

У теорії цілих чисел принцип Діріхле використовується для доведення існування простих чисел певної форми та інших властивостей цілих чисел. Він дає змогу довести, що для будь-якого дійсного числа існує багато наближень. Також він корисний для доведення діофантових наближень і тверджень про існування певних чисел.

У комбінаториці його використовують для розв'язування задач про розміщення об'єктів у множинах, для доведення існування певних властивостей та для оцінки числових властивостей множин.

Принцип Діріхле також має узагальнення для нескінченних множин і випадкових процесів, що робить його ще більш універсальним інструментом у дослідженнях. До того ж він пов'язаний з іншими фундаментальними математичними методами, як-от математична індукція, теорема Борсука–Улама та принцип мінімуму в теорії ігор.

Отже, важливість принципу Діріхле важко переоцінити, адже він не тільки забезпечує прості доведення складних математичних тверджень, але й відкриває нові шляхи для розвитку теоретичних і прикладних досліджень. Завдяки своїй універсальності та ефективності принцип Діріхле став важливим інструментом у багатьох галузях науки. Незважаючи на свою простоту, він продовжує надихати математиків і дослідників на нові відкриття, доводячи, що навіть найтривіальніші ідеї можуть мати глибокі наслідки і широкий спектр застосування.

Abstract. This article describes the formulation of Dirichlet's principle, its generalization, mathematical proof and geometric interpretation. The article also analyzes the varieties of Dirichlet's principle, its connection with other mathematical methods and its role in modern scientific research. Particular attention is paid to the application of the Dirichlet principle in computer science (hash tables, data compression), combinatorics (placement of objects in sets) and number theory (Diophantine approximation).

Keywords: Dirichlet principle, geometric interpretation, hash tables, Diophantine approximation.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Підготовка до олімпіади. URL: <https://surli.cc/wqoecj>
2. Pero В. Л. Принцип Діріхле. Задачі на застосування принципу Діріхле. URL: <https://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/30234>
3. Принцип Діріхле. URL: https://uk.m.wikipedia.org/wiki/Принцип_Діріхле
4. Принцип Діріхле. URL: https://kaljafitska.blogspot.com/2015/05/blog-post_6.html
5. Голич А. В. Принцип Діріхле. URL: <https://teacherslifesite.wordpress.com/2015/11/28/принцип-діріхле/>

УДК: 004.89:339.138

АНАЛІЗ NLP-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ CRM-СИСТЕМ

В. О. Труханська, О. В. Зелінська

Анотація. Дослідження присвячене впровадженню технологій обробки природної мови (NLP) у CRM-системи та їх вплив на оптимізацію процесів управління взаємодією з клієнтами. Проаналізовано основні напрями застосування NLP, зокрема автоматизовану обробку запитів, розпізнавання сутностей та персоналізацію комунікації. Розглянуто переваги та недоліки інтеграції NLP у CRM-системи, аспекти підвищення ефективності аналізу клієнтських даних, автоматизацію бізнес-процесів та покращення якості обслуговування. Окреслено основні виклики, що постають під час реалізації NLP-рішень. Визначено перспективи подальшого розвитку NLP-технологій у сфері CRM та їх роль у трансформації сучасних підходів до управління клієнтськими відносинами.

Ключові слова: системи, штучний інтелект, обробка природної мови, автоматизація, оптимізація.

Обробка природної мови (**NLP** – Natural Language Processing) є одним із найважливіших напрямів у галузі штучного інтелекту, що має значний вплив на сучасні бізнес-технології, зокрема системи управління відносинами з клієнтами (**CRM** – Customer Relationship Management). NLP-технології дають змогу CRM-системам краще взаємодіяти з користувачами через аналіз, розуміння та генерування природної мови, що суттєво покращує комунікацію між бізнесом і клієнтами [1]. У цій статті буде проведено аналіз NLP-технологій для CRM-систем, зосереджено увагу на їх впливі на автоматизацію бізнес-процесів, підвищення рівня обслуговування клієнтів та покращення аналітичних можливостей.

NLP – це галузь штучного інтелекту, яка займається обробкою текстових і голосових даних, використовуючи алгоритми та моделі для аналізу природної мови [1]. Основними компонентами NLP є:

- 1) **токенізація** – поділ тексту на окремі елементи, як-от слова чи речення;
- 2) **морфологічний аналіз** – визначення форм слів та їх лексичних властивостей;
- 3) **синтаксичний аналіз** – аналіз структури речень для визначення граматичних відношень між словами;
- 4) **семантичний аналіз** – встановлення значення слів і контексту в межах речення;
- 5) **розпізнавання іменованих сутностей (NER)** – виявлення й класифікація іменованих сутностей у тексті, як-от імена, дати, місця тощо;
- 6) **аналіз тональності (Sentiment Analysis)** – оцінка настрою чи емоційного забарвлення тексту.

У контексті CRM-систем ці технології допомагають автоматизувати низку завдань, як-от аналіз відгуків клієнтів, класифікація запитів, виявлення інтересів та потреб клієнтів на основі історії їх взаємодії з компанією.

NLP-технології мають широкий спектр застосувань у CRM-системах, що сприяє покращенню взаємодії з клієнтами та ефективності бізнесу. Розглянемо ключові напрями використання NLP у CRM. Один з основних напрямів застосування NLP у CRM-системах – це автоматизація обробки клієнтських запитів. NLP дає змогу системам автоматично класифікувати запити клієнтів, виділяти ключові проблеми та направляти їх до відповідних відділів. Також ці технології використовуються для автоматизації відповіді на запити за допомогою чат-ботів, які здатні розуміти та реагувати на природну мову клієнтів [2]. NLP-технології допомагають CRM-системам аналізувати тональність текстів у відгуках клієнтів. Аналіз тональності дає змогу виявляти позитивні, нейтральні або негативні відгуки, що допомагає компаніям оперативно реагувати на негативні ситуації та вчасно покращувати якість обслуговування [2]. Це сприяє підвищенню лояльності клієнтів і покращенню репутації компанії.

Під час використання NLP CRM-системи можуть проводити детальний аналіз історії взаємодії з клієнтами та генерувати персоналізовані пропозиції, рекомендації або нагадування, що дає змогу покращити взаємодію з клієнтами, підвищити рівень задоволення та знизити ризик відтоку клієнтів. Наприклад, CRM може аналізувати електронні листи та повідомлення клієнтів, визначивши їхні інтереси, на основі чого надалі формувати індивідуальні пропозиції.

Насамперед NLP-технології також допомагають автоматизувати рутинні процеси – введення даних або оновлення інформації про клієнтів. CRM-системи з інтегрованими NLP-модулями можуть автоматично зчитувати текстові документи, розпізнавати сутності та оновлювати інформацію у базі даних, що значно оптимізує робочий процес і знижує потребу в залученні персоналу [3].

Ефективне впровадження NLP у CRM вимагає належної організації процесів збору, обробки та аналізу даних, що сприяє оптимізації взаємодії з клієнтами та автоматизації бізнес-процесів. Тож наступним кроком розглянемо основні етапи та складники технічної архітектури, яка дасть змогу впровадити ці інноваційні можливості.

Реалізація NLP у CRM-системах передбачає використання кількох основних компонентів, кожен з яких має специфічні функції для забезпечення ефективної обробки даних і автоматизації взаємодії з клієнтами, а саме:

1. Збір даних. CRM-система збирає текстові дані з різноманітних джерел, як-от електронна пошта, чати, соціальні мережі, телефонні дзвінки та інші канали комунікації. Ці дані є основним джерелом інформації для подальшого аналізу за допомогою NLP.

2. Попередню обробку тексту. На етапі попередньої обробки використовуються методи токенізації, видалення стоп-слів, лематизації та стемінгу для очищення тексту від зайвих або некорисних елементів. Це необхідно для того, щоб система могла ефективно працювати з текстами, зберігаючи лише важливі та релевантні елементи для подальшого аналізу.

3. Аналіз тексту. На цьому етапі використовуються методи машинного навчання та глибокого навчання для семантичного аналізу текстів, розпізнавання сутностей (наприклад, імен,

дат, місць) та аналізу тональності. Завдяки цьому CRM-система може розуміти зміст повідомлень клієнтів та реагувати на них у належний спосіб.

4. Генерацію відповідей. Використання чат-ботів, голосових асистентів або автоматизованих рекомендацій дає змогу системі на основі аналізу текстових даних пропонувати відповіді або рішення, що підвищує ефективність обробки запитів клієнтів.

5. Збереження та використання даних. Інтеграція з базами даних та аналітичними модулями CRM дає змогу зберігати оброблену інформацію та використовувати її для подальших аналізів і покращення взаємодії з клієнтами. Це забезпечує збереження історії комунікацій і допомагає приймати більш обґрунтовані рішення.

Впровадження NLP у CRM-системи має низку переваг. По-перше, задля підвищення рівня задоволеності користувачів CRM зі вбудованими NLP-модулями дадуть змогу швидко і точно відповідати на запити, що покращить якість обслуговування клієнтів. По-друге, автоматизація аналізу текстових даних і комунікацій сприятиме оптимізації бізнес-процесів, що допоможе компаніям скорочувати час обробки запитів, зменшувати витрати та підвищувати продуктивність працівників. До того ж, проаналізувавши великі масиви даних про клієнтів, NLP-технології забезпечать ефективну аналітику та прогнозування, що дасть змогу виявляти нові тенденції, прогнозувати поведінку користувачів і пропонувати їм більш релевантні продукти або послуги [3]. Також важливою перевагою є масштабованість, оскільки CRM-системи з NLP-модулями можуть обробляти значні обсяги клієнтських даних у режимі реального часу, що дає змогу бізнесу розширювати свою діяльність без зниження якості обслуговування.

Незважаючи на значні переваги використання технологій обробки природної мови (NLP) у CRM-системах, їх впровадження супроводжується низкою викликів, які можуть суттєво впливати на ефективність роботи таких рішень.

Однією з основних проблем є **мовні бар'єри**. Більшість NLP-моделей першочергово розробляються для англійської мови, що обумовлено великою кількістю доступних текстових корпусів для навчання. Проте для мов із меншою кількістю цифрових даних, особливо рідкісних або складних граматично, точність розпізнавання може бути значно нижчою. Це створює труднощі у впровадженні NLP-рішень у CRM-системи, які функціонують на глобальному ринку або орієнтовані на багатомовну підтримку. Додатково, варіативність мовних конструкцій, діалектів та сленгових виразів може ускладнювати розпізнавання сутностей та намірів користувачів, що впливає на точність відповідей автоматизованих систем.

Ще одним важливим аспектом є **контекстуальність** обробки текстових даних. Незважаючи на досягнення в області трансформерних моделей, як-от BERT, GPT та T5, сучасні NLP-рішення все ще можуть мати труднощі з правильною інтерпретацією контексту та тональності повідомлень [4]. Наприклад, клієнт може залишити нейтральне за змістом, але саркастичне за тоном звернення, що буде неправильно інтерпретовано системою. Такі обмеження можуть призвести до неправильної класифікації запитів або помилкових відповідей чат-ботів, що негативно впливає на користувацький досвід.

Ще одним критично важливим фактором є **конфіденційність даних**. Оскільки CRM-системи обробляють значні обсяги текстової інформації, що включає персональні дані клієнтів, важливим завданням є забезпечення їх безпеки. Використання NLP для аналізу комунікацій передбачає обробку текстових запитів у хмарних середовищах або на сторонніх серверах, що створює потенційні ризики витоку інформації. Додатково, законодавчі вимоги щодо захисту персональних даних, як-от GDPR або CCPA, накладають обмеження на використання автоматизованих систем аналізу тексту, що вимагає впровадження додаткових механізмів шифрування та контролю доступу.

NLP може використовуватися для автоматичного надання пропозицій щодо рішення в процесі. На високому рівні суть NLP полягає в категоризації вмісту – система аналізує отриману інформацію, пропонує найбільш влучну категорію для неї та повертає результат назад до джерела ініціації застосунку [4]. Тож такі технології активно використовуються у багатьох сучасних CRM-системах, які активно інтегрують технології обробки природної мови для покращення ефективності взаємодії з клієнтами та автоматизації рутинних процесів. Тож розглянемо і проаналізуємо декілька таких систем.

Salesforce Einstein є одним із провідних прикладів інтеграції NLP у CRM-системи. Ця платформа використовує NLP для аналізу текстових повідомлень, електронних листів та дзвінків. Застосування NLP дає змогу автоматично класифікувати запити клієнтів, розпізнавати важливі питання та визначати рівень терміновості запиту. Завдяки цьому продавці отримують корисні рекомендації щодо найкращих шляхів вирішення проблем клієнтів, що допомагає пришвидшити процес обробки запитів і підвищити рівень задоволення клієнтів.

HubSpot CRM також інтегрує NLP для покращення аналізу взаємодії з клієнтами. Платформа здатна автоматично аналізувати відгуки клієнтів, визначати їхній емоційний настрій та генерувати звіти на основі цього аналізу. Такий підхід дає змогу виявляти потенційно негативні настрої та своєчасно реагувати на них, що значно знижує ризики втрати клієнтів і покращує ефективність продажів. До того ж NLP дає змогу автоматизувати створення персоналізованих рекомендацій, що підвищує релевантність комунікацій і покращує клієнтський досвід.

Zoho CRM використовує NLP для автоматизації обробки комунікацій через різні канали, зокрема електронну пошту та чати. Алгоритми NLP дають змогу системі розпізнавати ключові слова і фрази у запитах клієнтів, що допомагає точно класифікувати запити та пропонувати інтелектуальні рекомендації для подальших дій. Наприклад, система може запропонувати найкращі способи взаємодії з клієнтом на основі його попередніх запитів і звичок, що дає змогу зберегти високий рівень лояльності клієнтів і оптимізувати час співробітників.

PeopleSoft CRM, ще одна популярна система, яка активно використовує NLP, дає змогу ефективно обробляти великі обсяги текстових даних, що надходять через різні канали. Завдяки NLP система здатна автоматично аналізувати запити клієнтів, визначати їхній контекст і пріоритетність. Наприклад, якщо клієнт виражає незадоволення чи має складне питання, система негайно визначає його важливість і передає його відповідному менеджеру для оперативного вирішення. До того ж PeopleSoft CRM генерує звіти на основі аналізу комунікацій, що допомагає менеджерам мати чітке уявлення про поточний стан взаємодії з клієнтами, а також швидко адаптувати стратегії комунікацій. PeopleSoft CRM інтегрується з сервером Banter Relationship Model Engine (RME) через Integration Broker для створення структури обробки природної мови [5]. Діаграма, зображена нижче на рис. 1, ілюструє взаємодію між цими двома системами на високому рівні.

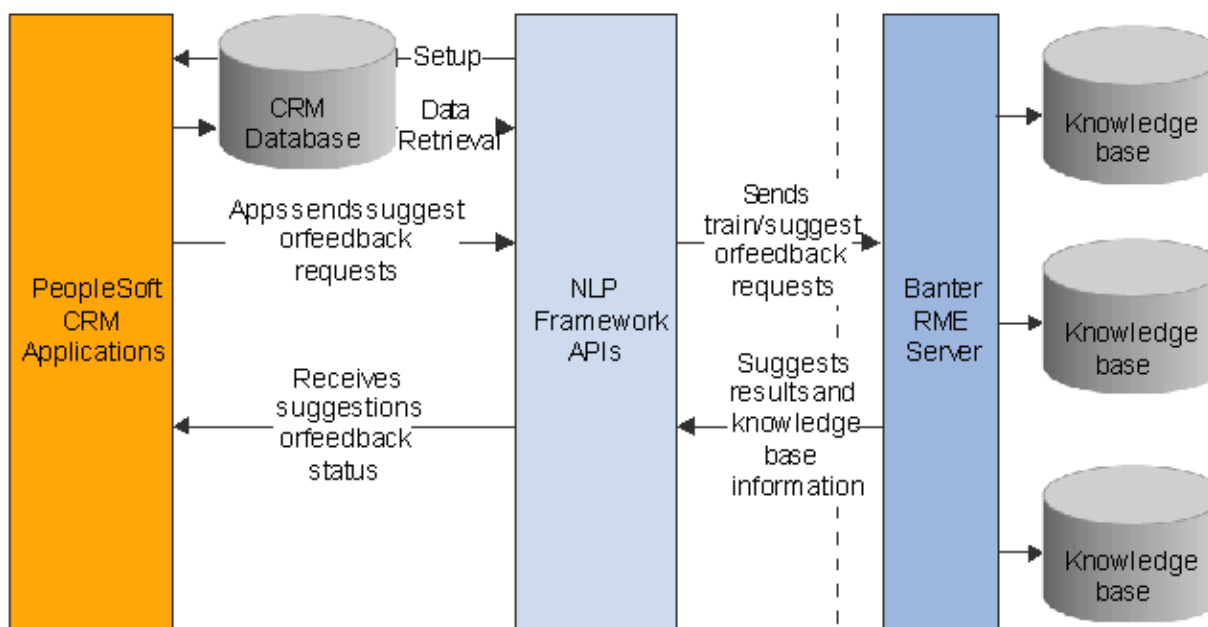


Рис. 1. Взаємодія PeopleSoft CRM із сервером Banter RME

Розвиток технологій обробки природної мови у CRM-системах активно продовжується завдяки постійному вдосконаленню алгоритмів машинного навчання та глибокого навчання, а також обробки великих обсягів текстових даних. Очікується, що NLP матиме значний вплив на подальший розвиток CRM-систем, зокрема в наступних напрямках, наприклад, глибшу персо-

налізацію. За допомогою NLP CRM-системи зможуть здійснювати ще більш точний аналіз великих масивів текстових даних, що дасть змогу краще прогнозувати потреби клієнтів [6]. Це допоможе автоматично пропонувати персоналізовані рішення, які відповідають індивідуальним вимогам кожного клієнта, що підвищить рівень задоволеності та лояльності. Завдяки NLP системи зможуть не лише аналізувати попередні звернення клієнтів, а й вивчати їх емоційний стан та прогнози щодо майбутніх потреб, тож це дасть змогу бізнесам реагувати на зміну настроїв клієнтів своєчасно під час надання спеціальних пропозицій чи інших стимулів для покращення взаємодії.

Насамперед інтеграція CRM-систем із голосовими помічниками, як-от Google Assistant, Siri або Alexa, відкриває нові можливості для спрощення комунікації між бізнесом і клієнтами. Голосові асистенти, що підтримують NLP, можуть допомогти автоматизувати обробку запитів клієнтів, що значно зменшить навантаження на співробітників та дасть змогу бізнесам надавати швидші і точніші відповіді на запити клієнтів. Також інтеграція NLP з технологіями розпізнавання зображень та відео дасть змогу CRM-системам аналізувати не лише текстові дані, а й візуальний контент [7]. Це включає, зокрема, скріншоти, фотографії або рукописні нотатки, що допоможе здійснювати більш глибокий аналіз комунікацій з клієнтами. Мультимодальна обробка даних відкриває нові можливості для більш комплексного та точного розуміння запитів клієнтів.

Разом із розвитком технологій NLP виникає необхідність у забезпеченні належного захисту персональних даних та дотримання етичних стандартів під час використання штучного інтелекту. Оскільки CRM-системи обробляють великі обсяги особистої інформації клієнтів, важливо запровадити відповідні заходи для забезпечення конфіденційності даних і недопущення зловживань. Використання шифрування, а також строгий контроль доступу до даних, є важливими аспектами для підтримки етичного використання NLP в CRM-системах.

Застосування NLP у CRM-системах відкриває нові можливості для автоматизації комунікацій, персоналізації обслуговування та аналітики клієнтських даних. NLP дає змогу суттєво покращити взаємодію між бізнесом і клієнтами, підвищити ефективність роботи відділів підтримки, маркетингу та продажу, а також оптимізувати процеси обробки запитів і прийняття рішень. Основними викликами залишаються забезпечення конфіденційності даних, складність реалізації та необхідність постійного вдосконалення моделей NLP для підтримки їхньої актуальності та точності.

З розвитком технологій штучного інтелекту та машинного навчання очікується ще глибша інтеграція NLP у CRM-системи, що дасть змогу створити більш інтелектуальні, адаптивні й ефективні рішення. Внаслідок цього CRM-системи зможуть надавати ще більш персоналізовані та прогнозовані послуги, що значно покращить досвід взаємодії з клієнтами та підтримку бізнес-процесів.

Abstract. The study examines the implementation of Natural Language Processing (NLP) technologies in CRM systems and their impact on optimizing customer interaction management processes. The main areas of NLP application are analyzed, including automated request processing, entity recognition, and communication personalization. The advantages and disadvantages of NLP integration into CRM systems are considered, along with aspects of enhancing customer data analysis efficiency, automating business processes, and improving service quality. The key challenges associated with the implementation of NLP solutions are outlined. The prospects for the further development of NLP technologies in the CRM domain and their role in transforming modern approaches to customer relationship management are identified.

Keywords: systems, artificial intelligence, natural language processing, automation, optimization.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Natural Language Processing: Applications, Techniques and Challenges. December 2020. URL: https://www.researchgate.net/publication/366384548_Natural_Language_Processing_Applications_Techniques_and_Challenges
2. Natural Language Processing in Voice to CRM Technology. 2025. URL: <https://heydan.ai/nlp-in-voice-to-crm-technology/>
3. Wang L., Zhang Y. A comprehensive review of AI-powered CRM systems: The integration of machine learning and natural language processing. *Journal of Computer Science and Technology*. 2021. Vol. 36(4). P. 743–766. DOI: 10.1007/s11390-021-2114-9.

4. Enhancing Customer Relationship Management with Natural Language Processing: A Comparative Study of BERT and LSTM Algorithms. *International Journal of AI and ML*. 2020. Vol. 1(2). URL: <https://cognitivecomputingjournal.com/index.php/IJAIML-V1/article/view/56>
5. Setting Up Natural Language Processing. 2006. URL: <https://www.zutshigroup.com/PSOL/crm90/eng/psbooks/cact/chapter.htm?File=cact/htm/cact27.htm>
6. Smith B., Thomas A. The intersection of CRM, AI, and NLP: Building intelligent customer interaction platforms. *International Journal of Information Management*. 2022. Vol. 63, 102433. DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2022.102433.
7. Ganesan M., Lee K. H. Enhancing CRM user experience with natural language processing: A machine learning approach. *Information & Management*. 2023. Vol. 61(1), 103472. DOI: 10.1016/j.im.2023.103472.

УДК 347.77:004.8](477+100)

СТАН НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

О. В. Турецька, Т. М. Яворська

Анотація. У статті розглядається стан нормативно-правового і методичного регулювання штучного інтелекту (ШІ) в Україні та на міжнародному рівні. Аналізуються сучасні нормативні документи, прийняті в різних країнах, їх вплив на використання технологій ШІ. Особлива увага приділяється законодавчим ініціативам, що стосуються етики, безпеки та відповідальності у використанні ШІ. Архівна діяльність є однією з тих сфер, де використання ШІ може суттєво змінити підходи до зберігання та обробки інформації. Стаття підкреслює важливість міжнародної співпраці у формуванні ефективних стандартів і практик регулювання ШІ, а також їх значення для забезпечення прозорості, етики та безпеки, зокрема в архівній справі.

Ключові слова: штучний інтелект, нормативно-правове регулювання, архівна справа, безпека даних, міжнародна співпраця.

Вступ. У сучасному світі штучний інтелект (ШІ) стає невід'ємною частиною багатьох аспектів життя, від промисловості та медицини до освіти та державного управління. Його надшвидкий розвиток відкриває нові можливості, але водночас ставить перед суспільством і державами серйозні виклики, пов'язані з етикою, безпекою, приватністю та правами людини. У зв'язку з цим питання нормативно-правового і методичного регулювання ШІ набуває особливої актуальності.

В Україні, як і в багатьох інших країнах, існує потреба в розробці чітких правових норм для регулювання використання ШІ. Сьогодні в Україні спостерігається активний процес формування правового поля для технологій ШІ, однак законодавство все ще потребує вдосконалення. Відтак основними викликами є недостатня правова база, відсутність чітких стандартів етики та регулювання використання даних, а також необхідність інтеграції міжнародних практик у національне законодавство.

На міжнародному рівні спостерігається різноманіття підходів до нормативного регулювання ШІ. Країни Європейського Союзу, США, Канади та Китаю активно розробляють свої стратегії та нормативні документи, що враховують специфіку національних умов і потреб. Так, Європейський Союз віддавна був світовим лідером у законодавчому розв'язанні проблем конфіденційності за цифрової ери, соціальних мереж і медіа. Водночас інші країни акцентують на інноваціях і розвитку без жорсткого регулювання. Тому питання нормативно-правового і методичного регулювання штучного інтелекту є складним і багатограним. Україні необхідно врахувати міжнародний досвід та адаптувати його до національних реалій, щоб забезпечити безпечне і ефективне використання технологій ШІ у різних галузях, зокрема й в архівній справі.

У цьому контексті важливо дослідити наявні нормативні акти, аналізувати міжнародні практики та розробити рекомендації для вдосконалення законодавства в Україні.

Виклад основного матеріалу. В Україні питання регулювання ШІ активно обговорюється на рівні державних органів та наукових установ. У грудні 2020 р. КМУ затвердив «Концепцію розвитку штучного інтелекту в Україні», метою якої є визначення пріоритетних напрямів і основних завдань розвитку технологій штучного інтелекту для задоволення прав та законних інтересів фізичних та юридичних осіб, побудови конкурентоспроможної національної економі-