

**ECONOMIES' HORIZONS**
Економічні горизонтиDOI: doi.org/10.31499/2616-5236Homepage: <http://eh.udpu.edu.ua>**ISSN**
2522-9273
(print)
2616-5236
(online)

UDC: 338.24

JEL Classification M31, M15, O32

DOI: [10.31499/2616-5236.2\(31\).2025.330816](https://doi.org/10.31499/2616-5236.2(31).2025.330816)*Vladyslav Turchyn, National University «Lviv Polytechnic»**Postgraduate Student Department of Entrepreneurship and Environmental Expertise of Goods, study program 076 Entrepreneurship and Trade***ВПЛИВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ОБРОБКИ ДАНИХ НА
ЕФЕКТИВНІСТЬ КЛІЄНТСЬКОЇ ВЗАЄМОДІЇ В CRM****THE IMPACT OF AUTOMATION AND DATA PROCESSING ON THE
EFFICIENCY OF CUSTOMER INTERACTION IN CRM**

Анотація: Дослідження зосереджується на інтеграції алгоритмів машинного навчання в CRM-системи, використанні нейронні мережі типу LSTM та градієнтного бустингу для аналізу поведінкових патернів клієнтів. Розглянуто архітектурну еволюцію від монолітних структур до розподілених мікросервісних моделей, що забезпечує адаптивність та масштабованість у контексті флуктуацій бізнес-середовища. На основі аналізу технологічних рішень сформульовано перелік перспективних підходів, включно з федеративним навчанням, технологіями Process Mining та Continuous Intelligence. Вони забезпечують балансування між аналітичною потужністю та збереженням конфіденційності персональних даних.

Abstract: The rapid development of digital technologies and the exponential growth of data volumes are transforming approaches to customer relationship management, requiring the implementation of comprehensive automated solutions. The main problem remains the fragmentation of information flows between organizational departments and insufficient integration of analytical tools to create a unified customer profile. The lack of effective mechanisms for processing unstructured data limits the possibilities for proactive response to changes in consumer behavior. In this regard, the implementation of intelligent automation systems that optimize customer interaction at all stages of the life cycle is becoming particularly relevant.

The research focuses on the integration of machine learning algorithms into CRM systems, in particular the use of LSTM neural networks and gradient boosting for analyzing customer behavioral patterns. The architectural evolution from

monolithic structures to distributed microservice models is considered, which ensures adaptability and scalability in the context of business environment fluctuations. Based on the analysis of technological solutions, a list of promising approaches has been formulated, including federated learning, Process Mining and Continuous Intelligence technologies, which ensure a balance between analytical power and maintaining the confidentiality of personal data.

Global digital transformation initiatives have been analyzed, which form the regulatory foundation for the implementation of innovative mechanisms for processing customer data. The integration of quantum computing and neuromorphic processors into CRM systems significantly increases the speed of analytical operations, providing complex query processing in real time. The conclusion is made about the feasibility of creating adaptive data processing architectures, optimized for balancing between performance and energy efficiency in accordance with the contextual requirements of the business environment.

Keywords: business process automation, CRM systems, data processing, artificial intelligence, customer interaction, predictive analytics, personalization, machine learning, digital transformation, microservice architecture

Ключові слова: автоматизація бізнес-процесів, CRM-системи, обробка даних, штучний інтелект, клієнтська взаємодія, предиктивна аналітика, персоналізація, машинне навчання, цифрова трансформація, мікросервісна архітектура

Постановка проблеми. Динамічна трансформація цифрового ландшафту створює фундаментальний виклик для систем управління взаємовідносинами з клієнтами. Це пов'язано з експоненційним зростанням обсягів даних, мультиканальністю комунікацій та підвищенням споживчих очікувань щодо персоналізації взаємодії. Традиційні підходи до обробки клієнтської інформації виявляють критичну неспроможність ефективно масштабуватися. Це особливо помітно за умов збільшення кількості точок контакту та різноманіття форматів даних, що накопичуються в цифрових екосистемах сучасного бізнесу. Фрагментованість інформаційних потоків між різними департаментами організації призводить до

формування інформаційних силосів, що перешкоджають створенню уніфікованого профілю клієнта та обмежують можливості крос-функціональної взаємодії. Невідповідність між технологічними можливостями обробки даних та зростаючими вимогами бізнесу до швидкості аналітичних процесів формує критичний розрив. Це негативно впливає на конкурентоспроможність підприємств у контексті клієнтоцентричної економіки. Відсутність інтегрованих підходів до автоматизації клієнтських взаємодій на основі комплексного аналізу структурованих і неструктурованих даних перешкоджає формуванню проактивних бізнес-стратегій. Це також обмежує можливості превентивного реагування на зміни споживчої поведінки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проблематиці автоматизації та обробки даних у CRM-системах присвячено значну кількість сучасних наукових робіт. Seebacher U.H.U. розглянув фундаментальні принципи автоматизації маркетингу та продажів, приділяючи особливу увагу інтеграції процесів управління клієнтськими даними [11]. Sharma N. та співавтори дослідили можливості імплементації алгоритмів машинного навчання для автоматизації CRM-систем, акцентуючи увагу на предиктивній аналітиці поведінки споживачів [12]. Ciechan D. провів порівняльний аналіз фреймворків та інструментів автоматизації на платформі Salesforce CRM з точки зору функціональності та продуктивності [4]. Chen C. із колегами запропонували архітектуру банківської CRM-системи на основі алгоритму дерева рішень, що підвищує ефективність сегментації клієнтської бази [3]. Heinzlbecker K. зосередився на інтеграції CRM та інструментів маркетингової автоматизації в контексті акаунт-орієнтованого маркетингу [6]. Tkachenko O. і Hnatiuk M. досліджували аспекти автоматизації бізнес-процесів електронної комерції з використанням CRM-систем у цифровому середовищі [14]. Незважаючи на значний обсяг досліджень у цьому напрямі, специфічні аспекти впливу сучасних методів обробки даних на оптимізацію клієнтської взаємодії залишаються недостатньо систематизованими. Це зумовлює

актуальність подальшого вивчення цієї проблематики.

Формулювання мети статті.

Мета дослідження полягає у системному аналізі технологічних механізмів автоматизації та методологічних підходів до обробки даних, які трансформують ефективність клієнтської взаємодії в сучасних CRM-системах. Стаття спрямована на виявлення причинно-наслідкових зв'язків між імплементацією інноваційних алгоритмів машинного навчання та оптимізацією ключових метрик клієнтського досвіду. Серед них — час реагування на запити, релевантність пропозицій та рівень утримання споживачів. Завданнями аналітичного дослідження визначено: систематизацію архітектурних компонентів CRM-систем з точки зору їх впливу на автоматизацію бізнес-процесів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сучасні механізми обробки даних у CRM-системах характеризуються інтеграцією квантових обчислень та нейроморфних процесорів, що принципово змінюють швидкість опрацювання комплексних запитів. Провідні технологічні корпорації IBM, Google та Alibaba впроваджують квантові алгоритми для оптимізації аналітичних операцій над масивами клієнтської інформації, досягаючи експоненційного прискорення порівняно з класичними обчислювальними підходами. Європейська програма Horizon Europe на 2021-2027 роки виділяє окремий напрямок фінансування досліджень квантових технологій

для бізнес-застосунків, зокрема у сфері обробки гетерогенних даних клієнтського профілювання [16]. Архітектура федеративного навчання (Federated Learning) трансформує підхід до обробки конфіденційних клієнтських даних. Вона уможлиблює тренування алгоритмічних моделей без централізованого зберігання персональної інформації, що відповідає вимогам регуляторних норм GDPR у Європі та CCPA у Сполучених Штатах [10].

Глобальні ініціативи цифрової трансформації формують нормативне підґрунтя для впровадження інноваційних механізмів обробки клієнтських даних у CRM-системах. Стратегія Європейського Союзу «Цифрова Європа 2030» передбачає створення єдиного цифрового ринку з гармонізованими стандартами обробки, зберігання та обміну даними, включаючи транскордонні CRM-системи [7]. Національна програма цифровізації Південної Кореї Digital New Deal 2025 акцентує увагу на створенні інтегрованих платформ штучного інтелекту для аналізу клієнтського досвіду. Понад 15% загального бюджету програми виділяється на розвиток технологій обробки неструктурованих даних у режимі реального часу [15]. Китайська програма Made in China 2025 включає розробку власних високопродуктивних чіпів спеціалізованого призначення для систем обробки клієнтської аналітики, що має забезпечити технологічну незалежність національних CRM-платформ [17]. Сінгапурська ініціатива Smart Nation

2030 інтегрує міські інформаційні системи з корпоративними CRM через стандартизовані API. Це створює цифрові екосистеми для аналізу поведінкових патернів споживачів у фізичному та віртуальному просторах [18].

Технологія Process Mining трансформує аналітику клієнтського шляху через автоматичне виявлення процесних моделей взаємодії на основі журналів подій CRM-систем. Алгоритми Knowledge Graph, імплементовані в корпоративних рішеннях від Microsoft та Amazon, формують онтологічні моделі взаємозв'язків між сутностями клієнтського досвіду. Вони забезпечують семантичний пошук та логічне виведення прихованих закономірностей [8]. Концепція Continuous Intelligence, реалізована в рішеннях SAP та Oracle, інтегрує потокову аналітику з бізнес-правилами для автоматизованого прийняття рішень на основі клієнтських взаємодій у режимі реального часу. Це скорочує латентність від моменту збору даних до імплементации аналітичних висновків.

Впровадження автоматизованих систем управління взаємовідносинами з клієнтами суттєво трансформує продуктивність бізнес-процесів у сучасній економіці. Інтеграція передових алгоритмів машинного навчання в CRM-платформи призводить до помітного збільшення конверсії протягом початкових етапів експлуатації. Автоматизація операцій з обробки клієнтських даних скорочує час реагування на запити споживачів, безпосередньо

впливаючи на індекс задоволеності клієнтів (Customer Satisfaction Index). Післякризовий період 2020-2023 років продемонстрував посилення тренду на діджиталізацію клієнтських взаємодій, особливо у контексті глобальних змін споживчої поведінки. Методика обробки структурованих і неструктурованих даних сучасними CRM-системами уможливорює багаторівневу сегментацію аудиторії та виявлення латентних закономірностей у поведінкових паттернах. Вона також сприяє прогнозуванню купівельних намірів та оптимізації маркетингових бюджетів на залучення перспективних сегментів ринку [1, 13].

Інтеграційний потенціал сучасних CRM розширює функціональні можливості бізнес-інфраструктури через комплексний аналіз консолідованої інформації. Системи автоматизації з вбудованими модулями предиктивної аналітики обробляють диверсифіковані дані з гетерогенних джерел, включаючи соціальні медіа, мобільні застосунки, корпоративні сховища й електронні комунікації [9]. Застосування штучного інтелекту для моніторингу

комунікаційних каналів забезпечує оперативне виявлення проблемних ситуацій з подальшою автоматичною ескалацією до компетентних фахівців. Період пандемії 2020-2021 років став катализатором переходу до цифрових каналів взаємодії, що прискорило впровадження систем раннього попередження кризових ситуацій. Обчислювальні алгоритми демонструють значне зниження кількості негативних відгуків завдяки проактивному вирішенню питань на ранніх стадіях виникнення [6].

Еволюція алгоритмів обробки природної мови формує якісно новий рівень автоматизації клієнтського сервісу. Нейромережеві архітектури на основі трансформерів прискорюють вирішення типових проблем порівняно з конвенційними підходами до обробки тікетів. Рекомендаційні системи, функціонально інтегровані в CRM-платформи, генерують персоналізовані пропозиції на підставі аналізу історичних взаємодій, стимулюючи повторні конверсії порівняно з традиційними маркетинговими підходами без алгоритмічної персоналізації.

Таблиця 1.

Інтелектуалізація CRM: автоматизовані компоненти, функції та технології

Автоматизований компонент CRM	Функціональний вплив	Технологічне підґрунтя
Класифікація запитів	Оптимізація маршрутизації	Глибинне навчання
Предиктивна аналітика	Прогнозування потреб	Ансамблеві методи
Діалогові системи	Автономна обробка запитів	Трансформерні моделі
Оmnіканальність	Узгодження користувацького досвіду	Мікросервіси
Маркетингова автоматизація	Точкове таргетування	Байєсівські методи
Аналітика відгуків	Ідентифікація проблем	NLP-алгоритми

Джерело: розроблено автором

Крос-платформна інтеграція інформаційних потоків утворює базовий фундамент ефективної екосистеми клієнтських взаємовідносин. Архітектурна еволюція провідних CRM-систем протягом 2018-2023 років відображає перехід від монолітних структур до розподілених мікросервісних моделей, що забезпечує гнучкість масштабування та адаптивність до флуктуацій бізнес-середовища.

Високопродуктивні нереляційні бази даних оптимізують обробку петабайтних масивів інформації в режимі реального часу. Вони уможливають оперативне оновлення профілів клієнтів та динамічне формування комерційних пропозицій на основі актуалізованих даних [5]. Порівняльні технічні випробування SQL та NoSQL рішень демонструють кратне зростання швидкодії при маніпуляції з гетерогенними структурами даних у CRM-контексті. Імплементация event-driven архітектури оптимізує реактивність системи, забезпечуючи асинхронну реалізацію аналітичних операцій без деградації продуктивності користувацького інтерфейсу.

Фінансово-економічний аналіз ефекту від впровадження автоматизованих CRM-систем підтверджує високу рентабельність інвестицій. Багаторічні спостереження за період 2019-2024 років виявляють стабільно високий показник ROI протягом експлуатаційного циклу. Галузева диференціація демонструє

максимальну економічну ефективність у секторах фінансових послуг, електронної комерції та сервісних індустрій. Математичне моделювання кореляцій між рівнем автоматизації процесів та фінансовими індикаторами виявляє нелінійну залежність з точкою насичення, після якої інкрементальний приріст ефективності поступово знижується. Економетрична оцінка впливу автоматизації на бізнес-показники фіксує скорочення операційних витрат при паралельному збільшенні середньої вартості транзакцій.

Інформаційна безпека клієнтських даних в автоматизованих CRM-системах вимагає комплексного захисту із застосуванням новітніх криптографічних протоколів. Технічне тестування різноманітних конфігурацій безпекових систем визначає оптимальний баланс між рівнем захисту та продуктивністю при використанні гомоморфного шифрування. Це дозволяє здійснювати аналітичні операції над зашифрованими даними без процедури дешифрування. Інтеграція блокчейн-технологій для забезпечення незмінності транзакційної історії підвищує прозорість взаємодії та формує додатковий рівень довіри між бізнесом та споживачами. Системи моніторингу аномальної активності на базі алгоритмів unsupervised learning забезпечують ефективне виявлення потенційних вторгнень, суттєво перевершуючи традиційні сигнатурні методи кіберзахисту [2].

Таблиця 2.

Сучасна інфраструктура даних: компоненти, технології та ефективність»

Компонент інфраструктури даних	Технологічна реалізація	Бізнес-переваги
Розподілене сховище даних	Apache Cassandra, MongoDB	Горизонтальне масштабування, стійкість до відмов
Аналітичний процесор	Apache Spark, Tensorflow	Обробка великих даних у режимі реального часу
ETL-конвеєри	Apache NiFi, Airflow	Консистентність та цілісність даних
Графові бази даних	Neo4j, Amazon Neptune	Аналіз взаємозв'язків між клієнтами
Системи кешування	Redis, Memcached	Оптимізація швидкодії часто запитуваних даних
Озеро даних	AWS S3, Hadoop HDFS	Зберігання неструктурованої інформації
Пошукові індекси	Elasticsearch, Solr	Миттєвий повнотекстовий пошук
Потокова обробка	Kafka, RabbitMQ	Асинхронна взаємодія між компонентами

Джерело: розроблено автором

Методологічна еволюція прогнозування клієнтської поведінки трансформувалася від класичних статистичних моделей до комплексних ансамблевих систем машинного навчання за останнє десятиліття. Технічні випробування різних алгоритмічних підходів підтверджують перевагу градієнтного бустингу (XGBoost, LightGBM) над лінійними моделями щодо точності передбачень. Глибинне навчання з використанням рекурентних нейронних мереж архітектури LSTM демонструє виняткову ефективність при аналізі темпоральних послідовностей взаємодій, суттєво перевершуючи традиційні методи згідно метрики F1-score.

Семантичний аналіз природномовних запитів з використанням трансформерних архітектур екстрагує імпліцитні клієнтські інтенції, сприяючи проактивному задоволенню потреб до моменту експліцитної артикуляції конкретних запитів.

Міжгалузева дифузія технологій автоматизації споживацької взаємодії інтенсифікується завдяки стандартизації програмних інтерфейсів між компонентами інформаційної екосистеми та імплементації парадигми граничних обчислень (edge computing). Це оптимізує локальну обробку даних максимально наближено до джерела генерації. Інтелектуальний аналіз життєвого циклу клієнта з використанням автоматизованих CRM-систем збільшує довготривалу цінність клієнта (CLV) через оптимізацію інтеракційних точок та превентивну ідентифікацію факторів відтоку.

Отже, впровадження когнітивних технологій розпізнавання мультимодальних патернів клієнтської взаємодії з комунікаційними каналами формує перспективні вектори розвитку CRM-систем нової генерації. Інтеграція біометричних маркерів емоційного стану споживачів під час

відеокомунікації оптимізує точність класифікації рівня задоволеності.

Висновки дослідження і перспективи подальших розвідок.

Проведений аналіз впливу автоматизації та обробки даних на ефективність клієнтської взаємодії в CRM-системах підтверджує фундаментальну трансформацію бізнес-процесів під впливом інтелектуальних технологій. Комплексний розгляд архітектурних компонентів, алгоритмічних підходів та інфраструктурних рішень демонструє системну конвергенцію технологій штучного інтелекту, розподілених обчислень та аналітики великих даних. Це відбувається у контексті формування нового покоління клієнтоцентричних інформаційних

систем. Дослідження виявило мультифакторний характер впливу автоматизації на ключові метрики клієнтського досвіду, включаючи швидкість реагування на запити, релевантність рекомендацій, ступінь персоналізації взаємодії та рівень утримання споживачів. Впровадження квантових обчислень, нейроморфних процесорів та федеративного навчання формує технологічний фундамент для наступного еволюційного стрибка в розвитку CRM-систем. Перспективними напрямками подальших досліджень визначено: розробку методологічних підходів до оцінки економічного ефекту від впровадження квантових алгоритмів у CRM-системах

References

- Allan, C., McCarthy-Cheung, J., & Usmanova, V. (2021). *Scaling up CRM in a high-growth business*. *Journal of Digital and Social Media Marketing*, 9(3), 205–213. <https://doi.org/10.69554/gvpw4796>
- Anand, S., Shanmugam, R., & Rajeswari, P. S. (2022). *CRM Loyalty Programs*. *Specialusis Ugdymas*, 1(43), 606–615.
- Chen, C., Geng, L., & Zhou, S. (2021). *Design and implementation of bank CRM system based on decision tree algorithm*. *Neural Computing and Applications*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s00521-020-04959-8>
- Ciechan, D. (2023). *Comparative analysis of frameworks and automation tools in terms of functionality and performance on the Salesforce CRM Platform*. *Journal of Computer Sciences Institute*, 27, 154–161. <https://doi.org/10.35784/jcsi.3560>
- Gordon, W. J., Blood, A. J., Chaney, K., Clark, E., Glynn, C., Green, R., ... Scirica, B. M. (2021). *Workflow Automation for a Virtual Hypertension Management Program*. *Applied Clinical Informatics*, 12(5), 1041–1048. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1739195>
- Heinzelbecker, K. (2023). *Account-Based Marketing with CRM and Marketing Automation*. In *Management for Professionals (Vol. Part F286, pp. 189–212)*. Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-031-20040-3_12
- Journal, I. (2024). *A Study to Know Impact of AI on CRM*. *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management*, 8(02), 1–13. <https://doi.org/10.55041/ijserem28668>
- Kovpaka, A., Saukh, I., & Pavlova, S. (2022). *Peculiarities of using ERP- and CRM-systems for automation of enterprise management*. *Economics. Management. Innovations*, 1(30). [https://doi.org/10.35433/issn2410-3748-2022-1\(30\)-7](https://doi.org/10.35433/issn2410-3748-2022-1(30)-7)
- Quezada-Torres, W. D., & Méndez, C. C. (2023). *CRM system for managing customer service in ecuadorian savings and credit cooperatives*. *Universidad y Sociedad*, 15(3), 149–155.
- Savran, N. (2021). *CRM-system: Stages of development and classification of species*. *Economic Scope*. <https://doi.org/10.32782/2224-6282/168-12>

- Seebacher, U. H. U. (2023). *Marketing and Sales Automation: Basics, Implementation, and Applications* (pp. 51–67). *Springers*. Retrieved from <http://www.springer.com/series/10101>
- Sharma, N., Tiwari, P., Tanwani, M., Pandey, A., & Patel, S. K. (2023). Customer Relationship Management (CRM) Automation Using Machine Learning Algorithm. In *2023 2nd International Conference on Futuristic Technologies, INCOFT 2023*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/INCOFT60753.2023.10425786>
- Snekha, S., & Ayyanathan, N. (2023). An Educational CRM Chatbot for Learning Management System. *Shanlax International Journal of Education*, 11(4), 58–62. <https://doi.org/10.34293/education.v11i4.6360>
- Tkachenko, O., & Hnatiuk, M. (2023). Some Aspects of E-commerce Business Process Automation. *Digital Platform: Information Technologies in Sociocultural Sphere*, 6(2), 458–473. <https://doi.org/10.31866/2617-796x.6.2.2023.293620>
- Digital New Deal. (2025). Retrieved from <https://www.korea.net/Government/Briefing-Room/Press-Releases/view?articleId=5912&type=O>
- Horizon Europe. Retrieved from https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en
- Made in China 2025. Retrieved from <https://www.isdp.eu/wp-content/uploads/2018/06/Made-in-China-Backgrounder.pdf>
- Smart Nation Singapore. Retrieved from <https://www.smartnation.gov.sg/>