

Р. О. ТКАЧУК

асистент кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення  
Центральноукраїнський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-1984-0419

О. В. МУЛЯРЕВИЧ

кандидат технічних наук за спеціальністю «Комп'ютерні системи  
та компоненти»,  
доцент кафедри електронних обчислювальних машин  
Інститут комп'ютерних технологій, автоматики та метрології  
Національного університету «Львівська політехніка»  
ORCID: 0000-0002-4644-7962

С. В. ВАСИЛЮК-ЗАЙЦЕВА

магістр філософії з фізики,  
старший викладач кафедри комп'ютерних наук  
Національний університет біоресурсів і природокористування України  
ORCID: 0000-0002-0875-462X

## АДАПТИВНІ АЛГОРИТМИ ОБРОБКИ ПРИРОДНОЇ МОВИ ДЛЯ БАГАТОМОВНОГО ІНТЕРФЕЙСУ КОРИСТУВАЧА

*У світлі стрімкого технологічного розвитку, де можливості комунікації розширюються, процеси обробки природної мови забезпечують інтуїтивну взаємодію людини з технологіями. Обробки природної мови є революційним перетином інформатики, штучного інтелекту та лінгвістики, спрямований на подолання розриву між людським спілкуванням та розумінням обчислень. Його інтеграція в інтерфейси користувача була трансформаційною та забезпечила більш інтуїтивну та ефективну взаємодію між користувачами та технологіями. Складність природної мови з її нюансами, ідіомами та культурними варіаціями становить серйозну проблему для її обробки. А втім, прогрес у машинному та глибокому навчанні підняв цей процес на нові висоти, дозволяючи системам навчатися на великих обсягах даних і згодом удосконалюватися. Ця синергія відкрила нові шляхи доступності, зробивши технологію більш інклюзивною. Мета пропонованої статті – провести аналіз адаптивних алгоритмів обробки природної мови для багатомовного інтерфейсу користувача. У роботі використано метод аналізу дотичної літератури. Результати роботи продемонстрували, що завдяки прогресу в машинному та глибокому навчанні алгоритми обробки природної мови нині формують основи багатомовних інтерфейсів користувача (від голосових помічників, чат-ботів і систем автозаміни до аналізу настроїв, автоматичного перекладу, резюмування контенту й функцій доступності). Ці процеси роблять технології більш чутливими, адаптивними і здатними розуміти мову, контекст, емоції та культурні нюанси людського спілкування. Нейронні системи використовують великі обсяги даних, щоб навчитися виконувати завдання автоматично. У роботі описано напрями та можливості обробки природної мови в інтерфейсах користувача. Кожен із цих напрямів підкреслює багатогранність обробки природної мови в інтерфейсах користувача та її потенціал зробити технології більш чутливими до людських потреб; у майбутньому його розвиток сприятиме глибшому розумінню взаємовідносин технології та людини. Таким чином, впровадження обробки природної мови в багатомовні інтерфейси користувача відкриває перспективи створення більш природного, інклюзивного та інтелектуального цифрового середовища майбутнього.*

**Ключові слова:** штучний інтелект, лінгвістика, природна мова, інтерфейси користувачів, цифрове середовище.

R. O. TKACHUK

Assistant Professor at the Department of Cybersecurity and Software  
Central Ukrainian National Technical University  
ORCID: 0000-0002-1984-0419

O. V. MULIAREVYCH

PhD in Computer Systems and Components,  
Associate Professor at the Department of Computer Engineering  
Institute of Computer Technologies, Automation and Metrology  
of Lviv Polytechnic National University  
ORCID: 0000-0002-4644-7962

S. V. VASYLYUK-ZAITSEVA

MPhil in Physics,  
Senior Lecturer at the Department of Computer Science  
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine  
ORCID: 0000-0002-0875-462X

## ADAPTIVE NATURAL LANGUAGE PROCESSING ALGORITHMS FOR MULTILINGUAL USER INTERFACES

*In the context of rapid technological development, where communication capabilities are expanding, natural language processing (NLP) enables intuitive human-technology interaction. NLP represents a revolutionary intersection of computer science, artificial intelligence, and linguistics, aimed at bridging the gap between human communication and computational understanding. Its integration into user interfaces has been transformational, providing more intuitive and efficient interaction between users and technologies. The complexity of natural language, with its nuances, idioms, and cultural variations, poses significant challenges for processing. However, advances in machine learning and deep learning have elevated NLP to new heights, enabling systems to learn from large volumes of data and improve over time. This synergy has opened new pathways to accessibility, making technology more inclusive. The purpose of this article is to analyze adaptive natural language processing algorithms for multilingual user interfaces. The study employs a literature review methodology. The results demonstrate that, due to progress in machine learning and deep learning, NLP algorithms now form the foundation of multilingual user interfaces, ranging from voice assistants, chatbots, and autocorrect systems to sentiment analysis, automatic translation, content summarization, and accessibility features. These processes make technologies more responsive, adaptive, and capable of understanding the language, context, emotions, and cultural nuances of human communication. Neural systems utilize large volumes of data to learn to perform tasks automatically. The paper describes the directions and capabilities of natural language processing in user interfaces. Each of these directions highlights the multifaceted nature of NLP in user interfaces and its potential to make technologies more responsive to human needs; in the future, its development will contribute to a deeper understanding of the relationship between technology and humans. Thus, the implementation of natural language processing in multilingual user interfaces opens prospects for creating a more natural, inclusive, and intelligent digital environment of the future.*

**Key words:** artificial intelligence, linguistics, natural language, user interfaces, digital environment.

### Постановка проблеми

Сучасні цифрові технології дедалі частіше орієнтовані на створення природних, інтуїтивно зрозумілих і багатомовних інтерфейсів користувача, здатних ефективно взаємодіяти з людиною через мову. Однак, попри значні досягнення у сфері розроблення чат-ботів, віртуальних помічників і голосових сервісів, проблема полягає в недостатній адаптивності алгоритмів обробки природної мови до контексту, емоцій, мовних варіацій та культурних відмінностей користувачів. Ранні системи, засновані на правилах, виявили обмежену здатність до розуміння складних діалогових структур і гнучкого реагування на природне мовлення. Лише із впровадженням машинного та глибокого навчання з'явилася можливість формування адаптивних моделей, здатних самостійно навчатися на великих обсягах даних, розпізнавати мовні патерни та покращувати якість взаємодії з користувачем. Проте питання багатомовності, персоналізації, розпізнавання емоцій і контекстуальних залежностей залишається відкритим. Саме тому виникає необхідність у комплексному дослідженні адаптивних алгоритмів обробки природної мови, спрямованих на підвищення ефективності, точності та доступності багатомовних інтерфейсів користувача.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Розуміння намірів користувача є наріжним каменем ефективної комунікації в будь-якій системі обробки природної мови (далі – NLP) [1, с. 245]. Зокрема, дослідники Г. Лейн (H. Lane) та М. Дишел (M. Dyshel) підкреслюють, що обробка природної мови дозволяє системам штучного інтелекту інтерпретувати буквальный зміст висловлювань користувачів та зважати на їхні наміри. Це, на думку авторів, забезпечує більш точну та релевантну взаємодію й має особливе значення для розроблення інтерфейсів користувача, де головною метою є створення природного та інтуїтивного досвіду, порівнянного із живим спілкуванням між людьми [2]. Такий підхід демонструє важливість контекстуального розуміння і підкреслює необхідність інтеграції адаптивних алгоритмів у сучасні багатомовні інтерфейси. У цьому контексті С. Різоу (S. Rizou) та колеги аналізують технічну точку зору. Розпізнавання намірів користувача передбачає аналіз вхідних даних мови, вилучення семантичного значення та

їх відображення на задалегідь визначені дії або відповіді. Для цього потрібне складне поєднання лінгвістичних правил і моделей машинного навчання, які можуть впоратися з неоднозначністю та різноманітністю людської мови [3, с. 5]. За своєю суттю, на думку А. Хефні (A. Hefny) та колег, системи NLP класифікують введення користувача за намірами, які представляють мету, що стоїть за повідомленням користувача. Учені також говорять, що, крім наміру, життєво важливою є ідентифікація сутності (конкретна інформація, що міститься у вхідних даних користувача) [4, с. 2]. Аналогічно Б. Юан (B. Yuan), наголошує на тому, що системи NLP повинні враховувати контекст попередніх взаємодій, керувати потоком діалогу, аналізувати емоційний тон користувача та безперервно навчатися для поліпшення розуміння намірів і мовних шаблонів [5, с. 74]. Алгоритми обробки природної мови в інтерфейсах користувача аналізують І. Іосіфов (I. Iosifov) та В. Соколов (V. Sokolov), описуючи різноманітні програми, кожна з яких має власні задачі та інновації – від голосових помічників і чат-ботів до прогнозного тексту [6, с. 399]. Наголошуючи на практичному застосуванні NLP у повсякденних цифрових сервісах, М. Поплавський та Ю. Трач розглядають функцію голосового керування музичним потоковим сервісом [7].

Таким чином, NLP перетворює взаємодію користувача з технологіями на природний, інтелектуальний та емоційно зрозумілий досвід, роблячи цифрові інтерфейси справді адаптивними та людьми.

#### **Формулювання мети дослідження**

Метою дослідження є аналіз і систематизація адаптивних алгоритмів обробки природної мови, а також виявлення їх потенціалу для підвищення ефективності, точності й інклюзивності багатомовних інтерфейсів користувача. Дослідження спрямовано на визначення принципів побудови таких систем, які здатні розуміти контекст, емоційний стан та культурні особливості мовців, забезпечуючи більш природну взаємодію людини з технологіями. Для досягнення поставленої мети передбачено виконання таких завдань:

- 1) проаналізувати етапи розвитку систем обробки природної мови;
- 2) визначити особливості функціонування адаптивних алгоритмів у контексті багатомовних інтерфейсів користувача;
- 3) схарактеризувати ключові технології, що забезпечують обробку мовних, контекстуальних і емоційних аспектів комунікації;
- 4) виявити проблеми, пов'язані з розпізнаванням контексту, семантики та культурних відмінностей у багатомовних середовищах;
- 5) узагальнити перспективні напрями розвитку адаптивних алгоритмів обробки природної мови для створення інтелектуальних, персоналізованих і доступних інтерфейсів користувача.

#### **Викладення основного матеріалу дослідження**

У галузі штучного інтелекту його проєктування для природної взаємодії з користувачем є наріжним каменем створення інтуїтивно зрозумілого та безперебійного досвіду [8, с. 193]. Мета полягає в тому, щоб створити системи, які розуміють й інтерпретують людську мову якомога природніше, долаючи розрив між людським і машинним спілкуванням. Це передбачає глибоку інтеграцію методів обробки природної мови (NLP), які дозволяють машинам розуміти, аналізувати та генерувати людську мову таким чином, щоб це було одночасно значущим і контекстуально релевантним. Завдання полягає не лише в розумінні буквальних рядків слів, але й у розумінні нюансів, намірів та емоцій, переданих мовою.

З погляду користувача, взаємодія зі штучним інтелектом має бути такою ж простою, як і спілкування з людиною. Це вимагає від штучного інтелекту витонченого розуміння синтаксису, семантики, мовної прагматики та здатності брати участь у веденні діалогів. З боку розробників це вимагає надійного дизайну, який враховує різні способи, за допомогою яких користувачі можуть висловлювати свої думки та запити. Етичні міркування також відіграють важливу роль, оскільки штучний інтелект повинен обережно поводитися з конфіденційною інформацією та поважати приватність користувачів.

Тонкощі дизайну штучного інтелекту для природної взаємодії з користувачем представлено в табл. 1.

Зосереджуючись на цих областях, розробники можуть створювати системи штучного інтелекту, які забезпечують природний та інтуїтивно зрозумілий користувацький досвід. Кінцева мета полягає в тому, щоб створити штучний інтелект, який може спілкуватися, допомагати та надавати цінність без необхідності адаптуватися до того, як машина розуміє світ.

Обробки природної мови (NLP) стало основою сучасного дизайну інтерфейсу користувача, забезпечуючи більш інтуїтивну та людську взаємодію між користувачами та технологіями. Однак інтеграція NLP в інтерфейси користувача включає безліч проблем, які охоплюють технічну, лінгвістичну та дизайнерську сфери.

З технічної позиції складність людської мови, з її нюансами, ідіомами і контекстуальними значеннями, є істотною перешкодою для алгоритмів NLP. Забезпечення того, щоб ці системи могли точно розуміти та обробляти широкий спектр вхідних даних на мові, є непростим завданням [10]. З лінгвістичного погляду варіативність висловлювань користувача, включаючи діалекти, акценти та перемикання мови, додає ще один рівень складності [11]. У сфері дизайну складним виявляється створення інтерфейсів, які можуть елегантно справлятися з непередбачуваною природою людської мови, забезпечуючи при цьому безперебійний користувацький досвід [12].

Ці інтерфейси повинні бути не тільки надійними та гнучкими, але й відповідати очікуванням користувачів та культурним нормам.

Таблиця 1

**Дизайн штучного інтелекту для природної взаємодії з користувачем**

Дизайн	Функція
Розуміння контексту	Штучний інтелект повинен уміти підтримувати контекст протягом усієї взаємодії
Робота із двозначністю	Природна мова сповнена двозначності. Системи штучного інтелекту повинні бути розроблені таким чином, щоб справлятися з цим, часто ставлячи уточнювальні запитання
Навчання на взаємодіях	Штучний інтелект повинен удосконалюватися з часом, навчаючись на минулих взаємодіях. Цього можна досягти за допомогою алгоритмів машинного навчання, які аналізують закономірності поведінки користувачів і використання мови
Мультимодальні взаємодії	Поєднання тексту з іншими способами введення, як-от голос або жест, може призвести до більш природної взаємодії
Персоналізація	Штучний інтелект повинен уміти адаптувати взаємодії на основі вподобань та історії користувача. Наприклад, якщо користувач часто бронює рейси в певній авіакомпанії, штучний інтелект може надати пріоритет цій авіакомпанії у своїх майбутніх пошуках
Етичний дизайн	Штучний інтелект повинен бути розроблений з огляду на етичні міркування, гарантуючи, що він не увічнює упередженість і не порушує приватне життя користувачів. Це включає прозорість використання даних користувачів і надання їм можливості відмовитися від збору даних
Глобальна доступність	Розроблення штучного інтелекту для глобальної аудиторії означає адаптацію до кількох мов і діалектів, а також культурних нюансів

Джерело: [9]

Незважаючи на багатогранний потенціал, є проблеми, які виникають під час упровадження NLP у дизайн користувацького інтерфейсу (табл. 2).

Таблиця 2

**Основні проблеми впровадження обробки природної мови (NLP) у дизайн користувацького інтерфейсу**

Проблематика	Сфера впливу
Розв'язання проблеми двозначності	Природна мова за своєю суттю неоднозначна. Слова можуть мати кілька значень залежно від контексту, а речення можна тлумачити по-різному. Проектування системи NLP, яка може точно визначати наміри користувача, вимагає складних алгоритмів і глибоких навчальних даних
Контекстуальне розуміння	Семантика вхідних даних користувача залежить від контексту їх використання. Системи обробки природної мови мають забезпечувати збереження контексту протягом сеансу взаємодії та інтерпретувати посилання на попередні етапи діалогу.
Різноманітність користувачів	Користувачі характеризуються різним мовним досвідом, рівнем володіння мовою, діалектними й акцентними особливостями. Системи обробки природної мови мають враховувати цю гетерогенність і забезпечувати точну інтерпретацію вхідних даних у всьому діапазоні мовної варіативності.
Обробки в режимі реального часу	Для безперебійної взаємодії з користувачем системи NLP повинні обробляти та реагувати на введені користувачем дані в режимі реального часу. Для цього потрібні високоефективні алгоритми та оптимізований дизайн системи для мінімізації затримки
Обробки помилок	Коли виникають непорозуміння, система повинна впоратися з ними витончено, що передбачає розроблення інтерфейсів, які можуть повернути користувачів на правильний шлях, не викликаючи розчарування чи плутанини
Конфіденційність і безпека	Оскільки системи NLP часто обробляють приватні дані користувачів, забезпечення конфіденційності та безпеки має першорядне значення. Це включає безпечні методи обробки даних і прозорі механізми згоди користувачів
Безперервне навчання	Мова еволюціонує, тож системи NLP повинні бути розроблені зі здатністю вчитися на взаємодіях і згодом адаптуватися до нових моделей використання мови
Культурна чутливість	Мова тісно пов'язана з культурою. Системи NLP повинні бути культурно обізнаними, щоб уникнути неправильних тлумачень і поважати культурні нюанси у використанні мови

Джерело: [13]

Незважаючи на те, що NLP має великі перспективи для поліпшення інтерфейсів користувача, проблеми, які воно представляє, значні й багатогранні. Розв'язання цих проблем вимагає міждисциплінарного підходу, який поєднує досягнення в галузі штучного інтелекту та машинного навчання зі знаннями лінгвістики та принципів дизайну, орієнтованого на користувача.

Обробки природної мови – це революційний поворот у способі нашої взаємодії з технологіями, що перетворює користувацькі інтерфейси із жорстких командних систем на плавні розмовні середовища. Впровадження NLP не тільки покращило користувацький досвід, але й відкрило нові шляхи в аналізі даних, обслуговуванні клієнтів і навіть підтримці психічного здоров'я. Розглядаючи успішні тематичні дослідження, можливо отримати

уявлення про практичне застосування і трансформаційний потенціал технологій NLP. Від чат-ботів, які одночасно обробляють тисячі запитів клієнтів, до віртуальних помічників, котрі керують нашими розкладами та рекомендують дії, NLP – це тихий двигун, який відкриває нову еру взаємодії людини та машини (табл. 3).

Таблиця 3

**Приклади успішного застосування технологій обробки природної мови (NLP)  
у сучасних цифрових системах**

Боти для обслуговування клієнтів	Такі компанії, як Amtrak, досягли величезного успіху зі своїм ботом для обслуговування клієнтів «Джулі», який обробляє понад 5 мільйонів запитів на рік. Бот «Джулі» допомагає з бронюванням, надає статуси поїздів та інформацію про подорожі, демонструючи ефективність NLP у виконанні повторюваних завдань з великим обсягом
Комунікація в охороні здоров'я	Впровадження NLP, як-от віртуальний асистент Epic Systems, який інтегрується з електронними медичними записами, забезпечує більш природну та ефективну взаємодію між постачальниками медичних послуг та їхніми системами, зменшує адміністративне навантаження та покращує догляд за пацієнтами
Підтримка психічного здоров'я	Платформи на основі штучного інтелекту, зокрема Woebot, використовують NLP для спілкування з користувачами, надаючи методи когнітивно-поведінкової терапії для допомоги в управлінні психічним здоров'ям. Це демонструє роль NLP у наданні доступної та негайної підтримки окремим особам
Послуги перекладу мов	Такі служби, як Google Translate, еволюціонували, щоб використовувати NLP для більш точних і контекстно-залежних перекладів, забезпечуючи спілкування в режимі реального часу через мовні бар'єри та сприяючи глобальному підключенню
Асистенти з голосовим керуванням	Віртуальні помічники, як-от Alexa від Amazon і Siri від Apple, стали відомими, допомагаючи у всьому – від встановлення нагадувань до керування пристроями «розумного» дому, і все це за допомогою команд природною мовою
Моніторинг соціальних медіа	Інструменти NLP використовуються для моніторингу платформ соціальних медіа на предмет тенденцій, аналізу настроїв і навіть для виявлення потенційних надзвичайних ситуацій, що ілюструє широке застосування NLP в аналізі даних
Інструменти навчання	Програми для вивчення мов, наприклад, Duolingo, використовують NLP для забезпечення персоналізованого досвіду навчання, адаптуючись до рівня навичок і стилю навчання користувача, роблячи освіту більш інтерактивною та адаптивною

*Джерело: власна розробка авторів.*

Ці тематичні дослідження підкреслюють універсальність і вплив NLP у різних сферах життя. Дозволяючи машинам розуміти людську мову і реагувати на неї, NLP виступає практичним інструментом та мостом до більш емпатичних і розумних технологій.

Коли ми дивимося на горизонт технологічного прогресу, область обробки природної мови виділяється як маяк інновацій, особливо в поліпшенні користувацького досвіду. Перетин адаптивних алгоритмів обробки природної мови для багатомовного інтерфейсу користувача – це захопливий рубіж, де усне мовлення чи письмо стає потужним інструментом для взаємодії. Ця синергія готова переосмислити спосіб взаємодії користувачів із цифровими системами, зробивши технології більш доступними, інтуїтивно зрозумілими та відповідними потребам людини [14]. Майбутні тенденції в NLP і користувацькому досвіді полягають у поступових поліпшеннях, які передбачають зміну парадигми в тому, як ми взаємодіємо з цифровим світом.

Дизайнери шукають способи безперешкодної інтеграції NLP в інтерфейси користувача, роблячи взаємодію більш природною і менш структурованою. Це може означати відмову від традиційних графічних елементів, як-от кнопки та меню, і перехід до більш розмовних інтерфейсів. Прикладом цього є віртуальний домашній помічник, який може розуміти складні команди.

З позиції користувача очікується більш персоналізований та адаптивний досвід. Майбутні системи NLP можуть вивчати індивідуальні уподобання користувачів і належним чином адаптувати відповіді.

Результати дослідження показують, що майбутні тенденції розвитку обробки природної мови в користувацькому досвіді спрямовані на створення більш інтуїтивних, персоналізованих і чутливих систем взаємодії. Однею з ключових тенденцій є мультимодальна взаємодія, яка поєднує текст, голос і візуальні елементи, забезпечуючи багатовимірний досвід користувача. Важливим складником стає також розпізнавання емоцій і реагування, що дозволяє системам виявляти емоційний стан користувача та адаптувати свої відповіді для створення більш емпатичної комунікації. Подальший розвиток отримає налаштування мовних моделей, здатних урахувати індивідуальні особливості мовлення, регіональні діалекти та сленг, що сприятиме підвищенню рівня персоналізації.

Крім того, у центрі уваги залишається етичний і відповідальний штучний інтелект, який передбачає зменшення мовних упереджень і забезпечення культурної чутливості систем. Перспективним напрямом є поєднання доповненої реальності (AR) з NLP, що відкриває можливості створення нових форм інтерактивного досвіду, де користувач може взаємодіяти з цифровими об'єктами за допомогою природної мови. Важливою тенденцією є також

безперервне навчання систем, завдяки якому інтерфейси зможуть адаптуватися до змін поведінки користувачів і контексту використання [15]. Нарешті, кросплатформні рішення NLP сприятимуть формуванню узгодженого досвіду на різних пристроях і платформах.

У сукупності ці напрями формують нову парадигму взаємодії людини та технологій, в якій обробки природної мови стає основою для створення інтелектуальних, гнучких і емоційно орієнтованих цифрових середовищ.

Майбутнє NLP у користувальницькому досвіді полягає не лише в розумінні мови, а й у створенні гармонійних відносин між людьми та машинами, де комунікативні перешкоди розчинені, а технології є природним продовженням наших намірів. У міру того, як ми продовжуємо розширювати межі можливого, користувацький досвід стане більш плавним, інтуїтивно зрозумілим і, що найважливіше, людським.

У сфері взаємодії з користувачами, особливо за допомогою обробки природної мови, етичні міркування в розмовах на основі штучного інтелекту мають першорядне значення. Оскільки системи штучного інтелекту стають усе більш складними та інтегрованими в повсякденне життя, розмови, які вони полегшують користувачам, виходять за межі простого обміну даними. Вони втілюють складні соціальні взаємодії, які мають важливі етичні наслідки. Здатність штучного інтелекту розуміти, інтерпретувати та генерувати людську мову викликає безліч етичних проблем, які необхідно розв'язати, щоб гарантувати, що ці системи розроблені та розгорнуті відповідально. Від проблем конфіденційності до потенційної упередженості, етичний ландшафт розмов зі штучним інтелектом настільки ж складний, як і критичний.

Результати дослідження свідчать, що етичні виклики впровадження штучного інтелекту та обробки природної мови в користувацькі інтерфейси мають комплексний характер і потребують системного підходу до їх розв'язання. Одним із ключових питань є конфіденційність і безпека даних. Системи NLP часто обробляють персональну інформацію користувачів, що вимагає суворого захисту даних і дотримання етичних норм в їх збиранні та зберіганні. Не менш важливою проблемою є упередженість і справедливість, адже моделі штучного інтелекту можуть відтворювати наявні соціальні чи культурні упередження, що закладені в навчальних наборах даних.

Велике значення має прозорість систем, адже користувач повинен знати, коли він взаємодіє з машиною, а не з людиною, і розуміти, як саме використовуються його дані. Питання підзвітності також залишається відкритим. До прикладу, в разі помилкових рішень штучного інтелекту часто складно визначити, хто несе юридичну чи етичну відповідальність – розробник, компанія чи сама система. У цьому контексті вкрай важливо забезпечити автономію та згоду користувачів, дозволяючи їм контролювати рівень взаємодії з інтелектуальними системами та самостійно вирішувати, які функції активувати чи обмежити.

Ще одним аспектом є вплив на зайнятість, адже автоматизація процесів може змінити структуру ринку праці, тому етичне використання штучного інтелекту має бути спрямоване на доповнення людської праці, а не її заміну. Нарешті, необхідно враховувати довгостроковий вплив на суспільство, зокрема можливі зміни в соціальній взаємодії, залежність від технологій та трансформацію міжособистісних комунікацій.

Узагальнюючи, можна стверджувати, що впровадження штучного інтелекту та NLP на етичних засадах потребує балансу між технологічними можливостями, прозорістю, захистом прав користувачів і соціальною відповідальністю розробників.

Треба зазначити, що етичні міркування в розмовах про штучний інтелект залишаються одним із найважливіших напрямів сучасних досліджень, адже вони визначають, яким чином технології впливатимуть на суспільство, взаємодію людей і розвиток цифрової культури. У міру того як штучний інтелект розвивається, постає потреба у формуванні чітких етичних орієнтирів, які гарантуватимуть, що технології служать для покращення людської взаємодії, а не для її обмеження чи підміни.

Особливу роль у цьому контексті відіграє NLP, яке радикально змінило спосіб комунікації людини з машиною. Подолавши бар'єр між людською мовою та обчислювальними системами, NLP зробило технології більш інтуїтивними, чутливими до контексту та доступними. Цей вплив можна простежити в широкому спектрі застосувань – від віртуальних помічників і чат-ботів до систем перекладу, що працюють у реальному часі.

З позиції користувацького досвіду (UX) технології NLP відкрили шлях до більш природних і розмовних інтерфейсів, де користувач може висловлювати свої запити звичайною мовою, без спеціальних команд чи складних меню. Це зробило технологію доступнішою для людей із різним рівнем технічної підготовки та можливостями.

Розробники та компанії використовують NLP для підвищення ефективності сервісів і створення персоналізованого досвіду взаємодії. Чат-боти обробляють тисячі звернень одночасно, віртуальні помічники керують розкладами користувачів, а системи аналітики аналізують відгуки та настрої клієнтів. У науковому контексті NLP також стало цінним інструментом для лінгвістів і когнітивістів, адже дає змогу досліджувати механізми сприйняття, обробки та відтворення мови.

Результати аналізу свідчать, що NLP має глибокий і багатовимірний вплив на взаємодію з користувачем. Обробки мови покращує доступність, забезпечуючи можливості для людей із вадами зору чи руху; підвищує ефективність завдяки голосовим командам; персоналізує досвід користувача на основі його уподобань; долає мовні бар'єри через переклад у реальному часі [16]. Система аналізує настрої, допомагаючи бізнесу краще

розуміти клієнтів. NLP має потенціал зменшувати кількість помилок під час введення тексту та підсилювати освітні можливості через інтерактивні навчальні програми.

Отже, NLP розширює функціональні можливості інтерфейсів, формуючи нову культуру цифрової взаємодії. У перспективі ці технології сприятимуть ще більш природній, емоційно чутливій і контекстно точній комунікації між людиною і машиною, що визначатиме майбутнє користувацького досвіду.

#### Висновки

Аналіз етапів розвитку систем обробки природної мови показав, що еволюція NLP відбувалася від простих правил і статистичних моделей до глибоких нейронних мереж і трансформерів. Таке перетворення забезпечило контекстуальне розуміння та генерацію мови, близьку до людської. Дослідження адаптивних алгоритмів у багатомовних інтерфейсах користувача засвідчили, що сучасні моделі здатні враховувати мовні відмінності, діалекти та культурні особливості, сприяючи підвищенню точності, природності й доступності взаємодії.

У цьому контексті інтеграція мовного, контекстуального та емоційного аналізу є характерною ознакою ключових технологій NLP. Така інтеграція дає змогу створювати системи, які розуміють зміст, наміри та настрої користувача. Виявлення проблем упровадження NLP показало, що основними викликами залишаються розв'язання двозначності, збереження контексту, багатомовність, конфіденційність даних і культурна чутливість. Ці виклики потребують міждисциплінарного підходу до розроблення систем NLP.

Узагальнення перспектив розвитку адаптивних алгоритмів NLP свідчить, що майбутні напрями зосереджені на персоналізації, мультимодальній взаємодії, безперервному навчанні систем, етичності та інтеграції з доповненою реальністю. Дослідження та розроблення зазначених напрямів сприятимуть формуванню нової ери людсько-машинної комунікації.

#### Список використаної літератури

1. Joshi R., Farhan M., Sharma U., Bhatt S. Unlocking Human Communication: A Journey through Natural Language Processing. *International Journal of Engineering Trends and Applications (IJETA)*. 2024. Vol. 11. № 3. P. 245–250. URL: <https://www.ijetajournal.org/volume-11/issue-3/IJETA-V11I3P43.pdf> (date of access: 04.11.2025).
2. Lane H., Dyshel M. Natural language processing in action. 2025. Simon and Schuster. URL: [https://books.google.com.ua/books?hl=uk&lr=&id=WklAEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Understanding+user+intent+is+the+cornerstone+of+effective+communication+in+any+natural+language+processing+system.&ots=GN\\_rQbNpWq&sig=WsCmnPf3v0w0lx2-9UEc2jhtPr8&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ua/books?hl=uk&lr=&id=WklAEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Understanding+user+intent+is+the+cornerstone+of+effective+communication+in+any+natural+language+processing+system.&ots=GN_rQbNpWq&sig=WsCmnPf3v0w0lx2-9UEc2jhtPr8&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false) (date of access: 04.11.2025).
3. Rizou S., Theofilatos A., Paflioti A., Pissari E., Varlamis I., Sarigiannidis G., Chatzisavvas K. C. Efficient intent classification and entity recognition for university administrative services employing deep learning models. *Intelligent Systems with Applications*. 2023. Vol. 19. URL: <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2023.200247> (date of access: 04.11.2025).
4. Hefny A. H., Dafoulas G. A., Ismail M. A. Intent classification for a management conversational assistant. In 2020 15th International Conference on Computer Engineering and Systems (ICCES). 2020. P. 1–6. IEEE. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9334685> (date of access: 04.11.2025).
5. Yuan B. Design of an Intelligent Dialogue System Based on Natural Language Processing. *Journal of Theory and Practice of Engineering Science*. 2024. Vol. 4. № 01. P. 72–78. URL: [https://doi.org/10.53469/jtpes.2024.04\(01\).10](https://doi.org/10.53469/jtpes.2024.04(01).10) (date of access: 04.11.2025).
6. Iosifov I., Sokolov V. Y. Методи аналізу природної мови та застосування нейронних мереж в кібербезпеці. *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2024. Vol. 4. № 24. P. 398–414. URL: <https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/50203/> (дата звернення: 04.11.2025).
7. Поплавський М. М., Трач Ю. В. Цифровізація музичної індустрії: тенденції і перспективи. 2022. URL: <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=1078473> (дата звернення: 04.11.2025).
8. Lypak H., Lypak T., Kunanets N., Duda O., Hribovskyy O. Розроблення підходів до вибору методології проєктування інтерфейсу смартсистеми. *Computer-integrated technologies: education, science, production*. 2025. Vol. 60. P. 190–199. URL: <https://cit.lntu.edu.ua/index.php/cit/article/view/768> (дата звернення: 04.11.2025).
9. Han X., Huang D., Eun-Lee S., Hoon-Yang J. Artificial intelligence-oriented user interface design and human behavior recognition based on human-computer nature interaction. *International Journal of Humanoid Robotics*. 2023. Vol. 20. № 06. DOI: <https://doi.org/10.1142/S0219843622500207> (date of access: 04.11.2025).
10. Васильєв О. С. Застосування штучного інтелекту в дизайні інтерфейсу користувача вебсайту електронної комерції. In X Міжнародна науково-практична конференція "Дизайн та мистецтво в контексті соціокультурного розвитку". 2024. Одеса: Олді+, ХНТУ. URL: <https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/29128/1/%D0%92%D0%B0%D1%81%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%94%D0%B2%20%D0%A8%D0%86.pdf> (дата звернення: 04.11.2025).
11. Alshetri A., AlShabeb A. Exploring attitudes, identity, and linguistic variation among Arabic speakers: Insights from acoustic landscapes. *International Journal of Arabic-English Studies*. 2023. Vol. 24. № 2. P. 1–16. DOI: <https://doi.org/10.33806/ijaes.v24i2.587> (date of access: 04.11.2025).

12. Sindiramutty S. R., Prabakaran K. R. V., Akbar R., Hussain M., Malik N. A. Generative AI for secure user interface (UI) design. In *Reshaping CyberSecurity With Generative AI Techniques*. 2025. (pp. 333–394). IGI Global Scientific Publishing. DOI: <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-5415-5.ch010> (date of access: 04.11.2025).

13. Khurana D., Koli A., Khatter K., Singh S. Natural language processing: state of the art, current trends and challenges. *Multimedia tools and applications*. 2023. Vol. 82. № 3. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11042-022-13428-4> (date of access: 04.11.2025).

14. Karora V., Lavania G., Agarwal S., Porwal N. Natural Language Processing: A Human Computer Interaction Perspective. *PRATIBODH, (NCDSNS)*. 2023. URL: <https://pratibodh.org/index.php/pratibodh/article/view/150> (date of access: 04.11.2025).

15. Petersen C. L., Halter R., Kotz D., Loeb L., Cook S., Pidgeon D., Batsis J. A. Using natural language processing and sentiment analysis to augment traditional user-centered design: development and usability study. *JMIR mHealth and uHealth*. 2020. 8(8). URL: <https://mhealth.jmir.org/2020/8/e16862/> (date of access: 04.11.2025).

16. Using Redis for Caching Optimization in High-Traffic Web Applications. URL: <https://doi.org/10.62225/2583049X.2025.5.4.4839> (date of access: 04.11.2025).

### References

1. Joshi, R., Farhan, M., Sharma, U., & Bhatt, S. (2024). Unlocking human communication: A journey through natural language processing. *International Journal of Engineering Trends and Applications (IJETA)*, 11(3), 245–250. Retrieved from <https://www.ijetajournal.org/volume-11/issue-3/IJETA-V11I3P43.pdf>

2. Lane, H., & Dyshel, M. (2025). *Natural language processing in action*. Simon and Schuster. Retrieved from <https://books.google.com.ua/books?hl=uk&lr=&id=WkIAEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1>

3. Rizou, S., Theofilatos, A., Paflioti, A., Pissari, E., Varlamis, I., Sarigiannidis, G., & Chatzisavvas, K. C. (2023). Efficient intent classification and entity recognition for university administrative services employing deep learning models. *Intelligent Systems with Applications*, 19. <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2023.200247>

4. Hefny, A. H., Dafoulas, G. A., & Ismail, M. A. (2020). Intent classification for a management conversational assistant. In *2020 15th International Conference on Computer Engineering and Systems (ICCES)* (pp. 1–6). IEEE. Retrieved from <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9334685>

5. Yuan, B. (2024). Design of an intelligent dialogue system based on natural language processing. *Journal of Theory and Practice of Engineering Science*, 4(1), 72–78. [https://doi.org/10.53469/jtpes.2024.04\(01\).10](https://doi.org/10.53469/jtpes.2024.04(01).10)

6. Iosifov I., & Sokolov V. Y. (2024). Metody analizu pryrodnoi movy ta zastosuvannia neironnykh merezh v kiberbezpeki [Methods of natural language analysis and neural networks application in cybersecurity]. *Kiberbezpeka: osvita, nauka, tekhnika – Cybersecurity: Education, Science, Technology*, 4(24), 398–414. URL: <https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/50203/> (дата звернення: 04.11.2025). [in Ukrainian].

7. Poplavskiy M. M., & Trach Yu. V. (2022). Tsyfrovizatsiia muzychnoi industrii: tendentsii i perspektivyv [Digitalization of the music industry: trends and prospects]. URL: <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=1078473> (дата звернення: 04.11.2025). [in Ukrainian].

8. Lypak H., Lypak T., Kumanets N., Duda O., & Hribovskyy O. (2025). Rozroblennia pidkhodiv do vyboru metodolohii proiektuvannia interfeisu smartsystemy [Development of approaches to choosing a smart system interface design methodology]. *Computer-integrated technologies: education, science, production*, 60, 190–199. URL: <https://cit.lntu.edu.ua/index.php/cit/article/view/768> (дата звернення: 04.11.2025). [in Ukrainian].

9. Han X., Huang D., Eun-Lee S., & Hoon-Yang J. (2023). Artificial intelligence-oriented user interface design and human behavior recognition based on human-computer nature interaction. *International Journal of Humanoid Robotics*, 20(6). <https://doi.org/10.1142/S0219843622500207>

10. Vasylyev O. S. (2024). Zastosuvannia shtuchnoho intelektu v dyzaini interfeisu korystuvacha vebсайту elektronnoi komertsii [Application of artificial intelligence in e-commerce website UI design]. In *Kh Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia "Dyzain ta mystetstvo v konteksti sotsiokulturnoho rozvytku"*. Odesa: Oldi+, KhNTU. URL: <https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/29128/1/Васильев%20Ш.І.І.pdf> (дата звернення: 04.11.2025). [in Ukrainian].

11. Alshehri A., & AlShabeb A. (2023). Exploring attitudes, identity, and linguistic variation among Arabic speakers: Insights from acoustic landscapes. *International Journal of Arabic-English Studies*, 24(2), 1–16. <https://doi.org/10.33806/ijaes.v24i2.587>

12. Sindiramutty S. R., Prabakaran K. R. V., Akbar R., Hussain M., & Malik N. A. (2025). Generative AI for secure user interface (UI) design. In *Reshaping CyberSecurity With Generative AI Techniques* (pp. 333–394). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-5415-5.ch010>

13. Khurana D., Koli A., Khatter K., & Singh S. (2023). Natural language processing: State of the art, current trends and challenges. *Multimedia Tools and Applications*, 82(3). URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11042-022-13428-4>

14. Karora V., Lavania G., Agarwal S., & Porwal N. (2023). Natural language processing: A human-computer interaction perspective. *PRATIBODH (NCDSNS)*. URL: <https://pratibodh.org/index.php/pratibodh/article/view/150>

15. Petersen C. L., Halter R., Kotz D., Loeb L., Cook S., Pidgeon D., & Batsis J. A. (2020). Using natural language processing and sentiment analysis to augment traditional user-centered design: Development and usability study. *JMIR mHealth and uHealth*, 8(8). URL: <https://mhealth.jmir.org/2020/8/e16862/>

16. Using Redis for caching optimization in high-traffic web applications. (2025). <https://doi.org/10.62225/2583049X.2025.5.4.4839>

*Дата першого надходження рукопису до видання: 27.11.2025*

*Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 15.12.2025*

*Дата публікації: 31.12.2025*