

МОДЕЛЬ РОЗВИТКУ ІНВЕСТИЦІЙ ТА УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЯМИ В ЛОГІСТИЦІ ПІД ЧАС БЕЗПЕКОВИХ ЗАГРОЗ

MODEL OF INVESTMENT DEVELOPMENT AND INNOVATION MANAGEMENT IN LOGISTICS DURING SECURITY THREATS

Триваюча у різних формах починаючи з 2014 року війна в Україні та повномасштабне вторгнення росії 24 лютого 2022 року стало «чорним лебедем» для української економіки і суспільства. Однією з перших і найбільш вразливих галузей, що опинилися під ударом стала логістика. Блокада чорноморських портів, які забезпечували левову частку українського експорту, руйнування мостів, доріг, складських комплексів, паливна криза 2022 року – ці фактори поставили під загрозу не лише економічну діяльність, але й гуманітарну безпеку та обороноздатність держави. У статті авторами розглядаються нові реалії інвестицій та інновації перестали бути питанням довгострокового розвитку чи отримання конкурентних переваг. Вони стали життєвою необхідністю, інструментом виживання бізнесу і забезпечення функціонування держави. Швидкість адаптації, гнучкість та здатність впроваджувати нетрадиційні рішення стали визначальними факторами успіху.

Ключові слова: інновації, інвестиції, логістика, турбулентність, економіка транспорту, цифровізація, ШІ, модель, бізнес, порти.

The ongoing war in Ukraine, which began in various forms in 2014 and the full-scale Russian invasion on February 24, 2022, became a “black swan” for the Ukrainian economy and society. One of the first and most vulnerable sectors to be hit was logistics. The blockade of the Black Sea ports, which provided the lion’s share of Ukrainian exports, the destruction of bridges, roads, and warehouse complexes, the fuel crisis of 2022 – these factors threatened not only economic activity, but also the humanitarian security and defense capability of the state. In the article, the authors examine the new realities of investment and innovation, which have ceased to be a matter of long-term development or gaining competitive advantages. Logistics, which is rightly called the “blood system” of the economy, found itself in a situation where traditional routes were destroyed and supply chains were disrupted. In an instant, an industry that had been developing for years on the principles of “just-in-time” and cost optimization was forced to switch to wartime rails. They became a vital necessity, a tool for business survival and ensuring the functioning of the state. Paradoxically, these existential challenges became not only a brake, but also a powerful catalyst for unprecedented transformation. The war did not stop the development of logistics, it radically changed its vector. Ukrainian companies were forced to switch from the “cost optimization” model to the “resilience and survival” model. The full-scale war became a destructive, but at the same time a powerful transforming factor for Ukrainian logistics. It forcibly transferred the industry from the “cost savings” model to the “resilience management” model. The investments made in 2022–2025 in the Danube Cluster, digitalization, automation and energy independence are not temporary solutions. They form a new, much more flexible, technological and integrated into the European space logistics system. It is this system that will become one of the key drivers of post-war recovery and economic growth of Ukraine. The speed of adaptation, flexibility and the ability to implement unconventional solutions have become the determining factors of success.

Key words: innovation, investment, logistics, turbulence, transport economics, digitalization, AI, model, business, ports.

УДК 656.15/74:25

DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.20-21>

Целлер В.І.¹

здобувач третього освітньо-наукового рівня освіти,
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Крамський С.О.²

к.т.н., доцент,
доцент кафедри публічного управління та адміністрування,
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Tseller Vladyslav

Odesa I.I. Mechnikov national university

Kramskiy Serhii

Odesa I.I. Mechnikov national university

Постановка проблеми. Триваюча війна в Україні не зупинила розвиток логістики, але вона докорінно змінила її вектор розвитку. Період з 2022 року кардинально змінив інвестиційний ландшафт української логістики. Якщо до 2022 року інвестиції були спрямовані на розширення, модернізацію під стандарти ЄС та зниження собівартості, то після вторгнення вони набули характеру ситуативного реагування та забезпечення виживання. Шок 2022 року: Руйнування та «Логістика з колін». Перші місяці повномасштабної війни характеризувалися не інвестиціями, а прямими збитками та хаотичною адаптацією.

1. Блокада портів: Ключовий удар – порти «Великої Одеси (Одеса, Чорноморськ, Південний)», які обробляли понад 75% усього українського торговельного обігу (особливо агропродукції

та металу), були повністю заблоковані. Порти Азовського моря (Маріуполь, Бердянськ) – втрачені.

2. Руйнування інфраструктури: Склади: Найбільші та найсучасніші логістичні комплекси класу «А» в околицях Києва (Стоянка, Буча, Бровари) були зруйновані. За оцінками консалтингових компаній, лише за перші місяці війни ринок складської нерухомості Київщини втратив понад 350–400 тис. кв. метрів. Інфраструктура: Цілеспрямовані удари по мостах (наприклад, міст через Дністровський лиман), залізничних вузлах та аеродромах (які використовувались для авіакарго) повністю розірвали звичні ланцюги.

3. Паливна криза (весна 2022): Знищення Кременчуцького НПЗ та десятків нафтобаз призвело до колапсу на ринку пального. Це змусило

¹ ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7112-1934>

² ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3869-5779>

логістичні компанії до перших вимушених інвестицій – у власні бензовози. Великі гравці («Нова Пошта», Fozzy Group, «АТБ») почали самостійно імпортувати пальне з ЄС, інвестувавши у створення власних мобільних систем забезпечення. Українські логістичні компанії були змушені перейти від моделі «оптимізації витрат» до моделі «забезпечення стійкості та виживання» (resilience and survival).

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

З огляду на сталий розвиток інновацій у діяльності логістичних підприємств і інтерес науковців до цієї тематики, доцільним є аналіз сучасних моделей оцінки їх інноваційно-інвестиційного розвитку. Логістика не може існувати без транспортної інфраструктури, і інновації у транспортному процесі можуть позитивно впливати на економічний розвиток логістичних трафіків в умовах безпекових загроз. Гуцалюк О.М. [1], Колодинський С.Б. [2], Мамонтенко Н.С. [3], Євдокімова О.М. [7; 9; 13], Дарушина О.В. [4; 11], Комлева Т.М. [12], Захарченко О.В. [5; 10], автори акцентують свою увагу на інвестиційно-інноваційний розвиток в річкових та морських портах у досліджуваній транспортній галузі.

Постановка завдання. Мета статті – зробити розрахунки транспортних маршрутів альтернативних перевезень вантажів (суша і море), а також сформувати модель інвестицій та управління інноваціями в логістиці в умовах безпекових загроз в Україні.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Фактичний аналіз: переосмислення інвестицій (2022–2025 років). Перша адаптація: Відбулася масова, але хаотична релокація. Компанії перенесли склади та розподільчі центри зі сходу та центру на захід України (Львів, Тернопіль, Ужгород). Це були інвестиції не в розвиток, а в порятунок. «Дунайський Прорив» (2022–2023): Феномен швидких інвестицій на тлі блокади Чорного моря єдиним морським виходом (окрім сухопутного коридору) залишилися малі дунайські порти: Ізмаїл, Рені та Усть-Дунайськ. До війни вони були глибоко вторинними та обробляли сумарно не більше 5–6 млн. тонн вантажів на рік. Те, що відбулося у 2022–2023 роках, стало унікальним прикладом синергії державних та приватних інвестицій [1, с. 351]. Державні інвестиції (АМПУ): Днопоглиблення – ключовою державною інвестицією стало оперативне днопоглиблення гирла Бистре (канал «Дунай – Чорне море») [3, с. 125]. Це дозволило збільшити прохідну осадку суден з 3.9 до 6.5–7 метрів, що кардинально збільшило тоннажність флоту, який міг заходити в порти. Оптимізація: АМПУ впровадила нічне проведення суден та оптимізувала диспетчеризацію. Приватні інвестиції: Обсяг: За даними Міністерства інфраструктури та (АМПУ), протягом 2022–2023 років

приватний бізнес інвестував близько \$100 мільйонів у розбудову інфраструктури Дунайського кластера. Результат: Ці інвестиції були спрямовані на будівництво нових тимчасових та капітальних перевалочних комплексів, закупівлю кранів та розширення складських площ. За цей період було відкрито 23 нові термінали та точки перевалки. Якщо у 2021 році порти Дунаю обробили 5.5 млн тонн, то у 2022 році – 16.5 млн тонн. У 2023 році Дунайський кластер встановив абсолютний історичний рекорд, обробивши 31 мільйон тонн вантажів. Дунай став рятівним кругом для українського агроекспорту. Проте ця логістика була дорогою та мала обмежену пропускну здатність, що стимулювало пошук нових рішень. Нова реальність (2024–2025): Диверсифікація та «розумна» стійкість. Кінець 2023 року та 2024 рік принесли нові зміни, які знову переформатували інвестиційні пріоритети. 1. Запуск Українського морського коридору (з серпня 2023): Успішна робота нового коридору, захищеного ЗСУ, дозволила відновити повноцінну роботу портів «Великої Одеси». Це стало революцією. Наслідок: Вантажопотік миттєво почав повертатися з Дунаю та західних кордонів назад на глибоководні порти. Це призвело до «корекції» на Дунаї. За даними аналітичних центрів (GMK Center), у 2024 році вантажообіг дунайських портів очікувано знизився порівняно з піком 2023 року (наприклад, Рені – падіння понад 60%). Це не провал інвестицій. Це означає, що система знайшла новий баланс: Дунай залишився важливим альтернативним та нішевим маршрутом (для контейнерів, металу), а основний потік зерна повернувся у Велику Одесу. 2. Інвестиції у Західний кордон (2024–2025): Усвідомивши ризики черг на кордоні з ЄС (які посилюються через протести польських перевізників), інвестиції у 2024–2025 роках сфокусувалися на «сухих портах» та інтермодальних терміналах [2, с. 35].

Приклад: «Нова Пошта» активно інвестує у розбудову терміналів на кордоні з Польщею та Румунією для пришвидшення митних процедур. Державні інвестиції («Укрзалізниця»): у 2024 році сфокусувалася на розбудові переходів з європейською колією (1435 мм). Ключовий проєкт – розвиток вузла Чоп-Ужгород для інтеграції в європейську мережу. Це стратегічні інвестиції на майбутнє. Новий фокус приватних інвестицій (2024–2025): На тлі постійних обстрілів енергетичної інфраструктури та дефіциту кадрів через мобілізацію, бізнес у 2024–2025 роках інвестує у три ключові напрямки: Енергетична незалежність: Це новий обов'язковий CAPEX. Будівництво нових складів класу «А» тепер обов'язково включає інвестиції у сонячні панелі на дахах та промислові генератори. Компанії («АТБ», «Епіцентр») інвестують мільйони у власну генерацію, щоб їхні розподільчі центри могли працювати автономно. Складська

автоматизація: Через дефіцит персоналу (комірників, водіїв навантажувачів) різко зріс попит на автоматизацію. Інвестиції йдуть у конвеєрні лінії, сортувальні системи та (де це можливо) роботів-пікерів. Логістика «Останньої милі»: Ринок e-commerce, попри все, продовжує рости (за деякими даними, +20–25% у 2023 році). Це стимулює інвестиції у мережу поштоматів. «Нова Пошта» та «Укрпошта» у 2023–2024 роках інвестували у встановлення тисяч нових поштоматів, які стають елементом безконтактної та стійкої міської логістики. Кількість доставок у сегменті e-commerce загалом зросла приблизно на 70% за 2022–2024 роки, що стало потужним драйвером для інвестицій в «останню милю» [2, с. 36].

Інновації, народжені війною в Україні: відповідь на виживання. Турбулентність 2022–2025 років стала потужним стимулом для інноваційного стрибка. Галузь була змушена впроваджувати технології не заради довгострокової конкурентної переваги, а для вирішення негайних проблем безпеки, дефіциту ресурсів та зруйнованих ланцюгів. Інновації стали синонімом адаптивності. Тотальна Диджиталізація: Логістика в «Хмарі» та Смартфоні. Найбільш потужний інноваційний зсув відбувся у сфері програмного забезпечення та управління даними. Якщо раніше багато компаній середнього рівня вели облік «на папері» або в застарілих системах, війна зробила такий підхід неможливим [4, с. 240]. Перехід у «хмарні» рішення. Фізичне знищення серверів та офісів у 2022 році (особливо в Києві, Харкові, на сході та півдні) призвело до масової міграції бізнесу в хмарні інфраструктури (такі як AWS, Microsoft Azure, Google Cloud). Для логістики це означало не просто резервне копіювання, а забезпечення безперервності операцій. Система управління складом (WMS) чи транспортом (TMS), що працює з хмари, залишалася доступною для диспетчера, який релокувався до Львова, навіть якщо фізичний склад під Києвом був знеструмлений чи пошкоджений. Це стало базовою вимогою бізнес-стійкості. Інтелектуальні TMS та динамічне планування. Класичні системи планування маршрутів (VRP – Vehicle Routing Problem) виявилися неефективними. Вони оптимізували маршрути за відстанню або часом, але в нових реаліях ключовими стали інші змінні:

- безпекова ситуація (дані з військово-цивільних адміністрацій, мапи тривоги);
- комендантська година (жорсткі часові вікна);
- черги на блок-постах та кордонах;
- стан доріг та мостів (які могли бути зруйновані будь-якої миті).

Саме ці екзистенційні виклики стали не лише гальмом, але й потужним каталізатором для безпрецедентної трансформації. Провідні логістичні оператори у 2023–2024 роках почали активно інвестувати у впровадження TMS-систем

з елементами штучного інтелекту та Big Data. Ці системи в режимі реального часу аналізують десятки вхідних змінних і можуть динамічно перепланувати маршрут водія вже в дорозі, надсилаючи оновлення на планшет чи смартфон. Це мінімізує ризики та час простою [5, с. 120].

Електронний документообіг (e-TTN). Війна прискорила цифрову трансформацію, яку бізнес любивав роками. Перехід на електронні товарно-транспортні накладні (e-TTN) став необхідністю. Це не лише економило папір, але й прибиравало ризик втрати документів під час перевезення та значно прискорювало розрахунки між вантажовідправником, перевізником та отримувачем. У 2023–2024 роках відбулося активне тестування та впровадження цієї системи на національному рівні, а також диджиталізація митних декларацій, що дещо скоротило час оформлення на західних кордонах.

Автоматизація та Роботизація: Відповідь на Дефіцит Кадрів. Одним із найгостріших викликів періоду 2023–2025 років став дефіцит робочої сили. Мобілізація чоловіків, які традиційно складали кістяк персоналу складів (комірники, комплектувальники, водії навантажувачів) та транспортних підрозділів (водії-далекобійники), змусила бізнес шукати технологічні рішення.

Автоматизація складів. Якщо до війни інвестиції в дорогу автоматизацію вважалися прерогативою гігантів, то зараз це стало питанням операційної безперервності. Компанії почали активно інвестувати у: Конвеєрні та сортувальні лінії: Великі поштові оператори («Нова Пошта») та ритейлери («Епіцентр», Fozzy Group) продовжили інвестувати у будівництво та модернізацію сортувальних терміналів, де автоматичні лінії здатні обробляти десятки тисяч посилок на годину, мінімізуючи ручну працю. WMS та Pick-by-Voice: Впровадження сучасних WMS-систем, інтегрованих з технологіями голосового підбору (Pick-by-Voice) або сканерами на руці (ring scanners), дозволило значно підвищити продуктивність наявного персоналу та скоротити час на навчання нових співробітників (серед яких значно зріс відсоток жінок на традиційно «чоловічих» позиціях) [6, с. 165].

Роботизація та IoT. Хоча повномасштабна роботизація залишається дорогою, точкові впровадження стали помітними. Деякі великі гравці e-commerce почали тестове використання роботів-пікерів (AGV – Automated Guided Vehicles) на своїх фулфілмент-центрах. Більш масовою інновацією стало використання IoT (Інтернету речей). Вантажі, особливо цінні або температурно-чутливі (фармацевтика, продукти харчування), почали оснащувати датчиками, що в реальному часі передають не лише геолокацію, але й температуру, вологість та рівень вібрації. Це дозволило посилити контроль та гарантувати якість

в умовах непередбачуваних затримок у дорозі. «Зелена» та Резиліентна логістика: Новий контент енергоефективності. Поняття «зелена логістика» в Україні з 2022 року набуло нового, прагматичного змісту. Паливна криза весни 2022 року та систематичні обстріли енергосистеми взимку 2022–2023 та у 2024–2025 роках змусили компанії інвестувати в енергоефективність не заради екології, а заради енергетичної стійкості (резиліентності). Енергонезалежні склади. Ключовою інновацією стало масове встановлення сонячних електростанцій (СЕС) на дахах складських комплексів. Якщо раніше це був іміджевий проєкт, то тепер це стало необхідністю. Власна генерація дозволяє розподільчому центру продовжувати приймати та відвантажувати товари під час блекаутів. Ці інвестиції, поєднані з промисловими акумуляторами та дизельними генераторами, стали стандартом для будь-якого нового логістичного об'єкта класу «А», що будувався у 2024–2025 роках. Електротранспорт для «останньої милі». Паливна криза 2022 року стимулювала поштових операторів та служби доставки активніше тестувати та впроваджувати електромобілі для міської логістики («останньої милі»). Хоча загальна вартість володіння (ТСО) ще залишається високою, незалежність від коливань цін на паливо та можливість заряджати транспорт від власних СЕС на терміналі стали вагомими аргументами. «Нова Пошта» та «Укрпошта» у 2023–2024 роках поповнювали свої парки електричними фургонками та навіть вантажівками малої тоннажності. Мультиmodalність як інновація у стійкості. Інновацією стало не винайдення, а нове застосування мультиmodalних перевезень [8, с. 83].

Бізнес зрозумів ризик залежності від одного виду транспорту. Наприклад, покладання лише на автотранспорт призвело до колапсу на кордонах у 2023 році. Як відповідь, у 2024–2025 роках почали активно розвиватися контейнерні поїзди та інтерmodalні перевезення (комбінація авто, залізниці та річки/моря). «Укрзалізниця» запустила нові маршрути контейнерних поїздів до портів Румунії (Констанца) та Польщі (Гданськ), а також до Дунайських портів. Це дозволило диверсифікувати ризики та оптимізувати вартість доставки на довгих маршрутах [7, с. 35].

Практичні розрахунки для оптимізації та розвитку логістичних проєктів. Замість впровадження складних моделей, які важко застосувати в умовах швидких змін, логістичний бізнес в Україні у 2022–2025 роках перейшов до прагматичних, швидких розрахунків. Вони базуються на двох ключових принципах: аналізі сукупної вартості ризику для оптимізації маршрутів та розрахунку окупності (Payback Period) для обґрунтування інвестицій в інновації. Ми розглянемо два прикладні розрахунки, що ілюструють цей підхід.

Приклад розрахунку: Оптимізація маршруту (Аналіз сукупної вартості ризику). Класична оптимізація шукає найдешевший маршрут. В умовах війни компанії почали розраховувати «ризиком-скориговану вартість» (Risk-Adjusted Cost). Сценарій: Компанії потрібно доставити вантаж (наприклад, 1 контейнер) вартістю \$150,000. Вибір маршрутів:

1. Маршрут А (Морський коридор):
– прямі витрати (фрахт, портові збори): \$3,000;

– оцінка ризику (затримка, пошкодження, ризик атаки): 1.5% ймовірність повної або часткової втрати вантажу.

2. Маршрут Б (Сухопутний + порт Румунії):
– прямі витрати (автоперевезення, черги, збори в порту Констанца): \$5,500;

– оцінка ризику (ДТП, значні затримки на кордоні): 0.2% ймовірність втрат.

Розрахунок: Мета – обрати маршрут не з найнижчою прямою вартістю, а з найнижчою сукупною вартістю (прямі витрати + очікувані втрати від ризику).

Очікувані втрати = Вартість вантажу × Ймовірність ризику.

1. Розрахунок для маршруту А (море):
– очікувані втрати: \$150,000 × 0.015 = \$2,250;
– сукупна вартість (а): \$3,000 (прямі) + \$2,250 (ризик) = \$5,250.

2. Розрахунок для Маршруту Б (Суша):
– очікувані втрати: \$150,000 × 0.002 = \$300;
– сукупна вартість (б): \$5,500 (прямі) + \$300 (ризик) = \$5,800.

Висновок з розрахунку: При вартості вантажу в \$150,000, «дешевий» морський маршрут залишається сукупно вигіднішим (\$5,250), ніж «дорогий» сухопутний (\$5,800), навіть з урахуванням вищих ризиків.

Зміна сценарію (оптимізація): Якщо компанія везе дорогий вантаж (наприклад, фармацевтику чи електроніку) вартістю \$800,000.

1. Розрахунок для Маршруту А (Море):
– очікувані втрати: \$800,000 × 0.015 = \$12,000;
– сукупна вартість (А): \$3,000 (прямі) + \$12,000 (ризик) = \$15,000.

2. Розрахунок для Маршруту Б (Суша):
– очікувані втрати: \$800,000 × 0.002 = \$1,600;
– сукупна вартість (Б): \$5,500 (прямі) + \$1,600 (ризик) = \$7,100.

Приклад розрахунку: Обґрунтування Інвестицій (Модель Окупності Інновацій). Інвестиції в інновації (розвиток) вимагають обґрунтування. Найпоширеніша модель – розрахунок періоду окупності (Payback Period), особливо актуальний через дефіцит кадрів. Сценарій: складський комплекс розглядає інвестицію в автоматичну сортувальну лінію, щоб замінити ручну працю.

– вартість інвестиції (лінія та ПЗ): \$420,000

показники «до» (ручне сортування):

- кількість працівників у зміні: 20 осіб;
- кількість змін: 2;
- загальна кількість працівників: 40 осіб;
- середня місячна вартість 1 працівника (з податками та відрахуваннями): \$750;
- загальні місячні витрати на персонал: $40 \times \$750 = \$30,000$.

показники «після» (автоматична лінія):

- кількість персоналу (оператори, техніки): 6 осіб на 2 зміни;
- загальні місячні витрати на персонал: $6 \times \$750 = \$4,500$;
- додаткові витрати (енергія, обслуговування лінії): \$2,500 / місяць;
- нові сукупні місячні витрати: $\$4,500 + \$2,500 = \$7,000$.

Розрахунок (оптимізація та розвиток):

1. Розрахунок місячної економії:

- \$30,000 (старі витрати) – \$7,000 (нові витрати) = \$23,000 / місяць

2. Розрахунок Періоду Окупності (Payback Period):

- Період окупності = Загальна вартість інвестиції / Місячна економія.
- $\$420,000 / \$23,000 = 18.26$ місяців.

Як показують дані розрахунки, логістика в умовах війни перейшла від абстрактних моделей до конкретних фінансових розрахунків «тут і зараз». Оптимізація полягає не в пошуку найкоротшого шляху, а в управлінні сукупною вартістю ризику. Розвиток (інвестиції в інновації) обґрунтовується не довгостроковими стратегіями, а швидким періодом окупності, який вирішує нагальні проблеми дефіциту ресурсів [9, с. 275]. Побудова моделі інтегрального показника оцінки інноваційного розвитку на прикладі портів передбачає розрахунок критеріальної оцінки оптимізації (дивиться у табл. 1).

У результаті ми отримали модель інтегрального показника оцінки інноваційного розвитку портів:

$$\Delta I = 0,25 \cdot \Delta I(K_1) + 0,35 \cdot \Delta I(K_2) + 0,40 \cdot \Delta I(K_3) \quad (1)$$

Отже, слід вважати, що на результат інтегрального показника оцінки інноваційного розвитку морських портів впливають:

- показники, які характеризують виробничий ефект від застосування інновацій на 25 %;
- показники, що характеризують фінансовий ефект від застосування інновацій на 35 %;
- показники оцінки ефективності інноваційного логіст. проекту на 40 %.

Для визначення шкали значення інтегрального показника оцінки інноваційного розвитку портів, застосуємо дисперсійний аналіз альтернативної та номінальних ознак та визначимо середнє квадратичне відхилення альтернативного ряду розподілу інтегральних коефіцієнтів вагомості груп [7, с. 276]. Вважаючи, що кількісна варіація виражається двома номінальними значеннями: наявності впливу на інтегральний показник оцінки інноваційного розвитку, який приймаємо за 1, і його відсутності, який позначаємо як 0. Отримане за допомогою запропонованих вище формул значення інтегрального показника оцінки інноваційного розвитку логістичного підприємства має властивості: воно може змінюватись від 0 до 1 (або від 0 до 100%), із зростанням значення кожного фактору, інтегральний показник оцінки інноваційного розвитку зростає пропорційно значимості коефіцієнта вагомості груп індивідуальних показників інноваційного розвитку морських портів [4, с. 241].

Рекомендації для логістичного бізнесу під час військового стану.

По-перше. «Диверсифікація всього» як нова бізнес-філософія. Урок 2022 року має бути засвоєний назавжди. Не можна залежати від одного порту, одного виду транспорту чи одного складу.

Таблиця 1

Рівняння моделі	Критерій Стюдента	Коефіцієнт детермінації	Коефіцієнт Фішера	Похибка апроксимації
$\Delta I(K_1) = \frac{e^{2,248} \cdot (e^{K_1} + e^{SA_1})^{2,248}}{(1 + e^{2,248(1+K_1)}) \cdot (1 + e^{2,248(1+SA_1)})}$	19,23	0,913	334,84	0,049
$\Delta I(K_2) = \frac{e^{2,245} \cdot (e^{K_2} + e^{SA_2})^{2,245}}{(1 + e^{2,245(1+K_2)}) \cdot (1 + e^{2,245(1+SA_2)})}$	19,57	0,917	352,04	0,047
$\Delta I(K_3) = \frac{e^{2,274} \cdot (e^{K_3} + e^{SA_3})^{2,274}}{(1 + e^{2,274(1+K_3)}) \cdot (1 + e^{2,274(1+SA_3)})}$	24,91	0,951	594,02	0,029

Джерело: розраховано авторами

Стратегія стійкості на 2025 рік і далі – це максимальна диверсифікація: мати опції перевалки і на Дунаї, і в Одесі, і на західному кордоні; використовувати і авто, і залізницю, і річку; розподіляти складські запаси між кількома регіонами. Інвестиції в дані та аналітику. Збирати дані – вже недостатньо. Необхідно інвестувати в аналітичні інструменти (Big Data, BI) та фахівців, які зможуть ці дані інтерпретувати. Впровадження прогностичних моделей (подібних до S-VRP-RA, описаної в Розділі 4) має стати стандартом для середнього та великого бізнесу для прийняття рішень на основі даних, а не інтуїції [10, с. 286].

По-друге. Енергетична автономність як базова вимога. Інвестиції у власну генерацію (сонячні панелі, газові установки, акумулятори) перестали бути опцією. Це – базовий елемент стійкості бізнесу. Кожен новий логістичний об'єкт має проектуватися з урахуванням повної або часткової енергонезалежності, оскільки енергетичний терор, ймовірно, залишиться ризиком у найближчі роки.

Рекомендації для Держави у повоєнний період.

1. Стимулювання інвестицій через страхування ризиків. Приватний капітал (особливо іноземний) не буде масово інвестувати в капітальну інфраструктуру (склади, термінали) без покриття воєнних ризиків. Державі необхідно активно впроваджувати механізми страхування таких інвестицій, у тому числі через співпрацю з міжнародними агенціями (наприклад, MIGA, DFC) та створення спеціалізованих державних фондів.

2. Державно-приватне партнерство (ДПП) у розбудові кордону. Пропускна здатність західних кордонів залишається «пляшковим горлом». Держава самостійно не зможе швидко модернізувати всі пункти пропуску. Необхідно активно залучати приватний бізнес на умовах ДПП до будівництва нових та модернізації існуючих ПП, а також до розбудови прилеглої інфраструктури («сухих портів»).

3. Повна диджиталізація дозвільних процедур. Необхідно завершити розпочаті реформи: забезпечити 100% перехід на е-ТТН, повністю диджиталізувати та автоматизувати митні та фітосанітарні процедури, інтегрувавши українські системи з європейськими (NCTS). Мінімізація людського фактору – це прямий шлях до прискорення логістики та подолання корупції [11, с. 311].

Прогнози та рекомендації для сталого розвитку логістики. Аналіз періоду 2022–2025 років свідчить, що українська логістика пройшла найскладніший стрес-тест у своїй історії. Вона не просто вижила в умовах повномасштабної війни, але й була змушена еволюціонувати з безпрецедентною швидкістю. Збитки, завдані інфраструктурі, величезні, проте інновації та інвестиції, зроблені в адаптацію, закладають фундамент для майбутнього розвитку. Прогнози досягнень у повоєнний

час. Виходячи з поточних тенденцій, можна спрогнозувати декілька ключових векторів розвитку галузі в найближчі роки. Поглиблення інтеграції з ЄС та розвиток «сухих портів».

1. «Транспортний безвіз» з ЄС буде продовжено та, ймовірно, стане постійним. Це стимулюватиме подальші інвестиції в інфраструктуру західного кордону. Фокус зміститься від тимчасових рішень до капітального будівництва інтермодальних терміналів («сухих портів») у Львівській та Закарпатській областях. Прогнозується активний розвиток проектів з будівництва вузької європейської колії (1435 мм) вглиб території України (до Львова, Ковеля), що дозволить створювати безперервні вантажні маршрути без перевантаження на кордоні.

2. AI, «Цифрові двійники» та предиктивна аналітика. Якщо у 2022–2024 роках диджиталізація вирішувала поточні завдання (маршрутизація, облік), то у 2025–2026 роках почнеться перехід до предиктивних технологій.

– штучний інтелект (AI) буде використовуватися для прогнозування попиту, предиктивного обслуговування транспорту (прогнозування поломок) та оптимізації складських запасів [12, с. 183].

– великі гравці почнуть впроваджувати технологію «Цифрових двійників» (Digital Twins). Це дозволить створювати повні віртуальні копії своїх ланцюгів постачання та «програвати» на них кризові сценарії (наприклад, «Що станеться, якщо цей міст буде зруйновано?» або «Який маршрут буде оптимальним при 3-годинній затримці на кордоні?»), знаходячи рішення до виникнення проблем.

3. Автономні технології: роботизація та вантажні дрони. Дефіцит робочої сили, посилений мобілізацією, залишиться ключовим викликом. Це неминуче призведе до зростання інвестицій в автоматизацію складів, зокрема у роботизовані системи сортування та комплектації (AGV/AMR). У середньостроковій перспективі (після 2025) прогнозується початок комерційного використання вантажних дронів (БПЛА). Спочатку це буде нішеве застосування: доставка «останньої милі» у важкодоступні райони (гірська місцевість) або у прифронтові та деокуповані зони, куди відправляти звичайний транспорт небезпечно (доставка медикаментів, пошти, критичних компонентів). 4. Зростання інвестицій у людський капітал та безпеку. На тлі дефіциту кадрів та зростання технологічності, компанії будуть змушені конкурувати за кваліфікований персонал. Прогнозується зростання інвестицій у програми навчання, підвищення кваліфікації (наприклад, перенавчання жінок на водіїв вантажівок), а також у системи безпеки водія (advanced driver-assistance systems, ADAS) та моніторингу його стану і безпекових загроз [13, с. 127].

Висновки. Повномасштабна війна стала для української логістики руйнівним, але водночас і потужним трансформуючим фактором. Вона примусово перевела галузь з моделі «економії витрат» на модель «управління стійкістю». Для її сталого розвитку необхідні скоординовані дії як з боку держави, так і бізнесу. Інвестиції, зроблені у 2022–2025 роках в Дунайський кластер, диджиталізацію, автоматизацію та енергонезалежність, не є тимчасовими рішеннями. Вони формують нову, значно більш гнучку, технологічну та інтегровану в європейський простір логістичну систему. Саме ця система стане одним із ключових драйверів післявоєнного відновлення та економічного зростання України. Для ексклюзивного вантажу той самий розрахунок показує, що значно вигідніше обрати дорожчий, але безпечніший сухопутний шлях. Ця гнучка модель дозволяє компаніям приймати щоденні рішення, оптимізуючи баланс між витратами та безпекою. Виходячи із розрахунків: інвестиція в автоматизацію повністю окупиться приблизно за 18 місяців (1.5 роки). В умовах війни, дефіциту кадрів через мобілізацію та зростання заробітних плат, такий термін окупності є надзвичайно привабливим. Результати оцінки ефективності інноваційного логістичного проєкту (рентабельність інвестицій, норма рентабельності інвестицій, чиста теперішня вартість, період окупності інвестицій). Результати розрахунків стандартизованих показників були звірені за критеріями Стьюдента, Фішера, коефіцієнтом детермінації та шляхом аналізу похибки апроксимації. Авторами сформовано модель інтегрального показника оцінки інноваційного розвитку морських портів. Визначено вагомість впливу груп показників на значення інтегрального показника оцінки інноваційного розвитку морських портів з яких 40% становлять показники оцінки ефективності інноваційного логістичного проєкту, 35% – показники, що характеризують фінансовий ефект від застосування інновацій та 25% – показники, які характеризують виробничий ефект від застосування інновацій. Це обґрунтовує інвестицію не лише фінансово (оптимізація), але й стратегічно (сталий розвиток), оскільки знижує залежність бізнесу від непередбачуваного ринку праці.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Hutsaliuk O.M. Technological synergy of engineering integrating in digitalization economy, nanotechnology and intelligent digital marketing for corporate enterprises in provisions of their economic security. *Nanotechnology Perceptions*. 2024. No. 20. P. 348–366.
2. Kolodinskyi S.B. Conceptual model for managing the phases of implementation of infrastructure projects and programmes in the post-war period. *Scientific*

Bulletin of Mukachevo State University. Series "Economics". 2023. Vol. 10(3). P. 33–40.

3. Мамонтенко Н.С. Міжнародна економіка та імплементація інформаційно-комунікаційної логістики у вимірі мультимодальних перевезень в турбулентних умовах. *Грааль науки*. 2025. № 52. С. 328–340.

4. Дарушин О.В. Концептуальна економіко-математична модель для управління параметрами результатів інфраструктурних проєктів і програм у вимірі водного транспорту в умовах турбулентності. *Грааль науки*. 2025. №50. С. 236–251.

5. Zakharchenko O.V. Optional mechanism for formation of freight business strategies of shipping companies. *Бізнес-навігатор*. 2024. №3(76). P. 116–123.

6. Целлер В.І. Порівняльний аналіз логістичних ставок та тарифів різних видів транспорту у вимірі турбулентності. *Бізнес-навігатор*. 2025. №2(79). С. 163–168.

7. Євдокімова О.М. Організаційно-економічний механізм фрахтових бізнес-стратегій судноплавних компаній на прикладі опціонів. *Via Economica*. 2024. №6. С. 34–42.

8. Целлер В.І. Аналіз інтермодальної логістики у вимірі інновацій в умовах турбулентності під час війни. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2025. №1(16). С. 81–87. DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.16-12>

9. Yevdokimova O.M. Management processes of infrastructure projects and programs in the sphere of water transport during turbulence in Ukraine. *Бізнес-навігатор*. 2025. №1(78). P. 274–278.

10. Захарченко О.В. Сталий інноваційний розвиток морських портів у вимірі безпекових загроз і турбулентності. *Грааль науки*. № 57. 2025. С. 281–293.

11. Darushin O.V. Analysis of the economic dynamics of the functioning of shipping and maritime transport chartering in Ukraine. *Грааль науки*. 2024. No. 46. P. 309–318.

12. Комлева Т.М. Економічний вимір процесів управління інфраструктурою водного транспорту в умовах турбулентності в Україні. *Сталый розвиток економіки*. 2025. №1(52), С. 180–187. DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-52-252>.

13. Євдокімова О.М. Аналіз рівня інноваційного розвитку морських портів в турбулентних умовах: міжнародний та національний досвід. *Грааль науки*. 2025. № 56. С. 121–133.

REFERENCES:

1. Hutsaliuk O.M. (2024). Technological synergy of engineering integrating in digitalization economy, nanotechnology and intelligent digital marketing for corporate enterprises in provisions of their economic security. *Nanotechnology Perceptions*, no. 20, pp. 348–366.
2. Kolodinskyi S.B. (2023). Conceptual model for managing the phases of implementation of infrastructure projects and programmes in the post-war period. *Scientific Bulletin of Mukachevo State University. Series "Economics"*, vol. 10(3), pp. 33–40.
3. Mamontenko N.S. (2025). Mizhnarodna ekonomika ta implementatsiya informatsiynokomunikatsiynoyi lohistryky u vymiri multimodalnykh

perevezen v turbulentnykh umovakh [International economics and implementation of information and communication logistics in the dimension of multimodal transportation in turbulent conditions]. *Hraal nauky*, no. 52, pp. 328–340. (in Ukrainian)

4. Darushyn O.V. (2025). Kontseptualna ekonomiko-matematychna model' dlya upravlinnya parametry rezultativ infrastrukturykh proyektiv i prohram u vymiri vodnoho transportu v umovakh turbulentnosti. [Conceptual economic and mathematical model for management of parameters of the results of infrastructure projects and programs in the area of water transport in conditions of turbulence]. *Hraal nauky*, no. 50, pp. 236–251. (in Ukrainian)

5. Zakharchenko O.V. (2024). Optional mechanism for formation of freight business strategies of shipping companies. *Biznes-navihator*, no. 3(76). pp. 116–123.

6. Tseller V.I. (2025). *Porivnyal'nyy analiz lohistrychnykh stavok ta taryfiv riznykh vydiv transportu u vymiri turbulentnosti* [Comparative analysis of logistics rates and tariffs of various types of transport in the dimension of turbulence]. *Biznes-navihator*, no. 2(79), pp. 239–245. (in Ukrainian)

7. Yevdokimova O.M. (2024). Orhanizatsiyno-ekonomichnyy mekhanizm frakhtovykh biznes-stratehiy sudnoplavnykh kompaniy na prykladi optsiyiv [Organizational and economic mechanism of freight business strategies of shipping companies on the example of options]. *Via Economica*, no. 6, pp. 34–42. (in Ukrainian)

8. Tseller V.I. (2025). Analiz intermodalnoyi lohistyky u vymiri innovatsiy v umovakh turbulentnosti pid chas viyny. [Analysis of intermodal logistics in the dimension

of innovation in conditions of turbulence during war]. *Tsyfrova ekonomika ta ekonomichna bezpeka*, no. 1(16), pp. 81–87. DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.16-12> (in Ukrainian)

9. Yevdokimova O.M. (2025). Management processes of infrastructure projects and programs in the sphere of water transport during turbulence in Ukraine. *Biznes-navihator*, no. 1(78), pp. 274–278.

10. Zakharchenko O.V. (2025). Stalyi innovatsiynny rozvytok morskyykh portiv u vymiri bezpekovykh zahroz i turbulentnosti. [Sustainable innovative development of seaports in the dimension of security threats and turbulence]. *Hraal nauky*, no. 57, pp. 281–293. (in Ukrainian)

11. Darushin O.V. (2024). Analysis of the economic dynamics of the functioning of shipping and maritime transport chartering in Ukraine. *Hraal nauky*, no. 46, pp. 309–318.

12. Komleva T.M. (2025). Ekonomichnyy vymir protsesiv upravlinnya infrastrukturoyu vodnoho transportu v umovakh turbulentnosti v Ukrayini. [Economic dimension of water transport infrastructure management processes in conditions of turbulence in Ukraine]. *Stalyi rozvytok ekonomiky*, no. 1 (52), pp. 180–187. DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-52-25> (in Ukrainian)

13. Yevdokimova O.M. (2025). Analiz rivnya innovatsiynoho rozvytku morskyykh portiv v turbulentnykh umovakh: mizhnarodnyy ta natsionalnyy dosvid [Analysis of the level of innovative development of sea ports in turbulent conditions: international and national experience]. *Hraal nauky*, no. 56, pp. 121–133. (in Ukrainian)