

УДК 658.7:004.8

JEL Classification L23; C45; D81

Яна Корнійко, к.е.н. доцент.

(завідувач кафедри логістики, Державний університет «Київський авіаційний інститут»)

ORCID ID 0000-0001-5772-7364

Георгій Ковбатюк, PhD

(старший викладач кафедри теоретичної та прикладної економіки, Національний транспортний університет)

ORCID ID 0000-0001-8140-4506

ЕВОЛЮЦІЯ СУБ'ЄКТНОСТІ: ТРАНСФОРМАЦІЯ ШІ-ІНСТРУМЕНТАРІЮ В УПРАВЛІННІ ЛАНЦЮГАМИ ПОСТАЧАННЯ

У статті досліджено еволюцію штучного інтелекту в управлінні ланцюгами постачання крізь призму переходу від інструментальної функціональності до формування агентної суб'єктності. Обґрунтовано, що домінуючий науковий дискурс залишається переважно зосередженим на цифровізації та автоматизації процесів, тоді як практичне застосування штучного інтелекту свідчить про більш глибоку трансформацію, пов'язану з поступовим делегуванням функцій прийняття рішень алгоритмічним системам. Ідентифіковано та систематизовано основні типи штучного інтелекту, що застосовуються у ланцюгах постачання, зокрема аналітичні, предиктивні, генеративні та агентні моделі, а також обґрунтовано їх комплементарну роль у межах інтегрованої цифрової архітектури управління. Наукова новизна полягає у розробленні авторського підходу до виокремлення етапів еволюції суб'єктності штучного інтелекту, що охоплює інструментальний, аналітико-рекомендаційний, виконавчо-адаптивний та агентно-автономний рівні. Додатково систематизовано ключові характеристики концепції ШІ-агентів, зокрема автономність, проактивність, адаптивність, здатність до навчання та міжагентної взаємодії, що визначають їх роль як активних суб'єктів управління. Доведено, що сучасні ШІ-агенти здатні не лише обробляти дані та здійснювати прогнозування, а й ініціювати, реалізовувати та координувати управлінські дії в режимі реального часу. Особливу увагу приділено технології Retrieval-Augmented Generation як ключовому механізму підвищення достовірності рішень і зниження ризиків галюцинацій у діяльності агентних систем. На основі узагальнення практичних кейсів застосування агентного штучного інтелекту у сфері логістики продемонстровано його здатність підвищувати ефективність, адаптивність і стійкість ланцюгів постачання. Обґрунтовано, що подальша еволюція логістичних систем пов'язана з формуванням мультиагентних екосистем, здатних до децентралізованої координації та ефективного функціонування в умовах підвищеної невизначеності.

Ключові слова: штучний інтелект, ланцюги постачання, управління ланцюгами постачання, цифрова трансформація, ШІ-агенти.

© Корнійко Я.Р., Ковбатюк Г.О. 2026

Постановка проблеми. Логічною відправною точкою у дослідженні сучасних цифрових трансформацій є розвиток штучного інтелекту, зокрема його генеративних моделей, які останніми роками набули широкого поширення серед користувачів у всьому світі.

Значна кількість суб'єктів уже апробувала можливості таких технологій у створенні текстового, візуального та аудіоконтенту, що свідчить про високий рівень їх доступності та функціональної зрілості. Натомість, практичне застосування генеративного штучного інтелекту в бізнес-середовищі, зокрема у сфері логістики та управління ланцюгами постачання, перебуває на етапі становлення та характеризується лише початковими прикладами впровадження. Разом із тим сучасний штучний інтелект не є однорідним явищем і охоплює широкий спектр технологічних рішень, що відрізняються за функціональним призначенням та сферою застосування. Зокрема, доцільно виокремлювати традиційні інструменти штучного інтелекту, такі як document AI та vision AI, які забезпечують оцифрування, структурування та інтерпретацію неструктурованих даних. Важливу роль також відіграють предиктивні моделі, орієнтовані на прогнозування попиту, поведінки споживачів та параметрів функціонування ланцюгів постачання.

Окрему групу становлять системи на основі правил, що широко застосовуються в дослідженні операцій для розв'язання задач оптимізації, планування та розподілу ресурсів в умовах заданих обмежень. Такі підходи формують основу для побудови ефективних логістичних рішень у складних багатофакторних середовищах. Поряд із цим, генеративний штучний інтелект, який набув активного розвитку останніми роками, відкриває нові можливості для автоматизованого створення контенту, оброблення інформації та підтримки управлінських рішень у різних режимах взаємодії з користувачем. Таким чином, різні типи штучного інтелекту не є взаємозамінними, а виконують комплементарні функції у межах єдиної цифрової екосистеми управління. Їх поєднання дозволяє не лише автоматизувати окремі операційні процеси, але й формувати передумови для переходу до інтелектуалізованих моделей управління, в яких алгоритмічні рішення доповнюють або частково заміщують традиційні управлінські підходи.

У цьому контексті особливої актуальності набуває питання визначення потенційних напрямів використання таких технологій для формування конкурентних переваг, підвищення ефективності управління логістичними процесами та забезпечення адаптивності ланцюгів постачання в умовах зростаючої невизначеності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасних дослідженнях значна увага приділяється трансформації ролі штучного інтелекту в управлінні ланцюгами постачання, зокрема, у праці [1] автори підкреслюють, що застосування штучного інтелекту дозволяє підвищити точність прогнозів, скоротити часові проміжки у прийнятті управлінських рішень і забезпечити адаптивність ланцюгів постачання до динамічних змін зовнішнього середовища. Водночас наголошується, що подальший розвиток таких систем пов'язаний із формуванням гібридних моделей управління, де поєднуються людський експертний досвід та автономні алгоритмічні рішення, що фактично формує нову парадигму цифрової логістики. У дослідженні [2] розглянуто інтеграцію CRM-систем у ланцюги постачання як інструмент підвищення ефективності управління сервісними процесами. Автори обґрунтовують доцільність поєднання клієнтського та логістичного контурів управління, що забезпечує синхронізацію попиту з наявністю ресурсів, скорочення операційних циклів та підвищення якості обслуговування. Зауважимо, що представлений підхід орієнтований переважно на автоматизацію та аналітичну підтримку управлінських рішень, що відображає етап розвитку цифрових технологій виключно як допоміжного інструменту. У науковому дослідженні [3] комплексно розглянуто вплив цифрових технологій на управління ланцюгами постачання, зокрема застосування штучного інтелекту, Інтернету речей та блокчейну як ключових драйверів діджиталізації логістичних процесів. Автором обґрунтовано доцільність використання ШІ для прогнозування попиту, оптимізації

управління запасами, автоматизації складських операцій та підвищення прозорості ланцюгів постачання. Особливу увагу приділено інтеграції IoT-рішень для моніторингу вантажопотоків у режимі реального часу та застосуванню блокчейну для забезпечення достовірності даних і оптимізації документообігу. Незважаючи на широту охоплення цифрових технологій, штучний інтелект у межах дослідження розглядається переважно як інструмент підвищення ефективності окремих логістичних операцій та аналітичної підтримки прийняття рішень. Такий підхід відображає домінування інструментальної парадигми використання ШІ, в межах якої його потенціал як автономного суб'єкта управління залишається недостатньо розкритим. У систематичному огляді Тораджіпур та ін. [4] показано, що переважна більшість досліджень 2010–2020 рр. зосереджена саме на застосуванні ШІ для оптимізації окремих операцій (прогнозування попиту, управління запасами, автоматизація складських процесів), тоді як питання агентної автономії та суб'єктності ШІ майже не розглядаються.

Зауважимо, що попри значну кількість наукових досліджень, присвячених цифровій трансформації управління ланцюгами постачання, сучасний науковий дискурс характеризується фрагментарністю та інструментальною обмеженістю підходів. Переважна частина публікацій зосереджена на впровадженні окремих цифрових рішень: CRM-систем, ERP-платформ, аналітичних інструментів тощо, однак, вони розглядаються насамперед як засоби автоматизації та інформаційної підтримки управлінських процесів. Такий підхід, хоча і має беззаперечну практичну цінність, та не забезпечує цілісного осмислення еволюції цифрових технологій у напрямі інтелектуалізації управління. Водночас практика функціонування сучасних логістичних систем свідчить про значно глибший рівень їх трансформації. У межах провідних цифрових платформ уже реалізовано елементи штучного інтелекту, зокрема алгоритми машинного навчання для прогнозування попиту, інтелектуальні рекомендаційні механізми управління взаємодією з клієнтами, автоматизовані комунікаційні модулі та системи підтримки прийняття рішень, інтегровані в CRM-середовище. Це відображає поступовий перехід від автоматизації операційних процесів до інтелектуалізації управління, де ключову роль відіграють дані та алгоритмічні моделі їх оброблення. За таких умов у наукових дослідженнях недостатньо розкрито перехід від використання цифрових технологій як допоміжних інструментів до формування штучного інтелекту як відносно автономного суб'єкта прийняття управлінських рішень у ланцюгах постачання. Наявний розрив між рівнем теоретичного осмислення та практикою впровадження цифрових рішень обумовлює необхідність поглибленого дослідження еволюційних трансформацій ролі штучного інтелекту та його впливу на ефективність, адаптивність і стійкість логістичних систем.

Метою статті є дослідження та систематизація еволюційних процесів впровадження штучного інтелекту в управлінні ланцюгами постачання від аналітичного інструменту до автономного агента прийняття рішень, а також оцінювання його впливу на ефективність, ризикостійкість і цифрову зрілість логістичних систем.

Основні результати дослідження. Ранні версії систем штучного інтелекту, з якими людство взаємодіє сьогодні, базувалися на традиційних моделях машинного навчання. Такі моделі ґрунтувалися на заздалегідь розроблених алгоритмах, які постійно потребували участі фахівців з обробки даних. Фактично, традиційне машинне навчання вимагало втручання людини щоразу, коли виникала необхідність обробити нову інформацію або виконати завдання, що виходило за межі початкового тренування. Яскравим прикладом є Siri, яку компанія Apple інтегрувала в iOS 2011 року: рання версія асистента могла розпізнавати лише обмежений набір чітко визначених команд і запитів, а будь-яке розширення її можливостей вимагало ручного оновлення моделі фахівцями. Прорив стався у 2012 році з появою сучасних штучних нейронних мереж. Вони дали змогу машинам застосовувати навчання з підкріпленням і імітувати принципи роботи людського мозку. На відміну від класичних моделей машинного навчання, технології глибокого навчання дозволяють системам

штучного інтелекту самостійно опановувати нові завдання, які раніше потребували людського інтелекту, формувати нові моделі поведінки та приймати рішення без постійного втручання оператора. Завдяки цьому глибоке навчання відкрило широкі можливості для автоматизації складних процесів, генерації контенту, прогнозування та розв'язання інших інтелектуальних задач у різних галузях [5].

У контексті управління ланцюгами постачання еволюція штучного інтелекту відображається, зокрема, у трансформації процесів закупівель від ручних до автоматизованих, що відображає не лише технологічне оновлення, а й фундаментальну зміну ролі ШІ в управлінні ланцюгами постачання (SCM). Якщо раніше ШІ виступав пасивним інструментом аналізу даних, то сьогодні він поступово перетворюється на активного суб'єкта прийняття рішень. За даними IEEE, компанії, які впровадили ШІ-системи закупівель, досягли скорочення часу обробки на 37 % та підвищення точності вибору постачальників на 42 % [6]. Ця трансформація закладає основу для розвитку агентної автономії в діяльності багатонаціональних підприємств.

Сучасні ШІ-платформи радикально прискорили операційні процеси. Перевірка тисяч документів, яка раніше займала тижні, тепер відбувається за лічені хвилини. Середній цикл закупівель скоротився з 14 до 2–3 днів. Однак головна зміна полягає не лише в швидкості, а в переході від виконавчої функції до виконавчої суб'єктності: системи здатні самостійно ініціювати транзакції при досягненні заданих параметрів.

Значний ефект ШІ демонструє в оптимізації витрат. Алгоритми машинного навчання виявляють неконтрольовані витрати та втрати за контрактами, забезпечуючи середню щорічну економію 3,8 млн дол. США на великому підприємстві. ШІ тут діє вже не як фільтр, а як «розумний аудитор», що в реальному часі коригує фінансові потоки [6].

Ще більший потенціал розкривається в стратегічному рівні. Предиктивні та прескриптивні системи аналізують мільйони точок даних і пропонують конкретні сценарії дій. Точність прогнозування ризиків сягає 85 %, що дозволяє ШІ не лише виявляти загрози, а й самостійно активувати альтернативні логістичні маршрути. Таким чином, ШІ перетворюється на повноцінного партнера у забезпеченні стійкості ланцюга постачання в умовах глобальної нестабільності.

Автоматизація контрактного менеджменту скоротила час обробки документів на 60% і знизила комплаєнс-ризик на 3 %. Системи прогнозування попиту з точністю понад 90% дають змогу ШІ-агентам самостійно оптимізувати рівні запасів, зменшуючи витрати на їх утримання на 25 % [6]. У цьому контексті формується мережева суб'єктність, коли різні ШІ-модулі (закупівлі, склад, логістика) координуються між собою для досягнення системного оптимуму.

Загалом інтеграція ШІ підвищила закупівлі з рівня операційної функції до стратегічного драйвера організаційної цінності. Близько 67 % компаній уже вважають ШІ критичним фактором своєї конкурентної стратегії.

Для глибшого розуміння цієї трансформації необхідно чітко визначити поняття ШІ-агента. ШІ-агент (агент штучного інтелекту) - це автономна програмна система, здатна сприймати середовище, аналізувати його стан, приймати рішення та виконувати дії для досягнення поставлених цілей з мінімальним втручанням людини. На відміну від традиційних програм і пасивних прогностичних моделей, ШІ-агенти демонструють агентність - здатність до незалежної, цілеспрямованої поведінки через ітеративні цикли сприйняття – планування – дії – рефлексії [7], [8]. У таблиці 1 представлено коротку характеристику концепції ШІ-Агентів.

Формально ШІ-агента можна представити як функцію:

$$A: P \times G \rightarrow U, \quad (1)$$

де P - сприйняті стани середовища,

G- цілі,

U- простір можливих дій.

У сучасних генеративних системах агенти базуються на великих мовних моделях (LLM), доповнених пам'яттю, інструментами (API) та механізмами багатоагентної взаємодії [9].

Таблиця 1. Характеристики концепції ШІ-Агентів

Автономність	ШІ-агенти діють незалежно, обираючи оптимальні дії без постійного контролю. Вони розкладають високорівневі цілі на виконувані кроки, адаптуючись до обмежень через самостійне планування. Наприклад, агент із закупівель може самостійно надсилати запити постачальникам та виконувати контракти через API.
Сприйняття та реактивність	Сприйняття та реактивність (Агенти безперервно відстежують своє середовище через сенсори (наприклад, дані IoT, API) та реагують на зміни в реальному часі. Ця реактивність забезпечує своєчасність, як у випадку логістичних агентів, які перенаправляють вантажі під час збоїв.
Міркування та проактивність	Центральним для агентності є розширене міркування - використання логіки, висновків та контрфактичного моделювання для передбачення потреб та ініціювання дій. LLM дозволяють планування за допомогою ланцюжка думок, що дає агентам змогу проактивно розбивати завдання на підзавдання.
Навчання та адаптивність	Агенти підтримують довгострокову пам'ять (наприклад, векторні сховища), щоб навчатися на досвіді, вдосконалюючи поведінку через зворотний зв'язок, навчання з підкріпленням або оптимізацію. Це уможливорює постійне покращення, наприклад, адаптацію стратегій переговорів на основі минулих результатів.
Здатність до дій та інтеграція інструментів	Агенти взаємодіють із зовнішніми інструментами (наприклад, базами даних, веб-сервісами), щоб впливати на середовище, виступаючи сполучною ланкою між сприйняттям і виконанням. Ієрархічні структури дозволяють делегувати підзавдання спеціалізованим субагентам.
Соціальна здатність та співпраця	У мультиагентних системах (MAS) агенти спілкуються, ведуть переговори та координують дії, використовуючи протоколи на кшталт «contract-net» для розподілу інтелекту. Це сприяє виникненню емерджентної поведінки в складних екосистемах.
Прозорість та підзвітність	Сучасні агенти включають механізми відстежуваності рішень та зрозумілості (explicability) для пом'якшення ризиків, таких як галюцинації або упередженість, узгоджуючись з нормативними актами, наприклад, Законом ЄС про ШІ.

Джерело: сформовано авторами на основі [8]

Особливої уваги заслуговує проблема галюцинацій ШІ-агентів. Як зазначає Chip Huyen у книзі AI Engineering, галюцинації виникають через ймовірнісну природу великих мовних моделей, які генерують найбільш правдоподібний, а не обов'язково правильний текст. У ланцюгах постачання навіть незначна галюцинація може призвести до серйозних наслідків: укладення контракту з ненадійним постачальником, надлишкових запасів або збоїв у логістиці. Тому сучасні агентні системи повинні обов'язково включати механізми пом'якшення ризиків: Retrieval-Augmented Generation (RAG), self-verification, human-in-the-

loop та багатоступеневу валідацію рішень. Без цих запобіжників перехід до повної автономії агентів залишається ризикованим [10].

Одним із найефективніших сучасних підходів до зниження ризику галюцинацій є технологія Retrieval-Augmented Generation (RAG). RAG поєднує генеративні можливості великих мовних моделей з механізмом пошуку актуальної інформації в зовнішніх базах даних або документах перед генерацією відповіді. Таким чином модель не «вигадує» факти, а спирається на перевірені джерела в реальному часі [11].

У контексті управління ланцюгами постачання, RAG дозволяє ШІ-агентам отримувати актуальні дані про стан запасів, контракти, митні правила, погодні умови чи статус вантажів безпосередньо з корпоративних систем (ERP, WMS, TMS) або зовнішніх баз. Це суттєво підвищує надійність рішень і зменшує ймовірність критичних помилок.

Практичні приклади застосування агентного ШІ з RAG у логістиці:

- Flexport використовує RAG-системи для митного оформлення та перевірки документів. Агент у реальному часі витягує актуальні митні правила, контрактні умови та історію постачальника, що дозволяє автоматично генерувати коректні документи та рекомендації. Завдяки цьому час обробки крос-бордер відправлень скоротився на десятки відсотків [12].

- Project44 запустив AI Freight Procurement Agent - мультиагентну систему, яка автономно проводить тендери, порівнює ставки перевізників і веде переговори. Агент працює на базі Agentic RAG, постійно перевіряючи дані з реального часу (тарифи, доступність транспорту, історію надійності). За результатами 2025 року клієнти зафіксували зниження витрат на фрахт на 4,1% при одночасному зростанні швидкості обробки [13].

- Blue Yonder (одна з провідних платформ SCM) інтегрувала більше 20 спеціалізованих AI-агентів з RAG для управління запасами, логістикою та мережевим плануванням. Агенти самостійно виконують «what-if» сценарії, перерозподіляють запаси та оптимізують маршрути в реальному часі [14].

- PostNL (Нідерланди) впровадила асистента SuperTracy на базі LLM + RAG для відстеження посилок. Система в реальному часі витягує дані з внутрішніх баз і зовнішніх джерел, прогнозує затримки та інформує клієнтів, значно підвищивши точність комунікації [15].

Представлені приклади демонструють, що поєднання агентної архітектури з RAG перетворює ШІ з «розумного радника» на надійного виконавця, здатного працювати в умовах високої невизначеності та динаміки ланцюгів постачання. Ці характеристики роблять ШІ-агентів трансформаційною технологією для управління ланцюгами постачання. Вони перетворюють пасивні інструменти на самовідновлювальні мережі, здатні ефективно протистояти VUCA-викликам. Як зазначають Беннет і Лемуан [16], запорукою успіху є чітке розмежування таких понять, як мінливість, невизначеність, складність та неоднозначність, а практичні рекомендації щодо перетворення VUCA на можливості наведено у праці Баснайта [17].

З метою систематизації еволюційних змін ролі штучного інтелекту в управлінні ланцюгами постачання доцільно виокремити послідовні етапи формування його функціональної та суб'єктної ролі. Така еволюція відображає перехід від використання штучного інтелекту як допоміжного інструменту оброблення даних до формування автономних агентних систем, здатних до самостійного прийняття та реалізації управлінських рішень (рис. 1).

Представлені еволюційні процеси доречно згрупувати в декілька етапів:

Перший етап - ШІ використовується як допоміжний інструмент для оброблення даних, автоматизації рутинних операцій та підготовки аналітичної інформації. Його функціональна роль обмежується підтримкою прийняття рішень без здатності до самостійного впливу на управлінські процеси.



Рис. 1. Еволюція розвитку ШІ в управлінні ланцюгами постачання

Джерело: сформовано авторами

Другий етап - ШІ здатний генерувати прогнози, моделювати сценарії та формувати рекомендації щодо управлінських рішень. Водночас відповідальність за їх прийняття залишається за людиною, що свідчить про збереження домінування традиційної суб'єктності управління.

Третій етап - ШІ починає виконувати окремі управлінські функції, зокрема ініціювати операції, коригувати параметри логістичних процесів та реагувати на відхилення в режимі реального часу. На цьому рівні формується обмежена функціональна автономія в межах заданих алгоритмів.

Четвертий етап - найвищий рівень еволюції характеризується формуванням ШІ-агентів, здатних самостійно сприймати середовище, приймати рішення, координувати дії та взаємодіяти з іншими агентами. У цьому контексті штучний інтелект набуває ознак відносної суб'єктності, виступаючи активним учасником управління ланцюгами постачання.

Зауважимо, що у контексті даного дослідження під суб'єктністю штучного інтелекту доцільно розуміти його здатність виступати активним учасником управлінських процесів, що передбачає не лише виконання заданих функцій, а й самостійне формування, обґрунтування та реалізацію рішень у межах визначених цілей і обмежень. На відміну від традиційного інструментального підходу, де ШІ виконує роль допоміжного аналітичного засобу, суб'єктність передбачає наявність елементів автономності, проактивності, адаптивності та здатності до взаємодії з іншими агентами у складних динамічних системах. У цьому розумінні штучний інтелект переходить від позиції виконавця до позиції співучасника управління, формуючи новий рівень організації логістичних систем, у якому прийняття рішень частково делегується алгоритмічним структурам.

Висновки. Перехід від традиційного ШІ-інструментарію до автономних агентних систем знаменує зміну парадигми в управлінні ланцюгами постачання. Якщо раніше технології ШІ допомагали долати складність і невизначеність, то агентна суб'єктність дає змогу оперативного реагувати на мінливість і неоднозначність. Для успішного впровадження необхідні не лише технічні рішення, а й чіткі механізми контролю ризиків (зокрема галюцинацій), етичні рамки та поступова інтеграція human-in-the-loop. Подальші дослідження мають зосередитися на емпіричній валідації агентних систем у реальних ланцюгах постачання та розробці стандартизованих протоколів міжагентної взаємодії.

ЛІТЕРАТУРА

- Григорак М., Пічугіна М., Чуприна М. Інтеграція інтелектуальних транспортних та логістичних систем у контексті сталого управління ланцюгами поставок. У: Славінська, О., Данчук, В., Куницька, О., Гульчак, О. (ред.) Інтелектуальні транспортні системи: екологія, безпека, якість, комфорт. ITSESQC 2024. Lecture Notes in Networks and Systems. 2025. Vol. 1335. Springer, Cham. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-87376-8_23

2. Глинський Н., Гірна О. Інтеграція систем CRM у ланцюги постачання як фактор підвищення ефективності автосервісу. Економічний простір. 2025. № 204. С. 59–67. URL: <https://doi.org/10.30838/ep.204.59-67>
3. Гірна О. Цифрові технології в управлінні ланцюгами постачання. Economic Scope. 2025. № 199. С. 20–25. URL: <https://doi.org/10.30838/ep.199.20-25>
4. Toorajipour R., Sohrabizadeh V., Nazarpour A., Derakshan P., Babar S. Artificial intelligence in supply chain management: A systematic literature review. Journal of Business Research. 2021. Vol. 122. P. 502–517. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.009>
5. IBM Data and AI Team. Types of Artificial Intelligence. IBM. URL: <https://www.ibm.com/think/topics/artificial-intelligence-types>
6. Tatini P. R. Transforming Sourcing and Supply Chain Management: The Evolution of AI Agents in Modern Procurement. International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology. 2025. Vol. 11, Iss. 1. P. 1219–1226. URL: <https://doi.org/10.32628/cseit251112131>
7. AI Agents. IBM. URL: <https://www.ibm.com/think/topics/ai-agents>
8. What is an AI Agent? AWS. URL: <https://aws.amazon.com/what-is/ai-agents/>
9. What is an AI agent? McKinsey & Company. URL: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-an-ai-agent>
10. Huyen Ch. AI Engineering: building applications with foundation models. Sebastopol, CA : O'Reilly Media, 2025. 532 p. ISBN 978-1-098-16630-4
11. Lewis P., Perez E., Piktus A. et al. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks. Advances in Neural Information Processing Systems. 2020. Vol. 33. P. 9459–9474
12. Jackson I. et al. Supply chain mapping through retrieval-augmented generation and network science. International Journal of Production Research. 2025. URL: <https://doi.org/10.1080/00207543.2025.2608868>
13. Project44. AI Freight Procurement Agent: Scaling agentic execution in supply chains. 2026. URL: <https://www.project44.com/resources/ai-agents-and-the-road-to-agentic-execution-in-supply-chains/>
14. Blue Yonder. Generative AI in Supply Chain: Agentic RAG applications. 2025. URL: <https://blueyonder.com/blog/2025/how-to-integrate-ai-agents-into-your-supply-chain>
15. PostNL. SuperTracy: Generative AI-powered track-and-trace assistant. Press release. 2024. URL: <https://www.postnl.nl/api/assets/blt43aa441bfc1e29f2/bltd5a0c07a7a2079a7/postnl-press-release-q1-2024.pdf>
16. Bennett N., Lemoine G. J. What a difference a word makes: Understanding threats to performance in a VUCA world. Business Horizons. 2014. Vol. 57, Iss. 1. P. 27–32. URL: <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2013.08.001>
17. Basnight T. Rethink VUCA: Transforming Challenges into Opportunities in Supply Chain. LinkedIn. URL: <https://ua.linkedin.com/pulse/rethink-vuca-transforming-challenges-opportunities-supply-basnight-twr2e>

REFERENCES

1. Hryhorak, M., Pichuhina, M., Chupryna, M. Intehratsiia intelektualnykh transportnykh ta lohistychnykh system u konteksti staloho upravlinnia lantsiuhamy postavok. In: Slavinska, O., Danchuk, V., Kunytska, O., Hulchak, O. (eds.) Intelektualni transportni systemy: ekolohiia, bezpeka, yakist, komfort. ITSESQC 2024. Lecture Notes in Networks and Systems. 2025. Vol. 1335. Springer, Cham. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-87376-8_23
2. Hlynskyi, N., Hirna, O. Intehratsiia system CRM u lantsiuihy postachannia yak faktor pidvyshchennia efektyvnosti avtoservisu. Ekonomichnyi prostir. 2025. No. 204. Pp. 59–67. URL: <https://doi.org/10.30838/ep.204.59-67>
3. Hirna, O. Tsyfrovii tekhnolohii v upravlinni lantsiuhamy postachannia. Economic Scope. 2025. No. 199. Pp. 20–25. URL: <https://doi.org/10.30838/ep.199.20-25>
4. Toorajipour, R., Sohrabizadeh, V., Nazarpour, A., Derakshan, P., Babar, S. Artificial intelligence in supply chain management: A systematic literature review. Journal of Business Research. 2021. Vol. 122. Pp. 502–517. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.009>
5. IBM Data and AI Team. Types of Artificial Intelligence. IBM. URL: <https://www.ibm.com/think/topics/artificial-intelligence-types>
6. Tatini, P.R. Transforming Sourcing and Supply Chain Management: The Evolution of AI Agents in Modern Procurement. International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology. 2025. Vol. 11, Iss. 1. Pp. 1219–1226. URL: <https://doi.org/10.32628/cseit251112131>
7. AI Agents. IBM. URL: <https://www.ibm.com/think/topics/ai-agents>
8. What is an AI Agent? AWS. URL: <https://aws.amazon.com/what-is/ai-agents/>
9. What is an AI agent? McKinsey & Company. URL: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-an-ai-agent>
10. Huyen, Ch. AI Engineering: building applications with foundation models. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2025. 532 p. ISBN 978-1-098-16630-4

11. Lewis, P., Perez, E., Piktus, A. et al. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks. *Advances in Neural Information Processing Systems*. 2020. Vol. 33. Pp. 9459–9474
12. Jackson, I. et al. Supply chain mapping through retrieval-augmented generation and network science. *International Journal of Production Research*. 2025. URL: <https://doi.org/10.1080/00207543.2025.2608868>
13. Project44. AI Freight Procurement Agent: Scaling agentic execution in supply chains. 2026. URL: <https://www.project44.com/resources/ai-agents-and-the-road-to-agentic-execution-in-supply-chains/>
14. Blue Yonder. Generative AI in Supply Chain: Agentic RAG applications. 2025. URL: <https://blueyonder.com/blog/2025/how-to-integrate-ai-agents-into-your-supply-chain>
15. PostNL. SuperTracy: Generative AI-powered track-and-trace assistant. Press release. 2024. URL: <https://www.postnl.nl/api/assets/blt43aa441bfc1e29f2/bltd5a0c07a7a2079a7/postnl-press-release-q1-2024.pdf>
16. Bennett, N., Lemoine, G.J. What a difference a word makes: Understanding threats to performance in a VUCA world. *Business Horizons*. 2014. Vol. 57, Iss. 1. Pp. 27–32. URL: <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2013.08.001>
17. Basnight, T. Rethink VUCA: Transforming Challenges into Opportunities in Supply Chain. *LinkedIn*. URL: <https://ua.linkedin.com/pulse/rethink-vuca-transforming-challenges-opportunities-supply-basnight-tw2e>

Yana Korniiiko, PhD, Associate Professor

(Head of the Department of Logistics, Kyiv Aviation Institute State University)

George Kovbatiuk, PhD

(Senior Lecturer of Department of Theoretical and Applied Economics, National Transport University)

THE EVOLUTION OF AGENCY: THE TRANSFORMATION OF AI TOOLS IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

This study examines the evolution of artificial intelligence (AI) in supply chain management through the transition from instrumental functionality to agent-based subjectivity. It is argued that the dominant scientific discourse remains largely focused on digitalization and process automation, whereas real-world applications of AI demonstrate a significantly deeper transformation associated with the progressive delegation of decision-making authority to algorithmic systems. The paper identifies and systematizes the main types of AI applied in supply chains, including analytical, predictive, generative, and agent-based models, and substantiates their complementary roles within an integrated digital management architecture.

The main scientific contribution lies in developing an original approach to identifying the stages of the evolution of AI subjectivity, encompassing instrumental, analytical-recommendation, executive-adaptive, and agent-autonomous levels. In addition, the study systematizes the key characteristics of AI agents, including autonomy, proactivity, adaptability, learning capability, and multi-agent interaction, which determine their role as active participants in management processes. It is demonstrated that modern AI agents are capable not only of data processing and predictive analytics but also of initiating, executing, and coordinating managerial actions in real time. Particular attention is given to Retrieval-Augmented Generation (RAG) as a critical mechanism for enhancing decision reliability and mitigating hallucination risks in agent-based systems. Based on the analysis of practical cases, the study demonstrates that the integration of agentic AI significantly improves the efficiency, adaptability, and resilience of supply chains. It is concluded that the further evolution of logistics systems will be associated with the development of multi-agent ecosystems capable of decentralized coordination and effective functioning under conditions of high uncertainty.

Keywords: *artificial intelligence; supply chains; supply chain management; digital transformation; AI agents.*

Стаття надійшла до видання 11.02.2026

Стаття прийнята до друку після рецензування 26.02.2026

Стаття опублікована 20.04.2026