

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ТА ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ: ВИКЛИКИ ТА СТРАТЕГІЇ

КОЛЕКТИВНА МОНОГРАФІЯ



ПОЛТАВА
2026

Полтавський державний аграрний університет

Цифрова трансформація та інноваційний розвиток соціально-економічних систем: виклики та стратегії

Колективна монографія

**Полтава
2026**

УДК 330.341.1:004:338.2

JEL Classification: O33, O32, L86, H83

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Полтавського державного аграрного університету*

Рецензенти:

Краус Наталія Миколаївна, д-р екон. наук, професор, професор кафедри девелопменту та просторового планування ВСП «Інститут інноваційної освіти Київського національного університету будівництва і архітектури».

Берестецька Олена Михайлівна, канд. екон. наук, доцент, завідувач кафедри економічної кібернетики Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

За загальною редакцією:

Медвідь Вікторії Юріївни, д-р екон. наук, професора, завідувача кафедри економіки та публічного управління Полтавського державного аграрного університету.

Дячкова Дмитра Володимировича, д-р екон. наук, професора, професора кафедри менеджменту імені І. А. Маркіної Полтавського державного аграрного університету.

Галича Олександра Анатолійовича, канд. екон. наук, професора, професора кафедри економіки та публічного управління Полтавського державного аграрного університету.

Калініченка Олександра Володимировича, канд. екон. наук, доцента, доцента кафедри економіки та публічного управління Полтавського державного аграрного університету.

Лесюка Владислава Станіславовича, доктора філософії з економіки, асистента кафедри економіки та публічного управління Полтавського державного аграрного університету.

Цифрова трансформація та інноваційний розвиток соціально-економічних систем: виклики та стратегії : колективна монографія / за заг. ред. В. Ю. Медвідь, Д. В. Дячкова, О. А. Галича, О. В. Калініченка, В. С. Лесюка. Полтава : ПП «Астроя», 2026. 469 с.

Колективну монографію підготовлено в межах виконання науково-дослідних робіт Полтавського державного аграрного університету:

«Розвиток агропродовольчої сфери в національному та геоелектронічному просторі» (№ 0122U201799) та

«Формування та розвиток територіальних соціально-економічних систем» (№ 0122U201708)

У колективній монографії розкрито теоретичні та прикладні засади цифрової трансформації й інноваційного розвитку соціально-економічних систем, обґрунтовано ключові виклики цифрової економіки та визначено стратегічні напрями підвищення ефективності, стійкості й конкурентоспроможності на різних рівнях господарювання.

ISBN 978-617-8466-41-1



© Колектив авторів, 2026

© Полтавський державний аграрний університет, 2026

Зміст

Вступ	5
Розділ 1. Цифрова трансформація та інноваційний розвиток аграрного сектору	7
1.1. Цифрова трансформація агропромислового комплексу України (<i>Кіржецька М. С., Кіржецький Ю. І.</i>)	7
1.2. Цифрове та точне землеробство як інструменти забезпечення продовольчої безпеки: картографування глобальних наукових трендів (<i>Кріль П. В., Кріль В. В.</i>)	17
1.3. Впровадження інноваційних технологій в умовах розвитку аграрних підприємств (<i>Писаренко С. В.</i>)	33
1.4. Агровольтаїка як інноваційний чинник підвищення вартості підприємств агропродовольчої сфери в умовах сталого розвитку (<i>Орленко О. М.</i>)	54
1.5. Комплексна оцінка ефективності використання системи машин в аграрних підприємствах (<i>Калініченко О. В., Галич О. А., Лесюк В. С.</i>)	70
1.6. Формування антикрихкої моделі розвитку агропромислового комплексу України в контексті цифрової економіки (<i>Олішевська А. М.</i>)	86
Розділ 2. Цифровізація фінансово-облікових систем та аудиту	100
2.1. Фінансові інноваційні процеси в Україні (<i>Левковець Н. П.</i>)	100
2.2. Комплексний підхід до формування та аналізу інвестиційного портфеля в умовах цифрової трансформації фінансових ринків (<i>Горгачова М. І., Ковальова О. М.</i>)	110
2.3. Використання автоматизованих систем бухгалтерського обліку у забезпеченні прозорості та сталості економічних процесів (<i>Гаркуша С. А.</i>)	125
2.4. Діджиталізація процесів в аудиті (<i>Овчарик Р. Ю., Копотієнко Т. Ю.</i>)	143
2.5. Цифрова трансформація процесів обліку кадрового потенціалу: виклики сьогодення та перспективи розвитку (<i>Бащук І. Г.</i>)	156
Розділ 3. Інноваційні зміни в сфері послуг та соціальному секторі	176
3.1. Цифровізація й інноваційна трансформація професійної освіти України як чинник економічного розвитку в умовах воєнних викликів, повоєнного відновлення та євроінтеграції (<i>Ярич І. Я.</i>)	176
3.2. Поведінковий дизайн сталого споживання в контексті розвитку креативних індустрій (<i>Кузьмак О. І., Кузьмак О. М.</i>)	191

3.3. Інноваційні бізнес-моделі у сфері туризму в умовах переходу від традиційних до цифрових технологій (<i>Бондар Ю. А., Щоголева І. В.</i>).....	214
3.4. Цифрова трансформація бізнес-моделей приватних медичних клінік у контексті розвитку e-health (<i>Возний Д. С., Швидка О. П.</i>).....	239
3.5. Безпекоорієнтована модель стратегічного менеджменту інновацій у приватному медичному секторі (<i>Гарафонова О. І.</i>).....	248

Розділ 4. Стратегічне управління та макроекономічні тенденції в цифровій економіці..... 260

4.1. Оцінка рівня цифровізації соціально-економічної сфери країн світу (<i>Курган Н. В.</i>).....	260
4.2. Вплив інтелектуальної власності на формування екосистеми інновацій у контексті цифрової трансформації (<i>Палієнко Т. П.</i>).....	276
4.3. Стратегічний менеджмент організацій у середовищі цифрової трансформації та інноваційних практик (<i>Паламаренко Я. В.</i>).....	296
4.4. Цифрова трансформація управлінських процесів у сталому розвитку соціально-економічних систем (<i>Старко І. Є.</i>).....	324
4.5. Ключові імперативи інноваційного розвитку економіки (<i>Макаренко П. М., Белов О. В., Макаренко Ю. П.</i>).....	333

Розділ 5. Інформаційна безпека, штучний інтелект та технології аналізу даних..... 363

5.1. Комунікаційна вразливість демократій у digital-епoxy: виклики інфосоціокібертероризму (<i>Верховцева І. Г.</i>).....	363
5.2. Інтеграція інструментів штучного інтелекту в політичну діяльність: соціально-економічний вимір (<i>Науменко О. М.</i>).....	382
5.3. Соціально-економічні тенденції розвитку промислового інтернету речей (<i>Грималюк А. В., Даниліна С. О.</i>).....	391
5.4. Цифровізація та інноваційне застосування штучного інтелекту для економічної трансформації аграрного сектора (<i>Шатна А. В., Шатний С. В.</i>).....	409
5.5. Оброблення природної мови для аналізу відгуків користувачів для автоматизації аналізу зворотного зв'язку та виявлення тенденцій у великих обсягах текстових бізнес-даних (<i>Скорін Ю. І.</i>).....	437

Колектив авторів..... 462

Вступ

Нині цифрова трансформація дедалі більше виступає визначальним чинником підвищення ефективності, стійкості та конкурентоспроможності економіки на глобальному, національному та регіональному рівнях. Сучасний етап розвитку соціально-економічних систем характеризується стрімким поширенням цифрових технологій, інноваційних управлінських рішень та трансформацією традиційних моделей господарювання. В умовах посилення глобалізаційних процесів, зростання турбулентності зовнішнього середовища, воєнних викликів і необхідності повоєнного відновлення особливої актуальності набуває наукове осмислення ролі цифрових інновацій у формуванні адаптивних та антикрихких соціально-економічних систем.

Колективна монографія «Цифрова трансформація та інноваційний розвиток соціально-економічних систем: виклики та стратегії» присвячена комплексному дослідженню теоретичних, методологічних і прикладних аспектів цифровізації та інноваційного розвитку в умовах структурних змін економіки. У колективній монографії узагальнено сучасні наукові підходи до цифрової трансформації, проаналізовано ключові виклики цифрової економіки та визначено стратегічні напрями підвищення ефективності функціонування соціально-економічних систем на різних рівнях.

У першому розділі «Цифрова трансформація та інноваційний розвиток аграрного сектору» розкрито особливості цифровізації агропромислового комплексу в контексті забезпечення продовольчої безпеки та сталого розвитку. Значну увагу приділено впровадженню цифрових і точних технологій землеробства, інноваційним виробничо-технологічним рішенням, агровольтаїці, комплексній оцінці ефективності використання систем машин, а також формуванню антикрихких моделей розвитку агропромислового комплексу в умовах цифрової економіки.

Другий розділ «Цифровізація фінансово-облікових систем та аудиту» присвячено дослідженню трансформацій фінансових, облікових і аудиторських процесів під впливом цифрових технологій. У розділі розглянуто інноваційні фінансові процеси, цифрові інструменти управління інвестиційними портфелями, автоматизовані системи бухгалтерського обліку та аудиту, а також цифрову трансформацію обліку кадрового потенціалу як чинники підвищення прозорості та стійкості економічних процесів.

У третьому розділі «Інноваційні зміни в сфері послуг та соціальному секторі» зосереджено увагу на цифровій трансформації освіти, туризму, креативних індустрій та медичної сфери. Проаналізовано вплив цифровізації на розвиток професійної освіти в умовах воєнних викликів і євроінтеграції, інноваційні бізнес-моделі у сфері послуг, а також безпекоорієнтовані підходи до стратегічного управління інноваціями в соціально значущих сферах.

Четвертий розділ «Стратегічне управління та макроекономічні тенденції в цифровій економіці» присвячено аналізу процесів цифровізації соціально-економічної сфери різних країн, формуванню екосистем інновацій, розвитку стратегічного менеджменту організацій у цифровому середовищі та визначенню ключових імперативів інноваційного розвитку економіки в умовах глобальних трансформацій.

У п'ятому розділі «Інформаційна безпека, штучний інтелект та технології аналізу даних» розглянуто сучасні виклики та можливості використання штучного інтелекту, технологій аналізу великих даних і цифрових комунікацій у соціально-економічних системах. Особливу увагу приділено проблемам інформаційної безпеки, кіберзагрозам, інтеграції інструментів штучного інтелекту в економічну та політичну діяльність, а також застосуванню цифрових рішень для трансформації аграрного сектору й аналізу поведінки споживачів.

Структура монографії складається з п'яти розділів, у написанні яких брали участь: Кіржецька М. С., Кіржецький Ю. І. (підрозділ 1.1); Кроль П. В., Кроль В. В. (підрозділ 1.2); Писаренко С. В. (підрозділ 1.3); Орленко О. М. (підрозділ 1.4); Калініченко О. В., Галич О. А., Лесюк В. С. (підрозділ 1.5); Олішевська А. М. (підрозділ 1.6); Левковець Н. П. (підрозділ 2.1); Іоргачова М. І., Ковальова О. М. (підрозділ 2.2); Гаркуша С. А. (підрозділ 2.3); Овчарик Р. Ю., Копотієнко Т. Ю. (підрозділ 2.4); Башук І. Г. (підрозділ 2.5); Ярич І. Я. (підрозділ 3.1); Кузьмак О. І., Кузьмак О. М. (підрозділ 3.2); Бондар Ю. А., Щоголева І. В. (підрозділ 3.3); Возний Д. С., Швидка О. П. (підрозділ 3.4); Гарафонова О. І. (підрозділ 3.5); Курган Н. В. (підрозділ 4.1); Палієнко Т. П. (підрозділ 4.2); Паламаренко Я. В. (підрозділ 4.3); Старко І. Є. (підрозділ 4.4); Макаренко П. М., Белов О. В., Макаренко Ю. П. (підрозділ 4.5); Верховцева І. Г. (підрозділ 5.1); Науменко О. М. (підрозділ 5.2); Грималюк А. В., Даниліна С. О. (підрозділ 5.3); Шатна А. В., Шатний С. В. (підрозділ 5.4); Скорін Ю. І. (підрозділ 5.5).

Колективну монографію підготовлено в межах виконання науково-дослідних робіт Полтавського державного аграрного університету: «Розвиток агропродовольчої сфери в національному та геоekonomічному просторі» (№ 0122U201799) та «Формування та розвиток територіальних соціально-економічних систем» (№ 0122U201708). Автори особисто несуть відповідальність за зміст представлених матеріалів.

Колективна монографія буде корисною науковцям, викладачам закладів вищої освіти, здобувачам вищої освіти, представникам органів державного управління та місцевого самоврядування, а також практикам, діяльність яких пов'язана з цифровою трансформацією та інноваційним розвитком.

23. Фате В. Р., Малматанрадж Р., Паланісамі П. Кластерні моделі зважування ANFIS для солодкого лайма (*Citrus limetta*) з використанням системи комп'ютерного зору. *Journal of Food Process Engineering*. 2019. Vol. 42. Art. e13160.
24. Надім М., Ахмадіфар Х., Машкінмоджех М., Ямагані М. Р. Застосування методів обробки зображень для контролю якості грибів. *Caspian Journal of Health Research*. 2019. Vol. 4. P. 72–75.
25. Ван П., Тудешкі А., Тан Х., Ехсані Р. Методологія визначення стиглості свіжих помідорів за допомогою комп'ютерного зору. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2018. Vol. 146. P. 43–50.
26. Сакхті М. В., Прія Р. М., Кріснарадж Н., Прабхакар Е. Нова система штучного інтелектуального інтелекту для консервування молока з використанням бездротових сенсорних мереж. *Bonfring International Journal of Networking Technologies and Applications*. 2012. Vol. 1. P. 7–13.
27. Кумар І., Рават Дж., Мохд Н., Хусейн С. Можливості штучного інтелекту та машинного навчання в харчовій промисловості. *Journal of Food Quality*. 2021. Vol. 2021. Art. 4535567.
28. Тагінежад Е., Кавех М., Джаханбахші А., Голпур І. Використання штучного інтелекту для оцінки ефективної вологопровідності, питомого енергоспоживання, кольору та усадки під час сушіння айви. *Journal of Food Process Engineering*. 2020. Vol. 43. Art. e13358.
29. Чокпхомпхун С., Гонконг С., Чокпхомпхун С. Оцінка поведінки сушіння та характеристик скибочок картоплі в багатоступеневій конвективній шафовій сушарці: застосування штучної нейронної мережі. *Information Processing in Agriculture*. 2024. Vol. 11. P. 457–475.

5.5.

Оброблення природної мови для аналізу відгуків користувачів для автоматизації аналізу зворотного зв'язку та виявлення тенденцій у великих обсягах текстових бізнес-даних

Скорін Ю. І.,

канд. техн. наук, доцент,

Харківський національний економічний
університет імені Семена Кузнеця, м. Харків

У цифрову епоху взаємодія клієнтів з продуктами та послугами створює величезний потік відгуків та коментарів. Компанії, навіть дуже маленькі або великі, отримують щодня сотні або навіть тисячі текстових відгуків через різні канали – електронну пошту, соціальні мережі, спеціалізовані платформи та внутрішні системи зворотного зв'язку. У цих неструктурованих даних міститься екстракція найважливішої інформації про задоволеність клієнтів, їх потреби та

очікування. За даними досліджень, більше 90 % керівників компаній вважають важливим аналізувати відгуки користувачів для прийняття стратегічних рішень, але лише близько 30 % компаній мають системи, які ефективно могли б аналізувати ці дані. Традиційний ручний аналіз відгуків зовсім не відповідає сучасним вимогам бізнесу. Перегляд тисяч коментарів вимагає багато робочого часу, що значно збільшує витрати. Крім того, суб'єктивність людської оцінки призводить до помилок у розумінні думок клієнтів. Навіть найкращі аналітики не здатні обробляти такі обсяги даних швидко, щоб компанії могли швидко реагувати на зміни у настрої споживачів. Обробка природної мови (NLP) – це спосіб вирішити цю проблему. Вона дозволяє алгоритмам автоматично аналізувати зміст тексту, визначати його тон і виділяти ключові теми у великих наборах даних. Завдяки швидкому розвитку технологій машинного навчання та глибоких нейронних мереж, сучасні системи NLP демонструють вражаючу точність у розумінні контексту та нюансів людського мовлення. Нещодавні досягнення в NLP, включаючи розробку моделей-трансформерів, таких як BERT, GPT та RoBERTa, значно розширили можливості обробки природної мови. Ці моделі здатні розуміти контекст слів у реченні, враховувати полісемію та ідіоматичні вирази, а також успішно обробляти тексти різними мовами. Їх застосування до аналізу відгуків користувачів відкриває нові горизонти для розуміння потреб клієнтів та покращення продуктів і послуг [7, 14]. Впровадження автоматизованого аналізу відгуків користувачів за допомогою NLP не тільки значно скорочує час та ресурси, але й забезпечує глибші аналітичні результати. NLP-системи здатні виявляти приховані тенденції та закономірності, недоступні під час ручного аналізу, а також забезпечують масштабованість рішення відповідно до зростання обсягів даних. Крім того, такі системи можуть працювати цілодобово, забезпечуючи постійний моніторинг відгуків та миттєве виявлення критичних проблем. Актуальність теми дослідження зумовлена зростаючою потребою бізнесу в ефективних інструментах для аналізу великих обсягів текстових даних, які б дозволили витягувати цінні висновки з відгуків користувачів та перетворювати їх на конкретні рекомендації щодо покращення продуктів та послуг. Ця тема має особливе значення в контексті електронної комерції, сфери послуг та розробки програмного забезпечення, де якість та швидкість реагування на відгуки користувачів безпосередньо впливають на конкурентоспроможність компаній. Основні завдання включають вивчення сучасних підходів до обробки природної мови, аналіз алгоритмів класифікації тексту та аналізу настроїв, а також розробку та оцінку ефективності системи автоматизованого аналізу відгуків користувачів.

Під час дослідження були розглянуті теоретичні аспекти обробки природної мови, досліджуються різні моделі та алгоритми аналізу відповідей, експериментально оцінюється їх ефективність на реальних даних. Методологічною основою дослідження є методи машинного навчання, глибокі нейронні мережі, статистичні методи аналізу тексту та методи оцінки якості моделей машинного навчання. В експериментальній

частині роботи використовується мова програмування Python та бібліотеки обробки природної мови, такі як NLTK, spaCy, Transformers та TensorFlow. Результати дослідження можуть бути використані для розробки програмних рішень, які дозволять компаніям краще розуміти потреби своїх клієнтів, швидко реагувати на проблеми та покращувати якість своїх продуктів і послуг. Практичне значення роботи полягає в можливості впровадження розроблених методів і моделей у бізнес-процеси організацій різного масштабу для покращення взаємодії з клієнтами та підвищення їхньої лояльності. У сучасному цифровому світі аналіз відгуків користувачів став критичним елементом для будь-якого бізнесу, який прагне довести якість своїх продуктів і послуг. Однак масштабність і неструктурований характер цих даних створюють значні труднощі для традиційного аналізу. Основною проблемою, що розглядається в цьому дослідженні, є неефективність та обмеження ручного аналізу великих обсягів текстових відгуків користувачів. Ця проблема має кілька важливих аспектів:

1. Експоненціальне зростання обсягів даних. Сучасні компанії щодня отримують тисячі нових відгуків через різні канали. Згідно зі Звітом про тенденції в досвіді клієнтів за 2024 рік, кількість онлайн-відгуків щороку зростає приблизно на 18 %, що майже вдвічі більше, ніж у 2020 році (10 %). Для найбільших платформ електронної комерції цей показник ще вищий – Amazon фіксує близько 22 % річного зростання кількості відгуків, а торговельні майданчики у сфері послуг близько 25 %. Прогнозується, що до 2025 року провідні компанії отримуватимуть в середньому 30–50 тисяч відгуків щодня (рис.1), що робить ручну обробку таких обсягів інформації практично неможливою;

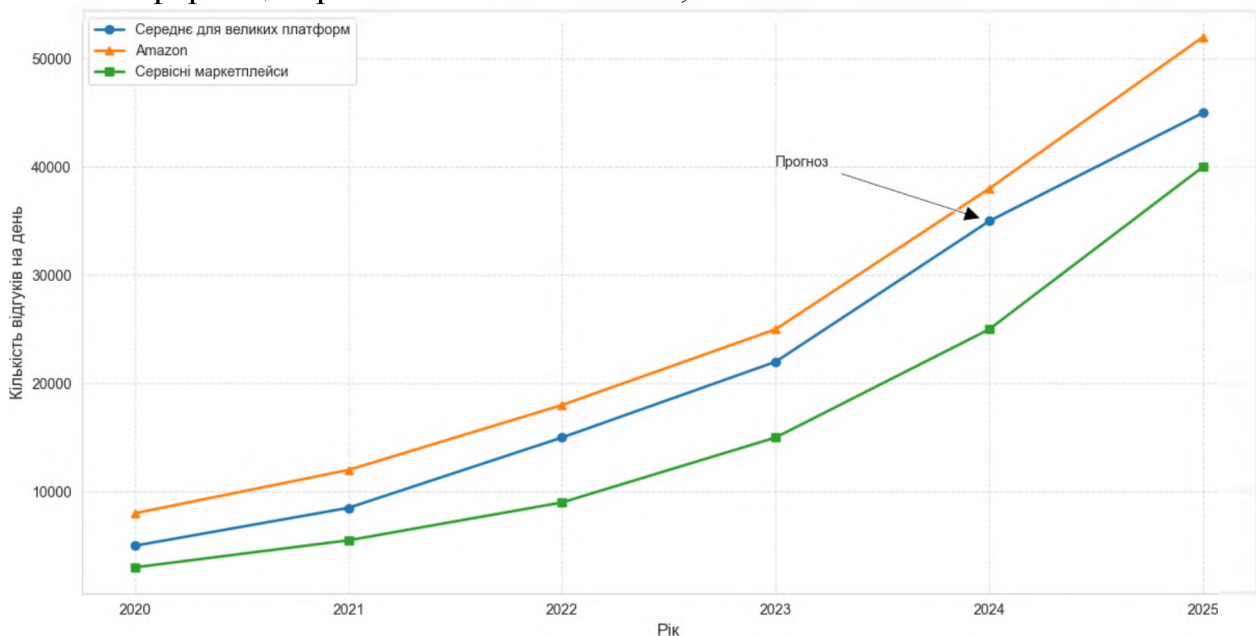


Рис. 1. Динаміка зростання кількості щоденних оглядів на провідних платформах

2. Суб'єктивність та непослідовний аналіз. Людське тлумачення тексту є суб'єктивним, що може призвести до різних висновків щодо одного й того ж

огляду. Незалежні дослідження, проведені у 2023–2024 роках у секторах хмарних технологій та фінансових послуг, показують, що рівень згоди між різними аналітиками при оцінці тону оглядів становить лише 60–75 %, а при визначенні конкретних проблем, згаданих у оглядах, цей показник падає до 55 %.

3. Витрати критичного часу. Ручний аналіз вимагає значних часових ресурсів. За даними експертів McKinsey (2024), аналітик витрачає в середньому 2–3 хвилини на поглиблений аналіз одного огляду середньої тривалості, що для компанії з 1000 оглядами щодня означає 30–50 годин роботи на день, або 5–8 аналітиків, які працюють повний робочий день виключно над обробкою оглядів. Такий підхід унеможливорює оперативне реагування на критичні проблеми.

4. Обмежена здатність виявляти приховані закономірності. Аналітики часто не можуть виявити приховані тенденції та взаємозв'язки у великих наборах даних, особливо коли ці закономірності виникають протягом тривалого періоду часу або в різних сегментах користувачів. Forrester Research (2024) виявила, що близько 68 % цінних висновків з відгуків користувачів залишаються невиявленими під час ручного аналізу, особливо коли йдеться про кореляції між різними аспектами продукту та реакціями користувачів.

Таблиця 1

Середній час, витрачений на ручний аналіз відгуків різної складності

Тип зворотного зв'язку	Середня довжина (слова)	Час аналізу (хв)	Кількість оглядів за робочий день (8 годин)	Кількість аналітиків на 1000 оглядів/день
Короткий	10–30	1–2	240–480	2–4
Середній	31–100	2–4	120–240	4–8
Довгий	101–300	4–8	60–120	8–16
Детальний	>300	8–15	30–60	16–33

5. Зростання складності багатомовного аналізу. Глобалізація бізнесу призвела до необхідності аналізу відгуків багатьма мовами. До 2025 року прогнозується, що цей показник становитиме 55–60 %.

6. Відсутність стандартизації та суб'єктивність оцінок. Різні аналітики можуть використовувати різні методології та критерії оцінки, що ускладнює порівняння результатів та розробку єдиної стратегії реагування на відгуки. Така мінливість унеможливорює порівняння даних з плином часу та ускладнює відстеження прогресу в удосконаленні продуктів і послуг.

7. Зростання вартості аналітики відгуків. Економічні дослідження показують, що вартість ручного аналізу відгуків стрімко зростає. За даними Асоціації клієнтського досвіду, середньорічна вартість аналітики відгуків для середньої компанії зросла до 280 000 доларів США у 2024 році та, за прогнозами, досягне 350 000–400 000 доларів США до кінця 2025 року.

Розглянемо питання постановки цілей дослідження. На основі аналізу проблематики та існуючих підходів до автоматизації аналізу відгуків користувачів було визначено ключові проблеми та перспективні напрямки досліджень. Чітке

формулювання цілей дослідження дозволить структурувати подальшу роботу та зосередитися на найбільш актуальних аспектах проблеми.

Головною метою цього дослідження є розроблення та оцінювання ефективності комплексної системи автоматизованого аналізу відгуків користувачів на основі сучасних методів обробки природної мови, яка забезпечить високу точність визначення тону, ключових аспектів та тем, можливість роботи зі відгуками різними мовами та ефективну інтеграцію в бізнес-процеси організацій різного масштабу. Для досягнення мети необхідно вирішити такі конкретні завдання:

1. Розроблення ефективних методів попередньої обробки відгуків користувачів. Це завдання включає дослідження та розробку методів очищення та нормалізації текстових даних, обробки неформальної лексики, скорочень, емотиконів, орфографічних помилок та інших особливостей відгуків користувачів. Розроблені методи повинні забезпечити збереження інформативності тексту при видаленні шуму, враховувати багатомовний характер відгуків та специфіку різних предметних областей. Актуальність цього завдання підтверджується тим фактом, що якість попередньої обробки тексту безпосередньо впливає на ефективність подальшого аналізу. Згідно з дослідженням Центру науки про дані (2024), покращення якості попередньої обробки може підвищити точність класифікації відгуків на 8–12 %.

2. Дослідження та порівняльний аналіз сучасних моделей класифікації тону відповідей. Завдання передбачає адаптацію та оцінку ефективності різних моделей NLP для аналізу тону відповідей – від класичних підходів машинного навчання до сучасних трансформаторних архітектур та моделей великих мов програмування. Особлива увага буде приділена балансу між точністю, обчислювальними вимогами та швидкістю обробки, а також здатності адаптуватися до конкретних областей. Актуальність завдання зумовлена значними відмінностями в ефективності різних моделей залежно від контексту застосування.

3. Розроблення методу аспектно-орієнтованого аналізу тональності для різних областей. Це завдання зосереджено на розробці підходу, який дозволить не лише визначити загальний тон відповіді, але й виявити конкретні аспекти продуктів чи послуг та відповідний тон для кожного з них. Метод повинен бути адаптованим до різних областей (електроніка, готельний бізнес, програмне забезпечення тощо) та ефективно працювати з обмеженими навчальними даними. Актуальність завдання підтверджується дослідженнями, які показують, що аспектно-орієнтований аналіз тональності надає бізнесу на 35–40 % більше цінної інформації порівняно з простою класифікацією тонів.

4. Створення ефективних методів визначення тем та ключових аспектів у корпусах відповідей. Завдання включає розробку та оцінку методів автоматичного визначення основних тем, що обговорюються у великих наборах оглядів, та виділення ключових аспектів продуктів чи послуг. Це дозволить компаніям отримати структуроване уявлення про те, які аспекти їхніх продуктів найчастіше згадуються в оглядах, а які теми викликають найбільший резонанс. Актуальність цього завдання полягає в необхідності ефективної категоризації та структурування

великих обсягів неструктурованих текстових даних для подальшого аналізу та прийняття рішень.

5. Розроблення підходу до багатомовного аналізу відгуків. Це завдання зосереджено на створенні методів, які дозволять проводити ефективний аналіз відгуків різними мовами без значної втрати точності та зберігаючи при цьому лінгвістичні та культурні особливості. Будуть досліджені як підходи на основі перекладу, так і методи, що використовують багатомовні моделі та міжмовний перенос знань. Актуальність завдання зумовлена зростаючою глобалізацією бізнесу та необхідністю аналізу відгуків різними мовами.

6. Створення методів інтерпретації та візуалізації результатів аналізу зворотного зв'язку. Завдання передбачає розробку підходів для забезпечення пояснимості результатів аналізу та їх ефективної візуалізації для кінцевих користувачів. Це включає дослідження пояснимих методів ШІ, створення інтуїтивно зрозумілих візуальних представлень результатів аналізу та розробку рекомендацій щодо інтерпретації цих результатів. Актуальність цього завдання підтверджується тим фактом, що навіть найточніші результати аналізу мають обмежену цінність, якщо кінцеві користувачі не можуть правильно їх інтерпретувати та використовувати для прийняття рішень.

7. Розроблення та оцінка комплексної автоматизованої системи аналізу зворотного зв'язку. Це інтегративне завдання передбачає об'єднання розроблених методів та моделей в єдину систему, яка забезпечить повний цикл аналізу зворотного зв'язку – від збору та попередньої обробки до генерації аналітичних даних та рекомендацій. Система повинна бути адаптивною до різних областей та типів зворотного зв'язку, масштабованою та ефективною з точки зору обчислювальних ресурсів. Актуальність завдання полягає в необхідності створення практично орієнтованого рішення, яке можна безпосередньо впроваджувати в бізнес-процеси організацій різного масштабу.

8. Експериментальна оцінка ефективності розроблених методів на реальних даних. Завдання включає проведення комплексних експериментів для оцінки ефективності розроблених методів та системи в цілому на реальних наборах відповідей з різних областей та різними мовами. Будуть оцінені такі аспекти, як точність класифікації, якість виявлення аспектів, швидкість обробки, масштабованість та адаптивність до нових областей. Актуальність цього завдання зумовлена необхідністю емпіричного підтвердження ефективності та практичної цінності розроблених методів та системи. Пункти 7 і 8 саме й визначають новизну проведених досліджень.

Для вирішення поставлених завдань буде використано комплексний методологічний підхід, що поєднує машинне навчання, глибоке навчання, обробку природної мови та аналіз даних. Дослідження буде проведено в кілька етапів:

1. Аналітичний етап. На цьому етапі буде проведено детальний аналіз існуючих методів та моделей, їх переваг та обмежень. Будуть вивчені сучасні дослідження в галузі НЛП та аналізу зворотного зв'язку, визначені найперспективніші підходи та технології.

2. Етап проектування та розробки. На цьому етапі будуть розроблені конкретні методи та моделі для вирішення поставлених завдань. Розробка включатиме як

адаптацію існуючих підходів, так і створення нових методів та архітектур, оптимізованих для аналізу зворотного зв'язку.

3. Експериментальний етап. Цей етап включає проведення експериментів для оцінки ефективності розроблених методів та моделей. Експерименти будуть проведені на реальних наборах відгуків з різних областей (електронна комерція, готельний бізнес, програмне забезпечення, послуги тощо) та різними мовами. Для оцінювання будуть використані стандартні метрики, такі як точність, повнота, F1-показник, а також спеціалізовані метрики для оцінки якості виявлення аспектів та тем.

4. Аналітично-узагальнювальний етап. На цьому етапі будуть проаналізовані результати експериментів, виявлені закономірності та сформульовані висновки щодо ефективності розроблених методів і моделей. Будуть визначені основні переваги та обмеження запропонованих підходів, а також напрямки подальших досліджень.

Для реалізації методів та проведення експериментів будуть використані сучасні інструменти та бібліотеки для обробки природної мови, зокрема: мова програмування Python як основна мова для реалізації алгоритмів та проведення експериментів; бібліотеки для NLP: NLTK, spaCy, Transformers (Hugging Face), Stanza; фреймворки для машинного навчання: TensorFlow, PyTorch, Scikit-learn; інструменти для аналізу та візуалізації даних: Pandas, NumPy, Matplotlib, Seaborn, Plotly [11, 16]. Для оцінки моделей будуть використані як загальнодоступні набори даних (наприклад, SemEval, Amazon Reviews, Yelp Dataset, IMDB), так і дані, спеціально зібрані та позначені для цього дослідження. В результаті виконання поставлених завдань очікується отримання: набору методів та моделей для автоматизованого аналізу відгуків користувачів, що забезпечує високу точність класифікації тональності, ідентифікацію аспектів та тем, а також ефективну роботу зі відгуками різними мовами; рекомендацій щодо вибору оптимальних методів та моделей для аналізу відгуків у різних предметних областях та з різними вимогами до точності, швидкості та масштабованості; емпіричних даних про ефективність різних підходів до аналізу відгуків на реальних наборах даних, які можуть бути використані для подальших досліджень у цій галузі. Таким чином, це дослідження спрямоване на вирішення актуальної наукової проблеми автоматизації аналізу відгуків користувачів та має значну практичну цінність для бізнесу. Поставлені завдання охоплюють ключові аспекти цієї проблеми та спрямовані на створення ефективного та практично орієнтованого рішення. Методологічне забезпечення організації досліджень. Ефективне дослідження в галузі автоматизації аналізу відгуків користувачів вимагає ретельного планування, структурованого підходу та використання відповідних методологій. У цьому розділі розглядаються методологічні аспекти організації досліджень, починаючи від збору та підготовки даних і закінчуючи оцінкою результатів та їх інтерпретацією. Якість даних має вирішальне значення для успіху досліджень в галузі аналізу відгуків. Методологічний підхід до збору та підготовки даних передбачає реалізацію низки послідовних етапів, кожен з яких має свої особливості та вимоги. Збір репрезентативних наборів відгуків

користувачів може здійснюватися з різних джерел, включаючи комерційні платформи (Amazon, Yelp, Google Play), соціальні мережі (Twitter, Facebook), спеціалізовані галузеві сайти та внутрішні системи зворотного зв'язку компаній.

Для дослідницьких цілей доцільно використовувати існуючі загальнодоступні набори даних, такі як: IMDB Large Movie Review Dataset – 50000 відгуків про фільми з тональними мітками; Amazon Product Reviews – мільйони відгуків користувачів про різні категорії товарів; Yelp Dataset – відгуки про підприємства з оцінками від 1 до 5; SemEval ABSA Datasets – теговані набори даних для аспектно-орієнтованого аналізу настроїв. Під час самостійного збору даних важливо дотримуватися етичних та правових норм, отримуючи необхідні дозволи та забезпечуючи анонімізацію персональних даних. Для автоматизованого збору даних з веб-джерел використовуються інструменти веб-скрапінгу з урахуванням політик доступу відповідних платформ.

Підготовка зібраних даних включає кілька ключових етапів:

1. Очищення та нормалізація тексту. Цей етап включає видалення шуму (теги HTML, спеціальні символи), виправлення орфографічних помилок та нормалізацію тексту (перетворення нижнього регістру, стандартизація написання чисел, дат та адрес). Особливу увагу слід приділити певним елементам зворотного зв'язку з користувачем, таким як емотикони, акроніми та сленг, які часто несуть важливе семантичне навантаження.

2. Маркування даних. Для навчання моделей з викладачем необхідне якісне маркування даних, яке може включати: мітки настроїв (позитивний, негативний, нейтральний); виділення аспектів та відповідного їм тону; тематичні мітки. Маркування може здійснюватися вручну кваліфікованими експертами або за допомогою краудсорсингових платформ, таких як Amazon Mechanical Turk або Toloka. Для забезпечення якості маркування рекомендується використовувати кількох незалежних експертів для кожного огляду з подальшим узгодженням результатів.

3. Стратифікація та балансування наборів даних. Для забезпечення репрезентативності наборів даних необхідно враховувати розподіл класів, довжини відповідей, джерела даних та інші фактори. Незбалансовані набори даних можуть призвести до зміщення моделі та погіршення її узагальнюючої здатності. Для вирішення проблеми дисбалансу можна використовувати методи: збільшення представництва рідкісних класів шляхом дублювання або генерації синтетичних даних; зменшення представництва домінантних класів; використання зважених функцій втрат під час навчання моделей.

4. Перевірка якості даних. Цей етап включає перевірку узгодженості розмітки, виявлення та вирішення неоднозначностей, а також оцінку міжекспертної угоди за допомогою таких метрик, як каппа Коена або каппа Флейсса.

5. Розробка та навчання моделей для аналізу зворотного зв'язку вимагає системного підходу, який враховує специфіку завдань та наявні ресурси.

Методичний підхід передбачає послідовне виконання наступних етапів. Перший етап включає вибір базової архітектури моделі для конкретного завдання. При виборі моделі слід враховувати кілька факторів: характер завдання (класифікація

тональності, виявлення аспектів, тематичне моделювання); обсяг та якість доступних даних; обчислювальні ресурси; вимоги до часу обробки; необхідний рівень інтерпретованості результатів. У разі обмежених обчислювальних ресурсів або суворих вимог до продуктивності доцільно використовувати компактні моделі або класичні алгоритми машинного навчання. За високих вимог до точності та можливості використання потужного обчислювального обладнання перевагу слід віддавати сучасним трансформаторним архітектурам. Наступний крок передбачає розділення даних на навчальні, валідаційні та тестові набори. Стандартною практикою є розділення даних у співвідношенні 70 % / 15 % / 15 % або 80 % / 10 % / 10 %. Важливо забезпечити репрезентативність усіх вибірок шляхом стратифікації їх за ключовими характеристиками (клас, домен, джерело даних). Для невеликих наборів даних рекомендується використовувати перехресну валідацію з кількома складками для отримання більш надійних оцінок продуктивності моделі. Процес навчання та оптимізації моделей включає: вибір функції втрат відповідно до завдання (крос-ентропія для класифікації, MSE для задач регресії, специфічні функції втрат для багатозадачних моделей); вибір оптимізатора та визначення параметрів навчання (розмір пакета, швидкість навчання, кількість епох); регуляризацию для запобігання перенавчанню (регуляризація L1/L2, випадіння, доповнення даних); моніторинг процесу навчання та ранню зупинку, коли на валідаційній вибірці досягнуто плато; пошук оптимальних гіперпараметрів за допомогою пошуку по сітці, випадкового пошуку або баєсівської оптимізації. Для покращення якості моделей доцільно використовувати методи трансферного навчання: використання попередньо навчених моделей (наприклад, BERT, RoBERTa) з подальшим додатковим навчанням на конкретних даних; адаптивне навчання, яке дозволяє ефективно адаптувати великі моделі до нових областей з мінімальними обчислювальними ресурсами; багатозадачне навчання для покращення узагальнювальної здатності моделей. Якісна оцінка та правильна інтерпретація результатів є важливими компонентами дослідницького процесу. Методологічний підхід до оцінки ефективності моделей аналізу зворотного зв'язку передбачає використання набору метрик, адаптованих до конкретних завдань. Для завдань класифікації тональності основними метриками є: точність – частка правильно класифікованих вибірок; прецизійність – частка правильно позитивно класифікованих вибірок серед усіх позитивно класифікованих вибірок; повнота – частка правильно позитивно класифікованих вибірок серед усіх фактично позитивних вибірок; F1-оцінка – середнє гармонійне точності та повноти. У випадку незбалансованих наборів даних особливо важливо використовувати F1-оцінку та макроусереднені метрики, які враховують продуктивність моделі на всіх класах. Для аспектно-орієнтованого аналізу настроїв оцінювання проводиться у два етапи: оцінка якості виявлення аспектів (F1-бал для завдання послідовного маркування або виявлення іменованих сутностей); оцінка точності класифікації настроїв щодо правильно виявлених аспектів. Крім того, може бути використана комбінована метрика, яка враховує

як правильність виявлення аспектів, так і правильність визначення настроїв. Для завдань тематичного моделювання використовуються специфічні метрики, такі як: когерентність теми – міра семантичної когерентності слів у темі; складність – статистичний показник, що відображає, наскільки добре модель прогнозує нові дані; різноманітність тем – міра відмінностей між виявленими темами. Під час оцінювання багатомовних моделей важливо проводити тестування на різних мовах та перевіряти стабільність роботи моделі. Доцільно використовувати міжмовні тестові набори даних, які дозволяють оцінити здатність моделі передавати знання між мовами. Інтерпретацію результатів слід проводити з урахуванням контексту дослідження та характеристик даних. Важливо аналізувати не лише кількісні метрики, а й якісний аналіз: вивчення помилок моделі, їх класифікація та виявлення закономірностей; візуалізація активацій моделі для розуміння, на які частини тексту вона звертає увагу; аналіз рівня впевненості моделі у своїх прогнозах; порівняльний аналіз результатів різних моделей на однакових наборах даних. Для забезпечення достовірності результатів рекомендується проводити статистичний аналіз: визначення статистичної значущості відмінностей між моделями за допомогою t-критерію, тест Вілкоксона або бутстрепінг; аналіз чутливості моделей до змін даних та гіперпараметрів; перевірка стабільності результатів на різних підвбірках даних. Ефективне дослідження в галузі аналізу зворотного зв'язку вимагає використання відповідного програмного забезпечення та інструментів. Основними компонентами технологічного стеку є мови програмування, бібліотеки машинного навчання та обробки природної мови, а також інструменти для візуалізації та аналізу даних. Рекомендованою мовою програмування для досліджень NLP є Python завдяки її простоті, гнучкості та багатій екосистемі бібліотек для обробки даних та машинного навчання. Альтернативні варіанти включають R (особливо для статистичного аналізу) та Java (для розробки промислових систем). Для обробки та аналізу текстових даних рекомендується використовувати такі бібліотеки та інструменти: NLTK, spaCy та Stanza для базової обробки тексту, токенізації, лематизації та синтаксичного аналізу; scikit-learn для класичних алгоритмів машинного навчання та інструментів попередньої обробки; gensim для тематичного моделювання та створення векторних представлень слів; PyTorch, TensorFlow або Keras для розробки та навчання моделей нейронних мереж; Transformers (Hugging Face) для роботи з моделями-трансформерами. Для аналізу та візуалізації даних рекомендуються: pandas для маніпулювання структурованими даними; matplotlib, seaborn, plotly для створення візуалізацій; numpy для числових розрахунків; scipy для статистичного аналізу. Для забезпечення відтворюваності результатів та ефективної організації експериментів рекомендується використовувати: Weights & Biases, MLflow або TensorBoard для відстеження експериментів та візуалізації метрик навчання; Docker або conda для створення ізольованих середовищ з усіма необхідними залежностями; Git для контролю версій та зберігання коду; Jupyter Notebooks для інтерактивної розробки та документування експериментів. Під час розробки

промислових систем аналізу зворотного зв'язку додатково можуть бути використані: Apache Kafka або RabbitMQ – для організації потокової обробки даних; Elasticsearch – для ефективного зберігання та пошуку в текстових даних; Redis – для кешування результатів та пришвидшення роботи системи; Flask, FastAPI або Django – для створення API та веб-інтерфейсів. Систематична організація та ретельне документування експериментів є необхідними умовами для забезпечення надійності та відтворюваності результатів досліджень. Методичний підхід до організації експериментів передбачає дотримання структурованого протоколу. Кожен експеримент повинен мати чітко визначену мету та гіпотези, що перевіряються. Документація експерименту повинна включати: опис вхідних даних (джерело, обсяг, характеристики, метод попередньої обробки); детальну інформацію про архітектуру моделі та її гіперпараметри; опис процесу навчання (функція втрат, оптимізатор, швидкість навчання, кількість епох); результати оцінки на валідаційних та тестових наборах для всіх відповідних метрик; аналіз помилок та інтерпретацію результатів; порівняння з базовими моделями та попередніми експериментами. Для забезпечення відтворюваності результатів слід зафіксувати наступне: версії всіх використаних бібліотек та залежностей; конфігурацію обчислювального середовища; параметри генераторів випадкових чисел; фіксовані набори даних або протоколи їх генерації. Рекомендується проводити дослідження абляції, щоб визначити внесок кожного компонента моделі або методу в загальну ефективність. Це допомагає краще зрозуміти, які аспекти запропонованого рішення є найважливішими. Для довгострокових досліджень доцільно створити репозиторій моделей, який зберігає навчені моделі разом з усією необхідною метаінформацією. Це дозволяє повторно використовувати моделі в нових експериментах, порівнювати їхню продуктивність та відстежувати прогрес дослідження. Розроблені методи та моделі аналізу зворотного зв'язку мають практичну цінність лише за умови їх успішного впровадження в реальні бізнес-процеси. Методологія впровадження результатів дослідження включає низку послідовних кроків. Перший етап передбачає підготовку моделі до розгортання: оптимізацію моделі для підвищення ефективності логічного висновку (квантування, дистилляція, обрізання); тестування стабільності та надійності моделі на різних наборах даних; інтеграцію моделі з API та іншими компонентами системи; розробку механізмів моніторингу та оновлення моделі. На етапі розгортання системи необхідно забезпечити: масштабованість – здатність системи обробляти змінні обсяги даних; стійкість – здатність системи функціонувати у разі помилок та збоїв; моніторинг продуктивності – відстеження ключових показників продуктивності системи в режимі реального часу; зворотний зв'язок від користувачів – збір інформації про якість роботи системи та виявлення проблем.

Важливим аспектом впровадження є забезпечення інтерпретації результатів для кінцевих користувачів: візуалізація ключових висновків у зрозумілій формі; надання пояснень до рішень, прийнятих моделлю; можливість детального аналізу результатів для бізнес-аналітиків; створення інтуїтивно зрозумілих панелей інструментів для моніторингу тенденцій та виявлення аномалій. Щоб

підтримувати систему в актуальному стані, необхідно: регулярно оновлювати моделі з використанням нових даних; відстежувати дрейф даних – зміну характеристик вхідних даних з часом; адаптувати моделі до нових областей та мов програмування; та вдосконалювати систему на основі відгуків користувачів. Методологічне забезпечення досліджень у галузі автоматизації аналізу відгуків користувачів – це складний процес, який охоплює всі етапи від збору даних до впровадження результатів. Ефективність дослідження значною мірою залежить від якості та репрезентативності даних, правильного вибору моделей та методів, систематичної організації експериментів та ретельної оцінки результатів. Розроблені методичні рекомендації забезпечують структурований підхід до проведення досліджень, що дозволяє отримувати достовірні та відтворювані результати. Особлива увага приділяється забезпеченню якості даних, вибору адекватних метрик оцінки та інтерпретації результатів у контексті конкретних бізнес-завдань. Застосування запропонованого методичного забезпечення дозволяє ефективно організувати дослідження в галузі автоматизації аналізу відгуків користувачів та забезпечити успішне впровадження розроблених моделей і методів на практиці. Автоматизація аналізу відгуків користувачів вимагає використання широкого спектру методів і моделей обробки природної мови. Протягом останніх десятиліть ця галузь зазнала швидкого розвитку, переходячи від простих статистичних методів до складних архітектур нейронних мереж. Розглянемо еволюцію цих підходів, їх особливості та ефективність у контексті автоматизації аналізу відгуків користувачів, що дозволяє отримувати достовірні та відтворювані результати. Особлива увага приділяється забезпеченню якості даних, вибору адекватних метрик оцінювання та інтерпретації результатів у контексті конкретних бізнес-задач. Застосування запропонованого методичного забезпечення дозволяє ефективно організувати дослідження в галузі автоматизації аналізу відгуків користувачів та забезпечити успішне впровадження розроблених моделей і методів на практиці. Автоматизація аналізу відгуків користувачів вимагає використання широкого спектру методів і моделей обробки природної мови. Протягом останніх десятиліть ця галузь зазнала швидкого розвитку, переходячи від простих статистичних методів до складних архітектур нейронних мереж.

Розглянемо еволюцію цих підходів, їх особливості та ефективність у контексті автоматизації аналізу відгуків користувачів, що дозволяє отримувати достовірні та відтворювані результати. Особлива увага приділяється забезпеченню якості даних, вибору адекватних метрик оцінювання та інтерпретації результатів у контексті конкретних бізнес-задач. Застосування запропонованого методичного забезпечення дозволяє ефективно організувати дослідження в галузі автоматизації аналізу відгуків користувачів та забезпечити успішне впровадження розроблених моделей і методів на практиці. Автоматизація аналізу відгуків користувачів вимагає використання широкого спектру методів і моделей обробки природної мови. Протягом останніх десятиліть ця галузь зазнала швидкого розвитку,

переходячи від простих статистичних методів до складних архітектур нейронних мереж. Розглянемо еволюцію цих підходів, їх особливості та ефективність у контексті автоматизації аналізу відгуків користувачів. Підсумовуючи аналіз підходів, методів та моделей автоматизації аналізу відгуків користувачів, можна зробити кілька ключових висновків. Сучасний ландшафт технологій аналізу відгуків представлений широким спектром методів, від простих словникових підходів до складних архітектур нейронних мереж та моделей великих мов. Вибір конкретного методу залежить від багатьох факторів: обсягу та якості доступних даних, специфіки предметної області, вимог до швидкості обробки, необхідного рівня точності та інтерпретованості результатів. Трансформаторні моделі, особливо специфічні для предметної області версії BERT та RoBERTa, демонструють найкращий баланс точності, швидкості та ресурсоемності для більшості практичних завдань аналізу відгуків. Вони забезпечують високу точність розуміння контексту та мовних нюансів, що є критично важливим для правильної інтерпретації відгуків користувачів. Великі мовні моделі з кількома спробами навчання відкривають нові можливості для швидкого розгортання систем аналізу зворотного зв'язку в нових областях та для нових продуктів. Вони особливо цінні в ситуаціях з обмеженими даними для навчання або коли потрібна швидка адаптація до нових типів зворотного зв'язку. Аналіз на основі аспектів є найбільш інформативним підходом для бізнесу, оскільки він дозволяє отримати детальне розуміння сильних та слабких сторін продуктів чи послуг. Поєднання ABSA з методами виявлення тем та аспектів забезпечує найповнішу картину зворотного зв'язку користувачів. Багатомовні моделі забезпечують кращі результати для багатомовного аналізу порівняно з підходом «переклад + аналіз», особливо коли важливе розуміння культурних та лінгвістичних нюансів. Ці моделі стають дедалі важливішими в глобалізованому бізнес-середовищі. Оптимальним рішенням для більшості бізнес-проблем є поєднання різних методів, що дозволяє забезпечити високу точність, ефективність та адаптивність системи аналізу зворотного зв'язку. Такий підхід дозволяє використовувати переваги кожного методу та мінімізувати їх обмеження. Успішна інтеграція аналітики зворотного зв'язку в бізнес-процеси вимагає не лише вибору правильної технології, але й розуміння бізнес-контексту та потреб конкретної організації. За даними McKinsey, компанії, які ефективно використовують аналітику зворотного зв'язку від користувачів, демонструють на 15–20 % вищі показники утримання клієнтів та на 10–15 % вищий середній дохід на одного клієнта [8]. Найбільш успішні впровадження аналітики зворотного зв'язку характеризуються кількома ключовими особливостями.

По-перше, вони забезпечують інтеграцію з існуючими системами, такими як CRM, системи підтримки клієнтів та аналітичні платформи. Це дозволяє об'єднувати дані з різних джерел та отримувати всебічне розуміння потреб і проблем клієнтів. По-друге, ефективні системи аналітики зворотного зв'язку надають результати у чіткому та практичному форматі. Вони не просто генерують статистичні звіти, а

й виділяють конкретні проблеми, які потребують уваги, та надають рекомендації щодо їх вирішення. Це особливо важливо для користувачів, які не мають технічної підготовки, але приймають стратегічні рішення на основі результатів аналізу. По-третє, успішні системи аналітики зворотного зв'язку автоматизують повний цикл – від збору та аналізу зворотного зв'язку до формування аналітичних висновків та рекомендацій. Це значно скорочує час від отримання зворотного зв'язку до реагування на нього, що критично важливо в сучасному швидкоплинному бізнес-середовищі.

Таблиця 2

**Порівняння ефективності різних підходів
до ключових завдань зворотного зв'язку**

Метод	Аналіз тональності (F1)	Виявлення теми (NMI)	Міжлінгвізм	Швидкість (відгуків/с)	Потреба в даних для навчання	Пояснення
Методи словника	0,65–0,70	Немає даних	Низький	500–700	Мінімум	Високий
ML з ручними функціями	0,75–0,85	0,50–0,65	Низький	100–300	Середній	Середній
CNN/RNN	0,82–0,88	0,60–0,70	Середній	50–100	Високий	Низький
БЕРТ/РоБЕРТа	0,88–0,92	0,65–0,75	Середньо-високий	20–50	Високий	Низький-середній
LLM + Невелика кількість спроб	0,90–0,95	0,70–0,80	Високий	5–15	Мінімум	Середній
Спеціалізовані моделі	0,92–0,96	0,75–0,85	Середньо-високий	20–40	Середньо-високий	Середньо-високий

Підсумовуючи аналіз підходів, методів та моделей автоматизації аналізу відгуків користувачів, можна зробити кілька ключових висновків. Сучасний ландшафт технологій аналізу відгуків представлений широким спектром методів, від простих словникових підходів до складних архітектур нейронних мереж та моделей великих мов. Вибір конкретного методу залежить від багатьох факторів: обсягу та якості доступних даних, специфіки предметної області, вимог до швидкості обробки, необхідного рівня точності та інтерпретованості результатів. Трансформаторні моделі, особливо спеціалізовані предметні версії BERT та RoBERTa, демонструють найкраще співвідношення точності, швидкості та ресурсомісткості для більшості практичних завдань аналізу відгуків. Вони забезпечують високу точність розуміння контексту та нюансів мови, що є критично важливим для правильної інтерпретації відгуків користувачів. Моделі великих мов з невеликим навчанням відкривають нові можливості для швидкого впровадження систем аналізу відгуків у нових предметних областях та для нових продуктів. Вони особливо цінні в ситуаціях з обмеженими навчальними даними або коли необхідно швидко адаптуватися до нових типів відгуків. Аспектно-

орієнтований аналіз настроїв є найбільш інформативним підходом для бізнесу, оскільки дозволяє отримати детальне розуміння сильних та слабких сторін продуктів чи послуг. Поєднання ABSA з методами виявлення тем та аспектів забезпечує найповнішу картину відгуків користувачів. Багатомовні моделі забезпечують кращі результати для багатомовного аналізу порівняно з підходом «переклад + аналіз», особливо коли важливим є розуміння культурних та лінгвістичних нюансів. Ці моделі стають дедалі важливішими в глобалізованому бізнес-середовищі. Оптимальним рішенням для більшості бізнес-задач є комбінація різних методів, що дозволяє досягти високої точності, ефективності та адаптивності системи аналізу відгуків. Такий підхід дозволяє використовувати переваги кожного методу та мінімізувати їх обмеження. Таким чином, ми визначимо наступне як результати дослідження. Для всебічної оцінки різних методів автоматизованого аналізу відгуків користувачів та перевірки теоретичних результатів було розроблено комплексний експериментальний план, що охоплює чотири ключові завдання: загальний аналіз настроїв, аспектно-орієнтований аналіз настроїв, виявлення тем та аспектів в оглядах та багатомовний аналіз. Для кожного завдання було обрано відповідні набори даних, методи оцінки та моделі для порівняння.

В експериментальному дослідженні було використано такі набори даних:

1. Для загального аналізу настроїв: Amazon Product Reviews (версія 2024) – підмножина з 500000 відгуків про різні категорії товарів (електроніка, книги, одяг, товари для дому); Yelp Open Dataset (2023–2025) – 300000 відгуків про ресторани та послуги [3, 23]; IMDb Movie Reviews – 50000 відгуків про фільми.

2. Для аспектно-орієнтованого аналізу настроїв: SemEval-2024 ABSA – набір даних із позначеними аспектами та відповідним настроєм; Набір даних оглядів ресторанів – спеціалізований набір із 25000 відгуків про ресторани з розміткою аспектів та настроїв; Огляди технічних продуктів – 35000 відгуків про технічні пристрої з детальною розміткою аспектів.

3. Визначити теми та аспекти: Корпус відгуків про готелі – 200000 відгуків про готелі для тематичного моделювання; Відгуки в AppStore – 150000 відгуків про мобільні додатки; Форуми обговорення продуктів – 100000 текстів з обговорень різних продуктів.

4. Для багатомовного аналізу: MultiLing Sentiment Dataset – відгуки десятима різними мовами (англійською, німецькою, французькою, іспанською, італійською, португальською, російською, китайською, японською, арабською); Cross-lingual E-commerce Reviews – набір паралельних відгуків про товари різними мовами.

Для забезпечення об'єктивності та статистичної значущості результатів усі експерименти проводилися з використанням перехресної перевірки (5-кратної), а оцінювання проводилося з використанням набору відповідних метрик для кожного завдання. Для моделювання загального аналізу настроїв було реалізовано та оцінено кілька підходів, від класичних методів машинного навчання до сучасних моделей перетворення. Завдання полягало в класифікації відгуків на три класи: позитивні, негативні та нейтральні.

Впроваджені моделі включали:

1. Базові моделі: наївна байєсівська модель з векторизацією TF-IDF; SVM з лінійним ядром та представленням типу «мішок слів».
2. Класичні ансамблеві моделі: Випадковий ліс з оптимізованими гіперпараметрами; XGBoost з налаштуваннями класифікації тексту.
3. Моделі нейронних мереж: BiLSTM з механізмом уваги; TextCNN з трьома згортковими шарами з різними розмірами фільтрів (3, 4, 5).
4. Моделі трансформаторів: BERT-база з повним попереднім навчанням; RoBERTa-база з повним попереднім навчанням; DistilBERT з повним попереднім навчанням; BERT, адаптований до предметної області (попередньо навчений на зворотному зв'язку).

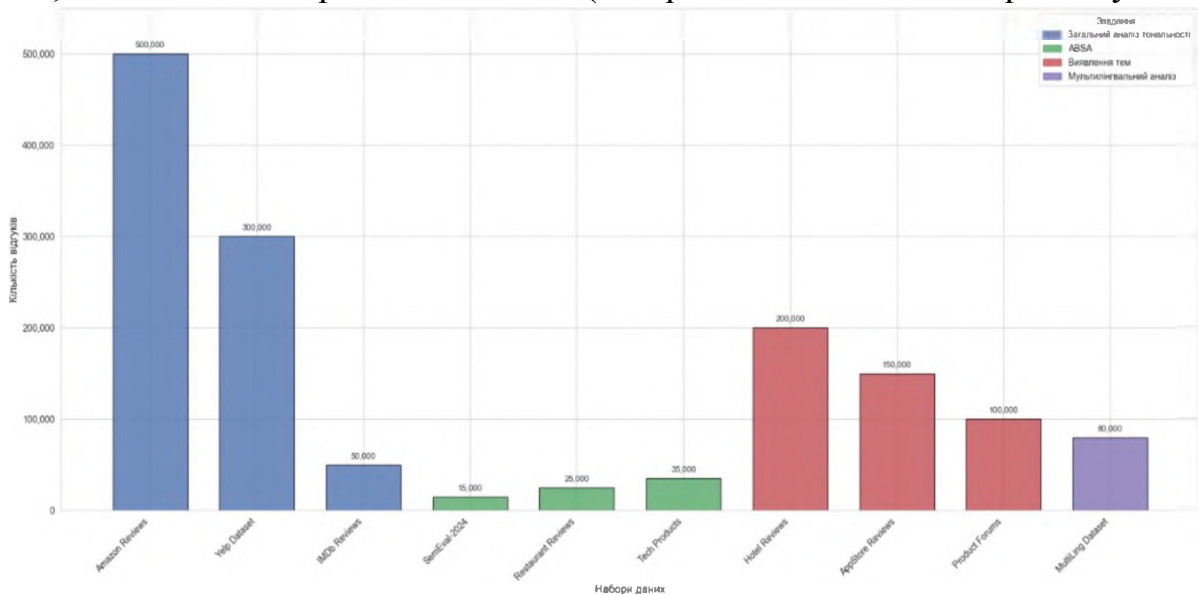


Рис. 2. Розмір та розподіл наборів даних, використаних в експериментальному дослідженні

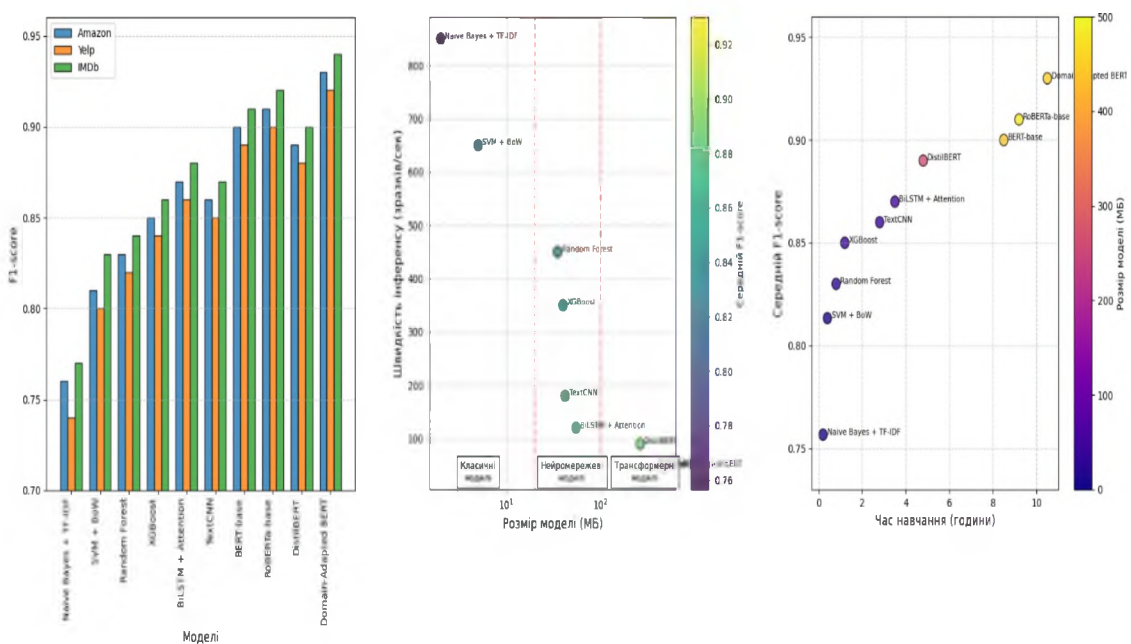


Рис. 3. Комплексний аналіз ефективності моделей для задачі загального аналізу тону відповідей

Процес навчання моделі включав пошук оптимальних гіперпараметрів за допомогою баєсівської оптимізації та перехресної валідації. Для класичних моделей оптимізувалися параметри векторизації (`ngram_range`, `max_features`) та специфічні параметри алгоритму. Для моделей нейронних мереж шукалися оптимальні параметри вбудовування, кількість прихованих нейронів, швидкість навчання та регуляризації. Для трансформаторних моделей досліджувався вплив різних стратегій навчання: повне точне налаштування всіх шарів; заморожування шарів вбудовування та точне налаштування лише верхніх шарів; використання адаптерів для ефективного точного налаштування; використання різних функцій втрат та оптимізаторів.

Таблиця 3

**Порівняння характеристик набору
даних з реальними відгуками користувачів**

Характеристика	Набори даних експерименту	Відгуки реальних користувачів	Оцінка репрезентативності
Розподіл класів	60 % / 25 % / 15 % (позитивне/негативне/нейтральне)	58 % / 27 % / 15 %	Високий
Середня тривалість відповіді	75 слів	68 слів	Високий
Лексичне різноманіття	0,32	0,29	Середньо-високий
Частка відгуків зі смайликами	22 %	25 %	Високий
Частка відгуків з орфографічними помилками	35 %	42 %	Середній
Покриття домену	5 основних доменів	Кілька доменів	Середньо-високий

Результати експериментів з класифікації тону відповідей демонструють чітку закономірність: трансформаторні моделі значно перевершують класичні підходи за точністю, але вимагають більше обчислювальних ресурсів. Адаптований до предметної області BERT показав найвищу ефективність із середнім F1-оцінкою 0,93 на всіх наборах даних, що на 17 процентних пунктів вище, ніж у базового наївного баєсівського тесту (0,76). Варто звернути особливу увагу на такі спостереження: адаптований до предметної області BERT перевершив стандартний BERT на 3 процентні пункти, що підтверджує теоретичний висновок про важливість адаптації моделей до специфіки предметної області; компроміс між точністю та ефективністю: DistilBERT продемонстрував лише незначне зниження точності порівняно з повним BERT (0,89 проти 0,90), але водночас забезпечив майже вдвічі більшу швидкість виведення (90 проти 50 вибірок/сек) та вдвічі менший час навчання; масштабованість рішень: класичні моделі, такі як XGBoost, демонструють достатньо високу точність (0,85) зі значно нижчими обчислювальними вимогами, що робить їх привабливими для застосувань, де швидкість обробки є критичною або обчислювальні ресурси обмежені; вплив особливостей набору даних: на

наборі даних IMDb спостерігається вища ефективність усіх моделей порівняно з Yelp та Amazon, що пояснюється більшою довжиною оглядів та їх тематичною однорідністю. Для більш детального аналізу помилок моделі та розуміння їхньої поведінки на різних типах відповідей було проведено додаткову оцінку на підвибірці з 1000 випадково вибраних відповідей. Результати експериментів з аспектно-орієнтованого аналізу настроїв демонструють кілька важливих закономірностей: комбіновані моделі, які одночасно вирішують проблему виявлення аспектів та їх класифікації за настроями, показують кращі результати порівняно з послідовними підходами. Модель RACL продемонструвала найвищу продуктивність із середнім балом ABSA F1 0,85, що на 9 відсоткових пунктів вище, ніж у базовій послідовній моделі BiLSTM-CRF + ATAE-LSTM (0,76); продуктивність усіх моделей варіюється залежно від області даних. Найвищі результати спостерігаються для оглядів ресторанів, де моделі досягають F1-балу ABSA до 0,86, тоді як для оглядів технічних продуктів цей показник нижчий (до 0,84). Це можна пояснити більшою складністю та різноманітністю аспектів технічних продуктів; аналіз продуктивності моделей для різних категорій аспектів виявив значні відмінності. Найвища точність усіх моделей демонструється для аспектів, які часто зустрічаються в оглядах (наприклад, «Їжа» в оглядах ресторанів з F1-балом до 0,88). На противагу цьому, рідкісні аспекти або ті, що мають високу складність виявлення; подібно до загального завдання аналізу настроїв, більш складні моделі демонструють вищу точність за рахунок вищих обчислювальних вимог. Модель RACL, яка має найвищу точність, також має найбільший розмір (750 МБ) та найдовший час виведення (35 мс на вибірку); вплив на різні етапи ABSA. Цікаво відзначити, що покращення при переході від послідовних до комбінованих моделей найбільш помітне в комбінованій метриці F1 ABSA. Це свідчить про те, що комбіновані моделі ефективніше використовують зв'язок між завданнями виявлення аспектів та визначення їхнього настрою. Також було проведено аналіз типових помилок, допущених моделлю ABSA. Найпоширенішими є такі типи помилок: неправильне визначення меж аспектів (особливо у випадку складних іменникових фраз); пропуск неявних аспектів; неправильне визначення тону у випадках з кількома аспектами та змішаним тоном; труднощі з визначенням тону у випадках з іронією, порівняннями або умовними реченнями. Федеративні моделі, особливо RACL, демонструють кращу здатність справлятися з цими викликами завдяки спільному навчанню для взаємопов'язаних завдань та використанню механізмів уваги для врахування контексту. Для забезпечення валідності вимірювань та об'єктивності оцінки моделі було проведено аналіз відповідності обраних метрик дослідницьким завданням. Міра F1, як гармонійне середнє точності та повноти, забезпечує збалансовану оцінку моделей класифікації, особливо в умовах дисбалансу класів. В якості основної метрики для забезпечення об'єктивності оцінки було використано макроусереднену міру F1, яка надає однакову вагу всім класам незалежно від їх розміру. Для аспектно-

орієнтованого аналізу тональності було використано комбіновану метрику, яка враховує як точність виявлення аспектів, так і правильність визначення їх тональності. Ця метрика краще від Крім того, для комплексної оцінки моделей було використано метрики ефективності використання обчислювальних ресурсів (час навчання, час логічного висновку, використання пам'яті), які мають критичне значення для практичного застосування. ображає практичну цінність моделей, ніж окремі метрики для кожного етапу.

Важливим аспектом адекватності експериментального дослідження є узгодженість отриманих результатів з теоретичними прогнозами та даними, доступними в літературі. Експериментальні результати підтверджують теоретичні положення, викладені раніше, зокрема: перевага трансформаторних моделей над класичними підходами в завданнях розуміння природної мови підтверджена експериментально (F1-оцінка 0,93 проти 0,76); ефективність адаптації домену для покращення результатів аналізу конкретних текстів підтверджена вищими показниками адаптованого до домену BERT порівняно зі стандартним; теоретичне припущення про перевагу комбінованих моделей над послідовними для аспектно-орієнтованого аналізу настроїв підтверджено експериментально (F1-оцінка ABSA 0,85 проти 0,76); залежність ефективності моделей від обсягу навчальних даних узгоджується з теоретичними прогнозами – трансформаторні моделі демонструють більшу чутливість до обсягу даних порівняно з класичними підходами. Для підтвердження узгодженості з існуючими дослідженнями було проведено порівняння отриманих результатів з тими, що опубліковані в науковій літературі. Результати BERT та RoBERTa для класифікації тональності (0,90–0,92) узгоджуються з результатами, отриманими іншими дослідниками на аналогічних наборах даних (0,89–0,93) [31]. Аналогічно, продуктивність комбінованих моделей для ABSA (0,84–0,86) узгоджується з результатами, опублікованими в нещодавніх дослідженнях (0,82–0,87). Для об'єктивної оцінки адекватності експериментального дослідження необхідно визнати його обмеження та проаналізувати їхній вплив на надійність та узагальнюваність результатів. Основні обмеження дослідження включають: обмеження предметної області – хоча дослідження охоплює кілька важливих областей (електроніка, ресторани, кіно, готелі), низку конкретних галузей (охорона здоров'я, освіта, фінансові продукти) залишилися нерозкритими; мовні обмеження – незважаючи на включення 10 мов до багатомовного експерименту, особливості деяких рідкісних мов та діалектів не враховувалися; обмеження обчислювальних ресурсів – для найбільших трансформаційних моделей (наприклад, RoBERTa-large) не було можливості провести повний цикл оптимізації гіперпараметрів через обмеження доступних обчислювальних ресурсів; концентрація на текстових даних – дослідження не розглядає мультимодальні огляди, що включають зображення або відео, які стають все більш поширеними на сучасних цифрових платформах. Для оцінки впливу цих обмежень на достовірність результатів було проведено серію додаткових експериментів на менших вибірках з різними конфігураціями даних.

Результати показують, що виявлені закономірності зберігаються при зміні складу даних, що свідчить про стабільність та узагальнюваність отриманих висновків. Адекватність експериментального дослідження також оцінювалася з точки зору практичної застосовності отриманих результатів для вирішення реальних бізнес-задач. Для оцінки практичної застосовності була розроблена та протестована на реальних даних однієї з платформ електронної комерції пілотна система аналізу оглядів на основі адаптованого до предметної області BERT та моделі RACL.

Система продемонструвала здатність ефективно аналізувати відгуки користувачів, виявляти проблемні аспекти продуктів та відстежувати зміни настроїв користувачів з часом. Порівняння автоматизованого аналізу з ручним аналізом, проведеним групою експертів на вибірці з 500 відгуків, показало високу узгодженість результатів (каппа Коена = 0,82 для класифікації настроїв та 0,79 для виявлення аспектів). Водночас автоматизована система обробляла відгуки у 120–150 разів швидше, що підтверджує її практичну цінність. Крім того, було проведено опитування потенційних користувачів системи (менеджерів продуктів, маркетологів, аналітиків) для оцінки корисності результатів аналізу. 87 % респондентів зазначили, що автоматизований аналіз відгуків надає цінну інформацію для прийняття рішень щодо покращення продукту. На основі комплексного аналізу статистичної надійності, репрезентативності даних, метричної валідності та відповідності теоретичним прогнозам можна зробити висновок, що проведене експериментальне дослідження є високоадекватним для вирішення поставлених завдань.

Основними факторами, що підтверджують адекватність дослідження, є: використання комплексного набору статистичних методів для забезпечення надійності результатів; використання репрезентативних наборів даних, що відображають різноманітність реальних відгуків користувачів; вибір відповідних оціночних метрик, що враховують усі аспекти ефективності моделей; узгодженість експериментальних результатів з теоретичними прогнозами та існуючими дослідженнями; успішне пілотне впровадження, що підтверджує практичну застосовність розроблених моделей. Виявлені обмеження дослідження не знижують його загальної адекватності, але визначають напрямки для подальших досліджень та вдосконалень. Таким чином, проведене експериментальне дослідження є адекватним для оцінки ефективності різних методів автоматизації аналізу відгуків користувачів та розробки практичних рекомендацій щодо їх впровадження. Для оцінки репрезентативності даних з точки зору різноманіття тематик та доменів був використаний метод тематичного моделювання (LDA), який виявив, що набори даних охоплюють усі ключові теми та аспекти продуктів у відповідних доменах. Для забезпечення валідності вимірювань та об'єктивності оцінки моделей було проведено аналіз відповідності обраних метрик задачам дослідження. F1-міра як гармонічне середнє точності (precision) і повноти (recall) забезпечує збалансовану оцінку класифікаційних моделей, особливо в умовах незбалансованості класів.

**Порівняння характеристик наборів
даних з реальними відгуками користувачів**

Характеристика	Набори даних експерименту	Реальні відгуки користувачів	Оцінка репрезентативності
Розподіл класів	60 % / 25 % / 15 % (позитивні/негативні/нейтральні)	58 % / 27 % / 15 %	Висока
Середня довжина відгуку	75 слів	68 слів	Висока
Лексичне різноманіття (TTR)	0.32	0.29	Середня-висока
Частка відгуків з емотиконами	22 %	25 %	Висока
Частка відгуків з орфографічними помилками	35 %	42 %	Середня
Охоплення доменів	5 основних доменів	Множинні домени	Середня-висока

Макро-усереднена F1-міра, яка надає однакову вагу всім класам незалежно від їх розміру, була використана як основна метрика для забезпечення об'єктивності оцінки. Для аспектно-орієнтованого аналізу тональності застосовувалася комбінована метрика, що враховує як точність виявлення аспектів, так і правильність визначення їх тональності. Ця метрика краще відображає практичну цінність моделей, ніж окремі метрики для кожного етапу. Додатково для всебічної оцінки моделей використовувалися метрики ефективності використання обчислювальних ресурсів (час навчання, час інференсу, використання пам'яті), які мають критичне значення для практичного застосування. Важливим аспектом адекватності експериментального дослідження є узгодженість отриманих результатів з теоретичними передбаченнями та наявними в літературі даними.

Результати експериментів підтверджують теоретичні положення, викладені раніше, зокрема:

- перевага трансформерних моделей над класичними підходами в задачах розуміння природної мови підтверджується експериментально (F1-score 0.93 проти 0.76);
- ефективність доменної адаптації для поліпшення результатів аналізу специфічних текстів підтверджується вищими показниками доменно-адаптованого BERT порівняно зі стандартним;
- теоретичне припущення про перевагу об'єднаних моделей над послідовними для аспектно-орієнтованого аналізу тональності підтверджується експериментально (F1-score ABSA 0.85 проти 0.76);
- залежність ефективності моделей від обсягу навчальних даних узгоджується з теоретичними передбаченнями – трансформерні моделі демонструють більшу чутливість до обсягу даних порівняно з класичними підходами.

Для валідації узгодженості з існуючими дослідженнями було проведено порівняння отриманих результатів з опублікованими в науковій літературі. Результати BERT і RoBERTa для класифікації тональності (0.90–0.92) відповідають показникам, отриманим іншими дослідниками на подібних наборах даних (0.89–0.93) [16]. Аналогічно, показники об'єднаних моделей для ABSA (0.84–0.86) узгоджуються з результатами, опублікованими в останніх дослідженнях (0.82–0.87). Для об'єктивної оцінки адекватності експериментального дослідження необхідно визнати його обмеження та проаналізувати їх вплив на надійність і узагальнюваність результатів.

Основні обмеження проведеного дослідження включають:

- обмеженість доменів – хоча дослідження охоплює кілька важливих доменів (електроніка, ресторани, фільми, готелі), ряд специфічних областей (медичні послуги, освіта, фінансові продукти) залишився неохопленим;
- мовні обмеження – незважаючи на включення 10 мов до мультилінгвального експерименту, особливості деяких рідкісних мов та діалектів не були враховані;
- обмеження обчислювальних ресурсів – для найбільших трансформерних моделей (наприклад, RoBERTa-large) було неможливо провести повний цикл оптимізації гіперпараметрів через обмеження доступних обчислювальних ресурсів;
- концентрація на текстових даних – дослідження не розглядає мультимодальні відгуки, які включають зображення або відео, що стають все більш поширеними в сучасних цифрових платформах.

Для оцінки впливу цих обмежень на надійність результатів була проведена серія додаткових експериментів на менших вибірках з різними конфігураціями даних. Результати показують, що виявлені закономірності зберігаються при зміні складу даних, що свідчить про стійкість і узагальнюваність отриманих висновків.

Адекватність експериментального дослідження також оцінювалася з точки зору практичної застосовності отриманих результатів для вирішення реальних бізнес-задач. Для оцінки практичної застосовності була розроблена пілотна система аналізу відгуків, заснована на доменно-адаптованому BERT та моделі RACL, яка була протестована на реальних даних однієї з e-commerce платформ. Система продемонструвала здатність ефективно аналізувати відгуки користувачів, виявляти проблемні аспекти продуктів та відстежувати зміни в настроях користувачів з часом. Порівняння автоматизованого аналізу з ручним, проведеним групою експертів на вибірці з 500 відгуків, показало високу узгодженість результатів (Cohen's kappa = 0.82 для класифікації тональності та 0.79 для виявлення аспектів). При цьому автоматизована система обробляла відгуки в 120–150 разів швидше, що підтверджує її практичну цінність. Додатково було проведено опитування потенційних користувачів системи (продакт-менеджери, маркетологи, аналітики) для оцінки корисності результатів аналізу. 87 % респондентів відзначили, що автоматизований аналіз відгуків надає цінні інсайти для прийняття рішень щодо вдосконалення продуктів. На основі всебічного аналізу статистичної надійності, репрезентативності даних, валідності метрик та відповідності теоретичним передбаченням можна зробити висновок про високу адекватність проведеного експериментального дослідження для вирішення поставлених задач.

Основні фактори, що підтверджують адекватність дослідження:

- застосування комплексного набору статистичних методів для забезпечення надійності результатів;
- використання репрезентативних наборів даних, що відображають різноманітність реальних відгуків користувачів;
- вибір відповідних метрик оцінки, що враховують всі аспекти ефективності моделей;
- узгодженість експериментальних результатів з теоретичними передбаченнями та існуючими дослідженнями;
- успішне пілотне впровадження, що підтверджує практичну застосовність розроблених моделей.

Виявлені обмеження дослідження не знижують його загальної адекватності, але визначають напрями для подальших досліджень та вдосконалень.

Таким чином, проведене експериментальне дослідження є адекватним для оцінки ефективності різних методів автоматизації аналізу відгуків користувачів та розробки практичних рекомендацій щодо їх впровадження. Проведене дослідження щодо застосування природної мовної обробки для автоматизації аналізу відгуків користувачів дозволило отримати комплексне уявлення про ефективність, переваги та обмеження різних методів і моделей NLP у вирішенні цього завдання. У результаті дослідження були досягнуті всі поставлені цілі та виконані завдання, що дозволило сформулювати такі висновки:

Аналіз сучасного стану проблематики підтвердив критичну важливість автоматизації аналізу відгуків користувачів у контексті постійного зростання обсягів текстових даних.

Традиційний ручний аналіз стикається з фундаментальними обмеженнями, пов'язаними з часовими затратами, суб'єктивністю оцінок та неможливістю ефективної обробки великих масивів даних. Ці обмеження особливо гостро проявляються в умовах глобалізації бізнесу, коли компанії отримують відгуки різними мовами та з різних джерел.

Теоретичне дослідження методів природної мовної обробки продемонструвало еволюцію підходів до аналізу тексту – від простих словникових методів до складних трансформерних архітектур. Кожен з цих підходів має свої переваги та обмеження, і вибір конкретного методу залежить від специфіки завдання, доступних обчислювальних ресурсів та вимог до точності й швидкості аналізу.

На основі експериментального дослідження було встановлено, що трансформерні моделі, зокрема доменно-адаптований BERT, забезпечують найвищу точність для аналізу тональності відгуків (F1-score до 0.93), значно перевершуючи класичні методи, такі як Наївний Баєс (F1-score 0.76) та XGBoost (F1-score 0.85). При цьому компактні версії трансформерів, такі як DistilBERT, демонструють лише незначне зниження точності (0.89 проти 0.90) при вдвічі вищій швидкості інференсу, що робить їх привабливими для практичного застосування.

У сфері аспектно-орієнтованого аналізу тональності об'єднані моделі, які одночасно вирішують завдання виявлення аспектів та класифікації їх тональності,

показали значну перевагу над послідовними підходами. Модель RACL продемонструвала найвищу ефективність із середнім F1-score ABSA 0.85, що на 9 процентних пунктів вище, ніж у базовій послідовній моделі BiLSTM-CRF + ATAE-LSTM (0.76).

Встановлено, що ефективність усіх моделей суттєво залежить від специфіки домену та якості попередньої обробки даних. Доменна адаптація та донавчання на специфічних корпусах даних значно підвищують точність аналізу, особливо для спеціалізованих галузей з власною термінологією.

Дослідження підтвердило, що мультилінгвальні моделі, такі як XLM-RoBERTa, забезпечують ефективний аналіз відгуків різними мовами без значної втрати точності порівняно з моделями, навченими для конкретних мов. Це має особливе значення для глобальних компаній, які працюють на різних ринках та отримують відгуки багатьма мовами.

Статистична валідація результатів за допомогою крос-валідації, бутстреппування та t-тестів підтвердила надійність та статистичну значущість отриманих результатів. 95 % довірчі інтервали для F1-метрики трансформерних моделей перебувають у межах $\pm 1.5\%$, що свідчить про високу стабільність результатів.

Розроблена пілотна система автоматизованого аналізу відгуків продемонструвала високу узгодженість з ручним аналізом експертів (Cohen's kappa = 0.82 для класифікації тональності та 0.79 для виявлення аспектів) при значно вищій швидкості обробки (у 120–150 разів), що підтверджує практичну застосовність запропонованих рішень.

Опитування потенційних користувачів системи виявило, що найбільш цінними функціями автоматизованого аналізу відгуків є визначення критичних проблем (95 % респондентів) та виявлення ключових аспектів продуктів (92 % респондентів), що підкреслює практичну значущість результатів дослідження.

Незважаючи на високу ефективність, розроблені методи мають деякі обмеження, пов'язані з труднощами аналізу іронії та сарказму, складнощами обробки неформальної лексики та залежністю від якості навчальних даних. Ці аспекти визначають напрямки для подальших досліджень.

Економічна ефективність впровадження систем автоматизованого аналізу відгуків підтверджується значним скороченням часових та людських ресурсів, необхідних для обробки відгуків, а також підвищенням якості отриманих інсайтів, що дозволяє компаніям приймати більш обґрунтовані рішення щодо розвитку продуктів та послуг.

Практичне значення отриманих результатів полягає в можливості їх використання для створення ефективних систем автоматизованого аналізу відгуків користувачів, які можуть бути інтегровані в бізнес-процеси компаній різного масштабу та галузей.

Такі системи дозволяють не лише скоротити витрати на аналіз відгуків, але й отримати глибші й об'єктивніші інсайти щодо сприйняття продуктів та послуг користувачами, виявити приховані тренди та закономірності, а також оперативно реагувати на критичні проблеми.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на розробку методів аналізу мультимодальних відгуків, які включають не лише текст, але й зображення та відео,

вдосконалення алгоритмів розпізнавання іронії та сарказму, а також створення більш ефективних моделей для низькоресурсних мов.

Також перспективним напрямком є розробка методів генерації автоматичних рекомендацій щодо вдосконалення продуктів на основі аналізу відгуків користувачів.

Таким чином, проведене дослідження робить значний внесок у розвиток методів автоматизації аналізу відгуків користувачів на основі природної мовної обробки та створює основу для подальшого вдосконалення таких систем.

Список використаних джерел

1. Інформаційні системи і технології. Ч. 2 : навч. посіб. / А. О. Азарова, Н. П. Юрчук, Л. О. Нікіфорова, А. А. Шиян. Вінниця : ВНТУ, 2024. 160 с.
2. Шевченко А. М., Чакалов А. К. Фінансові та правові ризики для розвитку бізнесу в умовах цифровізації та роль механізму управління економічною безпекою підприємства у протидії їм. *Трансформаційна економіка*. 2025. № 2 (11). С. 128–133. <https://doi.org/10.32782/2786-8141/2025-11-21>.
3. Житар М. О., Ананьєва Ю. В. Методологічна система формування стратегій управління фінансовими ризиками в умовах глобалізації економіки. *Бізнес Інформ*. 2025. № 1. С. 229–240. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-1-229-240>.
4. Чорновол А. О., Гончарук Я. М., Хелемендик Є. І., Кисилиця С. О. Використання штучного інтелекту в управлінні фінансовими ризиками банків і страхових компаній. *Актуальні питання економічних наук*. 2025. № 8. 17 с. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14887306>.
5. Бабенко-Левада В. Г., Чикалюк М. М., Ковернінська Ю. В. Вплив штучного інтелекту на інновації у фінансовому секторі України у 2024 році. *Фінанси*. 2024. 16 с. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13992645>.
6. Козьменков М. Г. Використання штучного інтелекту в фінансових установах в Україні: можливості та виклики для екосистеми онлайн сервісів. *Економіка та управління підприємствами*. 2025. № 19. 8 с. <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2025-19-04-04>.
7. Карзун Д. Інтеграція цифрових технологій в систему облікового забезпечення управління ризиками з використанням фінансових інструментів. *Журнал стратегічних економічних досліджень*. 2025. № 2 (25). С. 97–109. <https://doi.org/10.30857/2786-5398.2025.2.10>.
8. Мацьків В. В., Щур Р. І., Кохан І. В. Роль штучного інтелекту у трансформації економіки та фінансової системи України в умовах післявоєнного відновлення. *Ринкова економіка: сучасна теорія і практика управління*. 2023. Т. 23. Вип. 3 (58). С. 57–76. [https://doi.org/10.18524/2413-9998.2024.3\(58\).327139](https://doi.org/10.18524/2413-9998.2024.3(58).327139).
9. Самонова Т. Б., Майданюк С. І., Волковський Є. І. Вплив штучного інтелекту на фінансові ринки в контексті цифровізації економіки. *Фінанси, банківська справа, страхування та фондовий ринок*. 2025. 19 с. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15861468>.
10. Соломатіна Т. В. Інноваційні підходи до управління бюджетними ризиками в умовах цифрової трансформації фінансової системи. *Економіка та суспільство*. 2025. Вип. 72. 10 с. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-72-81>.

Колектив авторів



Башук Ірина Геннадіївна

канд. екон. наук, доцент
кафедри обліку і бізнес-консалтингу,
Харківського національного економічного
університету імені Семена Кузнеця, м. Харків
<https://orcid.org/0000-0002-8669-9531>



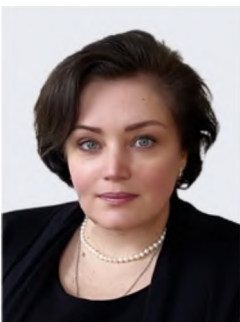
Бєлов Олександр Віталійович

канд. екон. наук, докторант,
Полтавський державний аграрний
університет, м. Полтава
<https://orcid.org/0000-0002-7910-8174>



Бондар Юлія Анатоліївна

канд. екон. наук, доцент, доцент кафедри
менеджменту та підприємництва,
Центральноукраїнський державний університет
імені Володимира Винниченка, м. Кропивницький
<https://orcid.org/0000-0003-2269-6208>



Верховцева Ірина Геннадіївна

д-р іст. наук, професор, професор кафедри
публічного управління та адміністрування,
ДНП «Державний університет «Київський
авіаційний інститут», м. Київ



Возний Дмитро Сергійович

здобувач третього (освітньо-
наукового) рівня вищої освіти,
Київський національний економічний
університет імені Вадима Гетьмана, м. Київ
<https://orcid.org/0009-0007-2816-0670>



Галич Олександр Анатолійович

канд. екон. наук, професор, професор кафедри економіки та публічного управління, ректор, Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава
<https://orcid.org/0000-0001-6478-8309>



Гарафонов Оляга Іванівна

д-р екон. наук, професор, професор кафедри менеджменту, Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана, м. Київ
<https://orcid.org/0000-0002-4740-7057>



Гаркуша Сергій Анатолійович

канд. екон. наук, доцент, доцент кафедри обліку і оподаткування, Сумський національний аграрний університет, м. Суми
<https://orcid.org/0000-0002-2043-1217>



Грималюк Андрій Вікторович

д-р екон наук, професор, професор кафедри загальної економічної теорії та економічної політики, Одеський національний економічний університет, м. Одеса
<https://orcid.org/0000-0002-8323-9193>



Даниліна Світлана Олексіївна

канд. екон. наук, доцент, доцент кафедри загальної економічної теорії та економічної політики, Одеський національний економічний університет, м. Одеса
<https://orcid.org/0000-0003-2814-6434>



Іоргачова Марія Іванівна

канд. екон. наук, доцент, доцент кафедри
фінансового менеджменту та фондового ринку,
Одеський національний економічний
університет, м. Одеса



Калініченко Олександр Володимирович

канд. екон. наук, доцент, доцент кафедри
економіки та публічного управління,
Полтавський державний аграрний
університет, м. Полтава
<https://orcid.org/0000-0003-2688-859X>



Кіржецька Марія Сергіївна

канд. екон. наук, доцент, доцент кафедри
економіки підприємства та інвестицій,
Національний університет «Львівська
політехніка», м. Львів
<https://orcid.org/0000-0002-5695-7843>



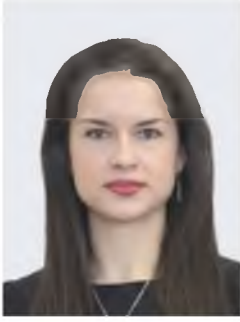
Кіржецький Юрій Ігорович

канд. екон. наук, доцент, професор
кафедри соціальних дисциплін,
Львівський державний університет
внутрішніх справ, м. Львів
<https://orcid.org/0000-0002-8323-3605>



Ковальова Олена Миколаївна

канд. екон. наук, доцент,
доцент кафедри обліку, аналізу і аудиту,
Національний університет «Одеська
політехніка», м. Одеса



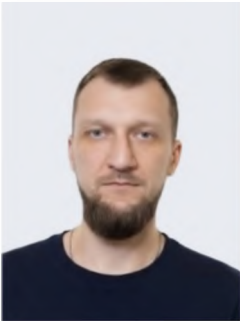
Копотієнко Тетяна Юріївна

канд. екон. наук, доцент,
доцент кафедри фінансового аналізу та аудиту,
Державний торговельно-економічний університет, м. Київ
<https://orcid.org/0000-0001-6107-9937>



Кроль Віта Вікторівна

доктор філософії з економіки, доцент
кафедри трудових ресурсів і підприємництва,
Національний університет водного
господарства та природокористування, м. Рівне
<https://orcid.org/0000-0002-7835-6248>



Кроль Павло Володимирович

здобувач третього (освітньо-
наукового) рівня вищої освіти,
Національний університет водного
господарства та природокористування, м. Рівне
<https://orcid.org/0009-0005-0141-412X>



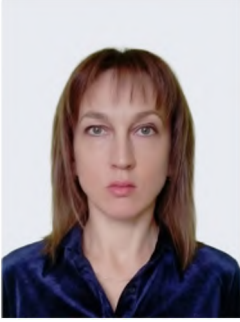
Кузьмак Олег Іванович

д-р екон. наук, професор,
професор кафедри маркетингу,
Луцький національний технічний університет, м. Луцьк
<https://orcid.org/0000-0002-1950-8416>



Кузьмак Олена Миколаївна

д-р екон. наук, професор, професор кафедри
фінансів, банківської справи та страхування,
Луцький національний технічний університет, м. Луцьк
<https://orcid.org/0000-0003-0394-0981>



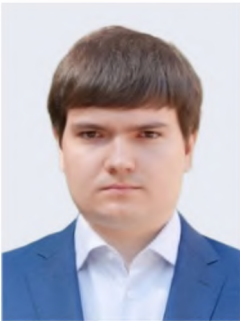
Курган Наталя Володимирівна

канд. екон. наук, доцент,
доцент кафедри обліку і бізнес-консалтингу,
Харківський національний економічний
університет імені Семена Кузнеця, м. Харків
<https://orcid.org/0000-0003-1155-6859>



Левковець Наталія Петрівна

канд. екон. наук, доцент,
доцент кафедри фінанси, облік і аудит,
Національний транспортний університет, м. Київ
<https://orcid.org/0000-0001-5382-5418>



Лесюк Владислав Станіславович

доктор філософії з економіки, асистент
кафедри економіки та публічного управління,
Полтавський державний аграрний
університет, м. Полтава
<https://orcid.org/0000-0002-8370-6513>



Макаренко Петро Миколайович

д-р екон. наук, професор, професор кафедри
економіки та публічного управління,
Полтавський державний аграрний
університет, м. Полтава
<https://orcid.org/0000-0002-8967-9122>



Макаренко Юлія Петрівна

д-р екон. наук, професор, професор кафедри
фінансів, банківської справи та страхування,
Дніпровський національний університет
імені Олеся Гончара, м. Дніпро
<https://orcid.org/0000-0002-9970-7377>



Науменко Ольга Михайлівна

канд. політ. наук, доцент,
доцент кафедри політичних технологій,
Київський національний економічний
університет імені Вадима Гетьмана, м. Київ
<https://orcid.org/0000-0003-0136-460X>



Овчарик Роман Юрійович

канд. екон. наук, доцент,
доцент кафедри фінансового аналізу та аудиту,
Державний торговельно-економічний
університет, м. Київ
<https://orcid.org/0000-0001-6536-9712>



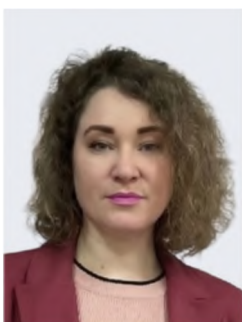
Олішевська Анастасія Миколаївна

канд. екон. наук, доцент кафедри менеджменту,
ПВНЗ «Херсонський економічно-
правовий інститут», м. Херсон
<https://orcid.org/0000-0002-0929-7555>



Орленко Ольга Михайлівна

канд. екон. наук, доцент,
доцент кафедри економіки підприємства
та організації підприємницької діяльності,
Одеський національний економічний університет, м. Одеса
<https://orcid.org/0000-0002-8814-4476>



Паламаренко Яна Вікторівна

канд. екон. наук, доцент,
доцент кафедри менеджменту та маркетингу,
Вінницький національний медичний університет
імені М. І. Пирогова, м. Вінниця
<https://orcid.org/0000-0001-9972-4313>



Палієнко Тетяна Петрівна

доктор філософії з економіки,
старший викладач кафедри економічної теорії,
Національний університет «Києво-
Могилянська академія», м. Київ
<https://orcid.org/0000-0002-5978-0721>



Писаренко Світлана Валеріївна

канд. с.-г. наук, доцент,
доцент кафедри підприємництва і права,
Полтавський державний аграрний
університет, м. Полтава
<https://orcid.org/0000-0003-4575-1417>



Скорін Юрій Іванович

канд. техн. наук, доцент,
Харківський національний економічний
університет імені Семена Кузнеця, м. Харків



Старко Ірина Євгенівна

канд. екон. наук, доцент, доцент кафедри
девелопменту та просторового планування,
ВСП «Інститут інноваційної освіти Київського національного
університету будівництва та архітектури», м. Київ
<https://orcid.org/0000-0002-9394-1808>



Шатна Анастасія Володимирівна

старший викладач кафедри обчислювальної техніки,
Національний університет водного господарства
та природокористування, м. Рівне
<https://orcid.org/0009-0006-2499-8591>



Шатний Сергій В'ячеславович

канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедри обчислювальної техніки,
Національний університет водного господарства
та природокористування, м. Рівне
<https://orcid.org/0000-0003-4650-5090>



Швидка Оксана Полікарпівна

канд. екон. наук, доцент кафедри
бізнес-економіки та підприємництва,
Київський національний економічний
університет імені Вадима Гетьмана, м. Київ
<https://orcid.org/0000-0002-2875-2584>



Щоголєва Інна Валентинівна

канд. пед. наук, доцент, доцент кафедри
менеджменту та підприємництва,
Центральноукраїнський державний університет
імені Володимира Винниченка, м. Кропивницький
<https://orcid.org/0000-0002-4067-6676>



Ярич Ігор Ярославович

методист, викладач
інформаційних технологій та економіки,
Державний навчальний заклад «Львівське вище
професійне училище технологій та сервісу», м. Львів
<https://orcid.org/0009-0004-7624-2775>

Наукове видання

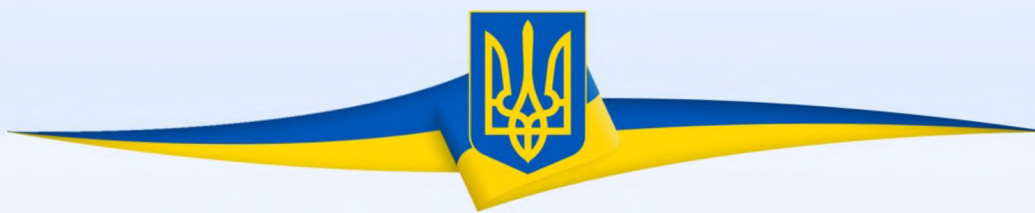
Цифрова трансформація та інноваційний розвиток соціально-економічних систем: виклики та стратегії

Колективна монографія

Надруковано у ПП «Астроя»
Свідоцтво про державну реєстрацію
серія ДК № 5599 від 19.09.2017 р.
36014, м. Полтава, вул. Шведська, 20-Б, кв. 4
Підписано до друку 23.12.2025 р.
Формат 60х84/16. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Умовн. друк. арк. 31,3.
Наклад 300 пр.

Видавництво ПП «Астроя»
36014, м. Полтава, вул. Шведська, 20, кв. 4
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 5599 від 19.09.2017 р.

Друк ПП «Астроя»
36014, м. Полтава, вул. Шведська, 20, кв. 4
Дата державної реєстрації та номер запису в ЄДР
14.12.1999 р. № 1 588 120 0000 010089



Колективна монографія «Цифрова трансформація та інноваційний розвиток соціально-економічних систем: виклики та стратегії» присвячена дослідженню цифрових технологій та інновацій у забезпеченні стійкості, ефективності й конкурентоспроможності соціально-економічних систем в умовах глобалізаційних і трансформаційних змін. У виданні узагальнено теоретико-методологічні підходи та прикладні результати щодо цифровізації аграрного сектору, фінансово-облікових систем, сфери послуг і соціальної інфраструктури, а також стратегічного управління в цифровій економіці. Колективна монографія адресована науковцям, викладачам, здобувачам вищої освіти, фахівцям органів державного управління та практикам, зацікавленим у проблематиці цифрової трансформації та інноваційного розвитку.

