Volume (обсяг): Ідеться про терабайти, петабайти і навіть ексабайти інформації - цифри, які були немислимі ще кілька десятиліть тому.
2. Velocity (швидкість): Дані генеруються і змінюються з шаленою швидкістю, часто в реальному часі. Згадайте, скільки постів, твітів, фотографій і відео щохвилини з'являється в соцмережах.
3. Variety (різноманіття): Великі дані - це не лише цифри в таблицях. Вони можуть містити тексти, зображення, аудіо- і відеозаписи тощо. Причому ці дані зазвичай неструктуровані і "брудні" - містять пропуски, помилки, дублікати тощо.

Чому великі дані стали можливими саме у 2000-х? По-перше, завдяки бурхливому розвитку інтернету та хмарних технологій. Уявіть: якщо у 2000 році до інтернету було підключено близько 400 мільйонів пристроїв, то до 2010-го ця цифра сягнула вже 2,5 мільярдів [37]. Кожен ноутбук, смартфон, планшет генерує гігантські обсяги даних - про місцезнаходження, активність, уподобання користувачів тощо. Крім того, з поширенням хмарних сервісів (Amazon Web Services, Microsoft Azure, Google Cloud Platform) звичайні користувачі та невеликі компанії отримали доступ до величезних обчислювальних потужностей за порівняно невеликі гроші. Обробляти і зберігати великі дані стало як ніколи просто.

По-друге - і це найголовніше - в 2000-х відбувся прорив у методах машинного навчання, особливо глибинного навчання (deep learning). Нагадаємо, що принцип машинного навчання полягає в тому, що комп'ютер не просто виконує написану людиною програму, а сам навчається розв'язувати задачу на великій кількості прикладів. Скажімо, ми можемо "годувати" нейромережу

мільйонами фотографій котів і не-котів, і врешті вона сама навчиться розрізняти їх з високою точністю.

Так от, до 2000-х машинне навчання спиралося переважно на порівняно прості моделі з невеликою кількістю шарів нейронів. Вони непогано працювали для відносно простих задач, таких як розпізнавання рукописних цифр, але "затиналися" на складніших проблемах на кшталт розуміння природного мовлення. Прорив стався у 2006 році, коли Джеффри Гінтон та його учні опублікували роботу під назвою "A Fast Learning Algorithm for Deep Belief Nets" [30]. Вони показали, як можна ефективно навчати багат шарові (глибокі) нейромережі, передаючи інформацію від одного шару до іншого.

У наступні роки з'явилося багато різновидів глибоких нейромереж, призначених для різних типів даних і задач: згорткові мережі для зображень, рекурентні для послідовних даних (текст, музика), трансформери для ефективної обробки довгих послідовностей тощо. Ці архітектури в поєднанні з великими даними і потужними графічними процесорами (GPU) дозволили досягти вражаючих результатів у багатьох сферах ІІІ: комп'ютерному зорі, обробці природної мови, розпізнаванні мовлення та інше.

Але яке це все має відношення до історії? Найбезпосередніше. Справа в тому, що історики, як і фахівці з інших гуманітарних наук, теж мають справу з великими даними - текстовими, візуальними, картографічними наприклад. Згадаймо хоча б знамениті архіви Ватикану, що містять мільйони документів за більш як тисячолітню історію. Або фотоархіви великих інформагенцій на кшталт Associated Press чи Reuters. До недавнього часу єдиним способом аналізувати ці величезні масиви даних було довготривале і копітке "close reading" - ретельне прочитання вузькими експертами.

Та з розвитком технологій машинного навчання в істориків з'явилися небачені раніше можливості. Програми на основі ІІІ дозволили автоматизувати найбільш трудомісткі етапи дослідницького процесу - наприклад, розпізнавання рукописних документів чи старих шрифтів. Раніше над цим тижнями і місяцями працювали люди, а тепер комп'ютер може зробити це за лічені години з точністю

понад 90% [45]. Таким чином десятки і сотні тисяч раніше недоступних джерел стають "читабельними" для машин - а отже, і для подальшого аналізу істориками.

Далі в гру вступають методи так званого "distant reading" ("дальнє читання") - тобто дослідження текстів не через уважне читання, а через статистичний аналіз. Скажімо, ми можемо "згодувати" нейромережі тисячі газетних статей за якийсь історичний період і подивитися, які слова, фрази і теми зустрічаються найчастіше. Або простежити зміни в стилі письма того чи іншого автора протягом життя. Або дослідити соціальні зв'язки між людьми на основі їхнього листування. Такі "масштабні" підходи не замінюють, а доповнюють традиційну "ручну" роботу з джерелами, дозволяючи побачити загальні закономірності і тенденції, непомітні при "близькому читанні".

Крім того, комп'ютерні методи дозволяють "оживити" історію, подати її в інтерактивній і захопливій формі. Згадаймо хоча б віртуальні 3D-реконструкції давніх міст і споруд, "розумні" історичні карти, на яких можна прослідкувати зміни кордонів чи міграції населення, чат-боти, що "розмовляють" в стилі історичних персонажів. Такі проєкти роблять минуле більш відчутним і зрозумілим для широкої публіки, особливо молоді, яка звикла до цифрових технологій.

Звісно, у "цифровій історії" є й свої виклики і обмеження. Не всі джерела можна легко оцифрувати, не всі питання - дослідити кількісними методами. Жодна машина не замінить інтерпретаційних здібностей історика, його/її вміння читати "між рядків" і розуміти культурний контекст джерел. Та попри це, нові технології штучного інтелекту відкривають захопливі перспективи - як для професійних дослідників минулого, так і для всіх, хто цікавиться історією.

Отже, підсумуймо. У 2000-х відбулася революція "великих даних", цьому сприяв розвиток інтернету, хмарних обчислень і технологій машинного навчання, особливо глибинного навчання. Для істориків це відкрило нові можливості:

- автоматизувати розпізнавання і транскрипцію джерел;

- аналізувати величезні масиви текстів кількісними методами ("distant reading");
- створювати інтерактивні історичні проєкти для широкої аудиторії;

Водночас цифрові методи не замінюють, а доповнюють традиційну методи. Загалом нові технології ІІІ відкривають захопливі перспективи для вивчення і популяризації історії.

Ера глибинного навчання (2010-ті роки). Почнімо з найголовнішого - чому 2012 рік вважається переломним моментом? Саме тоді сталася подія, яка кардинально змінила ставлення до глибинного навчання і його можливостей. Йдеться про конкурс ImageNet - змагання з розпізнавання зображень, в якому системи ІІІ змагаються з людьми. Щоб ви розуміли масштаб, у 2012 році учасникам потрібно було правильно класифікувати понад мільйон картинок на 1000 різних категорій - від кішок і собак до автомобілів і фруктів. Найкращі результати зазвичай показували люди або традиційні алгоритми комп'ютерного зору.

І ось тут на сцену виходить AlexNet - згортова нейронна мережа, створена Алексом Крижевським і його колегами [40]. Вона не просто перемогла в конкурсі - вона розгромила суперників, показавши точність розпізнавання на рівні 84% (у той час як найближчий конкурент досягнув лише 74%). Це був справжній шок для спільноти ІІІ - адже раніше глибокі нейромережі вважалися радше теоретичним курйозом, аніж практичним інструментом. AlexNet довела, що при належному навчанні на величезних даних ці моделі можуть творити дива.

Тож чому AlexNet виявилася такою ефективною? Секрет у її архітектурі - вона використовує згорткові шари, які навчаються розпізнавати візуальні патерни незалежно від їх розташування на зображенні. Уявіть, що ви вчите дитину розпізнавати, скажімо, кішок. Ви показуєте їй безліч фото і малюнків, де кішки зображені в різних позах, під різними кутами, на різних фонах. Поступово мозок дитини вчиться виділяти характерні "кішкові" риси (вуха, вуса, очі, шерсть) і комбінувати їх у цілісний образ. Саме так діють згорткові мережі - вони автоматично виокремлюють ключові деталі (текстури, краї, плями кольору) і

складають з них ієрархію понять, аж до високорівневих категорій на кшталт "кішка", "собака" чи "автомобіль".

Успіх AlexNet відкрив шляхи для цілого потоку досліджень і розробок у сфері глибинного навчання. В наступні роки з'явилося безліч нових архітектур – VGG-Net, GoogLeNet, ResNet - кожна з яких піднімала планку точності ще вище. Ці моделі знайшли застосування в найрізноманітніших сферах - від медичної діагностики до безпілотних автомобілів. Одна з галузей, де глибинне навчання проявило себе особливо яскраво - це обробка природної мови (Natural Language Processing, NLP).

Справа в тому, що принципи роботи згорткових мереж можна застосувати не лише до зображень. Подібно до того, як AlexNet вчиться розпізнавати візуальні патерни, спеціальні моделі на кшталт рекурентних чи трансформерних нейромереж вчать розпізнавати закономірності в текстах. Замість пікселів вони оперують словами, фразами, реченнями, абзацами. Їхня мета - не просто пасивно обробляти текст, а справді розуміти його зміст, контекст, підтекст. І так само, як згорткові мережі засвоюють ієрархію візуальних понять, мовні моделі будують багаторівневі репрезентації смислів - від морфем і слів до складних концептів і наративів.

Одна з перших глибоких мовних моделей, що справді вразила світ - це word2vec, розроблена командою Google у 2013 році [44]. Її ключова ідея - відобразити слова в багатовимірний векторний простір, де семантично близькі слова розташовуються поряд. Тобто, скажімо, слова "король" і "королева" матимуть подібні вектори, бо вони близькі за змістом. Так само дієслова "бігти", "йти", "стрибати" опиняться в одній зоні "простору слів", бо вони позначають способи руху. Ця проста, але потужна ідея відкрила шлях до створення справді "розумних" мовних моделей. Наступні покоління нейромереж - такі як ELMo, BERT, GPT - навчилися не просто відображати слова у вектори, а динамічно змінювати ці вектори залежно від контексту [47]. Тобто те саме слово "коса" матиме різні репрезентації в реченнях "Дівчина заплітала косу" і "Косар гострив

косу об камінь". Це дозволило моделям справді розуміти нюанси і відтінки значень, вловлювати гру слів, іронію, сарказм.

Але знову ж таки, яке це все має відношення до історії? Виявляється, пряме - адже історики теж працюють з текстами, причому набагато складнішими і різноманітнішими, ніж сучасні. Уявіть собі завдання: проаналізувати тисячі середньовічних манускриптів, написаних готичним курсивом, десятками різних писарів, з купою скорочень, описок і діалектизмів. Або упорядкувати мільйони архівних документів XIX століття, надрукованих на різних мовах і шрифтах, зі специфічним лексиконом і синтаксисом. Жоден традиційний алгоритм не впорається з таким завданням. А от глибокі нейромережі - цілком.

Взяти хоча б французький проєкт Himanis, в рамках якого дослідники навчили модель на основі LSTM (різновид рекурентних нейромереж) розпізнавати рукописні документи XIV-XV століть [29]. Ця модель змогла автоматично розшифрувати і транскрибувати сотні реєстрів паризького парламенту, раніше доступних лише у вигляді сканів.

Або візьмімо ще масштабніший проєкт - Venice Time Machine, в рамках якого дослідники оцифрували понад тисячу років венеційських архівів. Мова йде про мільйони сторінок рукописних документів - від юридичних актів і фінансових звітів до дипломатичного листування і шпигунських донесень. Щоб "розшифрувати" цей гігантський текстовий спадок, венеціанські історики об'єдналися з швейцарськими спеціалістами з інформаційних технологій і розробили цілу низку інноваційних інструментів - як-от системи автоматичного розпізнавання почерку, інтелектуального пошуку інформації, візуалізації соціальних мереж тощо. Усі ці інструменти спираються на моделі глибинного навчання, які дозволяють не просто вичавити з архівів "сирі дані", а перетворити їх на структуровані знання - придатні для дослідження, інтерпретації, осмислення.

І це лише верхівка айсберга. У 2010-х глибинне навчання почало проникати мало не в усі закутки історичної науки, наприклад в археологію (автоматична класифікація артефактів [10]). Завдяки цьому стало можливим не лише

опрацьовувати джерела в безпрецедентних масштабах, а й ставити цілком нові дослідницькі питання. Скажімо, як змінювалася колективна пам'ять про якусь історичну подію протягом десятиліть чи сторіч? Як формувалися впливові інтелектуальні мережі доби Просвітництва? Як великі технологічні зрушення - від книгодруку до інтернету - відбивалися на циркуляції ідей і знань? На ці та багато інших питань історикам допомагає відповідати саме глибинне навчання - бо воно дає їм змогу побачити в текстах, зображеннях, даних те, що раніше лежало поза межами людського ока.

Підсумуймо. 2010-ті стали проривним десятиліттям для штучного інтелекту - передусім завдяки успіхам глибинного навчання. Ключовою віхою став 2012 рік, коли згортова неймережа AlexNet показала рекордні результати в змаганні з розпізнавання зображень ImageNet. Принципи роботи згорткових мереж було перенесено і на обробку природної мови (NLP) - так з'явилися моделі на кшталт word2vec, BERT, GPT, які навчилися розуміти нюанси смислів і контексту. Глибинне навчання відкрило для істориків безпрецедентні можливості - як для аналізу величезних текстових масивів (рукописних документів, стародруків, епістолярію тощо), так і для моделювання складних історичних процесів (соціальних мереж, міграцій, циркуляції знань). Серед знакових проєктів - Himanis (розпізнавання середньовічних манускриптів), Venice Time Machine (оцифрування венеціанських архівів за 1000 років). Попри очевидні успіхи, глибинне навчання не замінює, а доповнює традиційні методи історичного дослідження - close reading, герменевтику, критику джерел. Воно просто дає історикам змогу працювати з big data і ставити масштабніші дослідницькі питання.

Сучасний етап (2020-ті роки). Почнемо з того, що сучасні системи ШІ стають дедалі більш інтегрованими та універсальними. Якщо раніше різні технології (як-от розпізнавання образів, обробка природної мови, машинне навчання) зазвичай застосовувалися окремо, то тепер вони часто поєднуються в єдиних комплексних рішеннях. Це дозволяє аналізувати історичні дані на якісно

новому рівні - зіставляти тексти, зображення, артефакти, виявляти неочевидні зв'язки та закономірності.

Інший перспективний напрям - застосування технологій комп'ютерного зору для аналізу історичних зображень. Сучасні нейронні мережі здатні не лише розпізнавати об'єкти та написи на старих фотографіях, гравюрах, картах, а й реконструювати пошкоджені чи погано збережені зображення, створювати їх 3D-моделі. Це відкриває безпрецедентні можливості для вивчення візуальної культури минулого, розуміння того, як люди сприймали й репрезентували світ у різні епохи. Також, цікавими будуть подальші експерименти з технологіями віртуальної (VR) та доповненої (AR) реальності.

Але, мабуть, найбільш захопливий тренд сучасності - розвиток генеративних моделей ШІ. Це системи, які навчаються не просто розпізнавати та аналізувати дані, а й створювати новий контент "з нуля" - тексти, зображення, музику тощо. В історичних дослідженнях такі моделі відкривають справді фантастичні перспективи. Вони дозволяють генерувати правдоподібні "альтернативні версії" минулого, заповнювати лакуни в джерелах, реконструювати втрачені артефакти.

Один з таких дивовижних проєктів - "Наступний Рембрандт" створений командою Microsoft спільно з музеями та університетами Нідерландів [60]. Це система ШІ, яка "навчилася" стилю великого художника, проаналізувавши всі його відомі роботи (близько 350 картин і 700 малюнків). На основі цих "знань" машина згенерувала абсолютно новий "автопортрет Рембрандта" - цілком у дусі майстра, але такий, якого він ніколи не малював. Приголомшливо, чи не так?

Звісно, всі ці генеративні експерименти поки що радше "цифрові курйози", ніж серйозні наукові результати. Жодна машина не замінить скрупульозної праці історика з виявлення, аналізу, інтерпретації джерел. Але вони яскраво ілюструють креативний потенціал ШІ, його здатність "пограти" з фрагментами минулого, запропонувати несподіваний погляд на звичні речі. І хто знає - може, колись генеративні моделі справді допоможуть нам розгадати якісь історичні загадки, відтворити втрачені скарби людського генія?

Тож підсумуймо основні віхи розвитку ШІ в історичних дослідженнях:

- 1940-ті: формулювання перших теоретичних засад штучного інтелекту.
- 1950-ті: оформлення ШІ в науці.
- 1960-ті: розвиток базових алгоритмів (пошук, евристика, машинне навчання). Піонерські системи для гри в шахи, шашки тощо.
- 1970-ті: поява експертних систем, які акумулюють знання фахівців з вузьких предметних галузей. Розробка мови логічного програмування Prolog.
- 1980-ті: відродження та комерціалізація ШІ. Успіх експертних систем (як от XCON) у реальному бізнесі. Поява потужних робочих станцій і персональних комп'ютерів.
- 1990-ті: прорив у машинному навчанні. Перемога комп'ютера Deep Blue над чемпіоном світу з шахів. Розвиток інтернету та систематична цифровізація історичних джерел.
- 2000-ні: революція "великих даних". Поява хмарних обчислень і соціальних медіа. Розквіт методів глибинного навчання (deep learning) і обробки природної мови (NLP).
- 2010-ті: триумф глибинного навчання. Рекордні результати згорткових (CNN) і рекурентних (RNN) нейромереж в аналізі зображень і тексту. Масштабні проекти цифрової історії (наприклад, Venice Time Machine).
- 2020-ті: розвиток інтегрованих систем ШІ для комплексного аналізу історичних даних. Поява генеративних моделей, здатних створювати "альтернативні версії" минулого. Застосування технологій VR/AR для інтерактивної історичної візуалізації.

Як бачимо, за якихось півстоліття ШІ пройшов шлях від примітивних "іграшок" до надскладних систем, які кардинально змінюють методи та масштаби історичного пізнання. І цей поступ лише прискорюється. Тож чого можна очікувати від ШІ в майбутніх історичних дослідженнях?

На нашу думку, головний тренд - це подальше "зрощування" цифрових і гуманітарних підходів. З одного боку, ШІ ставатиме дедалі "розумнішим" і

"тонкочуттєвішим" - здатним розуміти контекст, виявляти приховані смисли, генерувати правдоподібні гіпотези. Тобто машина дедалі більше наближатиметься до людини в мистецтві інтерпретації - осерді історичного ремесла. З іншого боку, самі історики поступово "цифровізуються": опановують нові методи й інструменти, вчать мислити в категоріях даних та алгоритмів. Замість того, щоб протиставляти "науки про дух" і "науки про число", вони творчо поєднують їх, збагачуючи одне одного. Скажімо, застосовують статистичні методи для верифікації якісних гіпотез або використовують результати алгоритмічного аналізу як відправну точку для поглибленої інтерпретації.

Зрештою, йдеться про зміну самої природи історичного знання. В епоху "великих даних" і потужного ІІІ воно стає більш відкритим, динамічним, інтерактивним, мультимодальним. Дослідник працює не наодинці у відрізаному від світу архіві, а в постійному діалозі з колегами, комп'ютерними системами, широким загалом. Він експериментує з цифровими моделями, шукає несподівані зв'язки, ділиться результатами в режимі реального часу. Водночас - і це дуже важливо - ІІІ не підміняє і ніколи не підмінить людину в історичних дослідженнях. Бо історія - це не просто набір фактів, а й мистецтво оповіді, пошук смислів, гра уяви.

Тому місія історика в цифрову добу - не боятися "розумних помічників", а вправно використовувати їх для реалізації власного творчого бачення. Ставити перед ІІІ цікаві завдання, критично оцінювати отримані результати, перевіряти їх джерелами. А головне - оживлювати дані яскравим викладом, робити їх цікавими і зрозумілими для інших людей. Адже лише така "олюднена" історія, що поєднує точність алгоритмів і глибину людського досвіду, може претендувати на справжню мудрість.

Ну а поки що давайте крок за кроком освоювати дивовижні можливості, які відкриває ІІІ для вивчення минулого. Вчитися, експериментувати, обмінюватися ідеями - і ніколи не переставати дивуватися неосяжності історії,

що розгортається у просторі "між піксельним і уявним". Хто знає, які ще чудеса чекають на нас у цьому просторі?

2.2. Нормативно-правове регулювання використання ШІ в Україні

Правове регулювання штучного інтелекту в Україні динамічно розвивається у відповідь на стрімкий технологічний прогрес та глобальну цифровізацію. Україна, будучи державою, що прагне до європейської інтеграції та інноваційного розвитку, активно формує власну нормативно-правову базу для ефективного регулювання розробки, впровадження та використання систем ШІ.

Фундаментом правового регулювання штучного інтелекту в Україні є Концепція розвитку штучного інтелекту, затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 2 грудня 2020 року № 1556-р [5]. Ця Концепція слугує дороговказом для розвитку технологій штучного інтелекту в Україні до 2030 року, визначаючи стратегічні напрями, принципи та пріоритетні сфери їх застосування. Документ також окреслює механізми державної підтримки та стимулювання розвитку штучного інтелекту, закладаючи міцний фундамент для подальшого розгортання цих перспективних технологій.

Для втілення Концепції в життя Кабінет Міністрів України розпорядженням від 12 травня 2021 року № 438-р затвердив детальний План заходів з реалізації Концепції розвитку штучного інтелекту на 2021-2024 роки [6]. Цей План є своєрідною "дорожньою картою", що конкретизує положення Концепції та визначає практичні кроки для досягнення поставлених цілей. Він передбачає низку заходів у різних сферах - від удосконалення нормативно-правової бази до розвитку освіти й науки, від стимулювання інновацій до міжнародної співпраці у галузі штучного інтелекту.

У сфері правового регулювання передбачається розроблення законопроектів щодо регулювання відносин у сфері штучного інтелекту, включаючи питання відповідальності за шкоду, заподіяну системами штучного інтелекту.

У освітньому напрямі План передбачає впровадження навчальних програм з штучного інтелекту у закладах вищої освіти, розроблення професійних стандартів для фахівців у сфері ШІ та створення спеціалізованих освітніх центрів. Значна увага приділяється науково-дослідній діяльності: передбачається створення лабораторій штучного інтелекту, проведення наукових досліджень та розробок, а також забезпечення участі українських науковців у міжнародних дослідницьких проектах.

У сфері державного управління План заходів спрямований на впровадження технологій штучного інтелекту в роботу органів державної влади, створення відповідної інфраструктури та підготовку державних службовців до роботи з системами ШІ. Для забезпечення ефективної реалізації Плану заходів впроваджено механізм моніторингу його виконання, який передбачає регулярне звітування відповідальних органів та оцінку досягнутих результатів. Це дозволяє своєчасно виявляти проблеми та вносити необхідні корективи в процес реалізації Концепції.

Важливим аспектом є міжнародне співробітництво: передбачається активна участь України в міжнародних ініціативах з розвитку штучного інтелекту, гармонізація національного законодавства з міжнародними стандартами та залучення міжнародної технічної допомоги.

Таким чином, План заходів є важливим інструментом практичної реалізації державної політики у сфері розвитку штучного інтелекту, який забезпечує системний та послідовний підхід до впровадження відповідних технологій в різні сфери суспільного життя України.

Правове регулювання штучного інтелекту в Україні наразі перебуває на етапі активного формування та розвитку, прагнучи відповідати динамічним викликам технологічного прогресу та глобальної цифровізації. Хоча фундаментальні засади вже закладені в існуючій нормативно-правовій базі, подальша робота над створенням всеохоплюючої та гармонійної системи регулювання є нагальною потребою сьогодення.

Одним із ключових документів, що визначає вектор розвитку законодавства про штучний інтелект, є нова редакція Закону України "Про авторське право і суміжні права" [3], прийнята у 2023 році. Цей закон вперше в українському правовому полі торкається питання правового статусу творів, згенерованих за допомогою ШІ. Відтепер твори, створені виключно штучним інтелектом без творчого внеску людини, не вважаються об'єктами авторського права. Водночас закон надає охорону творам, в яких ШІ використовувався лише як інструмент людської творчості. Важливою новелою є також обов'язкове маркування творів, створених із залученням штучного інтелекту, що забезпечує прозорість та поінформованість споживачів контенту.

Не менш значущу роль відіграє Закон України "Про електронну ідентифікацію та електронні довірчі послуги" [4], який встановлює правові засади надання електронних довірчих послуг, зокрема щодо електронної ідентифікації та автентифікації. Ці аспекти є критично важливими для систем штучного інтелекту, що оперують персональними даними та здійснюють електронні транзакції. Таким чином, закон створює необхідний фундамент довіри та безпеки для функціонування ШІ у цифровому середовищі.

Порівнюючи український контекст із регулюванням штучного інтелекту в Європейському Союзі, до якого Україна прагне приєднатися, можна зауважити, що ЄС має більш розвинуту та деталізовану систему правових норм у цій сфері. Центральним елементом є Закон про штучний інтелект (AI Act), який запроваджує комплексну систему регулювання розробки та впровадження систем ШІ на основі ризик-орієнтованого підходу. Цей документ визначає чотири рівні ризику систем штучного інтелекту та встановлює відповідні вимоги до кожного з них, включаючи заборону певних практик використання ШІ, що становлять неприйнятну загрозу для основоположних прав людини.

Директива про авторське право на єдиному цифровому ринку (Директива 2019/790) [1] є ще одним важливим документом ЄС, який регламентує використання творів для машинного навчання. Ця директива формує правові рамки для використання захищених авторським правом творів у процесі

розробки та тренування систем штучного інтелекту, забезпечуючи баланс між інтересами правовласників та потребами розвитку ШІ-технологій.

Попри наявність певного нормативного підґрунтя, сучасний стан правового регулювання штучного інтелекту в Україні характеризується низкою проблемних аспектів. Насамперед, це відсутність спеціального законодавства, яке б комплексно та всебічно врегульовувало процеси розробки, впровадження та використання систем ШІ. Чинні нормативно-правові акти охоплюють лише окремі аспекти функціонування штучного інтелекту, залишаючи чимало питань поза увагою законодавця.

Іншою проблемою є невизначеність відповідальності за шкоду, заподіяну системами ШІ. Нинішнє законодавство не пропонує чітких механізмів встановлення відповідальності та відшкодування збитків у випадках, коли рішення, прийняті штучним інтелектом, призводять до негативних наслідків.

Окремої уваги потребує питання захисту персональних даних при їх обробці ШІ. Хоча загальні принципи захисту персональних даних вже закріплені законодавством, існуючі механізми вимагають адаптації до специфіки обробки даних системами штучного інтелекту, особливо в контексті машинного навчання та автоматизованого прийняття рішень. Варто зауважити, що Закон "Про захист персональних даних", прийнятий ще у 2010 році, на сьогодні є дещо застарілим. Він потребує або внесення змін, які відобразатимуть сучасні реалії, або прийняття нової редакції, що вимагатиме спільних зусиль та політичної волі Уряду та Парламенту.

Подальший розвиток правового регулювання штучного інтелекту в Україні повинен відбуватися у напрямку гармонізації з правом Європейського Союзу. В рамках процесу європейської інтеграції очікується подальше зближення українського законодавства з нормами ЄС у сфері ШІ, зокрема імплементація положень AI Act та інших релевантних директив.

Ключовим кроком має стати розробка та прийняття спеціального закону про штучний інтелект, який би спирався на найкращі світові практики та запроваджував комплексну систему регулювання розробки, впровадження та

використання систем ШІ. Особливу увагу слід приділити розвитку галузевого регулювання використання штучного інтелекту в таких сферах як медицина, фінанси, освіта. Це передбачає розробку галузевих стандартів та норм, які враховуватимуть специфіку застосування ШІ в конкретних сферах та встановлюватимуть відповідні вимоги щодо безпеки, надійності та етичності таких систем. Важливим аспектом є також створення механізмів сертифікації систем штучного інтелекту, які б гарантували їх відповідність встановленим критеріям безпеки та якості.

На інституційному рівні доцільно було б створити спеціалізований регуляторний орган у сфері штучного інтелекту, який би здійснював нагляд за дотриманням встановлених вимог та стандартів. Корисним нововведенням могли б стати також експертні ради та консультативні органи, покликані забезпечувати науково-методичну підтримку розвитку регулювання у цій царині.

На практичному рівні необхідно забезпечити розробку методичних рекомендацій для розробників систем штучного інтелекту, які б допомагали їм дотримуватися встановлених вимог та стандартів. Не менш важливим є створення реєстру систем ШІ, що використовуються в публічному секторі, що сприятиме прозорості та підзвітності їх використання. Потребують впровадження і механізми оцінки впливу систем штучного інтелекту на права людини, які б дозволяли ідентифікувати та мінімізувати потенційні ризики.

Підсумовуючи, можна констатувати, що регулювання штучного інтелекту в Україні перебуває на етапі активного формування та розвитку. Попри те, що базові принципи вже закладені в існуючому законодавстві, необхідна подальша кропітка робота над створенням всеохопної системи регулювання, яка б адекватно відповідала на сучасні виклики та гармонізувала з міжнародними стандартами. Особливої уваги заслуговує питання узгодження українського законодавства з нормами Європейського Союзу, зважаючи на європейський вектор розвитку України та потребу забезпечення сумісності правових режимів

для ефективної міжнародної співпраці у сфері розробки та впровадження систем штучного інтелекту.

2.3. Нормативно-правове регулювання ШІ в зарубіжній практиці

Нормативно-правове регулювання штучного інтелекту в зарубіжній практиці являє собою складну, багатогранну та динамічну систему, що постійно еволюціонує, прагнучи встигати за стрімким розвитком технологій. Розглянемо детальніше, як ключові регіони та країни світу підходять до цього важливого питання.

Європейський Союз по праву вважається світовим лідером у створенні нормативно-правової бази для регулювання штучного інтелекту. Центральне місце в цій системі посідає "Закон про штучний інтелект" (AI Act), прийнятий Європейським Парламентом 13 березня 2024 року [8]. Цей новаторський документ встановлює перший у світі всеохоплюючий правовий фреймворк для розвитку та впровадження технологій ШІ.

Серцевиною AI Act є багаторівнева система класифікації ШІ-систем за ступенем ризику, який вони несуть для прав і свобод людини, а також для суспільства загалом. Системи, що становлять неприйнятний ризик (наприклад, ті, що використовуються для соціального скорингу чи маніпулювання поведінкою), повністю заборонені на території ЄС. Системи високого ризику (скажімо, ті, що задіяні в критичній інфраструктурі, освіті, працевлаштуванні тощо) підлягають суворому регулюванню та контролю. Системи з обмеженим ризиком (як-от чат-боти) повинні відповідати вимогам прозорості, а системи з мінімальним ризиком (наприклад, спам-фільтри) мають лише незначні обмеження [25].

Особливу увагу AI Act приділяє системам високого ризику. Для них встановлюються жорсткі вимоги, такі як обов'язкова оцінка відповідності перед виходом на ринок, створення та підтримка комплексних систем управління ризиками, ведення детальної технічної документації, забезпечення людського

нагляду за роботою системи, високі стандарти точності, надійності та кібербезпеки [25].

Окремий розділ закону присвячено регулюванню генеративних систем штучного інтелекту. Такі системи повинні обов'язково маркувати згенерований контент, щоб користувачі могли відрізнити його від створеного людиною. Розробники зобов'язані публікувати переліки даних, які використовувалися для навчання системи, і їм заборонено використовувати нелегально зібрані дані. Закон також приділяє особливу увагу дотриманню авторських прав при використанні навчальних даних.

Ще одним важливим елементом європейської системи регулювання штучного інтелекту є Загальний регламент про захист даних (GDPR). Цей документ встановлює суворі правила обробки персональних даних, включаючи їх автоматизовану обробку та профілювання. GDPR надає громадянам право не підпадати під дію рішень, що базуються виключно на автоматизованій обробці даних, якщо такі рішення мають юридичні наслідки або суттєво впливають на особу [23].

Не менш значущою є нова редакція Директиви про відповідальність за продукцію (Product Liability Directive). Вона розширює поняття "продукту", включаючи до нього програмне забезпечення, цифрові виробничі файли та системи штучного інтелекту. Це означає, що розробники та постачальники таких систем несуть відповідальність за їхні дефекти на тих самих підставах, що й виробники традиційних товарів [24].

Директива запроваджує важливі зміни у механізм доказування. Враховуючи складність систем штучного інтелекту та потенційну неможливість для постраждалої особи розуміти їх внутрішню роботу, документ вводить презумпцію причинного зв'язку між дефектом продукту та шкодою. Тобто, якщо доведено наявність дефекту та шкоди, а причинний зв'язок між ними видається достовірним, тягар доведення відсутності такого зв'язку покладається на виробника.

Директива також встановлює нові правила щодо прозорості та документації. Виробники систем штучного інтелекту зобов'язані зберігати та надавати на вимогу документацію про процес розробки, тестування та впровадження системи. У випадку судового розгляду, відмова надати таку документацію може призвести до презумпції дефектності продукту.

Цікавою новацією є розширення поняття "дефекту" стосовно систем штучного інтелекту. Дефектом вважається не лише технічна несправність, але й недоліки в системі безпеки, неправильна робота алгоритмів прийняття рішень, недостатня точність або надійність системи, а також відсутність необхідних оновлень безпеки.

Нарешті, Директива встановлює спеціальні правила відповідальності для систем штучного інтелекту, що самонавчаються. Виробник несе відповідальність за дефекти та проблеми, які виникли внаслідок самонавчання системи, якщо не доведе, що такі зміни були непередбачуваними та невідворотними при поточному рівні розвитку технологій.

Отже, як бачимо, Європейський Союз створив надзвичайно комплексну, багаторівневу систему регулювання штучного інтелекту. Вона охоплює практично всі аспекти розробки, впровадження та використання ШІ-систем - від класифікації за рівнем ризику до вимог щодо прозорості, безпеки, відповідальності. Ця система покликана забезпечити безпечний та відповідальний розвиток технологій штучного інтелекту, мінімізувати ризики для прав людини та суспільного блага, а також створити єдиний правовий простір для інновацій та інвестицій у цю перспективну галузь.

Звісно, європейський підхід до регулювання ШІ не позбавлений недоліків і критики. Деякі експерти вважають його надто жорстким і забюрократизованим, таким, що може загальмувати розвиток інновацій. Інші ж, навпаки, закидають недостатню увагу до етичних аспектів та потенційних довгострокових ризиків ШІ.

Та попри всі дискусії, не можна не визнати, що ЄС задає високу планку в регулюванні штучного інтелекту. Його досвід, безперечно, буде вивчатися і

запозичуватися іншими країнами та регіонами, які лише починають розробляти власні підходи до цього складного питання. І хоча шлях до ефективного та збалансованого регулювання ШІ ще далекий, європейська модель, безумовно, є важливим кроком у правильному напрямку.

Регулювання штучного інтелекту у США має більш фрагментарний характер порівняно з ЄС і здійснюється через поєднання федеральних указів, законів та законодавчих актів окремих штатів. Ключовим документом є Виконавчий указ Президента Байдена про безпечний розвиток штучного інтелекту від 30 жовтня 2023 року [71]. Він встановлює всеосяжну національну політику США щодо ШІ, охоплюючи такі аспекти:

- **Безпека:** запровадження нових стандартів для розробників найпотужніших систем ШІ, включаючи вимоги щодо повідомлення уряду про результати тестування безпеки та оцінки потенційних ризиків.
- **Приватність:** розробка рекомендацій та технічних стандартів для захисту персональних даних, створення механізмів оцінки впливу алгоритмів на приватність громадян.
- **Громадянські права:** встановлення вимог щодо запобігання дискримінації при використанні ШІ у сферах працевлаштування, житлового забезпечення, федеральних пільг тощо.
- **Інновації:** створення нової дослідницької інфраструктури, включаючи мережу спеціалізованих дослідницьких інститутів та фінансування досліджень у сфері безпечного ШІ.
- **Робоча сила:** розробка рекомендацій щодо підтримки працівників, чії робочі місця можуть бути автоматизовані, та створення програм перекваліфікації.
- **Міжнародне співробітництво:** розробка міжнародних стандартів безпеки ШІ, посилення контролю за експортом передових технологій.
- **Державні закупівлі:** розробка стандартів для оцінки систем ШІ, які закуповуються урядом, з акцентом на питання безпеки та етики.

- Прозорість: вимоги до компаній щодо надання регулярних звітів про безпеку та вплив потужних систем ШІ на суспільство, створення публічного реєстру оцінок впливу.

На рівні окремих штатів також приймаються важливі закони. Наприклад, Каліфорнійський закон про захист приватності споживачів (CCPA) регулює використання ШІ для обробки персональних даних [14], а Закон про штучний інтелект штату Колорадо встановлює вимоги до прозорості алгоритмів та захисту від дискримінації [16].

Велика Британія обрала більш гнучкий підхід. Біла книга з штучного інтелекту 2023 року визначає принципи відповідального розвитку ШІ, передбачає механізми галузевого саморегулювання та заходи підтримки інновацій [65]. Закон про захист даних також встановлює правила автоматизованого прийняття рішень та вимоги до прозорості алгоритмів [66].

Підсумовуючи, можна зазначити, що у світовій практиці формується комплексна система регулювання штучного інтелекту, яка враховує як потребу у забезпеченні безпеки та захисті прав людини, так і необхідність підтримки інновацій. При цьому різні країни обирають різні підходи.

Європейський Союз створив найбільш комплексну та всеохопну правову базу, центром якої є Закон про штучний інтелект (AI Act). Він запроваджує багаторівневу систему класифікації ШІ-систем за рівнем ризику, встановлює жорсткі вимоги до систем високого ризику та регламентує широкий спектр аспектів - від прозорості до відповідальності.

США мають більш фрагментарний підхід, який поєднує федеральні укази, закони та законодавство штатів. Ключовим документом є Виконавчий указ Президента Байдена, який встановлює національну політику щодо ШІ, охоплюючи питання безпеки, приватності, громадянських прав, інновацій тощо.

Велика Британія обрала більш гнучкий шлях, який поєднує принципи відповідального розвитку ШІ, механізми саморегулювання галузі та точкове законодавче регулювання окремих аспектів, як-от захист даних.

Попри відмінності в підходах, спільною тенденцією є прагнення створити правові рамки, які б забезпечили безпечний, надійний та відповідальний розвиток технологій штучного інтелекту. І хоча це завдання є надзвичайно складним з огляду на швидкість технологічного прогресу, перші кроки в цьому напрямку вже зроблені. Подальший розвиток регулювання ШІ, безумовно, потребуватиме тісної співпраці законодавців, експертів, розробників та громадянського суспільства - як на національному, так і на міжнародному рівнях.

Висновки до розділу 2

Отже, підіб'ємо підсумки розгляду теоретичних аспектів використання штучного інтелекту в цифрових освітньо-наукових історичних проєктах.

У першому підрозділі ми простежили еволюцію ШІ від витоків до сучасності. Кожен етап цього захоплюючого шляху - від ранніх експериментів з алгоритмічним мисленням у 1940-х до сучасних нейронних мереж - відкривав нові горизонти для розуміння та презентації історії. Ми побачили, як ідеї піонерів кібернетики та теорії інформації, сформульовані в 1950-х, заклали фундамент для подальшого розвитку цієї галузі. У 1960-х з'явилися перші програми для гри в шахи та інші інтелектуальні ігри, а в 1970-х - експертні системи, здатні втілювати спеціалізовані знання. 1980-ті стали часом комерціалізації ШІ, а 1990-ті принесли прорив у машинному навчанні. 2000-ні ознаменувалися революцією "великих даних", а 2010-ті - тріумфом глибинного навчання. Сьогодні ми спостерігаємо розвиток інтегрованих систем ШІ для комплексного аналізу історичних даних та генеративних моделей, здатних створювати "альтернативні версії" минулого.

У другому підрозділі ми розглянули нормативно-правове регулювання використання ШІ в Україні. Ми з'ясували, що фундаментом правового регулювання ШІ в нашій країні є Концепція розвитку штучного інтелекту до 2030 року. Для її втілення Кабінет Міністрів затвердив План заходів на 2021-2024 роки, який передбачає вдосконалення законодавства, розвиток освіти й науки, підтримку інновацій тощо. Ми також розглянули зміни до законів про авторське

право та електронні довірчі послуги, які стосуються ШІ. Порівнявши український контекст із регулюванням ШІ в ЄС, ми виявили, що Євросоюз має більш розвинуту систему правових норм, центральним елементом якої є Закон про штучний інтелект (AI Act). Ми дійшли висновку, що подальший розвиток регулювання ШІ в Україні має відбуватися у напрямку гармонізації з правом ЄС.

Третій підрозділ був присвячений аналізу зарубіжної практики регулювання ШІ. Ми побачили, що у світі формується комплексна система регулювання, яка враховує як потребу у безпеці та захисті прав людини, так і необхідність підтримки інновацій. ЄС створив найбільш комплексну правову базу з багаторівневою системою класифікації ШІ-систем за рівнем ризику. США мають більш фрагментарний підхід, який поєднує федеральні укази, закони та законодавство штатів. Велика Британія обрала більш гнучкий шлях, який поєднує принципи відповідального розвитку ШІ, механізми саморегулювання галузі та точкове законодавче регулювання окремих аспектів.

Підсумуємо, у другому розділі ми простежили еволюцію ШІ від теоретичних витоків до сучасних практичних застосувань, розглянули стан і перспективи його правового регулювання в Україні та світі. Ми побачили, що інтеграція ШІ в історичні дослідження - це складний міждисциплінарний процес, який вимагає не лише технологічних інновацій, але й розвитку методології, вдосконалення нормативної бази, вирішення етичних питань. Попри всі виклики, використання ШІ відкриває грандіозні перспективи для історичної науки - від автоматизації аналізу джерел до створення імерсивних історичних середовищ. Майбутнє цифрової історії - за синергією традиційних методів та ШІ-технологій, людської експертизи та машинних обчислень. І хоча цей шлях лише починається, вже зараз зрозуміло, що він приведе нас до небачених раніше горизонтів розуміння та презентації минулого.

РОЗДІЛ 3

ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ШІ В ЦИФРОВИХ ІСТОРИЧНИХ ПРОЄКТАХ

3.1. Інституціоналізація використання ШІ в історичних проєктах

Інституціоналізація використання штучного інтелекту в історичних проєктах є фундаментальним процесом глибинної трансформації всієї системи історичних досліджень та збереження культурної спадщини. За визначенням соціологів Пітера Бергера і Томаса Лукмана [11], інституціоналізація являє собою процес, через який певні соціальні практики стають настільки звичними та загальноприйнятими, що сприймаються як об'єктивна реальність, закріплюються в формальних структурах та передаються наступним поколінням як встановлені способи діяльності. Цей складний та багатовимірний феномен охоплює формування цілісної екосистеми організаційних структур, розробку комплексних стандартів та створення ефективних механізмів співпраці між різними установами та спеціалістами. Подібно до того, як поява писемності докорінно змінила способи збереження та передачі знань між поколіннями, впровадження ШІ докорінно змінює методологію історичних досліджень та принципи роботи з культурною спадщиною.

Процес інституціоналізації розгортається одночасно на декількох взаємопов'язаних рівнях, створюючи складну мережу взаємодій та трансформацій. На базовому рівні відбувається глибока модернізація традиційних установ культурної пам'яті – музеїв, архівів, бібліотек – які адаптують свої структури та методології до вимог цифрової епохи. Паралельно з цим формується новий пласт спеціалізованих організацій, створених спеціально для розробки та впровадження інноваційних технологій у сферу історичних досліджень. На найвищому рівні вибудовується система міжнародних мереж співпраці, які забезпечують обмін досвідом, стандартизацію процесів та координацію зусиль у глобальному масштабі.

Ця багаторівнева трансформація нагадує складний біологічний процес еволюції, де нові форми виникають та розвиваються поряд з адаптацією існуючих структур, створюючи все більш складні та ефективні системи взаємодії. Такий комплексний підхід забезпечує не просто технічну модернізацію, але й формування нової парадигми історичних досліджень, де традиційні методи органічно поєднуються з можливостями ШІ та інших передових технологій.

Традиційні установи культурної пам'яті – музеї, архіви та бібліотеки – переживають сьогодні період найбільш радикальної трансформації за всю свою багатовікову історію. У центрі цієї трансформації опинилося створення спеціалізованих відділів цифрової науки, які докорінно змінили підхід до роботи з історичними колекціями та дослідженнями.

Британська бібліотека стала справжнім флагманом інновацій, розробивши модель інтеграції цифрових технологій, яка згодом поширилася по всьому світу. Ця модель продемонструвала, як традиційні методи роботи можуть ефективно поєднуватися з новітніми технологічними можливостями. Однак, як слушно зауважує дослідник П. Т. Сібія з Університету Південної Африки, такі зміни вимагають від бібліотекарів нових знань та навичок, адже більшість з них отримали освіту ще до цифрової революції [53]. Для подолання цього розриву необхідне постійне підвищення кваліфікації та оновлення освітніх програм.

Протягом наступного десятиліття подібні відділи цифровізації з'явилися в багатьох провідних бібліотеках та архівах світу. Бібліотека Конгресу США створила National Digital Information Infrastructure and Preservation Program (NDIIPP), яка розробила національні стандарти цифрового збереження та каталогізації [19]. Цей підрозділ не лише впровадив інновації в роботу самої бібліотеки, але й започаткував загальнонаціональну мережу цифрової співпраці.

Національний архів США (NARA) теж розробив комплексну стратегію цифрової трансформації, де штучний інтелект відіграє ключову роль [59]. В рамках цієї стратегії створено Innovation Hub, який експериментує з використанням ШІ для автоматизації архівних процесів та створення метаданих.

Наприклад, до 2025 року планується запуск пілотного проекту з використанням генеративного ШІ, який дозволить отримати зворотний зв'язок для подальшого вдосконалення інструментів [46]. Поєднання оптичного розпізнавання символів зі штучним інтелектом вже зараз допомагає дослідникам знаходити записи за ключовими контекстними словами.

Важливим аспектом інституціоналізації є створення нових типів установ, спеціально орієнтованих на розробку та впровадження цифрових технологій в історичні дослідження. Roy Rosenzweig Center for History and New Media при Університеті Джорджа Мейсона став першовідкривачем у цій галузі, розробивши такі важливі інструменти як Zotero та Omeka [50]. Центр також експериментує з машинним навчанням для аналізу історичних текстів та готує нове покоління цифрових істориків.

Digital Research Infrastructure for the Arts and Humanities (DARIAH) представляє собою загальноєвропейську мережу, яка підтримує цифрові дослідження в гуманітарних науках [18]. DARIAH створює інфраструктуру для співпраці між дослідниками, розробляє технічні стандарти та методологічні рекомендації щодо використання ШІ в історичних дослідженнях.

Спеціалізовані центри цифрових інновацій (European Digital Innovation Hubs, EDIH) при Європейській комісії відіграють ключову роль у цифровій трансформації культурної спадщини [26]. Ці хаби функціонують як універсальні центри, що надають технологічну експертизу, можливості тестування інновацій, навчання та пошуку фінансування для проєктів у сфері діджиталізації. Їхня особливість полягає у створенні екосистеми, де академічні установи, музеї, архіви та технологічні компанії можуть спільно розробляти та впроваджувати інноваційні рішення. Такий підхід дозволяє ефективно поєднувати глибоку експертизу істориків та архівістів із передовими технологічними розробками у сфері штучного інтелекту, машинного навчання та обробки даних. Ефективність цього підходу вже доведена численними проєктами з оцифрування та забезпечення доступу до культурних артефактів.

Створення спеціалізованих відділів цифрової науки в установах культурної пам'яті стало ключовим фактором їх трансформації в епоху цифрових технологій. Ці відділи не лише впроваджують інноваційні інструменти в роботу з історичними колекціями, але й сприяють формуванню нової культури цифрової співпраці та обміну знаннями. Разом з тим, цей процес вимагає постійного підвищення кваліфікації працівників та оновлення освітніх програм для підготовки нового покоління цифрових істориків та архівістів. Створення спеціалізованих дослідницьких центрів та інноваційних хабів допомагає поєднати глибоку гуманітарну експертизу з передовими технологічними розробками, відкриваючи нові горизонти для історичних досліджень та збереження культурної спадщини в цифрову епоху.

Інституціоналізація використання штучного інтелекту в історичних дослідженнях – це багатогранний процес, що передбачає створення цілої екосистеми стандартів, протоколів, професійних спільнот та механізмів підтримки. Одним із ключових елементів цієї екосистеми є розробка уніфікованих підходів до роботи з цифровими зображеннями історичних документів.

Уявіть собі, що ви – дослідник, який працює над порівняльним аналізом середньовічних манускриптів з різних бібліотек Європи. Раніше вам довелося б витратити місяці, а то й роки, щоб отримати доступ до цих документів, відвідати кожен бібліотеку особисто, зробити власні знімки або замовити копії. Але тепер, завдяки стандартам, розробленим спільнотою International Image Interoperability Framework (IIIF), ви можете отримати високоякісні цифрові зображення цих манускриптів через єдиний інтерфейс, незалежно від того, в якій країні вони зберігаються [36].

Більше того, ці стандарти дозволяють вам не просто переглядати зображення, а й масштабувати їх, порівнювати, робити анотації – тобто працювати з ними так, ніби вони лежать перед вами на столі. А тепер уявіть, що ви можете "натренувати" алгоритм штучного інтелекту на розпізнавання почерку або виявлення певних елементів оформлення манускриптів. Завдяки

уніфікованому формату даних ІІІІ ви можете застосувати цей алгоритм до будь-якого документа з будь-якої бібліотеки, значно розширюючи масштаб та ефективність вашого дослідження.

Але щоб скористатися цими можливостями, потрібно володіти новими навичками та компетенціями. Саме тому провідні університети світу створюють спеціалізовані освітні програми з цифрової гуманітаристики, де студенти навчаються застосовувати методи штучного інтелекту до історичних досліджень. Наприклад, King's College London пропонує магістерську програму, яка поєднує глибоке вивчення історії з опануванням найсучасніших цифрових інструментів [39].

На національному рівні створюються цілі інфраструктури для підтримки цифрових історичних проєктів. Так, французька платформа Numa-Num не просто надає дослідникам доступ до обчислювальних ресурсів та сховищ даних – вона забезпечує повний цикл супроводу дослідження, від планування до довготривалого збереження результатів [34]. Це означає, що історик, який, можливо, не має глибоких знань в інформатиці, може розраховувати на експертну підтримку на кожному етапі своєї роботи з цифровими інструментами.

Але розвиток цифрової історичної науки неможливий без належного фінансування. І тут на передній план виходить Європейський Союз зі своєю амбітною програмою Horizon Europe. У рамках цієї програми на період 2024-2027 років передбачено інвестиції розміром 1,5 мільярда євро на розвиток технологій штучного інтелекту, в тому числі і для сфери культурної спадщини [33]. Особлива увага приділяється розробці надійних та етичних систем ІІІІ, які можуть допомогти зберегти та дослідити безцінні артефакти європейської історії.

Та попри всю важливість технологій та інфраструктури, серцем цифрової гуманітаристики залишається жива професійна комунікація. Саме тому такі організації як Alliance of Digital Humanities Organizations (ADHO) докладають зусиль для розбудови глобальної мережі дослідників, які використовують цифрові методи в своїй роботі [9]. Щорічна конференція Digital Humanities, яка

проходить під егідою ADHO, стала справжнім форумом інновацій, де історики, спеціалісти з інформаційних технологій, лінгвісти, соціологи діляться своїми відкриттями та напрацюваннями.

Важливо розуміти, що інституціоналізація використання штучного інтелекту в історичних дослідженнях – це не просто технічний процес. Це процес трансформації самої культури наукової роботи, процес переосмислення ролі дослідника в цифрову епоху. Сучасний історик вже не може бути просто "одиноким детективом", який годинами сидить в архівах над стосом документів. Він або вона повинні вміти працювати в команді, використовувати складні цифрові інструменти, розуміти принципи роботи алгоритмів, критично оцінювати результати комп'ютерного аналізу.

Водночас, штучний інтелект не замінює, а доповнює традиційні методи історичного дослідження. Він дозволяє побачити закономірності та зв'язки, які неможливо виявити "неозброєним оком", опрацювати величезні масиви даних, які неможливо осягнути одному досліднику. Але інтерпретація цих даних, розуміння їх значення в історичному контексті – це все ще завдання людини-історика.

Отже, підсумовуючи, можна сказати, що інституціоналізація використання штучного інтелекту в історичній науці – це складний, багаторівневий процес, який включає:

1. Розробку технічних стандартів та протоколів, як-от ШІФ, для уніфікованої роботи з цифровими зображеннями історичних документів.
2. Створення нових освітніх програм та курсів для підготовки істориків, які вміють працювати з цифровими інструментами та методами штучного інтелекту.
3. Розбудову національних інфраструктур, таких як Numa-Num у Франції, для комплексної підтримки цифрових історичних проєктів.
4. Розвиток механізмів фінансування, зокрема через європейську програму Horizon Europe, для стимулювання інновацій у сфері цифрової культурної спадщини.

5. Формування глобальних професійних спільнот, як-от ADHD, для обміну досвідом, встановлення стандартів та координації зусиль дослідників з різних країн.

Цей процес інституціоналізації є відповіддю на виклики цифрової епохи, яка відкриває безпрецедентні можливості для історичних досліджень, але водночас вимагає нових підходів, компетенцій та форм організації наукової роботи. Успішність цього процесу визначатиме, наскільки ефективно історична наука зможе використати потенціал штучного інтелекту для глибшого розуміння минулого та збереження культурної спадщини для майбутніх поколінь.

3.2. Методи інтеграції ШІ в цифрові історичні проєкти

Інтеграція штучного інтелекту в сферу історичних досліджень знаменує собою фундаментальну трансформацію методології історичної науки в цифрову епоху. Сучасні технології ШІ, такі як машинне навчання, нейронні мережі та системи комп'ютерного зору, відкривають безпрецедентні можливості для аналізу, збереження та презентації історичної спадщини. В цьому підрозділі ми детально розглянемо методи та підходи до впровадження ШІ в цифрові історичні проєкти, їх теоретичне обґрунтування та практичне застосування.

Витоки цифрової трансформації історичної науки сягають другої половини ХХ століття, коли з'явилися перші комп'ютерні системи обробки даних. Але справжній прорив стався на початку ХХІ століття з розвитком технологій штучного інтелекту та машинного навчання. Сучасна цифрова історія базується на міждисциплінарному підході, органічно поєднуючи традиційні історичні методології з новітніми досягненнями комп'ютерних та інформаційних наук.

Теоретичний фундамент інтеграції ШІ в історичні дослідження ґрунтується на ідеї, що цифрові методи та інструменти не замінюють, а розширюють можливості традиційної історичної науки. В основі історичного мислення лежить набір базових дослідницьких практик або "наукових примітивів" - відбір джерел, їх синтез, контекстуалізація, порівняння, встановлення причинно-

наслідкових зв'язків. ІІ дозволяє посилити ці практики через автоматизацію рутинних операцій та відкриття нових перспектив аналізу історичних даних [49].

Проте важливо розуміти, що ІІ - це інструмент підтримки дослідницької діяльності історика. Майстерність історичної інтерпретації полягає в умілому поєднанні цифрових та традиційних методів для створення переконливої картини минулого. ІІ дозволяє аналізувати великі масиви даних, виявляти неочевидні взаємозв'язки та закономірності, але кінцеві інтерпретації та висновки залишаються за істориком.

Методологія цифрової історії як окремого напрямку базується на кількох взаємопов'язаних принципах:

1. Системний підхід до роботи з історичними даними, який охоплює не лише їх збір та оцифрування, але й створення комплексної дослідницької інфраструктури.
2. Поєднання кількісних методів, які стають можливими завдяки комп'ютерній обробці великих масивів даних, з традиційними якісними підходами до історичного аналізу.
3. Забезпечення відкритості та доступності історичних даних через створення цифрових архівів та баз даних з ефективними інструментами пошуку, аналізу та візуалізації інформації.
4. Розробка нових підходів до довготривалого збереження цифрової історичної спадщини, включаючи як технічні аспекти зберігання даних, так і методологічні питання їх відбору, опису та інтерпретації [15].

Одним з найпотужніших практичних інструментів інтеграції ІІ в історичні дослідження є системи обробки природної мови (Natural Language Processing, NLP). Вони дозволяють автоматизувати роботу з текстовими історичними джерелами - розпізнавати та транскрибувати документи, проводити їх глибокий семантичний аналіз, виявляти приховані зв'язки між джерелами, здійснювати автоматичну класифікацію та категоризацію текстів.

Водночас, обробка людської мови залишається одним з найскладніших завдань для ІІ. Значення слів залежить від контексту, а наявність

неоднозначних слів додає ще один рівень складності. Аналіз таких типів речень є серйозним викликом для комп'ютерів [38].

Оптичне розпізнавання символів (Optical Character Recognition, OCR) та рукописного тексту (Handwritten Text Recognition, HTR) - це базовий рівень застосування NLP в історичних дослідженнях. Сучасні системи OCR, як-от Tesseract від Google, використовують нейронні мережі для високоточного розпізнавання друкованих текстів різними мовами та шрифтами. Особливо вражаючих результатів досягнуто у розпізнаванні історичних друкованих текстів завдяки спеціальним моделям. Але розпізнавання рукописних текстів - значно складніше завдання через варіативність почерків та історичних стилів письма. Проєкт Transkribus вирішує цю проблему за допомогою спеціалізованих нейронних мереж. За наявності достатньої кількості розмічених даних для навчання моделі на конкретному стилі письма, система досягає точності розпізнавання понад 95% для добре збережених рукописів [63].

Наступним рівнем після розпізнавання історичних текстів є їх лінгвістичний аналіз. Історична лінгвістика - це одна з гуманітарних дисциплін, де вплив кількісних, комп'ютерних методів проявляється особливо яскраво [72]. Розглянемо, як сучасні NLP-системи допомагають "розібрати" мову минулого на складові частини та виявити приховані сенси.

Уявіть, що ви тримаєте в руках лист, написаний у XVIII столітті. Ви бачите незнайомі слова, дивний правопис, заплутані звороти. Як "розшифрувати" цей текст, зрозуміти його структуру та значення? Саме тут на допомогу приходять методи морфологічного та синтаксичного аналізу.

Морфологічний аналіз - це ніби "розбір слів по поличках". NLP-система визначає, до якої частини мови належить кожне слово (іменник, дієслово, прикметник тощо), які граматичні категорії воно виражає (рід, число, відмінок тощо). Це як розкласти слово на "цеглинки", з яких воно побудоване.

Синтаксичний аналіз іде на рівень вище - він показує, як ці "цеглинки" складаються в "будівлю" речення. Система виявляє зв'язки між словами: яке

слово до якого відноситься, яку роль виконує (підмет, присудок, додаток тощо). Це допомагає зрозуміти логічну структуру думки автора.

Але з історичними текстами є проблема - правопис і граматики з часом змінюються. Слова та форми, звичні для нас, могли мати інше значення або написання в минулому. Тому для роботи з такими текстами розробляються спеціальні історичні мовні моделі. Вони "навчаються" на текстах відповідної епохи і можуть розпізнавати застарілі слова та конструкції.

Інше завдання - виявити в тексті згадки про конкретні історичні сутності: людей, місця, події, дати. Це називається "розпізнаванням іменованих сутностей" (Named-entity recognition, NER). Уявіть, що ви читаєте історичний документ і підкреслюєте різними кольорами імена, назви міст, роки. Приблизно так само діє система NER, тільки робить це автоматично і для величезних масивів текстів. Сучасні NER-моделі, як-от BERT, здатні дуже точно виділяти та класифікувати іменовані сутності навіть у складних текстах з "нестандартною" мовою.

Але що робити з цими виділеними сутностями? Один з варіантів - створити на їх основі структуровану базу даних або каталог. Наприклад, система може автоматично "витягти" з текстів усі згадки про історичних осіб, впорядкувати їх за іменами, датами життя, ключовими подіями. Або скласти "мапу" географічних назв з прив'язкою до координат. Це значно полегшує навігацію та пошук інформації в історичних джерелах.

Та найцікавіше починається, коли ми переходимо до аналізу змісту та смислів тексту - тобто до семантичного аналізу. Одним з потужних інструментів тут є тематичне моделювання. Це метод, який дозволяє "побачити" приховану структуру тем у великій колекції документів.

Представимо, що у вас є тисячі історичних газетних статей. Читати їх усі - довго і складно. А от "навчити" комп'ютер розпізнавати теми, які там обговорюються (політика, економіка, культура тощо) і прослідкувати, як вони змінювалися з часом, - цілком реально. Найпопулярніший алгоритм для цього - латентне розміщення Діріхле (LDA) [12]. Він виявляє "кластери" слів, які часто

зустрічаються разом і формують певну тему. Так можна побачити, наприклад, як у пресі якогось періоду на перший план виходять теми війни, а потім змінюються на теми відбудови.

Ще глибше "зануритись" у сенси дозволяють моделі-трансформери на кшталт GPT та BERT. Ці "інтелектуальні читачі" спочатку "навчаються" розуміти мову на величезних обсягах текстів. А потім їх можна "натренувати" на історичних джерелах, щоб вони могли розпізнавати контекст, зв'язки, натяки, характерні для мови тієї чи іншої епохи. З такими навичками ці моделі стають неоціненними помічниками історика в аналізі джерел.

Окремий пласт сенсів - це емоції та оцінки, які автори вкладали у свої тексти. Виявити їх допомагає аналіз тональності. Це як "вловити настрої" документа - позитивний, негативний, нейтральний. Сучасні NLP-системи вміють це робити навіть для текстів далекого минулого, враховуючи особливості мови та культурного контексту епохи. Цікаво простежити, наприклад, як змінювалося ставлення суспільства до якоїсь історичної події крізь призму різних джерел.

Нарешті, NLP допомагає зробити історичні тексти більш "дружніми" для сучасного читача. Системи автоматичного реферування можуть "стиснути" довгий документ до короткого змістовного резюме із збереженням головної суті. А історичний машинний переклад дозволяє подолати мовні бар'єри та зробити джерела доступними для дослідників з різних країн.

Усі ці методи вже активно застосовуються в реальних історичних проєктах. Наприклад, Venice Time Machine - це "машина часу", яка "оживляє" середньовічні венеціанські архіви. Тут і розпізнавання рукописів, і виділення історичних сутностей, і реконструкція соціальних зв'язків на основі семантичного аналізу [67].

Або ось проєкт з розшифровки рукописів філософа Джеремі Бентама. Краудсорсингова платформа Transcribe Bentham дозволяє волонтерам власноруч переписувати сторінки його рукописів. А система Transkribus, навчена на цих переписаних текстах, тепер може сама розпізнавати почерк Бентама з високою

точністю. Так "аналогова" праця людей поєднується з "цифровою" працею ШІ [62].

Ще один приклад - це Digital Image Archive of Medieval Music, архів середньовічних музичних рукописів. Тут NLP-інструменти не просто розпізнають текст, а й аналізують його структуру - ритміку, римування, зв'язок з нотним записом. Це відкриває нові горизонти для дослідження взаємодії слова і музики в культурі Середньовіччя [18].

Отже, обробка природної мови - це ціла "історична наукова лабораторія". Морфологічний, синтаксичний, семантичний аналіз, розпізнавання іменованих сутностей, тематичне моделювання, аналіз тональності - всі ці інструменти допомагають історикам "препарувати" тексти минулого, витягуючи з них максимум даних та сенсів. А моделі-трансформери, як-от GPT та BERT, стають "розумними асистентами", здатними глибоко розуміти контекст та зв'язки в історичних джерелах.

Звісно, жодна машина не замінить "живого" дослідника, його знань, інтуїції, критичного мислення. Але NLP-системи можуть значно "розширити пропускну здатність" історика - допомогти йому швидко обробити величезні масиви текстів, побачити закономірності та взаємозв'язки, непомітні "неозброєним оком". Вони як "інтелектуальний мікроскоп", що дозволяє розгледіти деталі та нюанси далекого минулого. І цей "мікроскоп" постійно вдосконалюється - з кожною новою моделлю, з кожним новим історичним датасетом. Тож NLP-технології мають величезний потенціал, щоб революціонізувати методи історичних досліджень, відкрити нові шляхи роботи з джерелами. Головне - використовувати ці потужні інструменти розумно і відповідально, не забуваючи, що за кожним текстом стоїть жива історія, творцем і інтерпретатором якої залишається людина.

Продовжимо на темі комп'ютерного зору - галузі штучного інтелекту, яка досягла приголомшливих успіхів у роботі з візуальними історичними джерелами. Уявіть собі старовинну фотографію, пошкоджену плямами, подряпинами, тріщинами. Здавалося б, час невблаганний, і зображення втрачене

назавжди. Але сучасні алгоритми, засновані на згорткових нейронних мережах (CNN) [68] та генеративних змагальних мережах (GAN) [69], здатні буквально творити дива - заповнювати відсутні фрагменти, прибирати дефекти, відновлювати первісні кольори. Це як машина часу, яка дозволяє нам побачити минуле в усій його яскравості та деталях.

Або візьмемо чорно-білі фотографії - безцінні свідчення епохи, але позбавлені живих барв. Колоризація за допомогою ШІ додає їм нове життя, немов розфарбовує історію яскравими фарбами. Ці системи навчаються на величезних масивах даних, щоб зрозуміти, як виглядали предмети, одяг, архітектура різних історичних періодів. А потім, наче вправні художники, вони розфарбовують старі знімки, дотримуючись стилістики епохи. Результат вражає - ми бачимо минуле таким, яким його бачили сучасники, у всьому розмаїтті кольорів та відтінків.

Та комп'ютерний зір - це не лише про реставрацію та колоризацію. Це потужний інструмент для систематизації та дослідження величезних візуальних архівів. Уявіть, що вам потрібно розібрати тисячі старовинних фотографій - визначити, що на них зображено, хто ці люди, де і коли зроблено знімки. Вручну це зайняло б роки, а то й десятиліття. Але алгоритми розпізнавання образів та класифікації можуть впоратися з цим завданням за лічені години. Вони не просто розкладають фото по теках, а й виявляють зв'язки між ними, групують за певними ознаками, створюють своєрідну "мапу" візуальної історії.

Іншою революційною технологією, яка змінює обличчя історичної науки, є аналіз великих даних та машинне навчання. Історики завжди мали справу з величезними масивами інформації - архівними документами, статистикою, щоденниками, газетами. Але традиційні методи дозволяли обробляти лише невеликі фрагменти цього океану даних. Тепер же, завдяки потужним алгоритмам глибинного навчання та кластеризації, ми можемо аналізувати історичні джерела в небачених раніше масштабах.

Особливо вражають перспективи застосування предиктивних моделей у вивченні історії [48]. Ці системи, навчені на величезних масивах даних, можуть

не просто розпізнавати закономірності в минулому, а й будувати обґрунтовані припущення про альтернативні сценарії розвитку подій. Звісно, йдеться не про якісь фантастичні "прогнози минулого", а про більш глибоке розуміння логіки історичних процесів. Адже кожна подія - це результат складної взаємодії безлічі факторів, і змінивши деякі вихідні умови, ми можемо змоделювати, як би розвивалася ситуація за інших обставин. Це відкриває неймовірні перспективи для дослідження "можливих історій", для аналізу тих розвилок і поворотних моментів, які визначали хід людства.

Але важливо розуміти, що технології штучного інтелекту - це не чарівна паличка, яка миттєво вирішує всі проблеми історичної науки. Це потужний інструмент, який вимагає вміння і відповідального використання. Адже ключовою проблемою залишається так звана "чорна скринька" - складність або навіть неможливість зрозуміти, як саме алгоритм дійшов до того чи іншого висновку [56]. І якщо в прикладних сферах це може бути прийнятним, то в історичній науці, де верифікованість та прозорість доказової бази є наріжним каменем, така непрозорість викликає серйозні методологічні питання. Тому впровадження ШІ в історичні дослідження вимагає розробки надійних протоколів верифікації, створення системи, яка дозволить відстежувати і перевіряти логіку алгоритмів.

Не менш важливими є й етичні аспекти - адже ми маємо справу не просто з байтами даних, а з реальними людськими долями, зафіксованими в історичних джерелах. Питання приватності, конфіденційності, запобігання маніпуляціям - все це має бути в центрі уваги при впровадженні ШІ в історичну науку. Тому найкращий підхід - це не сліпе захоплення технологіями, а розумний і критичний аналіз їх можливостей та обмежень. Майбутнє історичних досліджень - за синергією "цифри" та "наративу", машинних розрахунків та людської інтуїції. ШІ може взяти на себе рутинну роботу, звільнивши час та ресурси істориків для творчого осмислення минулого. Він може вказати на раніше непомічені закономірності, поставити несподівані запитання, розширити горизонти нашого

бачення. Але остаточну інтерпретацію, наповнення сухих даних живим смислом - це має робити людина-дослідник.

Тому так важливо розвивати міждисциплінарні компетенції, готувати нове покоління "цифрових гуманітаріїв", які однаково добре почуваються і в архівах, і в дата-центрах. Важливо створювати платформи для діалогу між істориками, програмістами, дата-сайєнтистами. Адже тільки в спільній роботі народжуються по-справжньому інноваційні рішення. І, мабуть, головне - не забувати, що за всіма цими технологіями та інноваціями стоїть жива історія, сповнена драм, надій, помилок та прозрінь наших предків. ШІ може зробити наше бачення минулого більш об'ємним, детальним, багатовимірним. Але щоб це бачення стало мудрістю, необхідна етична позиція дослідника, його здатність до співпереживання, до діалогу з минулим. Тільки так ми зможемо не просто накопичувати знання, а й витягати з історії уроки, актуальні для нашого сьогодення і майбутнього.

Отже, підіб'ємо підсумки. Застосування комп'ютерного зору, аналізу великих даних та інших технологій штучного інтелекту відкриває грандіозні перспективи для історичної науки:

1. Реставрація та колоризація пошкоджених історичних зображень дозволяє побачити минуле в усій повноті барв, деталей та емоцій.
2. Автоматичне розпізнавання та класифікація візуальних джерел економить роки рутинної роботи та відкриває нові горизонти для досліджень.
3. Віртуальні реконструкції та інтерактивні моделі дозволяють "зануритися" в історичне середовище, відчувати себе безпосереднім свідком подій.
4. Обробка текстових масивів за допомогою машинного навчання виявляє приховані закономірності, тренди та фактори історичних процесів.
5. Предиктивні моделі дозволяють досліджувати альтернативні сценарії розвитку подій, глибше розуміти механізми історії.
6. Інтеграція різних типів даних створює багатовимірну картину минулого, де кожне джерело доповнює і збагачує інші.

Водночас, ці технології ставлять перед істориками нові виклики - методологічні, етичні тощо. Необхідно розробляти надійні протоколи верифікації результатів, отриманих за допомогою ШІ. Треба знаходити баланс між захистом приватності та відкритістю даних. Слід розвивати міждисциплінарні навички та створювати простір для співпраці гуманітаріїв і технологів.

Але найголовніше - за всім цим не загубити людський вимір історії, не перетворити її на набір байтів та алгоритмів. ШІ - це потужний інструмент, але він ніколи не замінить мудрості, емпатії та відповідальності дослідника. Тому майбутнє історичної науки - за синергією "штучного" та "людського" інтелекту, за гармонійним поєднанням інновацій та традицій.

3.3. Проблеми і виклики в інтеграції ШІ в історичні проекти

Інтеграція штучного інтелекту в історичні проекти - це складний міждисциплінарний виклик, що охоплює не лише технологічні аспекти, але й методологічні, етичні та соціальні виміри історичної науки. Впровадження ШІ відкриває нові можливості для аналізу та інтерпретації даних, однак водночас створює низку проблем, які потребують ретельного осмислення та зваженого підходу.

У контексті цифрової трансформації гуманітарних наук питання застосування ШІ в історичних дослідженнях набуває особливої актуальності. Ця трансформація вимагає переосмислення традиційних методів роботи з історичними джерелами та даними. Важливо розуміти, що інтеграція ШІ - це не просто технічне питання автоматизації певних процесів, а комплексний виклик, який вимагає глибокого розуміння як технологічних можливостей та обмежень ШІ, так і специфіки історичної науки. Саме такий міждисциплінарний погляд дозволяє досягнути справжній масштаб проблем та визначити оптимальні шляхи їх подолання, зберігаючи при цьому високі академічні стандарти та забезпечуючи належну якість наукових досліджень в умовах стрімкого розвитку технологічних інновацій.

Аналіз міжнародних рекомендацій та звітів дозволив систематизувати ключові етичні принципи використання ШІ, що формують фундамент для його відповідального впровадження:

- принцип ефективного управління та керівництва (міждисциплінарне планування, постійний моніторинг та оцінка результатів);
- принцип прозорості та підзвітності (зрозумілість, пояснюваність процесів та можливість їх аудиту);
- принцип сталості та пропорційності (гармонійний розвиток з урахуванням економічних, екологічних та соціальних факторів);
- принципи конфіденційності користувацьких даних, безпеки та захисту інформації;
- принцип інклюзивності (недискримінаційний підхід та забезпечення рівного доступу для всіх користувачів).

Актуальність цих етичних принципів та пов'язаних з ними викликів підтверджується результатами всеукраїнського дослідження "Відкрита наука в закладах вищої освіти України", проведеного Інститутом вищої освіти НАПН України у 2023 році. Опитування понад 1,5 тисяч респондентів із 110 ЗВО демонструє неоднозначне ставлення академічної спільноти до впровадження ШІ: хоча 66,2% вбачають у розвитку ШІ нові можливості для дослідницької діяльності, 13,6% висловлюють занепокоєння щодо потенційних загроз для наукових досліджень, а 16,9% вважають, що розвиток ШІ не має суттєвого впливу на процес наукового пізнання [2].

Контекстуалізація даних має велике значення при застосуванні ШІ в історичних дослідженнях. Штучний інтелект повинен вміти розпізнавати та враховувати історичний контекст створення документів, включаючи політичні, соціальні та економічні обставини того часу. Це необхідно для правильного розуміння мотивів авторів та істинного значення написаного. Все це вимагає створення спеціалізованих алгоритмів та моделей машинного навчання, здатних враховувати особливості історичних текстів. Такі моделі повинні бути навчені на великих обсягах історичних документів різних періодів та регіонів, з

урахуванням їх мовних, культурних та стилістичних особливостей. При цьому важливо забезпечити можливість постійного вдосконалення та адаптації цих моделей у міру появи нових історичних даних та розвитку методів їх аналізу.

Наступним викликом є забезпечення об'єктивності та неупередженості при аналізі історичних подій штучним інтелектом. Він торкається фундаментальних питань історичної науки та етики використання технологій. Штучний інтелект, як і будь-яка технологія машинного навчання, значною мірою залежить від даних, на яких він навчається. Історичні джерела, які використовуються для навчання ШІ, часто відображають домінуючі погляди та наративи свого часу. Наприклад, колоніальні документи зазвичай написані з перспективи колонізаторів, а не колонізованих народів, що створює однобічне висвітлення історичних подій. Проблема стає ще складнішою, коли мова йде про інтерпретацію чутливих історичних тем, таких як Голокост. Історичні документи цього періоду можуть містити антисемітську пропаганду, псевдонаукові расові теорії та інші форми дискримінації. Якщо ШІ не буде спеціально навчений розпізнавати та критично оцінювати такі упередження, він може почати відтворювати ці шкідливі наративи у своїх аналізах.

Тобто серйозною проблемою є репрезентативність джерел в цілому. Історичні документи, які дійшли до нас, часто представляють погляди та досвід певних соціальних груп - зазвичай освічених, заможних і переважно чоловіків. Голоси маргіналізованих груп - жінок, меншин, бідних верств населення - часто відсутні в історичних джерелах або представлені через призму домінуючих груп. ШІ, навчений на таких обмежених даних, може продовжувати цю історичну несправедливість, створюючи неповну або викривлену картину минулого.

Розглянемо приклад: при застосуванні ШІ в мистецтвознавстві одним із помітних упереджень є відсутність жінок-художниць та репрезентації жінок в цілому [28]. Тобто, при певному наборі даних, вибір та використання цих даних може увічнювати вже існуючі упередження, а також створювати нові. Такі проблеми стали особливо помітними при застосуванні ШІ в останні роки.

Але навіть сучасні інтерпретації історичних подій не є вільними від упереджень. Сучасні історики та дослідники можуть мати свої власні упередження та припущення, які впливають на їхню інтерпретацію історичних даних. Коли ці інтерпретації використовуються для навчання ІІІ, вони можуть створювати новий шар упереджень. Щоб вирішити ці проблеми, потрібен комплексний підхід до навчання ІІІ, який включав би кілька ключових елементів:

1. Створення різноманітних наборів навчальних даних, які представляють різні перспективи та погляди на історичні події.
2. Розробка спеціальних алгоритмів для виявлення та корекції історичних упереджень.
3. Забезпечення прозорості роботи ІІІ, щоб дослідники могли розуміти, як саме він приходить до своїх висновків.
4. Розвиток міждисциплінарного діалогу між істориками, фахівцями з етики та розробниками ІІІ. Це допоможе краще розуміти природу історичних упереджень та розробляти ефективні стратегії їх подолання.
5. Залучення до цього процесу представників різних спільнот, особливо тих, чия історія була маргіналізована або викривлена в минулому.

Важливо пам'ятати, що мета полягає не в тому, щоб створити повністю "нейтральний" ІІІ - це навряд чи можливо, - а в тому, щоб розробити системи, які усвідомлюють свої обмеження і можуть працювати з ними прозоро та відповідально. Це дозволить використовувати потенціал ІІІ для історичних досліджень, одночасно уникаючи відтворення та посилення історичних несправедливостей.

Ще однією серйозною проблемою є збереження автентичності історичних матеріалів при їх цифровізації та обробці ІІІ. Це питання стосується не лише технічних аспектів, але й збереження історичної спадщини для майбутніх поколінь. У процесі оцифрування історичних документів виникає ряд технічних викликів. Наприклад, навіть найсучасніше обладнання для сканування та фотографування може не вловити всі нюанси текстури старовинного паперу,

який часто несе важливу історичну інформацію. За текстурою паперу можна визначити місце і час його виготовлення, що може бути критично важливим для датування документа. Крім того, різні види чорнила по-різному відображаються при скануванні, що може призвести до втрати важливих деталей або навіть зробити частину тексту нечитабельною.

Окремої уваги заслуговують водяні знаки на історичних документах. Ці знаки часто використовувалися для підтвердження автентичності документів або визначення їхнього походження. При звичайному скануванні водяні знаки можуть бути практично невидимими, а спеціальні методи їх виявлення можуть бути складними у реалізації або недоступними для багатьох архівів та бібліотек. Втрата цієї інформації може суттєво ускладнити роботу істориків та архівістів у майбутньому.

Почерк також є важливим аспектом історичних документів, який може постраждати при цифровізації. Особливості почерку можуть багато розповісти про автора документа, його освіту, соціальний статус, а іноді навіть про його емоційний стан у момент написання. При оцифруванні ці тонкі нюанси можуть бути втрачені, особливо якщо алгоритми ШІ намагаються "покращити" читабельність тексту шляхом стандартизації написання літер.

Ця стандартизація тексту ШІ заслуговує окремої уваги, оскільки алгоритми, розроблені для роботи з сучасними текстами, часто не враховують специфіку історичних матеріалів. Сучасні системи машинного навчання зазвичай налаштовані на виявлення та виправлення того, що вони розпізнають як помилки або відхилення від стандартної мови. Однак у контексті історичних документів те, що алгоритм сприймає як "помилку", може бути важливою лінгвістичною або історичною особливістю, яка несе в собі цінну інформацію про період створення документа, його автора або культурний контекст. Особливо проблематичним є те, що алгоритми можуть автоматично "виправляти" архаїчні форми слів, діалектизми або регіональні варіанти написання, які мають велике значення для розуміння історичного розвитку мови та культури. Наприклад, коли ШІ стикається з застарілими формами слів або специфічними діалектними виразами,

він може автоматично замінити їх на сучасні еквіваленти, втрачаючи при цьому важливу інформацію про мовні особливості певного історичного періоду або регіону. Така стандартизація може призвести до втрати цінних лінгвістичних даних, корисних для дослідників історії мови, діалектології та соціолінгвістики.

Більше того, навмисні відхилення від стандартної орфографії у історичних текстах часто мали особливе значення – вони могли відображати особисті преференції автора, його освітній рівень, соціальний статус або навіть політичні погляди. У деяких випадках такі відхилення могли використовуватися як засіб кодування інформації або як спосіб вираження протесту проти мовних норм того часу. Коли алгоритми ШІ автоматично "виправляють" такі особливості, вони не лише спотворюють оригінальний текст, але й позбавляють дослідників важливих історичних свідчень про соціальні та культурні процеси минулого. Тому розробка систем ШІ для роботи з історичними текстами потребує особливо уважного підходу до збереження всіх оригінальних особливостей тексту, навіть якщо вони здаються помилковими з точки зору сучасних мовних норм.

Особливу складність представляє збереження тривимірних особливостей документів. Наприклад, відбитки печаток, рельєфні написи, сліди згинів паперу - все це може мати історичне значення, але важко піддається якісній цифровізації. Навіть якщо такі особливості вдається зафіксувати за допомогою спеціального обладнання, виникає питання про формат зберігання цих даних та можливість їх подальшого використання.

Не менш важливим при використанні ШІ є зберігання метаданих. При цифровізації необхідно не лише зберегти сам документ, але й всю супутню інформацію про його походження, історію зберігання, реставрації тощо. Ця інформація повинна бути структурована таким чином, щоб її можна було ефективно використовувати при подальших дослідженнях. Далі стикаємося з питанням форматів зберігання цифрових копій. Формати повинні забезпечувати не лише якісне збереження всіх особливостей документа, але й можливість їх довготривалого зберігання та доступності для майбутніх дослідників. При цьому важливо враховувати, що технології постійно розвиваються, і формати, які

здаються оптимальними сьогодні, можуть виявитися застарілими через кілька років. Важливим є створення резервних копій та забезпечення безпеки цифрових архівів. Історичні документи, особливо унікальні, потребують надійних систем зберігання та захисту від можливих технічних збоїв, кібератак або інших загроз.

Також, при інтеграції ІІІ у історичні дослідження ставить перед нами низку унікальних викликів, пов'язаних з обробкою різноманітних типів історичних матеріалів. Кожен вид візуальних джерел - фотографії, картини, гравюри, карти - має свої особливості та вимагає специфічних підходів до аналізу. Наприклад, історичні фотографії часто мають пошкодження, вицвілі ділянки або низьку якість, що ускладнює їх обробку. Картини та гравюри можуть містити символічні елементи та алегорії, які потребують особливих алгоритмів розпізнавання та інтерпретації. Історичні карти часто використовують нестандартні проекції та системи позначень, що створює додаткові складнощі для їх аналізу.

Аудіоматеріали представляють свою специфіку через різноманіття форматів запису та якість збереження. Ранні звукозаписи можуть мати значні шуми та спотворення, які потребують складних алгоритмів очищення та відновлення. Крім того, історичні аудіозаписи часто містять діалекти, застарілі форми вимови або навіть мертві мови, що створює додаткові складнощі для їх розшифрування та аналізу ІІІ.

Відеоматеріали, хоча й з'явилися відносно недавно в історичному масштабі, також мають значні технічні проблеми. Старі кінострічки можуть мати механічні пошкодження, проблеми з синхронізацією звуку та зображення, різну частоту кадрів. Крім того, ранні відеозаписи часто не мали стандартизованих форматів, що ускладнює їх оцифрування та обробку сучасними системами.

Інтеграція всіх цих типів даних в єдину систему створює додаткові виклики на кількох рівнях:

1. Технічна сумісність форматів. Необхідно розробити систему, яка може працювати з різними форматами даних та забезпечувати їх коректне відображення та обробку. Це вимагає створення складних конвертерів та систем управління даними.

2. Синхронізація та співвіднесення різних типів даних. Наприклад, як правильно пов'язати текстовий опис історичної події з фотографіями цієї події та аудіозаписами свідків? Це вимагає розробки складних систем метаданих та алгоритмів встановлення зв'язків між різними типами контенту.
3. Створення єдиної системи пошуку та аналізу, яка може працювати з усіма типами даних одночасно. Така система повинна вміти знаходити релевантну інформацію незалежно від того, в якому форматі вона представлена, та встановлювати змістові зв'язки між різними матеріалами.
4. Забезпечення цілісності історичного нарративу при роботі з різними типами даних. ІІІ повинен вміти створювати цілісну картину історичних подій, спираючись на всі доступні джерела інформації. Це вимагає аналізу та синтезу даних, які можуть враховувати контекст та взаємозв'язки між різними матеріалами.
5. Забезпечення якості та достовірності результатів аналізу. При роботі з різними типами даних зростає ризик помилок та неправильних інтерпретацій. Необхідно розробити системи верифікації та валідації результатів, які можуть працювати з різними типами контенту.

Важливим аспектом є також проблема масштабування таких систем. З кожним роком кількість оцифрованих історичних матеріалів зростає, і системи повинні бути здатні ефективно працювати з великими обсягами різнорідних даних. Це вимагає оптимізації алгоритмів та розробки ефективних систем зберігання та обробки даних.

Забезпечення прозорості та пояснюваності рішень ІІІ в історичному аналізі - це одне з найважчих питань у контексті використання сучасних технологій для історичних досліджень. Історія як наукова дисципліна базується на принципі верифікації - можливості перевірити та підтвердити будь-який висновок чи твердження. Коли історик працює з джерелами традиційним способом, він може чітко показати свій дослідницький шлях: які документи він вивчав, як аналізував

інформацію, як зіставляв різні джерела, і як прийшов до своїх висновків. Кожен крок цього процесу може бути перевірений іншими дослідниками.

Коли ж до історичного аналізу долучається ІІІ, ситуація значно ускладнюється. Сучасні системи ІІІ можуть одночасно аналізувати величезні масиви даних - тисячі документів, зображень, аудіо- та відеоматеріалів. Вони можуть знаходити складні взаємозв'язки та закономірності, які людина могла б пропустити. Однак процес цього аналізу часто залишається непрозорим для дослідників. Для подолання цієї проблеми розробляються різні підходи. Один з найперспективніших - створення систем "пояснюваного штучного інтелекту" (explainable AI) [27]. Такі системи проєктуються таким чином, щоб не просто надавати результати, але й пояснювати процес їх отримання. Наприклад, система може генерувати детальні звіти, які показують:

1. які конкретні документи були проаналізовані;
2. які ключові особливості були виявлені;
3. як оцінювалася надійність різних джерел;
4. які альтернативні гіпотези розглядалися;
5. який рівень впевненості система має у своїх висновках.

Інший важливий напрямок - розробка інтерактивних інтерфейсів, які дозволяють дослідникам "заглядати" всередину системи на різних етапах аналізу. Такі інтерфейси можуть візуалізувати процес обробки даних, показувати встановлені зв'язки між документами, дозволяти дослідникам втручатися в процес аналізу та перевіряти різні гіпотези.

Доступ до історичних даних для навчання ІІІ - інша практична перешкода у розвитку цифрових історичних проєктів. Для ефективного навчання систем штучного інтелекту потрібні величезні масиви даних. Недостатньо мати доступ до кількох десятків або навіть сотень документів - для створення дійсно потужних алгоритмів потрібні тисячі або навіть мільйони навчальних прикладів. Однак у випадку з історичними документами отримання такої кількості матеріалів стає надзвичайно складним завданням через правові обмеження, приватні колекції, чутливу інформацію, надмірну бюрократизацію та фінансовий

аспект. Для вирішення цих проблем необхідний комплексний підхід, який би включав:

- розробку чітких правових механізмів для використання історичних документів у проєктах зі штучним інтелектом;
- створення спеціальних програм фінансування для оцифрування історичних колекцій;
- розвиток співпраці між різними архівами та установами для обміну даними;
- розробку технічних стандартів для оцифрування та зберігання історичних документів;
- створення етичних посібників для роботи з чутливими історичними матеріалами.

Тільки такий всебічний підхід може забезпечити створення дійсно репрезентативних наборів даних для навчання систем штучного інтелекту в історичних дослідженнях і дозволить максимально ефективно використовувати потенціал ШІ для вивчення нашого минулого.

Але, все ж таки, на нашу думку, найскладнішим та найфундаментальнішим викликом є саме етичні питання щодо визначення меж застосування штучного інтелекту в історичних дослідженнях у контексті цифровізації історичної науки. Це питання торкається самої суті історичного пізнання та ролі дослідника у процесі розуміння минулого.

Історія як наука завжди балансувала між об'єктивним аналізом фактів та їх суб'єктивною інтерпретацією. Історик не просто збирає та систематизує дані - він намагається зрозуміти мотиви людей минулого, контекст їхніх рішень, складні переплетіння причин та наслідків історичних подій. У цьому процесі важливу роль відіграє те, що можна назвати "історичною емпатією" - здатність розуміти минуле не лише через факти, але й через людський досвід.

Коли ми говоримо про використання ШІ в історичних дослідженнях, виникає фундаментальне питання: чи може машина, навіть найдосконаліша, по-справжньому "зрозуміти" історію? Штучний інтелект може блискуче

аналізувати величезні масиви даних, знаходити приховані закономірності, встановлювати кореляції між подіями. Але чи здатний він вловити тонкі нюанси людських емоцій, культурних контекстів, моральних дилем, які становлять сутність історичного процесу?

Візьмемо, наприклад, аналіз документів періоду Великої депресії в США. Штучний інтелект може майстерно опрацьовувати економічну статистику, фінансові звіти банків, дані про банкрутства підприємств та рівень безробіття. Він здатен створювати складні моделі економічного спаду, відстежувати ланцюгові реакції в фінансовій системі, аналізувати зміни цін на біржі та виявляти закономірності в поширенні кризових явищ між різними секторами економіки. Але чи може машинний алгоритм по-справжньому осягнути людський вимір цієї кризи? Чи здатен він відчувти відчай фермера, який втрачає родинну ферму, що передавалася з покоління в покоління? Чи може він зрозуміти психологічну травму батька, який більше не може прогледувати свою родину, або надію та розпач людей, які стояли в нескінченних чергах за безкоштовним супом? Чи спроможний штучний інтелект осмислити, як ця криза змінила світогляд цілого покоління американців, їхнє ставлення до грошей, ризику, соціальної відповідальності? І, що найважливіше, чи повинен він це робити?

Особливої гостроти набуває питання довіри до машинного аналізу при вивченні складних, суперечливих історичних подій. Історія часто не має однозначних відповідей - одна й та сама подія може мати різні інтерпретації, залежно від перспективи та контексту. Історики витрачають роки на вивчення джерел, занурення в епоху, розуміння різних точок зору. Чи можна довірити машині робити висновки про такі складні історичні процеси?

При цьому важливо уникнути крайнощів. З одного боку, було б помилкою повністю відкидати потенціал ІІІ в історичних дослідженнях. Сучасні технології відкривають безпрецедентні можливості для аналізу та розуміння минулого. Вони можуть допомогти історикам обробляти величезні масиви даних, знаходити нові зв'язки між подіями, перевіряти гіпотези на основі більшої

кількості джерел. З іншого боку, не можна допустити, щоб технологічні можливості затьмарили людський аспект історичного дослідження. Історія - це не просто набір фактів та закономірностей. Це жива тканина людського досвіду, сповнена надій, страхів, мрій, розчарувань, перемог і поразок. Зберегти цей людський вимір при використанні новітніх технологій - одне з ключових завдань сучасної історичної науки.

Важливо також розуміти, що використання штучного інтелекту в історичних дослідженнях піднімає питання відповідальності. Хто несе відповідальність за висновки, зроблені машиною? Як забезпечити етичне використання історичних даних? Як захистити приватність історичних осіб при масовій обробці персональних даних минулого?

Пошук балансу між технологічними можливостями та традиційними методами історичного дослідження вимагає нового підходу до історичної методології. ШІ повинен стати не заміною історика, а його помічником, інструментом, який розширює можливості дослідження, але не замінює людське розуміння та інтерпретацію. Цей баланс можна уявити як своєрідний симбіоз, де машина бере на себе завдання, які вимагають обробки великих обсягів даних, пошуку закономірностей, перевірки гіпотез, а історик зосереджується на інтерпретації, контекстуалізації, розумінні людського виміру історичних подій. Такий підхід дозволить максимально використати переваги обох світів - технологічну потужність штучного інтелекту та глибину людського розуміння історії.

У кінцевому підсумку, визначення етичних меж застосування штучного інтелекту в історичних дослідженнях - це не просто технічне чи методологічне питання. Це фундаментальне питання про те, як ми хочемо вивчати та розуміти наше минуле, як зберегти баланс між технологічним прогресом та гуманістичними цінностями в історичній науці. Відповідь на це питання визначить не лише майбутнє історичних досліджень, але й наше розуміння власного минулого та його уроків для майбутнього.

3.4. Вплив ШІ на користувацький досвід в історичних інтерактивних проєктах

Штучний інтелект відкрив нові горизонти для історичних інтерактивних проєктів, дозволяючи створювати персоналізований та захоплюючий досвід занурення в минуле. Ця технологія трансформує способи взаємодії користувачів з історичним контентом, надаючи музеям, освітнім платформам та культурним установам можливість розробляти більш інформативні та цікаві експозиції.

Щоб краще зрозуміти, як ШІ змінює досвід користувачів, давайте поглянемо на деякі конкретні приклади:

1. "Anne Frank House VR" - проєкт, розроблений Force Field VR та музеєм Анни Франк в Амстердамі. Система використовує алгоритми машинного навчання для аналізу поведінки відвідувача (як довго він затримується біля певних об'єктів, які питання ставить, якими аспектами історії цікавиться) і на основі цих даних модифікує маршрут віртуальної екскурсії та глибину подання інформації [7].
2. "HistoryAI" від HyperWrite - освітня платформа, яка починає з базового тестування знань студента, але постійно оновлює свою модель розуміння його інтересів та здібностей. Якщо студент виявляє особливий інтерес до певної теми (наприклад, економічної історії), система автоматично включає більше відповідного контексту навіть при вивченні інших подій [31].

Однак персоналізація контенту за допомогою ШІ також підіймає важливі етичні питання. Музеї та освітні установи мають забезпечувати баланс між адаптацією та збереженням історичної об'єктивності. Наприклад, Smithsonian Institution розробила спеціальні етичні рекомендації для використання ШІ в своїх цифрових проєктах, які гарантують, що персоналізація не призводить до викривлення історичних фактів [21].

У майбутньому ми можемо очікувати впровадження більш складних алгоритмів емоційного інтелекту, які зможуть краще розуміти не лише інтелектуальні, але й емоційні потреби користувачів, адаптуючи не лише зміст,

але й спосіб подання інформації. Також розроблятимуться системи, здатні створювати повністю індивідуалізовані лінії, які пов'язують різні історичні події та періоди відповідно до особистих інтересів та способу мислення кожного користувача.

Ще однією революційною зміною, яку приніс ШІ в історичні проекти, стало впровадження природномовного інтерфейсу. Ця технологія дозволяє користувачам взаємодіяти з історичною інформацією в більш інтуїтивний та природний спосіб. У основі природномовного інтерфейсу лежать великі мовні моделі (LLM), які обробляють текстові запити користувачів. Ці моделі навчені на величезних масивах історичних текстів, документів, досліджень та діалогів, що дозволяє їм розуміти контекст та нюанси історичних періодів.

Наприклад, у проекті Dimensions in Testimony, створеному USC Shoah Foundation [22], відвідувачі можуть спілкуватися з віртуальними свідками Голокосту. Система використовує записані відеосвідчення тих, хто вижив, у поєднанні з природномовною обробкою, щоб створити правдоподібний діалог. Коли відвідувач ставить запитання, система аналізує його зміст, емоційний контекст та історичний період, про який йдеться, щоб вибрати найбільш відповідну частину свідчення.

Технічно процес обробки запиту користувача включає кілька етапів:

1. розпізнавання мови (якщо використовується голосовий інтерфейс);
2. аналіз семантичної структури запитання;
3. визначення історичного контексту;
4. пошук релевантної інформації в базі даних;
5. генерація природної відповіді.

Важливим аспектом є здатність системи підтримувати контекстуальний діалог. Наприклад, якщо відвідувач спочатку запитує про початок Другої світової війни, а потім ставить запитання "А що відбувалося в цей час у Північній Африці?", система розуміє, що "цей час" відноситься до раніше згаданого періоду.

Інший приклад - проєкт TimeLooper, який використовується в багатьох історичних місцях. Він демонструє, як природномовний інтерфейс може поєднуватися з доповненою реальністю. Відвідувачі можуть не лише бачити історичні реконструкції, але й ставити питання про те, що вони бачать, отримуючи контекстуальні відповіді від віртуальних істориків [61].

Системи також здатні адаптувати складність відповідей залежно від рівня знань користувача. Якщо система визначає, що користувач має базові знання, вона може надавати більш детальні пояснення та контекст. Для експертів система може використовувати більш специфічну термінологію та надавати посилання на першоджерела.

Технологія природномовного інтерфейсу продовжує розвиватися. Сучасні розробки включають:

- покращення розпізнавання емоційного контексту в запитаннях;
- розширення можливостей підтримки довгих діалогів з збереженням контексту;
- інтеграцію з системами комп'ютерного зору для відповідей на питання про фізичні об'єкти;
- вдосконалення здатності системи пояснювати історичні причинно-наслідкові зв'язки.

Проте існують і певні обмеження. Системи все ще можуть мати труднощі з розумінням дуже специфічних або складних запитань, особливо тих, що вимагають синтезу інформації з різних джерел. Також важливо зберігати баланс між захопливістю діалогу та історичною точністю.

Загалом, впровадження природномовного інтерфейсу значно демократизувало доступ до історичних знань, зробивши їх більш доступними та цікавими для широкого кола людей. Це особливо важливо для молодшого покоління, яке звикло до більш інтерактивних форм взаємодії з інформацією.

Ще одна сфера, де ШІ відкриває нові можливості для історичних проєктів - це технології комп'ютерного зору та розпізнавання об'єктів, особливо в музейній справі та історичній освіті. Основою таких систем є складний комплекс

технологій комп'ютерного зору, який включає кілька ключових компонентів. Перш за все, це системи тривимірного сканування, які створюють надзвичайно точні цифрові копії історичних артефактів. Наприклад, Британський музей використовує сучасні технології 3D-сканування та фотограмметрії для створення високоточних цифрових копій артефактів [57]. Це означає, що навіть дрібні деталі зберігаються у цифровій копії.

Інший надзвичайно цікавий приклад - проєкт "Digital Dead Sea Scrolls" [17], розроблений Музеєм Ізраїлю у співпраці з Google. Він надає доступ до цифрових версій Сувоїв Мертвого моря. На сайті відвідувачі можуть переглядати п'ять повністю оцифрованих сувоїв, включаючи Великий сувій Icaï (1QIsaa), який є найдавнішим біблійним манускриптом у світі.

Платформа дозволяє користувачам:

- масштабувати зображення для детального вивчення тексту;
- читати переклади та коментарі до різних частин сувоїв;
- отримувати додаткову інформацію про їхнє історичне значення та зміст.

Особливістю проєкту є надзвичайно висока роздільна здатність зображень, яка дозволяє розглядати найдрібніші деталі тексту та матеріалу сувоїв. Сайт також містить вичерпну інформацію про історію знахідки сувоїв, їхнє значення для розуміння розвитку юдаїзму та раннього християнства, а також про методи їх збереження та дослідження.

У міру розвитку технологій штучного інтелекту, очікується революційний прорив у системах розпізнавання жестів та взаємодії людини з віртуальними об'єктами. Уявіть собі музей майбутнього, де невидимі нейронні мережі створюють навколо відвідувача витончену взаємодію між реальним та віртуальним світами. Нова генерація систем розпізнавання жестів працюватиме на принципово іншому рівні, використовуючи квантові сенсори та голографічні камери глибини. Ці технології зможуть відстежувати не просто положення тіла в просторі, а навіть найтонші зміни в електричних імпульсах м'язів та мікрорухи очей. З частотою оновлення, що перевищує тисячу кадрів на секунду, система

створить відчуття повного злиття між намірами відвідувача та реакцією віртуальних об'єктів.

Уявіть, як легкий рух брови може наблизити деталь старовинного артефакту, а ледь помітний жест пальця дозволить "відчутти" текстуру древньої тканини через голографічний інтерфейс. Нейроінтерфейси нового покоління зможуть зчитувати навіть підсвідомі імпульси, дозволяючи відвідувачу взаємодіяти з історичними об'єктами силою думки та природних рефлексів.

Адаптивні алгоритми машинного навчання створять унікальний профіль рухів для кожного відвідувача, враховуючи особливості його моторики та природні жестикуляції. Система буде настільки чутливою, що зможе розрізняти культурні особливості жестів різних народів та адаптувати свою роботу відповідно до фізичних можливостей людей з обмеженою мобільністю.

Голографічні проєкції, керовані цією системою, створять ілюзію матеріальності віртуальних об'єктів настільки досконалу, що межа між реальним та цифровим простором практично зникне. Відвідувачі зможуть "торкатися" історичних артефактів, відчуваючи їхню вагу та текстуру. Така технологія відкриє новий вимір у вивченні історії, де кожен жест, кожен погляд, кожен подих відвідувача стане частиною захоплюючої подорожі крізь час, створюючи неповторний симбіоз між людською допитливістю та можливостями штучного інтелекту. І ми впевнені, людство прийде до цього.

Повертаючись до реальності, вже сьогодні вражаючим є використання технології доповненої реальності (AR) у поєднанні з комп'ютерним зором, яке застосовується в музеях та історичних локаціях, створюючи нові захоплюючі способи взаємодії з культурною спадщиною.

Почнемо з Лондонського музею, де відвідувачі можуть скористатися додатком "Streetmuseum" [55]. Цей додаток дозволяє побачити історичні фотографії Лондона, накладені на сучасні вулиці міста. Уявіть собі, що ви прогулюєтесь вулицями сучасного Лондона, і раптом, навівши камеру смартфона на певну будівлю чи вулицю, ви ніби потрапляєте в минуле! Система

комп'ютерного зору розпізнає локацію та накладає на неї історичне зображення, створюючи своєрідне "вікно в минуле".

Як же це працює з технічної точки зору? Додаток використовує комбінацію GPS-даних та алгоритмів розпізнавання візуальних маркерів для точного позиціонування історичних зображень. Тобто, система не лише знає, де ви знаходитесь завдяки GPS, але й аналізує те, що "бачить" камера вашого смартфона, шукаючи характерні візуальні орієнтири. Таким чином досягається дуже точне накладання історичних зображень на сучасний світ.

Ще один вражаючий приклад - проєкт "Skin and Bones" від Smithsonian Institution. Цей проєкт буквально "оживляє" експонати природничого музею. Уявіть, що ви дивитесь на скелет давно вимерлої тварини і раптом, навівши на нього планшет, бачите, як ця тварина виглядала за життя, як рухалась та полювала [54].

З технічної сторони, це досягається завдяки поєднанню маркерного та безмаркерного відстеження. Що це означає? З одного боку, система комп'ютерного зору аналізує спеціальні позначки (маркери), розміщені біля експонатів. Але з іншого боку, вона також здатна розпізнавати природні особливості самих скелетів, що дозволяє точно накладати на них віртуальні моделі навіть без спеціальних маркерів.

Звісно, як і будь-яка технологія, AR з комп'ютерним зором має певні обмеження. Наприклад, точність накладання віртуальних об'єктів може залежати від умов освітлення та кута огляду. Крім того, музеї мають знаходити баланс між використанням цих захоплюючих технологій та традиційними методами експонування, адже надмірне захоплення AR може відволікати увагу від самих артефактів.

Проте технології постійно вдосконалюються. Сучасні алгоритми комп'ютерного зору вже можуть не лише розпізнавати форму об'єктів, але й визначати матеріали, з яких вони зроблені. Це дозволяє створювати ще більш реалістичні AR-проєкції. А використання нейромереж для обробки зображень

дозволяє системам працювати швидше та точніше, навіть в складних умовах освітлення.

Отже, доповнена реальність у поєднанні з комп'ютерним зором відкриває захоплюючі перспективи для музеїв та історичних локацій. Вона дозволяє не просто пасивно дивитись на експонати, а взаємодіяти з ними, бачити їх у новому світлі, зануритись в історію. І хоча ця технологія все ще розвивається і має певні обмеження, вона вже зараз дає нам можливість по-новому поглянути на нашу культурну спадщину.

І все ж таки, на нашу думку найцікавішим є поєднання технологій віртуальної реальності (VR) та штучного інтелекту, яке зможе відкрити справді захоплюючі перспективи для історичних проєктів. Одним з найбільш вражаючих аспектів може стати створення "живих" історичних середовищ. Уявіть собі, що ви одягаєте VR-окуляри і потрапляєте не просто в реконструкцію античного міста, а в повністю інтерактивний світ, де штучний інтелект керує поведінкою кожного віртуального персонажа. Торговці на римському форумі ведуть між собою реалістичні діалоги латиною, реагують на вашу присутність і можуть навіть вступити з вами в розмову, використовуючи історично достовірну лексику та манеру спілкування.

Штучний інтелект може забезпечити безпрецедентний рівень історичної достовірності. Кожен віртуальний персонаж матиме свою історію, переконання та знання, характерні для того часу. Наприклад, середньовічний селянин не знатиме про події за межами свого регіону, але зможе детально розповісти про місцеві традиції землеробства. Міський купець буде обізнаний у торгових маршрутах та цінах, а чернець зможе обговорювати релігійні тексти відповідно до тогочасного їх розуміння.

Особливо цікавим може стати аспект "процедурної історії". ШІ зможе генерувати історичні сценарії, які хоч і не відбувалися насправді, але є цілком достовірними для свого часу. Ви могли б спостерігати за повсякденним життям середньовічного міста, де кожен персонаж займається своїми справами, реагує

на погодні умови, бере участь у святах чи реагує на історичні події. Це створить відчуття "живої історії", де кожен візит у віртуальне минуле буде унікальним.

Технологія зможе адаптувати історичний досвід під кожного користувача. Якщо ви цікавитесь економічною історією, ШІ може зосередити увагу на торгових відносинах, цінах та економічних процесах епохи. Якщо вас більше цікавить культура, система переорієнтує віртуальний світ на демонстрацію мистецтва, музики та традицій того часу.

Важливим аспектом стане можливість "багатошарового" дослідження історії. Ви зможете перемикатися між різними часовими періодами в одному й тому ж місці, спостерігаючи, як змінювалася архітектура, одяг, мова та звичаї. ШІ допоможе створити плавні переходи між епохами, пояснюючи причини та наслідки історичних змін.

Система буде створювати складні історичні симуляції, де ви зможете спостерігати за альтернативними сценаріями розвитку подій. Наприклад, як би розвивалося місто, якби певна історична подія мала інший результат? ШІ зможе генерувати правдоподібні сценарії, базуючись на історичних даних та розумінні соціально-економічних процесів.

Особливо цінним може стати освітній аспект, це може фундаментально змінити спосіб викладання та вивчення історії. Розглянемо детально, як це буде працювати на різних освітніх рівнях.

У середній школі така система стане потужним інструментом для базового історичного навчання. Уявімо типовий урок історії про Середньовіччя. Замість традиційного читання підручника, учні одягають VR-окуляри і опиняються у віртуальному середньовічному місті. Вчитель, який виступає в ролі модератора, може керувати сценарієм уроку, в той час як ШІ забезпечує інтерактивність середовища. Наприклад, під час вивчення середньовічного ремісництва учні можуть відвідати віртуальні майстерні, де ШІ-персонажі демонструють автентичні техніки роботи. Вони можуть спостерігати за роботою ковалів, гончарів, ткачів, ставити їм питання та навіть спробувати "попрацювати" з

віртуальними інструментами. Система може адаптувати складність пояснень відповідно до віку учнів та їхнього рівня розуміння.

Для вивчення важливих історичних подій система може створювати "занурювальні сцени". Наприклад, при вивченні підписання Великої хартії вольностей, учні можуть стати свідками цієї події, спостерігати за переговорами, бачити реакції різних учасників. ШІ може створювати діалоги між історичними персонажами, які пояснюють мотиви та наслідки їхніх дій мовою, зрозумілою для школярів.

Особливо цінним для середньої школи може стати аспект "історичного повсякдення". Учні зможуть дізнатися, як жили їхні однолітки в різні історичні епохи: як вони навчалися, які ігри були популярні, що їли, як одягалися. Це допоможе створити емоційний зв'язок з історією та краще запам'ятати матеріал.

У старшій школі система може пропонувати більш складні сценарії. Наприклад, учні можуть досліджувати причинно-наслідкові зв'язки історичних подій. При вивченні промислової революції вони можуть спостерігати, як поява парового двигуна вплинула на різні аспекти життя: від організації виробництва до соціальних змін у суспільстві. Важливим елементом може стати можливість "проживання" складних історичних дилем. Учні можуть опинитися в ролі історичних діячів, які мусили приймати важливі рішення. ШІ може створювати реалістичні сценарії, де учні бачать усі фактори, які впливали на прийняття рішень, розуміючи обмеження та можливості того часу.

У вищій освіті система може забезпечити ще глибший рівень занурення та аналізу. Студенти-історики можуть використовувати VR та ШІ для проведення віртуальних археологічних розкопок, де система відтворює стратиграфію реальних історичних місць. Вони можуть практикувати методи датування, аналізу артефактів та реконструкції історичного контексту.

Для вивчення історичної методології студенти можуть працювати з віртуальними архівами, де ШІ створює складні сценарії роботи з історичними документами. Система може симулювати процес історичного дослідження,

включаючи пошук та аналіз джерел, порівняння різних версій подій, виявлення упереджень у історичних документах.

Особливо цінним для вищої освіти може стати можливість моделювання складних історичних процесів. Наприклад, при вивченні економічної історії студенти можуть спостерігати, як зміни в торгових маршрутах впливали на розвиток міст, як монетарна політика впливала на соціальні процеси, як технологічні інновації змінювали структуру виробництва.

Система може підтримувати різні форми групової роботи. Студенти можуть спільно досліджувати віртуальні історичні середовища, проводити дискусії з ШІ-модерованими історичними персонажами, працювати над спільними проектами реконструкції історичних подій.

Важливим аспектом для обох рівнів освіти є можливість створення міждисциплінарних зв'язків. Наприклад, при вивченні історії науки студенти можуть "відвідати" лабораторії великих вчених, спостерігати за проведенням історичних експериментів, розуміти контекст наукових відкриттів. При вивченні історії мистецтва вони можуть "бути присутніми" при створенні великих художніх творів, розуміти техніки та матеріали, які використовувалися в різні епохи.

Система також може включати елементи оцінювання та контролю знань. ШІ буде створювати персоналізовані тести, де учні та студенти демонструватимуть не лише знання фактів, але й розуміння історичних процесів, вміння аналізувати причинно-наслідкові зв'язки, здатність приймати рішення в історичному контексті.

Для викладачів така система може стати невід'ємним інструментом планування та проведення занять. Вони зможуть створювати власні сценарії, адаптувати існуючі під потреби конкретної групи, відстежувати прогрес кожного учня чи студента, виявляти області, які потребують додаткової уваги.

При цьому важливо забезпечити баланс між технологічними інноваціями та традиційними методами навчання. VR та ШІ повинні доповнювати, а не замінювати класичні підходи до вивчення історії, такі як робота з текстами,

дискусії, написання досліджень. Технологія має стати інструментом, який робить історичне навчання більш ефективним та захоплюючим, зберігаючи при цьому академічну глибину та критичне мислення.

Технологія також відкриє нові можливості для наукових досліджень. Історики зможуть тестувати свої гіпотези у віртуальному середовищі, спостерігаючи, як різні фактори могли впливати на історичні процеси. ШІ допоможе виявляти приховані зв'язки та закономірності в історичних даних, створюючи нові можливості для розуміння минулого.

При цьому важливо розуміти, що така технологія повинна базуватися на ретельній науковій роботі. Кожен елемент віртуального світу - від архітектури до соціальних взаємодій - має бути історично достовірним. ШІ повинен працювати з величезними масивами історичних даних, включаючи археологічні знахідки, історичні документи, лінгвістичні дослідження, щоб створювати максимально точні реконструкції минулого.

Проте найголовнішим досягненням може стати створення відчуття справжньої присутності в минулому. Це вже не буде просто перегляд історичної реконструкції - це буде повноцінне занурення в історичну епоху, де кожна деталь, кожна взаємодія створює відчуття реального досвіду перебування в минулому. Така технологія може радикально змінити наше розуміння історії, зробивши її більш доступною, зрозумілою та захоплюючою для кожного.

При цьому, ми знову наголосимо, що технології ШІ не замінюють традиційні методи історичного дослідження, а доповнюють їх. Вони дають нові інструменти для аналізу та інтерпретації історичних даних, дозволяють тестувати гіпотези та виявляти нові зв'язки, але основа історичної науки – критичний аналіз джерел та ретельна методологія – залишається незмінною.

Використання VR та ШІ в історичних дослідженнях також піднімає важливі методологічні питання: як забезпечити об'єктивність реконструкцій, як враховувати неповноту історичних даних, як уникнути надмірної інтерпретації при створенні віртуальних моделей. Ці питання потребують серйозного

обговорення в науковому співтоваристві та розробки відповідних методологічних принципів.

Висновки до розділу 3

Підіб'ємо підсумки третього розділу, практично орієнтованого розділу дипломної роботи, де ми дослідили різноманітні аспекти впровадження штучного інтелекту в цифрові історичні проєкти.

У першому підрозділі ми розглянули процес інституціоналізації використання ШІ в історичних дослідженнях. Ми з'ясували, що цей процес відбувається одночасно на кількох взаємопов'язаних рівнях:

1. Модернізація традиційних установ культурної пам'яті (музеїв, архівів, бібліотек) через створення спеціалізованих відділів цифрової науки.
2. Створення нових типів установ, спеціально орієнтованих на розробку та впровадження цифрових технологій в історичні дослідження. Наприклад, Roy Rosenzweig Center for History and New Media при Університеті Джорджа Мейсона став першовідкривачем у цій галузі, розробивши такі важливі інструменти як Zotero та Omeka.
3. Розвиток міжнародних мереж співпраці, які забезпечують обмін досвідом, стандартизацію процесів та координацію зусиль у глобальному масштабі. Наприклад, Digital Research Infrastructure for the Arts and Humanities (DARIAH) представляє собою загальноєвропейську мережу, яка підтримує цифрові дослідження в гуманітарних науках.

Ми також розглянули роль спеціалізованих центрів цифрових інновацій (European Digital Innovation Hubs, EDIH) при Європейській комісії, які функціонують як універсальні центри, надаючи технологічну експертизу, можливості тестування інновацій, навчання та пошуку фінансування для проєктів у сфері діджиталізації. Процес інституціоналізації також включає розробку уніфікованих підходів до роботи з цифровими зображеннями історичних документів (наприклад, стандарти IIIF), створення нових освітніх програм з цифрової гуманітаристики, розвиток національних інфраструктур для

підтримки цифрових історичних проєктів (як-от Huma-Num у Франції), розвиток механізмів фінансування (зокрема через європейську програму Horizon Europe) та формування глобальних професійних спільнот (як-от Alliance of Digital Humanities Organizations, ADHO).

У другому підрозділі ми детально розглянули методи інтеграції ІІ в цифрові історичні проєкти. Ми з'ясували, що сучасна цифрова історія базується на міждисциплінарному підході, органічно поєднуючи традиційні історичні методології з новітніми досягненнями комп'ютерних та інформаційних наук. ІІ не замінює, а розширює можливості традиційної історичної науки, посилюючи базові дослідницькі практики через автоматизацію рутинних операцій та відкриття нових перспектив аналізу історичних даних.

Одним з найпотужніших практичних інструментів інтеграції ІІ в історичні дослідження є системи обробки природної мови (Natural Language Processing, NLP). Вони дозволяють автоматизувати роботу з текстовими історичними джерелами - розпізнавати та транскрибувати документи, проводити їх глибокий семантичний аналіз, виявляти приховані зв'язки між джерелами, здійснювати автоматичну класифікацію та категоризацію текстів. Морфологічний, синтаксичний, семантичний аналіз, розпізнавання іменованих сутностей, тематичне моделювання, аналіз тональності - всі ці NLP-інструменти допомагають історикам "препарувати" тексти минулого, витягуючи з них максимум даних та сенсів. Іншою революційною технологією, яка змінює обличчя історичної науки, є комп'ютерний зір. Сучасні алгоритми, засновані на згорткових нейронних мережах (CNN) та генеративних змагальних мережах (GAN), здатні реставрувати та колоризувати пошкоджені історичні зображення, систематизувати та досліджувати величезні візуальні архіви.

Аналіз великих даних та машинне навчання дозволяють аналізувати історичні джерела в небачених раніше масштабах. Особливо вражають перспективи застосування предиктивних моделей у вивченні історії. Ці системи, навчені на величезних масивах даних, можуть не просто розпізнавати закономірності в минулому, а й будувати обґрунтовані припущення про

альтернативні сценарії розвитку подій. Водночас ми відзначили, що технології ШІ - це потужний інструмент, який вимагає вмілого і відповідального використання. Ключовою проблемою залишається так звана "чорна скринька" - складність або навіть неможливість зрозуміти, як саме алгоритм дійшов до того чи іншого висновку. Тому впровадження ШІ в історичні дослідження вимагає розробки надійних протоколів верифікації, створення системи, яка дозволить відстежувати і перевіряти логіку алгоритмів.

У третьому підрозділі ми зосередилися на проблемах і викликах в інтеграції ШІ в історичні проєкти. Ми з'ясували, що цей процес є комплексним міждисциплінарним викликом, який охоплює не лише технологічні аспекти, але й методологічні, етичні та соціальні виміри історичної науки. Зокрема, ми розглянули проблему мовних упереджень в історичних текстах, репрезентативності джерел (голоси маргіналізованих груп часто відсутні в історичних джерелах або представлені через призму домінуючих груп), збереження автентичності історичних матеріалів при їх цифровізації та обробці ШІ (ризик втрати важливої історичної інформації через стандартизацію тексту або неточність оцифровки). Ми також відзначили проблему доступу до історичних даних для навчання ШІ, яка ускладнюється правовими обмеженнями, приватними колекціями, чутливою інформацією, надмірною бюрократизацією та фінансовим аспектом.

Особливу увагу ми приділили етичним питанням щодо визначення меж застосування ШІ в історичних дослідженнях. Це питання торкається самої суті історичного пізнання та ролі дослідника у процесі розуміння минулого. Ми дійшли висновку, що ШІ повинен стати не заміною історика, а його помічником, інструментом, який розширює можливості дослідження, але не замінює людське розуміння та інтерпретацію. Пошук балансу між технологічними можливостями та традиційними методами історичного дослідження вимагає нового підходу до історичної методології. Майбутнє історичної науки - за синергією "штучного" та "людського" інтелекту, за гармонійним поєднанням інновацій та традицій.

Нарешті, в четвертому підрозділі ми розглянули вплив ШІ на користувацький досвід в історичних інтерактивних проєктах. Ми побачили, як ШІ трансформує способи взаємодії користувачів з історичним контентом, надаючи музеям, освітнім платформам та культурним установам можливість розробляти більш інформативні та цікаві експозиції. Ми розглянули приклади проєктів, які використовують алгоритми машинного навчання для персоналізації досвіду користувача ("Anne Frank House VR", "HistoryAI" від HyperWrite), впровадження природномовного інтерфейсу (Dimensions in Testimony, TimeLooper), технології комп'ютерного зору та розпізнавання об'єктів (Digital Dead Sea Scrolls). Ми також дослідили перспективи поєднання технологій віртуальної реальності (VR) та ШІ для створення "живих" історичних середовищ та революційних освітніх можливостей.

Отже, у третьому розділі ми розглянули широкий спектр практичних аспектів використання ШІ в цифрових історичних проєктах - від інституціоналізації та методів інтеграції до проблем, викликів та впливу на користувацький досвід. Ми побачили, що попри всі складнощі, ШІ відкриває грандіозні перспективи для історичної науки та освіти - від автоматизації рутинних дослідницьких операцій до створення захоплюючих середовищ. Майбутнє цифрової історії - за розумним і відповідальним застосуванням ШІ, за балансом між технологічними інноваціями та гуманістичними цінностями, за синергією машинних обчислень та людської мудрості. І хоча цей шлях сповнений викликів, він, безсумнівно, веде нас до нових горизонтів розуміння, збереження та презентації нашого минулого.

ВИСНОВКИ

Отже, в процесі дослідження теми "Використання штучного інтелекту в цифрових історичних інтерактивних проєктах" ми дійшли наступних висновків:

1. Аналіз історіографії та джерельної бази дослідження засвідчив, що інтеграція штучного інтелекту в історичні дослідження є складним міждисциплінарним процесом, який вимагає врахування не лише технологічних, але й методологічних, етичних та соціокультурних аспектів. Історіографічний огляд продемонстрував формування потужного міждисциплінарного напрямку на перетині історичної науки, інформаційних технологій та цифрової гуманітаристики. Сучасні дослідження поєднують теоретичні розробки у сфері ШІ з практичним досвідом їх впровадження в історичні проєкти, закладаючи фундамент нової методології цифрової історії. Джерельна база дослідження включає широкий спектр матеріалів: від нормативно-правових актів, що регулюють розвиток ШІ, до технічної документації провідних цифрових історичних проєктів. Особлива увага приділена залученню найновіших джерел 2020-2024 років, що дозволило врахувати динамічний розвиток технологій ШІ та забезпечити актуальність дослідження.

2. Простежено еволюцію ШІ від теоретичних витоків 1940-х років до сучасних практичних застосувань. Показано, як кожен етап цієї еволюції - від ранніх експериментів з алгоритмічним мисленням до революції глибинного навчання - розширював можливості застосування інформаційних технологій в історичних дослідженнях.

3. Проаналізовано стан і перспективи правового регулювання ШІ в Україні та світі. Виявлено, що ключовим трендом є розробка комплексних регуляторних систем, які поєднують стимулювання інновацій із забезпеченням безпеки, прозорості та етичності використання ШІ. Обґрунтовано необхідність гармонізації українського законодавства у цій сфері з нормами ЄС.

4. Досліджено процеси інституціоналізації використання ШІ в історичних проєктах. Виявлено, що цей процес включає модернізацію установ історичної

пам'яті, створення спеціалізованих дослідницьких центрів, розвиток міжнародних мереж співпраці.

5. Проаналізовано методи інтеграції ІІІ в цифрові історичні проекти. Показано, що технології обробки природної мови, комп'ютерного зору, аналізу великих даних дозволяють по-новому працювати з текстовими, візуальними, структурованими історичними джерелами, виявляти приховані закономірності та зв'язки.

6. Розглянуто проблеми і виклики використання ІІІ в історичних дослідженнях. Акцентовано увагу на питаннях упереджень в історичних даних, збереження автентичності джерел при оцифруванні, забезпечення прозорості та пояснюваності алгоритмів, визначення меж застосування ІІІ в історичній науці.

7. Досліджено вплив ІІІ на користувацький досвід в історичних інтерактивних проектах. На конкретних кейсах продемонстровано, як технології персоналізації, природномовні інтерфейси, доповнена та віртуальна реальність трансформують способи взаємодії з історичним контентом, створюючи ефект "занурення" в минуле.

Таким чином, проведене дослідження демонструє, що інтеграція та використання ІІІ в цифрових історичних проектах є комплексним процесом, який трансформує дослідницькі практики, переосмислює природу історичного знання, відкриває нові перспективи розуміння та презентації минулого. Реалізація цього трансформаційного потенціалу вимагає систематичних зусиль академічної спільноти, держави та суспільства в цілому. При цьому ключовим принципом цифрової трансформації має залишатися розуміння того, що ІІІ - це інструмент, який розширює, але в жодному разі не підміняє інтелектуальний потенціал дослідника. Алгоритмічні методи можуть суттєво посилити аналітичні можливості історика, але вони ніколи не замінять унікально людських якостей - контекстного розуміння, критичного судження, емпатії, творчої інтуїції. Саме баланс обчислювальної потужності машини та інтерпретаційного генія людини визначатиме образ історичної науки майбутнього.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Директива про авторське право на єдиному цифровому ринку (Директива 2019/790). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_022-19#Text
2. Драч І., Петроє О., Бородієнко О., Регейло І., Базелюк О., Базелюк Н., Слободянюк О. Використання штучного інтелекту у вищій освіті. Міжнародний науковий журнал «Університети і лідерство». 2023. № 15. с. 70–71, 75. DOI: 10.31874/2520-6702-2023-15-66-82.
3. Закон України «Про авторське право і суміжні права». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2811-20#n855>.
4. Закон України «Про електронну ідентифікацію та електронні довірчі послуги». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2155-19#Text>.
5. Концепція розвитку штучного інтелекту в Україні. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-2020-%D1%80#Text>.
6. План заходів з реалізації Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні на 2021-2024 роки. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/438-2021-%D1%80#Text>.
7. "Anne Frank House VR". URL: <https://www.annefrank.org/en/about-us/what-we-do/publications/anne-frank-house-virtual-reality/>.
8. "Artificial Intelligence Act" / European Parliament. 2023. 108 p. URL: <https://artificialintelligenceact.eu>.
9. Alliance of Digital Humanities Organizations (ADHO). URL: <https://adho.org/conference/>.
10. Barceló J. A. Computational Intelligence in Archaeology. Hershey : Information Science Reference, 2008. 417 p.
11. Berger P., Luckmann T. "The Social Construction of Reality: A Treatise in the Sociology of Knowledge", 1966, p. 72.
12. Blei D. M., Ng A. Y., Jordan M. I. Latent dirichlet allocation. Journal of Machine Learning Research. 2003. Vol. 3. p. 993–1022. URL: <https://www.jmlr.org/papers/volume3/blei03a/blei03a.pdf>.

13. Buchanan B. G. A (Very) Brief History of Artificial Intelligence. AI Magazine. 2005. Vol. 26, № 4. p. 53–60. DOI:10.1609/aimag.v26i4.1848.
14. California Consumer Privacy Act (CCPA). California Legislative Information. 2018. URL: <https://oag.ca.gov/privacy/ccpa>.
15. Cohen D. J., Rosenzweig R. Digital History: A Guide to Gathering, Preserving, and Presenting the Past on the Web. Philadelphia : University of Pennsylvania Press, 2005. p. 328. URL: <http://chnm.gmu.edu/digitalhistory/>.
16. Colorado AI Act. Colorado General Assembly. 2024. URL: https://www.skadden.com/-/media/files/publications/2024/06/colorados-landmark-ai-act/2024a_205_signed.pdf?rev=44ed85a3d8dc4a9dbd6394d5ea904d48&hash=ADF46DF153FB0094ABCCA23AC4790F5D.
17. Digital Dead Sea Scrolls. URL: <http://dss.collections.imj.org.il>.
18. Digital Image Archive of Medieval Music (DIAMM). URL: <https://www.diamm.ac.uk>.
19. Digital Preservation at the Library of Congress. URL: <https://www.digitalpreservation.gov>.
20. Digital Research Infrastructure for the Arts and Humanities (DARIAH). URL: <https://www.dariah.eu>.
21. Dikow, R. B., DiPietro, C., Trizna, M. G., BredenbeckCorp, H., Bursell, M. G., Ekwealor, J. T. B., White, A. E. Developing responsible AI practices at the Smithsonian Institution. Research Ideas and Outcomes, 9. 2023. <https://doi.org/10.3897/rio.9.e113334>
22. Dimensions in Testimony / USC Shoah Foundation. URL: <https://sfi.usc.edu/dit>.
23. EU GDPR. European Parliament. 2016. URL: <https://gdpr-info.eu>.
24. EU Product Liability Directive / European Parliament. 2024. URL: https://www.freshfields.com/4acc84/contentassets/21621d7cbef445249cffcfa6753ccc_a6/the-new-product-liability-directive---an-update-on-the-eus-modernised-consumer-friendly-product-liability-regime.pdf.
25. European Commission, "Requirements for High-Risk AI Systems". 2023. URL: <https://artificialintelligenceact.eu/article/6/>.

26. European Digital Innovation Hubs. European Commission. URL: <https://european-digital-innovation-hubs.ec.europa.eu/home>.
27. "Explainable AI." IBM. URL: <https://www.ibm.com/topics/explainable-ai>
28. Hassine T., Neeman Z. The zombification of Art History: How AI resurrects dead masters, and perpetuates historical biases. CITAR Journal. 2019. Vol. 11, № 2. p. 30–31.
29. Himanis Platform. URL: <https://himanis.huma-num.fr/app/>
30. Hinton, G. E., Osindero, S., & Teh, Y. W. (2006). A fast learning algorithm for deep belief nets. Neural computation, 18(7), p. 1527-1554. URL: <https://www.cs.toronto.edu/~hinton/absps/fastnc.pdf>
31. "HistoryAI" від HyperWrite. URL: <https://www.hyperwriteai.com/aitools/history-ai>.
32. Hopfield J. J. Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities. Proceedings of the National Academy of Sciences. 1982. Vol. 79, № 8. p. 2554–2558. DOI:10.1073/pnas.79.8.2554.
33. Horizon Europe funding for AI and quantum technologies / European Commission. 2021. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/new-horizon-europe-funding-boosts-european-research-ai-and-quantum-technologies>.
34. Huma-Num Research Infrastructure. URL: <https://www.inshs.cnrs.fr/en/huma-num>.
35. IBM Research's page on Deep Blue. URL: <https://www.research.ibm.com/deepblue/>
36. International Image Interoperability Framework (IIIF). URL: <https://iiif.io/get-started/how-iiif-works/>.
37. International Telecommunication Union (ITU). (2010). ICT Facts and Figures 2010. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigures2010.pdf>
38. Johri P., Khatri S. K., Al-Taani A. T., Sabharwal M., Suvanov S., Kumar A. Natural Language Processing: History, Evolution, Application, and Future Work. In: Proceedings of 3rd International Conference on Computing Informatics and Networks.

Lecture Notes in Networks and Systems. Vol. 167. Singapore : Springer, 2021. p. 365–375. DOI:10.1007/978-981-15-9712-1_31.

39. King's College London Digital Humanities MA. URL: <https://www.kcl.ac.uk/study/postgraduate-taught/courses/digital-humanities-ma>.

40. Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 25. 2012. p. 1097-1105.

41. Making of America project at the University of Michigan. URL: <https://quod.lib.umich.edu/m/moagrp/>.

42. McCarthy J., Minsky M. L., Rochester N., Shannon C. E. A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, August 31, 1955. *AI Magazine*. 2006. Vol. 27, № 4. p. 12–14. URL: <https://www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html>.

43. McDermott J. R1: A rule-based configurer of computer systems. *Artificial Intelligence*. 1982. Vol. 19, № 1. p. 39–42.

44. Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., & Dean, J.. Efficient estimation of word representations in vector space. 2013. arXiv preprint arXiv:1301.3781. URL: <https://arxiv.org/abs/1301.3781>

45. Muehlberger G., Seaward L., Terras M., Ares Oliveira S., Bosch V., Bryan M., Colutto S., Déjean H., Diem M., Fiel S., Gatos B., Greinoecker A., Grüning T., Hackl G., Haukkovaara V., Heyer G., Hirvonen L., Hodel T., Jokinen M., Kahle P., Kallio M., Kaplan F., Kleber F., Labahn R., Lang E. M., Laube S., Leifert G., Louloudis G., McNicholl R., Meunier J.-L., Michael J., Mühlbauer E., Philipp N., Pratikakis I., Puigcerver Pérez J., Putz H., Retsinas G., Romero V., Sablatnig R., Sánchez J. A., Schofield P., Sfikas G., Sieber C., Stamatopoulos N., Strauß T., Terbul T., Toselli A. H., Ulreich B., Villegas M., Vidal E., Walcher J., Weidemann M., Wurster H., Zagoris K. Transforming scholarship in the archives through handwritten text recognition: Transkribus as a case study. *Journal of Documentation*. 2019. Vol. 75, № 5. p. 954–976. DOI:10.1108/JD-07-2018-0114.

46. "NARA to Launch AI Tool to Improve Customer Experience." Federal News Network, 2024. URL: <https://federalnewsnetwork.com/it-modernization/2024/11/nara-to-launch-ai-tool-to-improve-customer-experience/>
47. Peters M. E., Neumann M., Iyyer M., Gardner M., Clark C., Lee K., Zettlemoyer L. Deep contextualized word representations. In: Proceedings of the 2018 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, Volume 1 (Long Papers). New Orleans, Louisiana, 2018. p. 2227–2237. DOI:10.18653/v1/N18-1202.
48. Predictive vs Generative AI: what's the difference? URL: <https://careers.epam.ua/blog/generative-ai-vs-predictive-ai>.
49. Robertson S., Mullen L. Digital History and Argument. White paper, Roy Rosenzweig Center for History and New Media. Fairfax, VA : George Mason University, 2017. 125 p. URL: <https://rrchnm.org/argument-white-paper/>.
50. Roy Rosenzweig Center for History and New Media. URL: <https://rrchnm.org>.
51. Rumelhart D. E., Hinton G. E., Williams R. J. Learning representations by back-propagating errors. Nature. 1986. Vol. 323, № 6088. p. 533–536. DOI:10.1038/323533a0.
52. Shannon C. E. A Mathematical Theory of Communication. The Bell System Technical Journal. 1948. Vol. 27, № 3. p. 379–385. DOI:10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x.
53. Sibiya P. T. Knowledge, Skills and Competencies of the Library Information Science School's Graduates on Digital Scholarship in South Africa. Internet Reference Services Quarterly. 2023. Vol. 27, № 2. p. 83. DOI:10.1080/10875301.2023.2180562.
54. "Skin and Bones" / Smithsonian Institution. URL: <https://www.si.edu/newsdesk/releases/smithsonian-brings-historic-specimens-life-free-skin-and-bones-mobile-app>.
55. Streetmuseum. URL: <https://streetmuseum.app>.
56. The black box problem in AI. IBM. URL: <https://www.ibm.com/think/topics/black-box-ai>.
57. The British Museum on Sketchfab. URL: <https://sketchfab.com/britishmuseum>.

58. The games that helped AI evolve. IBM. URL: <https://www.ibm.com/history/early-games>.
59. The National Archives Innovation Hub. URL: <https://www.archives.gov/innovation-hub>.
60. "The Next Rembrandt." Microsoft News, 2016. URL: <https://news.microsoft.com/europe/features/next-rembrandt/>
61. TimeLooper. URL: <https://www.timeLooper.com>.
62. Transcribe Bentham. The Bentham Project. London : University College London, 2022. URL: <https://www.ucl.ac.uk/bentham-project/transcribe-bentham>.
63. "Transkribus Platform." Transkribus. URL: <https://www.transkribus.org>
64. Turing A. M. Computing Machinery and Intelligence. Mind. 1950. Vol. 59, № 236. p. 433–460. DOI:10.1093/mind/LIX.236.433.
65. UK AI White Paper / Department for Digital, Culture, Media & Sport. 2023. URL: <https://www.gov.uk/government/publications/ai-regulation-a-pro-innovation-approach/white-paper>.
66. UK Data Protection Act / The Stationery Office. 2018. URL: <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2018/12/contents/enacted>.
67. Venice Time Machine Project. URL: <https://www.timemachine.eu/ltms/venice/>.
68. What are Convolutional Neural Networks (CNNs)? URL: <https://dou.ua/forums/topic/48368/>.
69. What is a Generative Adversarial Network (GAN)? URL: <https://www.unite.ai/uk/what-is-a-generative-adversarial-network-gan/>.
70. What is Moore's Law and how does it relate to AI? URL: <https://www.unite.ai/uk/moores-law/>.
71. White House Executive Order on the Safe, Secure, and Trustworthy Development and Use of Artificial Intelligence. 2023. URL: <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2023/10/30/executive-order-on-the-safe-secure-and-trustworthy-development-and-use-of-artificial-intelligence/>

72. Wu, M.-S., Schweikhard, N. E., Bodt, T. A., Hill, N. W., & List, J.-M. Computer-Assisted Language Comparison: State of the Art. *Journal of Open Humanities Data*, 6, p. 2. 2020. URL: <https://doi.org/10.5334/johd.12>