

Скорик Б.С.

## ІНТЕГРАЦІЯ ERP, CRM І CMS НА ОСНОВІ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ЕЛЕКТРОННІЙ КОМЕРЦІЇ

*У статті розглянуто проблему інтеграції корпоративних інформаційних систем у сфері електронної комерції. Швидко зростання цієї галузі супроводжується збільшенням обсягів даних, розширенням каналів взаємодії та ускладненням цифрових процесів, що підсилює потребу у створенні єдиного інформаційного простору. Доведено, що традиційні методи інтеграції — ETL-процеси, middleware-рішення та корпоративні шини даних — уже не забезпечують необхідної масштабованості, гнучкості й здатності працювати в режимі реального часу.*

*У роботі проаналізовано сучасні наукові підходи до інтеграції ERP, CRM і CMS та визначено чинники, які ускладнюють їхню взаємодію. Серед них — різноманітність структур даних, семантичні невідповідності, складність синхронізації інформаційних потоків і висока вартість підтримки. Обґрунтовано доцільність застосування методів штучного інтелекту, зокрема нейромережових алгоритмів, здатних автоматично інтерпретувати структури даних, усувати семантичні розбіжності та підвищувати якість трансформації завдяки навчанню на великих масивах інформації. На основі теоретичного аналізу запропоновано концептуальну модель інтеграції ERP, CRM і CMS. Модель охоплює рівні збору даних, семантичного аналізу, трансформації та обміну даними. Центральним елементом моделі є нейромережовий модуль, який працює як інтелектуальний посередник і забезпечує узгоджену взаємодію систем у режимі реального часу. Показано, що впровадження моделі підвищує ефективність управління бізнес-процесами, покращує рівень персоналізації клієнтського досвіду, скорочує витрати на інтеграцію та сприяє відповідності міжнародним вимогам безпеки.*

*Отримані результати мають практичну цінність для підприємств електронної комерції, які перебувають на етапі цифрової трансформації та потребують гнучких інтеграційних рішень нового покоління.*

**Ключові слова:** інтеграція інформаційних систем; ERP; CRM; CMS; електронна комерція; нейромережі; концептуальна модель.

**Актуальність дослідження.** Сфера електронної комерції розвивається надзвичайно динамічно, і цей розвиток супроводжується як зростанням обсягів даних, так і ускладненням бізнес-процесів. Якщо на ранніх етапах електронна торгівля фактично зводилася до функціонування вебсайту з інтеграцією окремих платіжних сервісів, то нині вона постає у вигляді багаторівневих цифрових екосистем. Такі екосистеми охоплюють численні канали взаємодії з клієнтами, зовнішніми партнерами та внутрішніми бізнес-процесами.

Центральне місце у функціонуванні цих екосистем посідають корпоративні інформаційні системи: ERP (Enterprise Resource Planning), CRM (Customer Relationship Management) і CMS (Content Management System). Кожна з них виконує окремий спектр завдань: ERP відповідає за управління фінансовими, матеріальними та логістичними потоками; CRM забезпечує підтримку відносин із клієнтами та персоналізацію маркетингових комунікацій; CMS організовує управління цифровим контентом, формуючи основу користувацького досвіду. Водночас ефективність сучасних e-commerce-компаній визначається не лише якістю роботи кожної з систем окремо, а насамперед здатністю забезпечити їхню скоординовану взаємодію.

Традиційні технології інтеграції — ETL-процеси, middleware-рішення та корпоративні шини даних — дедалі менше відповідають новим викликам. Їхні обмеження проявляються в умовах високої різноманітності даних, потреби в їхній обробці в режимі реального часу, розширення каналів взаємодії з клієнтами та зростання вимог до масштабованості й кібербезпеки. Все це стимулює пошук нових, більш гнучких рішень. У цьому контексті зростає інтерес до методів штучного інтелекту, зокрема нейромережових підходів, здатних забезпечити адаптивність, можливість автоматичного налаштування та семантичну узгодженість даних. У сукупності ці чинники формують ситуацію, коли потреба у гнучкій та узгодженій інтеграції систем зростає значно швидше, ніж можливості традиційних технологій.

Попри те, що ERP, CRM і CMS виконують ключові бізнес-функції та формують основу цифрових екосистем, наявні підходи до їх інтеграції не відповідають сучасним вимогам електронної комерції. Компанії потребують узгодженого інформаційного середовища, здатного забезпечувати адаптивність, семантичну відповідність даних і роботу в режимі реального часу. Проте традиційні інтеграційні технології характеризуються обмеженою масштабованістю, недостатньою гнучкістю та значними труднощами при синхронізації даних. У результаті виникає суперечність між зростаючою складністю корпоративних систем і функціональними обмеженнями класичних механізмів їх поєднання.

Відповідно постає потреба у розробці моделі інтеграції нового типу, здатної забезпечити узгоджену взаємодію ERP, CRM і CMS та подолати обмеження традиційних підходів у цифровому середовищі.

**Постановка задачі.** З огляду на виявлене протиріччя науковою задачею є проведення теоретичного аналізу сучасних підходів до інтеграції ERP, CRM і CMS, визначення їхніх ключових обмежень і формування вимог до інтеграційної моделі нового типу. Задача також передбачає обґрунтування можливостей застосування

нейромережових методів для забезпечення адаптивності, семантичної узгодженості та обробки даних у режимі реального часу, а також визначення концептуальних засад побудови моделі інтеграції корпоративних систем у цифровому середовищі електронної комерції.

**Метою** статті є здійснення теоретичного аналізу підходів до інтеграції ERP, CRM і CMS, обґрунтування доцільності використання нейромережових методів для подолання обмежень традиційних технологій та розроблення концептуальної моделі інтеграції корпоративних систем, здатної забезпечити узгодженість, адаптивність і роботу з даними в режимі реального часу в умовах електронної комерції.

**Теоретичний аналіз дослідження.** Проблематика інтеграції корпоративних інформаційних систем отримала значну увагу у світовій науковій літературі. У працях [8; 9] ERP, CRM та CMS розглядаються як ядро цифрової екосистеми підприємства, де кожна система виконує свою ключову функцію: ERP забезпечує управління ресурсами, CRM — роботу з клієнтами, а CMS — організацію цифрового контенту.

ERP-системи (SAP, Oracle NetSuite, Microsoft Dynamics, Odoo) у дослідженнях [1] називаються «центральною нервовою системою бізнесу», оскільки вони інтегрують фінансові, логістичні та виробничі процеси. CRM-платформи (Salesforce, HubSpot, Zoho) описуються як основний інструмент персоналізації клієнтського досвіду та підвищення лояльності [3]. CMS-рішення (WordPress, Magento, Shopify), за даними [9], формують онлайн-присутність бренду й визначають якість користувацької взаємодії.

Щодо інтеграційних підходів, у літературі [2; 6] детально описано можливості та обмеження класичних рішень — ETL-процесів, middleware та ESB. Дослідники [7; 1] підкреслюють, що такі технології забезпечують стабільність, проте обмежують масштабованість і не відповідають вимогам обробки даних у реальному часі.

Застосування методів штучного інтелекту в інтеграції корпоративних систем розглядається у працях [5; 4; 3]. Автори відзначають потенціал нейромережових алгоритмів у вирішенні проблеми різномірності даних, автоматизації трансформації форматів та семантичного узгодження інформації. Використання потокових платформ (Kafka, Flink, Spark Streaming) у поєднанні зі штучним інтелектом, як описано в [9], дозволяє досягти масштабованості та роботи в режимі реального часу.

Отже, теоретичний аналіз засвідчує, що проблема інтеграції ERP, CRM і CMS широко висвітлена у наукових дослідженнях, однак здебільшого з акцентом на класичні методи інтеграції. Тому зростає інтерес до застосування штучного інтелекту, зокрема нейромереж, як інструменту подолання обмежень традиційних технологій. Також існує потреба у розробці узагальненої концептуальної моделі, яка поєднає корпоративні інформаційні системи в єдину екосистему на основі ШІ.

**Викладення основного матеріалу дослідження.** У сучасному цифровому середовищі дані є одним із головних ресурсів розвитку бізнесу. Конкурентоспроможність компанії залежить не лише від якості продуктів і послуг, а й від того, наскільки ефективно вона збирає, обробляє та використовує інформацію. Саме тому інтегровані інформаційні системи є основою управління: вони узгоджують внутрішні процеси, підтримують комунікацію з клієнтами й забезпечують роботу з цифровим контентом.

В електронній комерції центральне місце посідають три класи систем — ERP, CRM і CMS. ERP-системи забезпечують управління ресурсами підприємства: фінансами, логістикою, виробництвом. CRM відповідає за підтримку відносин із клієнтами, сегментацію та персоналізацію пропозицій. CMS виконує роль цифрової «вітрини», організує контент та формує онлайн-присутність бренду. Узгоджена робота цих систем створює інформаційну екосистему, де ERP відповідає за внутрішні процеси, CRM — за взаємодію з клієнтами, а CMS — за зовнішнє представлення. Разом вони перетворюють дані на знання, що стають основою для аналітики, персоналізації й стратегічного планування.

Традиційні підходи до інтеграції (ETL, middleware, ESB) певний час залишалися дієвими. Вони забезпечували стабільність і контроль. Проте сучасні умови вимагають більшої гнучкості. Бізнес працює з величезними масивами інформації, інтегрує мобільні додатки, платіжні системи, маркетплейси й логістичні сервіси. У таких умовах класичні архітектури створюють обмеження.

Серед основних викликів інтеграції варто виокремити чотири. По-перше, різномірність даних. ERP зберігає транзакції, CRM — історію клієнтів, CMS — контент, тоді як зовнішні джерела мають власні формати. Це створює складнощі у забезпеченні єдиного інформаційного простору. Рисунок 1 ілюструє спрощений приклад відмінностей у представленні одного й того самого товару в різних системах.

По-друге, масштабованість. Зі зростанням клієнтської бази потрібні архітектури, здатні швидко розширюватися, тоді як традиційні інтеграційні рішення часто створюють «вузькі місця». По-третє, робота в реальному часі: електронна комерція потребує миттєвої реакції на дії клієнтів, але пакетна обробка даних цьому не відповідає. І нарешті — безпека. Інтеграція охоплює фінансові транзакції та персональні дані. Вони потребують захисту відповідно до міжнародних норм (GDPR, CCPA).

Ці обмеження підводять до необхідності нових підходів. Найбільший потенціал демонструють методи штучного інтелекту, зокрема нейромережі. Вони здатні навчатися на даних, виявляти приховані закономірності та автоматично узгоджувати формати. Там, де класичні ETL-процеси вимагають ручного налаштування, нейромережі формують адаптивні «розумні конектори». Завдяки хмарним архітектурам і потоковим платформам (Kafka, Flink, Spark Streaming) інтеграція стає масштабованою й працює у режимі реального часу. Крім того, ШІ здатен виявляти аномалії й контролювати відповідність регуляторним вимогам.

First System	Second System	Third System
<b>Product</b>	<b>Product</b>	<b>Product</b>
product id: 1	product id: 25	product id: 42
sku: ts-1	sku: ts-1	sku: ts-1gxl
price: 49	price: 49	name: T-shirt Green XL
quantity: 2		description: Cool T-shirt
	<b>Product Variant</b>	
<b>Product Description</b>	product id: 25	<b>Product Stock</b>
product id: 1	sku: ts-1gxl	product id: 42
language: en	option 1 name: Size	quantity: 2
name: T-shirt	option 1 value: XL	
description: Cool T-shirt	option 1 name: Color	<b>Product Price</b>
	option 1 value: Green	product id: 42
<b>Product Option</b>	<b>Product Stock</b>	price: 49
product id: 1	product id: 25	
option name: Size	quantity: 2	
option value: XL		
<b>Product Option</b>		
product id: 1		
option name: Color		
option value: Green		

Рисунок 1 – Приклад відмінностей у структурі представлення даних

ERP, CRM і CMS перестають бути окремими інструментами. Разом із нейромережевими підходами вони утворюють єдину екосистему, яка узгоджує дані, забезпечує персоналізацію в реальному часі та підвищує гнучкість бізнесу. Перехід від класичних архітектур до інтеграції на основі ШІ відкриває новий рівень управління, де інформація стає стратегічним активом, а технології — основою конкурентних переваг.

Щоб реалізувати ці можливості на практиці, доцільно сформувати концептуальну модель інтеграції, яка визначає принципи та механізми взаємодії систем. Розроблена модель ґрунтується на принципах адаптивності, семантичної узгодженості та масштабованості, що відповідають вимогам сучасних цифрових екосистем. Модель відображено на рисунку 2.

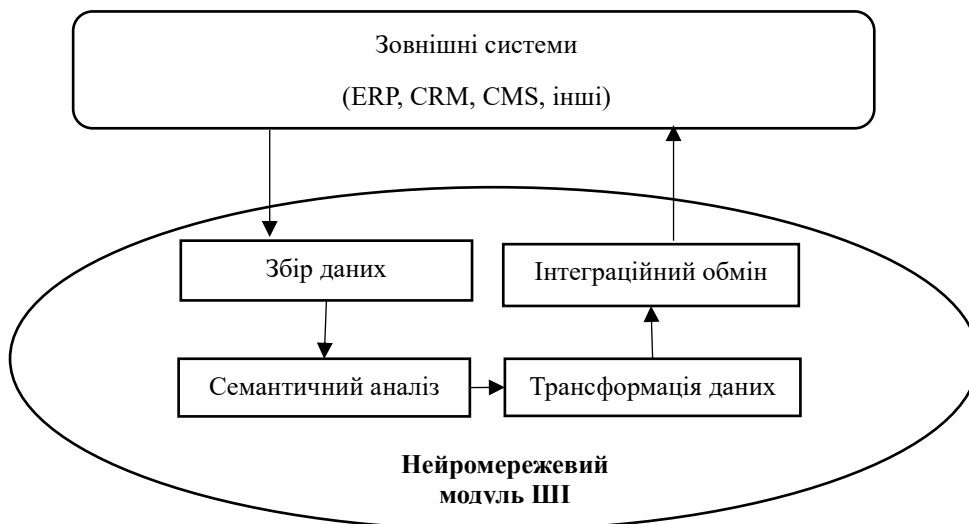


Рисунок 2 – Теоретична модель інтеграції ERP, CRM і CMS на основі нейромережевого ШІ

Модель інтеграції ERP, CRM і CMS на основі нейромережевого ШІ має багаторівневу структуру:

- Рівень збору даних.** Інформація надходить із внутрішніх систем (ERP, CRM, CMS) та зовнішніх джерел — маркетплейсів, платіжних сервісів, логістичних платформ, соціальних мереж. Формат даних може бути будь-яким (SQL, JSON, XML тощо).
- Рівень семантичного аналізу.** Алгоритми штучного інтелекту інтерпретують структури даних, визначають сутності та встановлюють відповідності між джерелами, усуваючи семантичні розбіжності (наприклад, різні назви, атрибути чи класифікації).
- Рівень трансформації.** Дані автоматично приводяться до узгодженого формату відповідно до потреб цільових систем. Процес ґрунтується на застосуванні нейромережових алгоритмів, здатних підвищувати якість перетворення на основі накопичених прикладів.
- Рівень інтеграційного обміну.** Узгоджені дані передаються у відповідні системи через API, бази даних чи інші інтерфейси. Завдяки цьому забезпечується синхронна робота всіх елементів цифрової екосистеми.

Центральним елементом моделі є нейромережвий модуль ШІ, який виступає інтелектуальним посередником між різними джерелами даних. Він здійснює семантичний аналіз, трансформацію та

маршрутизацію інформаційних потоків, підвищуючи точність, узгодженість і стабільність інтеграційних процесів. Таким чином, модель представляє ERP, CRM і CMS як єдину екосистему з інтелектуальним ядром, здатну працювати з масштабними потоками даних у режимі реального часу.

Практична цінність моделі полягає у створенні умов для підвищення ефективності управління бізнес-процесами, персоналізації клієнтського досвіду, зниження витрат на інтеграцію завдяки автоматизації перетворення даних, а також забезпеченні вищого рівня відповідності безпековим і регуляторним вимогам.

#### **Висновки.**

1. Обґрунтовано необхідність переходу від традиційних методів інтеграції корпоративних інформаційних систем до моделей, побудованих із використанням штучного інтелекту.

2. Установлено, що класичні підходи (ETL, middleware, ESB) забезпечують стабільність, але не відповідають сучасним вимогам електронної комерції щодо масштабованості, роботи в режимі реального часу та підвищеного рівня безпеки.

3. Запропоновано концептуальну модель інтеграції ERP, CRM і CMS на основі нейромережевого ШІ, як багаторівневу структуру, що охоплює етапи збору, аналізу, трансформації та інтеграційного обміну, центральним елементом якої є інтелектуальний модуль, з функцією самонавчання.

4. Показано, що реалізація концептуальної моделі інтеграції ERP, CRM і CMS на основі нейромережевого ШІ, дозволить: 1) вирішувати ключові проблеми різномірності даних, семантичної узгодженості й адаптивності систем; 2) забезпечувати створення єдиної цифрової екосистеми, що підтримує персоналізацію клієнтського досвіду, роботу в режимі реального часу; 3) зменшувати витрати на інтеграцію.

Практична цінність дослідження полягає в тому, що запропонована модель може бути використана компаніями електронної комерції для підвищення ефективності управління бізнес-процесами, зміцнення конкурентних переваг і підвищення відповідності міжнародним стандартам безпеки даних.

Перспективи подальших досліджень полягають у практичній реалізації запропонованої моделі, розробці прототипу та проведенні експериментальної перевірки її ефективності на основі реальних бізнес-процесів.

#### **Література**

1. Bandara F., Jayawickrama U., Subasinghara M., Olan F., Alamoudi H., Alharthi M. Enhancing ERP responsiveness through big data technologies: An empirical investigation // *Information Systems Frontiers*. 2023. Vol. 26. P. 251–271. DOI: 10.1007/s10796-023-10374-w.
2. Freire D. L., Frantz R. Z., Roos-Frantz F., Sawicki S. Survey on the run-time systems of enterprise application integration platforms focusing on performance // *Software: Practice and Experience*. 2018. Vol. 48, No. 12. P. 2223–2240. DOI: 10.1002/spe.2670.
3. Hossain M. Z., Sultana S., Nahiduzzaman A. K. M., Jalil M. A. Evaluating the effectiveness of ERP and CRM integration on enhancing customer experience in the digital business ecosystem // *Pakistan Journal of Business and Information Systems*. 2025. Vol. 2, No. 2. DOI: 10.70818/pjbis.2025.v02i02.040.
4. Jawad Z. N., Balázs V. Machine learning-driven optimization of enterprise resource planning (ERP) systems: a comprehensive review // *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*. 2024. Vol. 13, No. 4. P. 1–17. DOI: 10.1186/s43088-023-00460-y.
5. Kozina A. Data transformation review in deep learning // *Proceedings of the 1st Workshop on AI and Data Science*. 2024. Vol. 3716. P. 15–22. CEUR-WS. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3716/paper3.pdf>.
6. Martinho R., Santos F. F. Architectural challenges on the integration of e-commerce and ERP systems: A case study // *Proceedings of the 23rd International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS)*. 2021. Vol. 1. P. 313–319. DOI: 10.5220/0010494903130319.
7. Petrasch R., Petrasch R. R. Data integration and interoperability: Towards a model-driven and pattern-oriented approach // *Modelling*. 2022. Vol. 3, No. 1. P. 1–16. DOI: 10.3390/modelling3010008.
8. Tomić Ž., Jovanović M. ERP and CRM data integration // *Management: Journal of Sustainable Business and Management Solutions in Emerging Economies*. 2016. Vol. 21, No. 78. P. 63–72. URL: [https://www.researchgate.net/publication/303469170\\_ERP\\_and\\_CRM\\_Data\\_Integration](https://www.researchgate.net/publication/303469170_ERP_and_CRM_Data_Integration).
9. Zhang Q., Abdullah A. R., Chong C. W., Ali M. H. E-commerce information system management based on data mining and neural network algorithms // *Computational Intelligence and Neuroscience*. 2022. Article 1499801. DOI: 10.1155/2022/1499801.

#### **References**

1. Bandara F., Jayawickrama U., Subasinghara M., Olan F., Alamoudi H., Alharthi M. Enhancing ERP responsiveness through big data technologies: An empirical investigation // *Information Systems Frontiers*. 2023. Vol. 26. P. 251–271. DOI: 10.1007/s10796-023-10374-w.
2. Freire D. L., Frantz R. Z., Roos-Frantz F., Sawicki S. Survey on the run-time systems of enterprise application integration platforms focusing on performance // *Software: Practice and Experience*. 2018. Vol. 48, No. 12. P. 2223–2240. DOI: 10.1002/spe.2670.
3. Hossain M. Z., Sultana S., Nahiduzzaman A. K. M., Jalil M. A. Evaluating the effectiveness of ERP and CRM integration on enhancing customer experience in the digital business ecosystem // *Pakistan Journal of Business and Information Systems*. 2025. Vol. 2, No. 2. DOI: 10.70818/pjbis.2025.v02i02.040.

4. Jawad Z. N., Balázs V. Machine learning-driven optimization of enterprise resource planning (ERP) systems: a comprehensive review // Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences. 2024. Vol. 13, No. 4. P. 1–17. DOI: 10.1186/s43088-023-00460-y.
5. Kozina A. Data transformation review in deep learning // Proceedings of the 1st Workshop on AI and Data Science. 2024. Vol. 3716. P. 15–22. CEUR-WS. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3716/paper3.pdf>.
6. Martinho R., Santos F. F. Architectural challenges on the integration of e-commerce and ERP systems: A case study // Proceedings of the 23rd International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS). 2021. Vol. 1. P. 313–319. DOI: 10.5220/0010494903130319.
7. Petrasch R., Petrasch R. R. Data integration and interoperability: Towards a model-driven and pattern-oriented approach // Modelling. 2022. Vol. 3, No. 1. P. 1–16. DOI: 10.3390/modelling3010008.
8. Tomić Ž., Jovanović M. ERP and CRM data integration // Management: Journal of Sustainable Business and Management Solutions in Emerging Economies. 2016. Vol. 21, No. 78. P. 63–72. URL: [https://www.researchgate.net/publication/303469170\\_ERP\\_and\\_CRM\\_Data\\_Integration](https://www.researchgate.net/publication/303469170_ERP_and_CRM_Data_Integration).
9. Zhang Q., Abdullah A. R., Chong C. W., Ali M. H. E-commerce information system management based on data mining and neural network algorithms // Computational Intelligence and Neuroscience. 2022. Article 1499801. DOI: 10.1155/2022/1499801.

*The article examines the problem of integrating corporate information systems within the field of electronic commerce. The rapid development of this sector is accompanied by growing data volumes, the expansion of communication channels, and increasing complexity of digital processes, which intensifies the need for a unified information environment. It is demonstrated that traditional integration methods — including ETL processes, middleware solutions, and enterprise service buses — are no longer sufficient to ensure the required scalability, flexibility, and real-time operation.*

*The study analyzes contemporary scientific approaches to the integration of ERP, CRM, and CMS systems and identifies key factors that hinder their effective interaction. These include heterogeneity of data structures, semantic inconsistencies, difficulties in synchronizing information flows, and high maintenance costs. The research substantiates the relevance of applying artificial intelligence techniques, particularly neural network algorithms capable of interpreting complex data structures, resolving semantic discrepancies, and improving transformation quality through learning on large datasets.*

*Based on the theoretical analysis, a conceptual model for integrating ERP, CRM, and CMS is proposed. The model encompasses several levels: data collection, semantic processing, transformation, and information exchange. Its central element is a neural-network-based module that functions as an intelligent intermediary, ensuring coordinated system interaction in real time. The findings indicate that the implementation of the proposed model enhances business process management, improves the personalization of customer experience, reduces integration costs, and supports compliance with international data security standards.*

*The results have practical significance for e-commerce enterprises undergoing digital transformation and requiring flexible next-generation integration solutions.*

**Keywords:** information systems integration; ERP; CRM; CMS; e-commerce; neural networks; conceptual model.

**Скорик Б.С.** – аспірант кафедри інформаційних технологій та програмування, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля.

Стаття надійшла до редакції: 24.11.2025 р.

Стаття прийнята до друку: 27.11.2025 р.

Стаття опублікована: 09.12.2025 р.