

Родіон Вікторович Севастьянов,

канд. екон. наук, доцент,

ORCID 0000-0001-9088-4433

e-mail: rvs_zp@ukr.net

*Національний університет «Запорізький
політехнічний», м. Запоріжжя*

ПОДОЛАННЯ ЛОГІСТИЧНОГО ПРОБІЛУ: SMART-SYNERGY ТА ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У ПОБУДОВІ СТІКИХ МЕРЕЖ ПОСТАЧАННЯ

Вступ. Сучасна світова економіка перебуває в стані затяжної турбулентності: посилюються геополітичні конфлікти, зростає частота пандемій, ускладнюються наслідки кліматичних змін, змінюються регуляторні підходи на ключових ринках. Для України ці процеси накладаються на глибокі воєнні руйнування транспортної та виробничої інфраструктури, переорієнтацію торговельних потоків та необхідність швидко узгоджувати логістичні практики з європейськими стандартами. У такій ситуації логістика, побудована за принципом лінійних, жорстко запрограмованих процесів (класичні ERP-, SCM-рішення, орієнтовані на стабільний попит та економію витрат), виявляє обмежену здатність реагувати на часті збої та нетипові ризики.

На макро- та мікрорівні це проявляється як стійкий логістичний пробіл – розрив між реальною динамікою попиту, спектром ризиків та фактичними можливостями чинних ланцюгів постачань. Результатом стають довготривалі структурні втрати: компанії недоотримують дохід через переривання поставок, змушені акумулювати надлишкові страхові запаси, несуть штрафні санкції за прострочені поставки, блокують значні обсяги оборотного капіталу. До цього додаються репутаційні ризики, які в умовах жорсткої конкуренції швидко трансформуються в скорочення частки ринку та зростання вартості залучення фінансових ресурсів.

Події останніх років переконливо засвідчили, що системи, оптимізовані під «нормальний» режим функціонування, є надто крихкими перед каскадними кризами. Нестача резильєнтності (ResiLog) та гнучких механізмів залучення й перерозподілу ресурсів (FlexHub) призводить до хронічного зростання операційних витрат, зниження рентабельності та формування додаткової премії за ризик у вимогах



© Видавець Інститут економіки промисловості НАН України, 2025

© Видавець Академія економічних наук України, 2025

інвесторів. Бізнес, який покладається на обмежений набір маршрутів і конфігурацій мережі, стає вразливим навіть до відносно локальних збоїв.

Ще один важливий аспект проблеми пов'язаний зі стрімким посиленням екологічного та ESG-агенда. Вимоги до скорочення вуглецевого сліду, підвищення рівня циркулярності використання ресурсів, прозорості та трасованості ланцюгів постачань переходять у площину «вхідного квитка» на глобальні ринки та до сучасних фінансових інструментів. Компанії, які ігнорують інтеграцію «зелених» підходів у логістику, ризикують втратити доступ до частини ринків, джерел капіталу та стратегічних партнерств. Відсутність системних рішень екологічної інтеграції (GreenChain) і розбудови циклічних логістичних моделей (ReLoop Logistics) посилює логістичний пробіл не лише в операційному вимірі, а й з точки зору відповідності новим регуляторним та ринковим вимогам, що підсилює актуальність пошуку інноваційних рішень на базі Smart-Synergy та інструментів штучного інтелекту.

Попри стрімкий розвиток цифрових технологій, можливості штучного інтелекту та аналітики даних використовуються фрагментарно: окремі AI-рішення не складаються в цілісну адаптивну логістичну екосистему, здатну динамічно перебудовувати маршрути, конфігурації мережі, використання ресурсів і політики управління ризиками. Бракує інтегрованих моделей, які поєднували б результативність (ResiLog), гнучкі інфраструктурні рішення «логістика як сервіс» (FlexHub), «зелені» ланцюги (GreenChain, ReLoop Logistics) та інтелектуальні компоненти (SmartFlow, DataChain, CrowdRoute) у форматі стійких логістичних мереж — тобто концепції Smart-Synergy, реалізованої на практиці.

Таким чином, ключова науково-практична проблема полягає в тому, як за допомогою інтеграції моделі Smart-Synergy та інструментів штучного інтелекту трансформувати традиційні вразливі ланцюги постачань у стійкі, адаптивні й екологічно орієнтовані логістичні мережі, здатні мінімізувати логістичний пробіл та підтримувати економічне зростання в умовах високої невизначеності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Актуальність дослідження зумовлена безпрецедентним масштабом логістичних шоків, із якими стикається Україна в умовах повномасштабної війни та тривалої воєнної економіки. Руїнування транспортних вузлів і критичної інфраструктури, блокада або обмеження роботи традиційних морських експортних маршрутів, зміщення вантажопотоків до сухопутних коридорів через країни ЄС, масове переміщення виробничих потужностей у відносно безпечні регіони та хронічна нестабільність

термінів і напрямів поставок формують стійкий «логістичний пробіл» між реальними потребами економіки та можливостями наявних ланцюгів постачань. Особливо гостро ці дисбаланси проявляються в оборонно-промисловому комплексі, аграрному секторі та енергетиці, де перебої в постачанні критичних ресурсів безпосередньо впливають на національну безпеку й макроекономічну стабільність.

За таких умов стає очевидним, що класичні лінійні підходи до управління логістикою, орієнтовані на стабільність і мінімізацію витрат у «нормальному» середовищі, більше не відповідають характеру ризиків. Локальна оптимізація окремих ділянок ланцюга (складу, маршруту, окремого виду транспорту) вже не забезпечує потрібного рівня стійкості й керованості. Потрібні інтегровані, адаптивні моделі, здатні швидко перебудовувати конфігурацію мережі постачань, гнучко управляти інфраструктурними й логістичними ресурсами, а також повною мірою використовувати потенціал цифровізації, аналітики даних, штучного інтелекту та «зеленого» переходу.

У цьому контексті особливого значення набуває концепція Smart-Synergy, яка пропонує цілісну рамку поєднання резильєнтної логістики (ResiLog), гнучкої інфраструктури за моделлю «логістика як сервіс» (FlexHub), циркулярних та «зелених» рішень (GreenChain, Re Loop Logistics) і цифрових AI-платформ (SmartFlow, DataChain, Crowd Route). Дослідження можливостей Smart-Synergy та інструментів штучного інтелекту для подолання логістичного пробілу й побудови стійких мереж постачань є критично важливим як для поточної адаптації української економіки до умов війни, так і для формування основ повоєнної відбудови та довгострокової конкурентоспроможності.

У сучасній науковій літературі чітко простежується перехід від лінійних, жорстко детермінованих ланцюгів постачань до адаптивних, цифрово керованих систем, що безпосередньо корелює з концепцією Smart-Synergy. Систематичні огляди щодо застосування штучного інтелекту (ШІ) в управлінні ланцюгами постачань демонструють, що AI-рішення зміщують акцент з класичного «планування від попиту» до безперервного самоналаштування мереж з урахуванням ризиків, стійкості та екологічних обмежень [1, 2, 4, 17].

Бібліометричні роботи й огляди, сфокусовані на стійких і «зелених» ланцюгах постачань, показують, що ШІ стає ядром інтеграції економічної ефективності та циркулярності ресурсів. Узагальнюючий аналітичний огляд застосувань ШІ у сталих ланцюгах постачань фіксує вибухове зростання кількості публікацій, виділяє кластери досліджень, пов'язані з оптимізацією транспортування, плануванням запасів і підтримкою циркулярної економіки, а також

підкреслює роль AI-інструментів у зниженні вуглецевого сліду й підвищенні прозорості мереж [5].

Для блоку ResiLog особливо показові систематичні огляди на стику III та резильєнтності ланцюгів постачань, де запропоновано таксономії фаз резильєнтності (readiness, response, recovery, adaptation) та зіставлено їх з конкретними техніками III — від байєсівських мереж і багатоагентних систем до методів глибинного навчання [1; 2; 3]. Додаткові емпіричні та оглядові дослідження демонструють, що AI-орієнтовані інновації істотно підсилюють здатність мереж поглинати шоки, скорочують час відновлення після криз і підвищують стабільність показників сервісу завдяки предиктивній аналітиці, оптимізації запасів і підтримці сценарного планування [7].

У сучасних дослідженнях простежується кілька ключових напрямів, безпосередньо релевантних концепції Smart-Synergy у логістиці та розробці моделей ResiLog і FlexHub. Систематичні огляди показують, що резильєнтність ланцюгів постачань трактується як здатність мережі передбачати, поглинати та відновлюватися після збоїв, зберігаючи прийнятний рівень сервісу й економічної ефективності [13, 14]. Особлива увага приділяється наслідкам пандемії COVID-19 та російсько-української війни для глобальних потоків товарів, енергоносіїв і продовольства. Геополітичні ризики мають системний характер і впливають на конфігурацію ланцюгів постачань, структуру запасів та стратегії диверсифікації [15].

Для України та регіону Східної Європи додатковим контекстом є праці, що аналізують специфіку резильєнтності ланцюгів постачань у воєнних умовах, зокрема з погляду відновлення інфраструктури, перерозподілу транспортних потоків та ролі цифрових платформ у координації учасників.

Окремий напрям формує генеративний III. Нещодавні роботи показують його потенціал для побудови цифрових двійників ланцюгів постачань, автоматизованого моделювання сценаріїв та підтримки спільного прийняття рішень людиною і машиною [6]. Пропонується дослідницький порядок денний щодо використання GenAI для виявлення вразливостей мережі, синтезу політик реагування та адаптації, а також оцінювання компромісів між вартістю, часом і стійкістю [3; 6].

Класичні огляди застосувань III в SCM підкреслюють, що найбільш зрілі практичні кейси стосуються саме логістичних задач — прогнозування попиту, динамічної маршрутизації, планування складів і управління транспортом [4]. Це створює методологічний фундамент для реалізації інтегральних моделей Smart-

Synergy, де алгоритми машинного навчання забезпечують безперервну адаптацію мережі до змін зовнішнього середовища (ResiLog), а цифрові платформи дозволяють швидко перебудовувати конфігурацію ресурсів (FlexHub).

Компонент FlexHub логічно спирається на дослідження, присвячені платформам спільного використання логістичних ресурсів. Роботи про on-demand-складські платформи описують їх як B2B-маркетплейси, що поєднують власників надлишкових площ і компанії з піковим попитом на зберігання, та показують еволюцію цих платформ у бік «on-demand 4PL», де оператор платформи бере на себе частину функцій інтегратора ланцюга постачань [8]. З іншого боку, оптимізаційні постановки задачі on-demand-warehousing формалізують алгоритмічні підходи до парування попиту й пропозиції на складські потужності та задають основу для автоматизованих рішень типу «склад-як-сервіс» [9].

У сукупності вказані напрями формують наукове підґрунтя концепції Smart-Synergy: поєднання AI-керованої резильєнтності (ResiLog), інтегрованих цифрових платформ спільного використання ресурсів (FlexHub) та орієнтації на стійкість і циркулярність ланцюгів постачань (GreenChain) [1–9]. Це підтверджує актуальність переходу від традиційних ERP/SCM-систем до адаптивних, інтелектуально керованих логістичних екосистем.

Систематичні огляди штучного інтелекту в управлінні ланцюгами постачань фіксують перехід від точкових застосувань (прогноз попиту, маршрутизація) до комплексних інтелектуальних ланцюгів постачань, де AI підтримує планування, закупівлі, виробництво, доставку, повернення та «enable»-функції [10–12]. Наголошується на ролі машинного навчання, предиктивної аналітики, цифрових двійників та генеративного AI для підвищення резильєнтності, оптимізації запасів, управління ризиками та зниження вуглецевого сліду.

У літературі сформовано окремий напрям досліджень, присвячений Warehouse-as-a-Service (WaaS) та логістиці-як-сервіс, де складська інфраструктура розглядається як гнучкий ресурс, доступний «на вимогу» через цифрові платформи [15]. WaaS дозволяє орендувати потужності й операційні послуги на основі pay-per-use або підписних моделей, що знижує капітальні витрати, прискорює географічну експансію й підвищує адаптивність до коливань попиту. Паралельно розвиваються підходи до «зеленого» та сталого складування, де вимоги до енергоефективності, матеріалів і вуглецевого сліду інтегруються у дизайн складів та операцій [16].

Ці напрацювання безпосередньо корелюють із концепцією FlexHub як мережі гнучких складів і мікрологістичних хабів, інтегрованих через єдину цифрову платформу та модель Smart-Synergy.

Мета статті — на основі аналізу логістичного пробілу в умовах воєнної та повоєнної економіки України концептуально розробити й запропонувати рамку Smart-Synergy (ResiLog, FlexHub, GreenChain, ReLoop Logistics, SmartFlow, DataChain, CrowdRoute), окреслити роль штучного інтелекту в її реалізації та показати її потенціал для формування стійких багаторівневих логістичних мереж, зменшення вразливості ланцюгів постачань, інтеграції екологічних та циркулярних підходів, а також підтримки повоєнної відбудови й поступової інтеграції української логістичної системи в ринки ЄС.

Результати дослідження.

Логістичний пробіл в Україні в умовах повномасштабної війни має багаторівневий характер і охоплює інфраструктурний, маршрутний, ресурсний та інформаційний виміри. На інфраструктурному рівні він проявляється у масштабному руйнуванні транспортних вузлів, пошкодженні мостів, залізничних станцій, логістичних центрів, а також у блокаді чи суттєвому обмеженні роботи морських портів та хронічній перевантаженості прикордонних переходів. На маршрутному рівні логістичний пробіл зумовлений радикальною зміною географії транспортних потоків: відбувається вимушений перехід від морських до сухопутних коридорів, активізується використання альтернативних портів і перевалочних хабів у країнах-сусідах, що супроводжується підвищенням транспортних витрат і зростанням логістичних ризиків.

На ресурсному рівні спостерігається дефіцит транспортних засобів окремих типів, брак складських площ у відносно безпечних регіонах, відтік кваліфікованого персоналу та обмежений доступ до фінансового капіталу, що ускладнює адаптацію логістичних компаній до нових умов. Інформаційний рівень логістичного пробілу характеризується фрагментованістю даних між учасниками ринку, низьким рівнем прозорості щодо доступних потужностей, діючих обмежень, фактичних затримок та можливих альтернативних маршрутів. За таких умов традиційні ERP-рішення та класичні системи управління ланцюгами постачання (SCM), орієнтовані на лінійні та відносно стабільні процеси, не забезпечують необхідної швидкості, адаптивності й гнучкості реагування. Це, у свою чергу, поглиблює структурний розрив між зростаючим попитом на логістичні послуги та реальними можливостями національної логістичної системи.

Для України, яка одночасно веде війну й готується до масштабної повоєнної відбудови та інтеграції в ринки ЄС, ключового значення набувають адаптивні, резильєнтні та цифрово керовані логістичні моделі. Концепція Smart-Synergy (ResiLog, FlexHub, GreenChain, ReLoop Logistics, SmartFlow, DataChain, CrowdRoute) пропонує інструментарій для швидкого перебудування мереж

постачань, переходу від капіталомісткої логістики до моделей «логістика як сервіс» та одночасного врахування екологічних обмежень і ESG-вимог, релевантних для доступу до міжнародних фінансових ресурсів і програм відновлення. У цьому контексті Smart-Synergy виступає не лише технологічною інновацією, а й новою економічною рамкою для підвищення стійкості та конкурентоспроможності української економіки.

Проблематика моделювання сценаріїв розвитку резильєнтних логістичних коридорів України полягає в поєднанні воєнних руйнувань інфраструктури, хронічної невизначеності маршрутів і потреби одночасно інтегруватися в транспортну систему ЄС. Через зміщення потоків від морських до сухопутних коридорів, перевантаженість прикордонних переходів та різні регуляторні режими всередині ЄС стає складно формалізувати стабільні сценарії пропускної спроможності й надійності коридорів. Моделі мають враховувати багаторівневий «логістичний пробіл» — інфраструктурний, маршрутний, ресурсний і інформаційний, — який не описується класичними лінійними ERP/SCM-підходами та вимагає адаптивних ResiLog/FlexHub-архітектур. Додатковою складністю є необхідність одночасно узгоджувати економічну ефективність, вимоги Green Deal та ESG-метрики GreenChain з реаліями воєнної економіки, де пріоритетом залишається швидкий і гарантований доступ до критичних ресурсів. Сценарне моделювання повинно інтегрувати великі масиви гетерогенних даних у форматі DataChain — від стану інфраструктури й динаміки ризиків до митних обмежень і стандартів TEN-T — що підвищує вимоги до якості даних та інтероперабельності платформ. В умовах високої волатильності зовнішнього середовища ключовим викликом стає побудова цифрових двійників логістичних коридорів, здатних за допомогою SmartFlow та AI-алгоритмів відтворювати багатоваріантні сценарії відновлення, перенаправлення потоків і поетапної інтеграції до європейських ланцюгів доданої вартості. Отже, наукова проблема полягає не лише у параметризації таких сценаріїв, а й у створенні методології Smart-Synergy, яка дозволить оцінювати компроміси між стійкістю, вартістю, часом доставки та екологічною відповідністю на рівні мережі резильєнтних логістичних коридорів України в системі транспорту ЄС.

У воєнних умовах логістичний пробіл в Україні має комплексний характер і проявляється на кількох рівнях:

- Інфраструктурний рівень. Часткове або повне руйнування транспортних вузлів (мости, залізничні вузли, логістичні центри), блокада чи обмеження роботи морських портів, перевантаженість прикордонних пропускних пунктів створюють вузькі місця, які не

можуть бути швидко усунені традиційними інструментами планування.

- Маршрутний рівень. Радикальна зміна географії маршрутів (перехід від морських до сухопутних коридорів, використання альтернативних портів та перевалочних хабів у країнах-сусідах) підвищує часові та фінансові витрати, а також збільшує варіативність логістичних ризиків.

- Ресурсний рівень. Дефіцит транспортних засобів певних типів, нестача кваліфікованого персоналу, відтік робочої сили, а також обмежений доступ до складських площ у «нових» безпечних локаціях створюють розрив між попитом на логістичні послуги та реально доступними потужностями.

- Інформаційний рівень. Фрагментованість даних між учасниками логістичних ланцюгів, недостатня прозорість щодо реальних потужностей, затримок, обмежень та альтернативних маршрутів посилюють інформаційну асиметрію й ускладнюють оперативне прийняття рішень.

Саме на перетині цих рівнів Smart-Synergy може розглядатися як логістична «надбудова», що інтегрує ResiLog (резильентне пере-планування), FlexHub (переорієнтація ресурсів «на вимогу») та DataChain/SmartFlow (цифрову прозорість і AI-кероване прогнозування) для зменшення логістичного пробілу. Із погляду економіки підприємства SmartFlow забезпечує оптимізацію структури витрат. Автоматизована аналітика дозволяє знижувати витрати на планування, диспетчеризацію та моніторинг, замінюючи ручну працю високопродуктивними цифровими алгоритмами. Водночас підвищується капіталовіддача транспортних і складських активів за рахунок кращого їх завантаження та зменшення холостих пробігів. Інтеграція даних з IoT та зовнішніх джерел створює передумови для динамічного ціноутворення на логістичні послуги: тарифи можуть змінюватися залежно від попиту, завантаженості мережі, часу доби чи екологічних пріоритетів. Це дозволяє операторам не лише оптимізувати доходи, а й керувати поведінкою користувачів, стимулюючи, наприклад, більш раціональне використання інфраструктури. Крім того, SmartFlow зменшує фінансові ризики через покращений cash-flow: скорочення затримок у постачаннях означає швидший оборот товарів, зниження потреби у короткостроковому кредитуванні та відсоткових витратах, пов'язаних із фінансуванням запасів.

Smart-Synergy можна розглядати як економіку мережевої взаємодії у сфері логістики. DataChain формує інфраструктуру для зменшення інформаційної асиметрії між учасниками ринку: виробниками, дистриб'юторами, 3PL-операторами, роздрібною торгівлею та кінцевими споживачами. Це веде до зниження транзакційних

витрат, швидшого погодження умов співпраці та розробки більш гнучких контрактних моделей. SmartFlow, використовуючи методи машинного навчання, дозволяє перейти від реактивного управління до проактивного: прогнозувати піки попиту, ризики заторів, сезонні коливання та коливання цін на паливо. Економічно це знижує витрати на «надлишкову» страхівку (зайві запаси, дублювання маршрутів) та підвищує точність планування. Спільне використання ресурсів (CrowdRoute, FlexHub) перетворює «мертві» активи (порожні місця в транспорті, недозавантажені склади, приватні автомобілі) на джерело доданої вартості, створюючи вторинні ринки логістичних послуг. Таким чином, Smart-Synergy є не лише технологічною, але й економічною моделлю перерозподілу ресурсів, що зменшує бар'єри входу для малого та середнього бізнесу.

ResiLog можна інтерпретувати як економічну «страхівку» ланцюгів постачань. На відміну від традиційного страхування, яке компенсує збитки постфактум, стійка логістика спрямована на попередження та мінімізацію втрат, створюючи механізми швидкої переналаштовуваності маршрутів, постачальників та транспортних схем. Економічно це виражається у скороченні непродуктивних простоїв, недоотриманого доходу та витрат на аварійні заходи (екстрена доставка, штрафи). FlexHub, у свою чергу, є реалізацією концепції «гнучкого використання капіталу» у логістиці. Замість тривалого «заморожування» інвестицій у склади та техніку, компанії переходять до моделі «рау-рег-узе», де витрати наближаються до змінних і краще відповідають реальному попиту. Це зменшує фінансове навантаження (амортизація, утримання, податки на майно) та дозволяє перерозподіляти капітал у більш продуктивні напрями (інновації, R&D, маркетинг).

У сукупності ResiLog і FlexHub формують адаптивну логістичну архітектуру, де ризики та витрати не лише знижуються, а й стають більш передбачуваними та керованими, що важливо для довгострокового фінансового планування. Стійка логістика (ResiLog – Resilient Logistics) – це концепція, яка передбачає здатність ланцюга постачань не лише витримувати зовнішні шоки (кризи, стихійні лиха, конфлікти), але й швидко відновлювати функціональність шляхом автоматичної зміни маршрутів, постачальників та видів транспорту. ResiLog забезпечує безперервність постачань. У випадку України ResiLog доцільно інтерпретувати як здатність логістичної системи не лише підтримувати базовий рівень функціонування під час воєнних шоків, а й забезпечувати пріоритетний доступ до ресурсів для критичних секторів (оборона, енергетика, харчова безпека, медицина). Це передбачає побудову багаторівневої мережі альтернативних маршрутів (залізничні коридори з різною пропуск-

ною здатністю, мультимодальні схеми «залізниця–авто–порт», резервні хаби в західних та центральних регіонах), які можуть автоматично активуватися через SmartFlow у разі блокування основних каналів.

FlexHub в українському контексті варто розглядати як мережу гнучких логістичних центрів, що працюють за моделлю «склад як сервіс» і можуть швидко масштабуватися в регіонах, де сконцентровано переміщені підприємства та гуманітарні потоки. Це можуть бути як спеціалізовані промислові парки, так і тимчасові модульні склади, інтегровані в єдину цифрову платформу DataChain. Для підприємств це означає мінімізацію потреби в довгострокових інвестиціях у власну логістичну інфраструктуру та можливість переорієнтації вивільненого капіталу на технологічне оновлення та експортну експансію.

Гнучкий логістичний центр (FlexHub – Flexible Hub) є фізичним втіленням цієї стійкості. FlexHub – це інноваційний склад, який працює за моделлю "логістики як сервісу". Це дозволяє компаніям орендувати складські площі, персонал та техніку не на роки, а на години чи дні ("на вимогу"), оптимізуючи капітальні витрати та мінімізуючи простій. FlexHub підвищує операційну гнучкість.

Smart-Synergy визначається як інтегративна стратегія, що максимізує ефективність логістики шляхом синергетичного поєднання трьох ключових елементів:

1. Цифровізація (DataChain): Спільна платформа обміну даними між усіма учасниками ланцюга постачань, що забезпечує прозорість.
2. Штучний Інтелект (SmartFlow): Алгоритми, які аналізують DataChain для автоматичного прийняття рішень (прогнозування, перемаршрутизація).
3. Спільне використання (CrowdRoute, FlexHub): Залучення зовнішніх, недозавантажених або приватних ресурсів для виконання завдань.

Ця синергія дозволяє системі не просто реагувати на зміни, а передбачати їх та превентивно перебудовуватися.

SmartFlow (розумний логістичний потік) — це програмно-апаратний комплекс, який використовує ШІ для динамічного управління матеріальними та інформаційними потоками. На відміну від статичних ERP-систем, SmartFlow інтегрує дані з IoT-пристроїв, соціальних мереж (для прогнозування попиту) та зовнішніх факторів (погода, пробки).

CrowdRoute — це модель, що вирішує проблему "останньої милі" (Smart Last-Mile), яка є найдорожчим етапом у логістичному ланцюгу. CrowdRoute використовує краудсорсинг — залучення

звичайних громадян, які вже здійснюють поїздку, для доставки малих посилок "по дорозі". З економічної перспективи CrowdRoute є інструментом демократизації ринку логістичних послуг. Для малого та середнього бізнесу модель дозволяє уникнути фіксованих витрат, пов'язаних із утриманням власного транспорту, та перейти до більш гнучкої структури витрат — оплата лише за фактично виконані доставки. Це знижує поріг входу на ринок електронної комерції та міських доставок. Для фізичних осіб участь у CrowdRoute створює нові джерела доходу без необхідності значних інвестицій: використовується вже наявний транспорт або маршрути, що планувалися незалежно від логістичних завдань. На макрорівні це сприяє зростанню зайнятості, розвитку мікропідприємництва та формуванню «економіки платформ».

З погляду міської економіки CrowdRoute може сприяти зменшенню транспортного навантаження та екологічних витрат, якщо правильно налаштовані стимули: чим більше посилок «підхоплюються» попутно, тим менше виникає необхідності у додаткових комерційних рейсах. Це призводить до зниження витрат міської інфраструктури (зношування доріг, затори, забруднення повітря) та покращення якості життя мешканців.

В таблиці 1 наведено порівняльний аналіз традиційних та адаптивних логістичних моделей.

Таблиця 1. Порівняння традиційних та адаптивних логістичних моделей

| Параметр | Традиційна логістика (Модель "Один Склад") | Адаптивна логістика (FlexHub & ResiLog) |
|---------------------------|---|---|
| Управління потоками | Жорстке планування, ручна корекція. | Динамічне управління SmartFlow (III, Big Data). |
| Складські площі | Фіксовані, високі капітальні витрати. | Оренда "на вимогу" (Flex Hub), мінімізація простою. |
| Реакція на кризу | Тривала, висока ймовірність збоїв (ResiLog відсутня). | Миттєва адаптація, зміна постачальників/маршрутів. |
| Доставка "останньої милі" | Висока вартість, неефективність малих партій. | Краудсорсинг (CrowdRoute), Smart Last-Mile. |

Таблиця демонструє, що основна проблематика традиційної логістики з моделлю «один склад» полягає у жорсткому плануванні потоків і ручній корекції, що робить систему інерційною та погано придатною до Smart Synergy-підходів. Фіксовані складські площі з високими капітальними витратами блокують гнучке перерозподілення ресурсів, ускладнюють масштабування і знижують економічну доцільність рішень у динамічному середовищі попиту. Відсутність адаптивних ResiLog-механізмів означає, що реакція на кризу є повільною, зі значною ймовірністю збоїв, що підриває

стійкість ланцюгів постачання та робить класичні бізнес-кейси економічно ризикованими. У моделі адаптивної логістики, навпаки, проблематика формулюється як задача переходу до динамічного управління потоками SmartFlow на основі III та Big Data, де ключовим викликом стає інтеграція різнорідних даних для підтримки економічно обґрунтованих рішень в режимі реального часу. Концепція FlexHub з орендою складських площ «на вимогу» зменшує простій та капітальні витрати, але потребує нових моделей оцінки ТСО, ризиків та сценаріїв попиту, щоб довести інвесторам і операторам економічний ефект такої гнучкості. Миттєва адаптація постачальників і маршрутів у ResiLog-архітектурі потребує алгоритмів, які одночасно враховують вартість, час, надійність і ризики, що перетворює планування на багатокритеріальну задачу Smart Synergy, а не на просту оптимізацію тарифів або відстані. Технології краудсорсингу для «останньої милі» (CrowdRoute, Smart Last-Mile) відкривають потенціал значної економії та підвищення сервісу, але створюють нову проблематику стандартизації, контролю якості та інтеграції в єдину AI-орієнтовану платформу, здатну генерувати прозорі й обґрунтовані управлінські рішення.

GreenChain можна розглядати як інструмент монетизації екологічної ефективності. В умовах посилення вимог до ESG-звітності, компанії, які демонструють прозоре та відстежуване скорочення викидів, отримують конкурентні переваги: доступ до «зелених» кредитних ліній, інвестиційних фондів сталого розвитку, преференцій у державних закупівлях та державно-приватних партнерствах. Автоматизоване вимірювання вуглецевого сліду на рівні окремих маршрутів і операцій дозволяє формувати економічно обґрунтовані сценарії декарбонізації: порівнювати, наприклад, витрати на перехід до більш екологічного виду транспорту з очікуваним скороченням штрафів, «вуглецевих податків» або витрат на компенсаційні заходи (carbon offset). Використання блокчейну в DataChain підсилює довіру між учасниками ринку та регуляторами, оскільки екологічні показники набувають статусу незмінних, прозорих даних. Це знижує ризики «зеленої містифікації» (greenwashing) і підвищує вартість бренду для споживачів, які дедалі частіше обирають продукти з підтвердженим «зеленим» слідом.

GreenChain — це концептуальна основа, яка виводить екологічність на один рівень із швидкістю та вартістю. Система GreenChain:

1. Проводить вуглецеву аналітику: Автоматично розраховує вуглецевий слід кожного етапу логістичного ланцюга.
2. Забезпечує прозорість: Використовує блокчейн (як частину DataChain) для незмінного обліку екологічних показників постачальників.

3. Оптимізує маршрути: SmartFlow вибирає не просто найшвидший, а найбільш екологічно вигідний маршрут, надаючи перевагу мультимодальному транспорту та менш шкідливим видам палива.

Ключовим викликом для GreenChain є Eco-Speed Dilemma — необхідність балансувати між швидкістю доставки та екологічною чистотою. Це вирішується через впровадження моделі ReLoop Logistics.

З позицій теорії циркулярної економіки ReLoop Logistics трансформує пакування та допоміжні матеріали з категорії «витрат» у категорію «активів тривалого використання». Перехід до багаторазових рішень із цифровим обліком їхнього життєвого циклу дає змогу суттєво скоротити витрати на закупівлю нових матеріалів, їх утилізацію та логістику відходів.

Eco-Speed Dilemma у цій моделі вирішується шляхом інтеграції швидкості та екологічності в єдину функцію оптимізації. Наприклад, система може погоджувати невелике збільшення часу доставки в обмін на значне скорочення вуглецевого сліду, що в економічному вимірі компенсується зменшенням екологічних платежів та підвищенням лояльності клієнтів. Частина цих ефектів може бути капіталізована через «зелені» сертифікати або участь у вуглецевих ринках.

Залучення CrowdRoute та Smart Last-Mile до зворотного збору пакування дозволяє знизити середню собівартість одного логістичного циклу, оскільки витрати на доставку та повернення об'єднуються в одну операцію. Це створює умови для масштабування циркулярних моделей без істотного зростання тарифів для кінцевого споживача.

ReLoop Logistics зосереджується на створенні замкнених циклів для пакувальних та транспортувальних матеріалів (контейнери, піддони, спеціалізована багаторазова упаковка). Замість використання одноразового пакування, ReLoop:

1. Обліковує матеріали: Всі циклічні одиниці відстежуються в DataChain.

2. Інтегрує повернення: CrowdRoute або Smart Last-Mile кур'єри залучаються для зворотного збору пакування, поєднуючи доставку та збір в одну поїздку.

Такий підхід не лише зменшує відходи, але й знижує потребу у виробництві нового пакування, мінімізуючи загальний вуглецевий слід ланцюга постачань.

Економічні ефекти впровадження Smart-Synergy в українських ланцюгах постачань доцільно оцінювати за трьома групами показників:

1. Капіталомісткість логістики (CAPEX). Перехід від моделі «володіння інфраструктурою» до FlexHub зменшує потребу в інвестиціях у склади, транспорт і допоміжну техніку, замінюючи їх на оплату сервісу «на вимогу». Це особливо критично для МСП та підприємств, які перемістилися в нові регіони й не можуть дозволити собі довгострокові вкладення в нерухомість.

2. Операційні витрати та втрати від збоїв (OPEX + disruption losses). Використання SmartFlow та DataChain для динамічної маршрутизації, прогнозування ризиків та раннього виявлення «вузьких місць» дозволяє зменшити витрати на надлишкові запаси, штрафи за прострочення поставок, аварійні перевезення, а також скоротити втрати від простоїв виробництва.

3. Вартість капіталу та доступ до фінансування. Інтеграція GreenChain та ReLoop Logistics формує кращий ESG-профіль компанії, що у світовій практиці асоціюється зі зниженням вартості за позичень і кращим доступом до «зелених» фінансових інструментів, міжнародних грантів і програм відбудови. Для українського бізнесу це може стати одним із ключових каналів фінансування модернізації логістики.

Висновки. Узагальнюючи результати можна стверджувати, що феномен «логістичного пробілу» в українській економіці є не випадковою сукупністю локальних збоїв, а системною ознакою невідповідності між динамічними потребами ринку, спектром воєнних, геополітичних та регуляторних ризиків і реальними можливостями наявних ланцюгів постачань. Умови повномасштабної війни, руйнування інфраструктури, переорієнтація транспортних потоків, посилення ESG-вимог і «зеленого курсу» довели, що класична лінійна логістика, побудована навколо моделі «один склад», статичного планування та локальної оптимізації окремих ділянок, вичерпала свій потенціал як інструмент забезпечення стійкості та конкурентоспроможності. Саме тому центральним висновком статті є необхідність переходу від крихких ланцюгів до стійких, багаторівневих логістичних мереж, які функціонують за логікою Smart-Synergy, тобто синергетичного поєднання ResiLog, FlexHub, GreenChain, ReLoop Logistics, SmartFlow, DataChain та CrowdRoute.

Проведений аналіз показав, що логістичний пробіл в Україні має щонайменше чотири взаємопов'язані виміри – інфраструктурний, маршрутний, ресурсний та інформаційний, – і жоден із них не може бути усунений суто «косметичними» заходами на рівні окремих компаній чи корекцією стандартних ERP/SCM-рішень. У воєнних умовах руйнування транспортних вузлів, блокада морських портів, перевантаженість прикордонних переходів, відтік

кадрів та дефіцит потужностей у безпечних регіонах формують нову конфігурацію ризиків, яку лінійні моделі не здатні ані коректно описати, ані тим більше проактивно керувати. Системність проблеми доповнюється фрагментованістю даних між учасниками ринку та низькою прозорістю щодо реальних можливостей мережі. За таких умов логістика, побудована на передбаченні «нормального» режиму роботи, перетворюється на джерело довгострокових втрат – фінансових, операційних, репутаційних.

У цьому контексті концепція Smart-Synergy розкривається як не просто набір технологічних інновацій, а як нова економіко-логістична парадигма, що пропонує цілісну рамку трансформації вразливих ланцюгів постачань у стійкі мережі. ResiLog формує логіку резильєнтної логістики, яка забезпечує не лише здатність мережі витримувати шоки, а й можливість швидко адаптуватися через автоматизовану зміну маршрутів, постачальників, видів транспорту та конфігурації хабів. FlexHub переводить інфраструктурний вимір з площини капіталомісткого «володіння» до моделі «логістика як сервіс», де складські та операційні потужності доступні «на вимогу», що знижує поріг входу для бізнесу, особливо малого та середнього, та дає змогу підприємствам у нових локаціях уникати довгострокового «заморожування» капіталу в нерухомості. GreenChain та ReLoop Logistics доповнюють цю архітектуру екологічною та циркулярною компонентою, інтегруючи вимір ESG не як формальну вимогу, а як джерело доданої вартості, доступу до «зеленого» фінансування та підвищення інвестиційної привабливості.

Особливу роль у запропонованій моделі відіграють Smart Flow та DataChain як «нервова система» Smart-Synergy. Вони забезпечують перехід від фрагментованої, реактивної логістики до інтегрованої, проактивної та даними керованої мережі. DataChain зменшує інформаційну асиметрію між виробниками, дистриб'юторами, 3PL-операторами, ритейлом і споживачами, створює основу для прозорих контрактів, динамічного ціноутворення та спільного використання ресурсів. SmartFlow, спираючись на методи машинного навчання, предиктивну аналітику, цифрові двійники та інструменти генеративного ШІ, трансформує планування в безперервний процес самоналаштування мережі, де рішення щодо маршрутів, запасів, використання складів та вибору видів транспорту приймаються з урахуванням багатокритеріального балансу «час – вартість – ризик – екологічність».

В роботі обґрунтовано особливу роль штучного інтелекту в зменшенні логістичного пробілу. У статті показано, що AI-рішення виходять далеко за межі класичних задач прогнозування попиту й

маршрутизації та поступово стають ядром побудови стійких логістичних екосистем. Алгоритми ШІ забезпечують раннє виявлення «вузьких місць», моделювання сценаріїв розвитку логістичних коридорів, оцінювання компромісів між різними показниками ефективності, підтримку прийняття рішень у реальному часі, а також створення цифрових двійників критичних маршрутів та хабів. У воєнних умовах, коли параметри системи змінюються швидко й нерівномірно, саме AI-орієнтована аналітика дозволяє переходити від статичних «планів» до динамічної «архітектури варіантів», де мережа постачань може автоматично перебудовуватися під впливом змін у доступності інфраструктури, регуляторних режимах, митних правилах, ризиках безпеки та структурі попиту.

CrowdRoute та концепція Smart Last-Mile, розглянуті в статті, демонструють потенціал краудсорсингу як інструменту не лише оптимізації «останньої милі», а й демократизації логістичного ринку загалом. Залучення приватних і недозавантажених ресурсів (транспорт, маршрути, мікросклади) відкриває нові можливості для малого й середнього бізнесу, зменшує бар'єри входу в e-commerce та міську логістику, створює додаткові джерела зайнятості та доходів для населення. З економічного та міського погляду така модель дозволяє за умови правильних стимулів зменшувати кількість спеціалізованих рейсів, транспортне навантаження на міську інфраструктуру та екологічні витрати, що особливо актуально в умовах посилення регулювання викидів та політики сталого розвитку міст.

Важливим результатом публікації є також окреслення економічних ефектів впровадження Smart-Synergy в українських ланцюгах постачань. Показано, що зменшення капіталомісткості логістики (CAPEX) досягається через перехід до FlexHub та моделей Warehouse-as-a-Service, які дозволяють компаніям замінити великі одноразові інвестиції регулярними сервісними платежами, краще узгодженими з реальним попитом. Операційні витрати та збитки від збоїв (OPEX + disruption losses) скорочуються завдяки застосуванню SmartFlow і DataChain для динамічної маршрутизації, управління запасами, попередження затримок та зменшення потреби в аварійних перевезеннях. Інтеграція GreenChain і ReLoop Logistics формує кращий ESG-профіль компаній, що в сучасній міжнародній практиці безпосередньо пов'язане зі здешевленням капіталу, доступом до «зелених» кредитних ліній, фондів сталого розвитку та інституційних програм повоєнної відбудови. У сукупності це перетворює Smart-Synergy на не лише технологічну, а й фінансову стратегію зниження вартості ризику для бізнесу та держави.

З погляду державної політики та стратегічного планування розвитку транспортної системи України результати статті дозволяють сформулювати важливий висновок щодо необхідності розглядати Smart-Synergy як методологічну основу для проектування резильєнтних логістичних коридорів у зв'язі з інфраструктурою ЄС і вимогами TEN-T та European Green Deal. Сценарне моделювання із застосуванням AI та цифрових двійників має стати невід'ємним елементом планування пропускної спроможності, розміщення резервних хабів, розробки мультимодальних схем і погодження військово-стратегічних, економічних та екологічних цілей. Поступовий перехід від «класичної» інфраструктурної логіки до адаптивних мереж Smart-Synergy повинен розглядатися як ключовий чинник підвищення стійкості національної економіки до майбутніх шоків і як базова умова інтеграції у європейські ланцюги доданої вартості.

Впровадження Smart-Synergy не є суто технічним завданням і потребує комплексних інституційних змін: розвитку стандартів обміну даними, правового визнання нових платформених моделей, стимулюючої податкової та регуляторної політики щодо Green Chain і ReLoop Logistics, а також державної підтримки пілотних проєктів ResiLog/FlexHub у ключових секторах – аграрному, енергетичному, оборонно-промисловому, міській логістиці. Успішність переходу до стійких мереж залежатиме від здатності поєднати інтереси бізнесу, держави та міжнародних партнерів у спільних цифрових і логістичних екосистемах, де прозорість, довіра до даних, екологічна відповідальність і гнучкість використання ресурсів стануть базовими принципами взаємодії.

Таким чином подолання логістичного пробілу в Україні в умовах війни та повоєнної відбудови можливе лише через системний перехід від лінійної, фрагментованої та переважно реактивної логістики до інтелектуально керованих, резильєнтних і екологічно орієнтованих логістичних мереж Smart-Synergy. Такі мережі здатні не тільки зменшувати поточні втрати від збоїв та підвищувати ефективність використання ресурсів, а й створювати довгострокову основу для економічного зростання, інтеграції в європейські та глобальні ринки, зміцнення національної безпеки та формування нової ролі України в системі міжнародних ланцюгів постачань.

ЛІТЕРАТУРА

1. Kassa A., Kitaw D., Stache U., Beshah B., Degefu G. Artificial intelligence techniques for enhancing supply chain resilience: A systematic literature review, holistic framework, and future research. *Computers & Industrial Engineering*. 2023. Vol. 186. Art. 109714. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109714>
2. Zamani E. D., Smyth C., Gupta S., Dennehy D. Artificial intelligence and big data analytics for supply chain resilience: A systematic literature review. *Annals of*

Operations Research. 2023. Vol. 327 (2). P. 605–632. <https://doi.org/10.1007/s10479-022-04983-y>

3. Zaoui S., Fogueu C., Tchuente D., Kamsu-Fogueu B. The application of artificial intelligence technologies in the resilience and the viability of supply chains: A systematic literature review. *Production Planning & Control*. 2025. Vol. 36 (16). P. 2429–2446 <https://doi.org/10.1080/09537287.2025.2563616>

4. Pournader M., Ghaderi H., Hassanzadegan A., Fahimnia B. Artificial intelligence applications in supply chain management. *International Journal of Production Economics*. 2021. Vol. 241. Art. 108250. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108250>

5. Abyaneh A. G., Ghanbari H., Mohammadi E., Amirahami A., Khakbazan M. An analytical review of artificial intelligence applications in sustainable supply chains. *Supply Chain Analytics*. 2025. Vol. 12. Art. 100173. <https://doi.org/10.1016/j.sca.2025.100173>

6. Boone T., Fahimnia B., Ganeshan R., Herold D. M., Sanders N. R. Generative AI: Opportunities, challenges, and research directions for supply chain resilience. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 2025. Vol. 199. Art. 104135. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2025.104135>

7. Peprah J. A., Amoah J., Kwarteng K., Jibril A. B., Sharif T. Artificial intelligence and additive manufacturing for resilient supply chain in Africa: A systematic literature review. *Future Business Journal*. 2025. No. 11. <https://doi.org/10.1186/s43093-025-00477-y>

8. Elia V., Gnoni M. G., Tornese F. On-demand warehousing platforms: Evolution and trend analysis of an industrial sharing economy model. *Logistics*. 2024. Vol. 8 (4). <https://doi.org/10.3390/logistics8040093>

9. Ceschia S., Gansterer M., Mancini S., Meneghetti A. The on-demand warehousing problem. *International Journal of Production Research*. 2023. Vol. 61 (10). P. 3152–3170. <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2078249>

10. Toorajipour R., Sohrabpour V., Nazarpour A., Oghazi P., Fischl M. Artificial intelligence in supply chain management: A systematic literature review. *Journal of Business Research*. 2021. No. 122. P. 502–517. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.009>

11. Culot G. Artificial intelligence in supply chain management. *Computers in Industry*. 2024. Vol. 154. Art. 104132. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2024.104132>

12. Teixeira A. R., Ferreira J. V., Ramos A. L. Intelligent supply chain management: A systematic literature review on artificial intelligence contributions. *Information*. 2025. Vol. 16 (5). Art. 399. <https://doi.org/10.3390/info16050399>

13. Guo Y., Liu F., Song J.-S., Wang S. Supply chain resilience: A review from the inventory management perspective. *Fundamental Research*. 2024. Vol. 5 (2). P. 450–463. <https://doi.org/10.1016/j.fmre.2024.08.002>

14. Hosseini Shekarabi S. A., Kiani Mavi R., Romero Macau, F. Supply chain resilience: A critical review of risk mitigation, robust optimization, and technological solutions and future research directions. *Global Journal of Flexible Systems Management*. 2025. No. 26. P. 681–735. <https://doi.org/10.1007/s40171-025-00458-8>

15. Taofeek A. Warehouse-as-a-Service (WaaS): A new paradigm for supply chain agility and cost optimization. *ResearchGate (preprint)*. 2025. URL: https://www.researchgate.net/publication/390215939_Warehouse-as-a-Service_WaaS_A_New_Paradigm_for_Supply_Chain_Agility_and_Cost_Optimization

16. Hariyani D., Hariyani P., Mishra S., Sharma M. K. A literature review on green supply chain management for sustainable sourcing and distribution. *Waste Management Bulletin*. 2024. Vol. 2(4). P. 231–248. <https://doi.org/10.1016/j.wmb.2024.11.009>

17. Судук Н. В., Герасимович І. В. Застосування штучного інтелекту у виробничій логістиці: сучасні практики та перспективи розвитку. *Економіка та суспільство*. 2025. №73. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-73-40>

Надійшла до редакції 10.11.2025 р.

Прийнята до друку 16.12.2025 р.

REFERENCES

1. Kassa, A., Kitaw, D., Stache, U., Beshah, B., & Degefu, G. (2023). Artificial intelligence techniques for enhancing supply chain resilience: A systematic literature review, holistic framework, and future research. *Computers & Industrial Engineering*, 186, 109714. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109714>
2. Zamani, E. D., Smyth, C., Gupta, S., & Dennehy, D. (2023). Artificial intelligence and big data analytics for supply chain resilience: A systematic literature review. *Annals of Operations Research*, 327(2), 605–632. <https://doi.org/10.1007/s10479-022-04983-y>
3. Zaoui, S., Fogueu, C., Tchuente, D., & Kamsu-Fogueu, B. (2025). The application of artificial intelligence technologies in the resilience and the viability of supply chains: A systematic literature review. *Production Planning & Control*, 36(16), 2429–2446. <https://doi.org/10.1080/09537287.2025.2563616>
4. Pournader, M., Ghaderi, H., Hassanzadegan, A., & Fahimnia, B. (2021). Artificial intelligence applications in supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 241, 108250. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108250>
5. Abyaneh, A. G., Ghanbari, H., Mohammadi, E., Amirsahami, A., & Khakbazan, M. (2025). An analytical review of artificial intelligence applications in sustainable supply chains. *Supply Chain Analytics*, 12, 100173. <https://doi.org/10.1016/j.sca.2025.100173>
6. Boone, T., Fahimnia, B., Ganeshan, R., Herold, D. M., & Sanders, N. R. (2025). Generative AI: Opportunities, challenges, and research directions for supply chain resilience. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 199, 104135. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2025.104135>
7. Peprah, J. A., Amoah, J., Kwarteng, K., Jibril, A. B., & Sharif, T. (2025). Artificial intelligence and additive manufacturing for resilient supply chain in Africa: A systematic literature review. *Future Business Journal*, 11, 54. <https://doi.org/10.1186/s43093-025-00477-y>
8. Elia, V., Gnoni, M. G., & Tornese, F. (2024). On-demand warehousing platforms: Evolution and trend analysis of an industrial sharing economy model. *Logistics*, 8(4), 93. <https://doi.org/10.3390/logistics8040093>
9. Ceschia, S., Gansterer, M., Mancini, S., & Meneghetti, A. (2023). The on-demand warehousing problem. *International Journal of Production Research*, 61(10), 3152–3170. <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2078249>
10. Toorajipour, R., Sohrabpour, V., Nazarpour, A., Oghazi, P., & Fischl, M. (2021). Artificial intelligence in supply chain management: A systematic literature review. *Journal of Business Research*, 122, 502–517. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.009>
11. Culot, G. (2024). Artificial intelligence in supply chain management. *Computers in Industry*, 154, 104132. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2024.104132>
12. Teixeira, A. R., Ferreira, J. V., & Ramos, A. L. (2025). Intelligent supply chain management: A systematic literature review on artificial intelligence contributions. *Information*, 16(5), 399. <https://doi.org/10.3390/info16050399>
13. Guo, Y., Liu, F., Song, J.-S., & Wang, S. (2024). Supply chain resilience: A review from the inventory management perspective. *Fundamental Research*, 5(2), 450–463. <https://doi.org/10.1016/j.fmre.2024.08.002>
14. Hosseini Shekarabi, S. A., Kiani Mavi, R., & Romero Macau, F. (2025). Supply chain resilience: A critical review of risk mitigation, robust optimisation, and technological solutions and future research directions. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 26, 681–735. <https://doi.org/10.1007/s40171-025-00458-8>
15. Taofeek, A. (2025). Warehouse-as-a-Service (WaaS): A new paradigm for supply chain agility and cost optimization. *ResearchGate* (preprint). https://www.researchgate.net/publication/390215939_Warehouse-as-a-Service_WaaS_A_New_Paradigm_for_Supply_Chain_Agility_and_Cost_Optimization

16. Hariyani, D., Hariyani, P., Mishra, S., & Sharma, M. K. (2024). A literature review on green supply chain management for sustainable sourcing and distribution. *Waste Management Bulletin*, 2(4), 231–248. <https://doi.org/10.1016/j.wmb.2024.11.009>
17. Suduk, N. V., & Herasymovych, I. V. (2025). Application of artificial intelligence in production logistics: Modern practices and development prospects. *Economy and Society*, 73. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-73-40> [in Ukrainian].

Received: 10.11.2025

Accepted: 16.12.2025

Севастьянов Р. В. Подолання логістичного пробілу: Smart-Synergy та штучний інтелект у побудові стійких мереж постачання

У статті розглянуто феномен «логістичного пробілу» в українській економіці як систематичну невідповідність між потребами ринку та фактичними можливостями існуючих ланцюгів постачань в умовах тривалих шоків, воєнних ризиків та регуляторного тиску (ESG, «зелений курс»). Запропоновано концепцію переходу від вразливих лінійних ланцюгів постачань до стійких багаторівневих логістичних мереж на основі моделі Smart-Synergy. Особливу увагу приділено ролі штучного інтелекту в трансформації ланцюгів постачань: від прогнозування попиту та виявлення вузьких місць до сценарного моделювання, оптимізації маршрутів, управління ризиками та підтримки прийняття рішень у реальному часі.

Ключові слова: стійкі логістичні мережі, Smart-Synergy, ResiLog, FlexHub, GreenChain, штучний інтелект, ланцюги постачання,

Sevastyanov R. V. Bridging the logistics gap: Smart-Synergy and artificial intelligence in building sustainable supply chains

The article examines the phenomenon of the “logistics gap” in the Ukrainian economy as a systematic mismatch between market needs and the actual capabilities of existing supply chains under conditions of prolonged shocks, war-related risks, and regulatory pressure (ESG, the “Green Deal”). The author proposes a concept for transitioning from vulnerable linear supply chains to sustainable multi-level logistics networks based on the Smart-Synergy model, which combines resilient logistics (ResiLog), flexible infrastructure solutions under the “logistics as a service” model (FlexHub), environmentally oriented innovations (GreenChain, ReLoop Logistics), as well as the intelligent components SmartFlow, DataChain, and CrowdRoute. Special attention is paid to the role of artificial intelligence in transforming supply chains: from demand forecasting and bottleneck detection to scenario modelling, route optimization, risk management, and real-time decision support. Based on a systematization of approaches to building adaptive logistics ecosystems, the article demonstrates how the integration of Smart-Synergy and AI solutions can help narrow the logistics gap, reduce CAPEX and OPEX, decrease disruption-related losses and the carbon footprint, and enhance the investment attractiveness of Ukrainian enterprises by ensuring compliance with contemporary requirements of international markets and post-war reconstruction programmes. The article formulates practical guidelines for business and public policy on a phased transition to sustainable logistics networks capable of supporting economic growth and recovery under conditions of high uncertainty.

Keywords: sustainable logistics networks, Smart-Synergy, ResiLog, FlexHub, GreenChain, artificial intelligence, supply chains.