



Менеджмент

УДК 336.02:338.246.88(477)

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.21757078>

ВИРОБНИЧО-ЛОГІСТИЧНА БЕЗПЕКА МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВ ЗА УМОВ РОЗРИВУ ЛАНЦЮГІВ ПОСТАЧАННЯ

Ліпич Любов Григорівна

доктор економічних наук, професор,
професор кафедри підприємництва, торгівлі та логістики,
Луцький національний технічний університет,
м. Луцьк, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9059-7271>

Прийнято: 15.05.2026 | Опубліковано: 30.05.2026

Анотація. У статті досліджено виробничо-логістичну безпеку машинобудівних підприємств України як інтегративну категорію економічної безпеки за умов системних розривів ланцюгів постачання, спричинених повномасштабною війною та глобальною геополітичною турбулентністю 2022–2026 років. Концептуально розмежовано суміжні категорії економічної, логістичної та виробничої безпеки, проведено диференціацію термінів *disturbance*, *disruption* і *shock* за критерієм відгуку системи на збурення. Запропоновано авторську дефініцію виробничо-логістичної безпеки як інтегративного стану, що поєднує безперервність матеріального потоку, захищеність технологічних процесів і збереження виробничого потенціалу. Розроблено тривимірну типологію розривів за джерелом (геополітичні, військово-фізичні, технологічні, фінансові,



кібер- та природно-екологічні), тривалістю (шоки та хронічні розриви) і глибиною (точкові та каскадні з ripple-ефектом). Показано підвищену вразливість машинобудівної галузі через довгі технологічні цикли, високу імпортозалежність критичних компонентів і кооперативність виробництва. Проаналізовано стан машинобудування України 2022–2026 років з кейсами «Мотор Січ», «Українських енергетичних машин», Південмашу й верстатобудівних підприємств. Зіставлено інституційно-правову рамку України (Стратегія економічної безпеки до 2025 року, Закон «Про критичну інфраструктуру», Закон «Про оборонні закупівлі») з європейською (Critical Raw Materials Act, Net-Zero Industry Act, NIS2, EDIP) та міжнародними стандартами ISO 28000, ISO 22301, ISO 31000. Критично оцінено інструменти стійкості – диверсифікацію постачальників, friend-/near-/reshoring, буферні запаси, цифрові двійники, блокчейн-трасування, вертикальну інтеграцію. Окреслено сценарій інтеграції українського машинобудування в європейські ланцюги постачання на горизонті 2026–2030 років через механізми Ukraine Support Instrument, European Defence Industrial Strategy і вимоги ESG-сумісності. Сформульовано авторську позицію щодо антикрихкості як стратегічної мети, досяжної для українського машинобудування саме як інституційно-управлінська, а не суто технологічна якість.

Ключові слова: виробничо-логістична безпека, машинобудування, розрив ланцюгів постачання, стійкість, антикрихкість, диверсифікація постачальників, цифровий двійник, європейська інтеграція, оборонно-промисловий комплекс, критична інфраструктура.



PRODUCTION AND LOGISTICS SECURITY OF MACHINE-BUILDING ENTERPRISES AMID SUPPLY CHAIN DISRUPTIONS

Lipych Liubov Hryhorivna

Doctor of Economic Sciences, Professor,
Professor at the Department of Entrepreneurship, Trade and Logistics,
Lutsk National Technical University,
Lutsk, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9059-7271>

Annotation. The article examines production and logistics security of machine-building enterprises in Ukraine as an integrative category of economic security under systemic supply chain disruptions caused by full-scale war and global geopolitical turbulence of 2022–2026. The conceptual demarcation is conducted between adjacent categories of economic, logistics and production security, and the terms disturbance, disruption and shock are differentiated by the criterion of system response to perturbation. The author's definition of production and logistics security is proposed as an integrative state combining continuity of material flow, protection of technological processes and preservation of production capacity. A three-dimensional typology of disruptions is developed by source (geopolitical, military-physical, technological, financial, cyber and natural-ecological), duration (shocks and chronic disruptions) and depth (point and cascade with ripple effect). Heightened vulnerability of the machine-building sector is demonstrated through long technological cycles, high import dependence on critical components and cooperative production. The state of Ukrainian machine-building 2022–2026 is analyzed through the cases of Motor Sich, Ukrainian Energy Machines, Pivdenmash and machine-tool enterprises. The institutional and legal framework of Ukraine (Economic Security Strategy until 2025, Law on Critical



Infrastructure, Law on Defence Procurement) is compared with European regulations (Critical Raw Materials Act, Net-Zero Industry Act, NIS2 Directive, EDIP) and international standards ISO 28000, ISO 22301, ISO 31000. Resilience instruments are critically assessed – supplier diversification, friend-/near-/reshoring, buffer stocks, digital twins, blockchain traceability and vertical integration. The scenario of Ukrainian machine-building integration into European supply chains for the 2026–2030 horizon is outlined through Ukraine Support Instrument mechanisms, European Defence Industrial Strategy and ESG compliance requirements. The author's position is formulated regarding antifragility as a strategic goal attainable for Ukrainian machine-building as an institutional and managerial, rather than purely technological, quality.

Keywords: production and logistics security, machine-building, supply chain disruption, resilience, antifragility, supplier diversification, digital twin, European integration, defence-industrial complex, critical infrastructure.

Постановка проблеми

Природа промислової діяльності за останнє століття зазнала глибокої онтологічної трансформації: те, що колись поставало як локалізоване виробництво з відносно автономним технологічним циклом, перетворилося на тонко налаштовану мережу взаємозалежностей, у якій кожне підприємство існує лише настільки, наскільки існують його постачальники, перевізники, фінансові посередники й інформаційні системи. Архітектура виробництва, що формувалася упродовж десятиліть під впливом ідеології глобальної оптимізації, виявила свою глибинну вразливість тоді, коли світ повернувся до режиму геополітичної турбулентності, а пандемія, війна і структурна переорієнтація глобальних ринків критичної сировини наклалися одна на одну, утворюючи нову емпіричну реальність, у якій розрив ланцюга постачання перестав бути винятком



і перетворився на нормальний модус функціонування системи. Для українського машинобудування ця реальність набула граничної гостроти з лютого 2022 року, коли повномасштабна війна перевела теоретичну категорію розриву у щоденний предмет управлінських рішень, причому саме одночасність накладення різних типів розривів унеможливила застосування звичних резервних схем, розрахованих на ізольовані події.

Видається обґрунтованим стверджувати, що традиційні моделі економічної безпеки підприємства, які формувалися в умовах відносно стабільного зовнішнього середовища, виявилися недостатніми для опису ситуації, в якій бойові дії руйнують виробничі потужності, окупація і морська блокада перекривають логістичні маршрути, імпорту компонентів скорочується через санкційні режими третіх країн, а мобілізація вилучає інженерно-технічний персонал, що формувався впродовж десятиліть. Машинобудування з його тривалими технологічними циклами і високим ступенем кооперативності опинилося на гострому краю виклику саме тому, що становить, образно кажучи, найскладніше плетиво взаємозалежностей серед галузей реального сектору, де відмова одного елемента здатна паралізувати ціле через ефект каскадного поширення збою, який у новітній теорії дістав назву ripple-ефекту.

Складність ситуації посилюється тим, що інституційно-правова рамка економічної безпеки України формувалася в довоєнних умовах і не передбачала системного управління виробничо-логістичною безпекою як окремою функцією, тоді як європейський контур регулювання (Critical Raw Materials Act, Net-Zero Industry Act, NIS2 Directive, European Defence Industry Programme) встановлює конкретні квантифіковані вимоги до постачальників, які стають де-факто умовою доступу українських виробників до європейських ринків. Конвергенція двох вимірів, національної економічної безпеки і європейської регуляторної рамки, відбувається на тлі безпосередньої воєнної загрози і одночасно вимагає



переосмислити сам категоріальний апарат, що досі обслуговував описувану реальність. Теоретична робота над поняттям виробничо-логістичної безпеки сьогодні не є відірваним від практики академічним вправлянням, а виступає необхідною передумовою для побудови дієвої системи управління в умовах, де старі схеми вже не працюють, а нові ще не оформилися.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Концептуальне підґрунтя економічної та логістичної безпеки підприємства в українському науковому дискурсі формується довкола усвідомлення того, що безпека на мікрорівні є не просто похідною від макроекономічної стабільності, а самостійним предметом дослідження з власною логікою. Обґрунтування соціально-економічної безпеки як основи національної безпеки за умов воєнних та структурних трансформацій, представлене у працях О. Халіної та Я. Сидоренка [1], виходить за межі описової економіки і пропонує бачити підприємство як суб'єкт, чия захищеність визначає захищеність системи в цілому. Систематизовані теоретичні підходи до логістичної безпеки [2] доповнюють цей погляд інструментальним виміром, акцентуючи на засобах підтримання цілісності матеріальних потоків, а пошук стратегій адаптації бізнесу до умов війни [3] виокремлює економічну безпеку як критерій життєздатності підприємства за екстремальних обставин. Українська наукова традиція знайшла у війні емпіричний матеріал для виявлення структурних дисфункцій ланцюгів постачання у машинобудівному комплексі [4], переосмислення управлінських рішень за умов релокації виробництв і впровадження цифрових інструментів стійкості [5], а також для документування адаптації ланцюгів постачання до викликів воєнного стану [6] і перенесення європейських практик підвищення гнучкості ланцюгів на український ґрунт [7]. Видається обґрунтованим припустити, що в українській академічній спільноті формується власна школа дослідження виробничо-логістичної безпеки, яка



оперує не гіпотетичними сценаріями, а реальним досвідом тривалої екзистенційної загрози, що становить її методологічну перевагу і водночас джерело неминучих обмежень узагальнення.

Зарубіжна школа дослідження стійкості ланцюгів постачання вибудовується довкола кількох взаємопов'язаних концептуальних осей, кожна з яких пропонує власне прочитання феномена розриву. Концепція життєздатності як розширення категорії *resilience* у напрямі виживання за екстремальних умов [8] теоретично передбачила те, з чим українська економіка зіткнулася емпірично, а теорія *ripple-ефекту* і нових напрямів управління розривами [9] доповнена методологічно у вигляді інтегрованої моделі моделювання каскадних збоїв через марковські процеси і динамічні байєсівські мережі [10], що дає підстави квантифікувати поширення збою в мережі ланцюга. Особливе місце посідає концепція антикрихкості ланцюгів постачання [11], розгорнута у пізнішому дослідженні у вигляді *capability blueprint* для *resilience* і *post-disruption growth* [12], а також виробничий вимір антикрихкості як окрема дослідницька програма [13], яка переносить ідею виграшу від волатильності з фінансової у промислову царину. Емпіричні дослідження М. Андо, К. Хаякава, Ф. Кімура та Х. Мукунокі, присвячені *friend-shoring*, *near-shoring* і *reshoring* у відповідь на геополітичні шоки [14], інструмент цифрових двійників для аналізу стійкості за умов короткострокових і довгострокових розривів, розроблений М. Малекзаде зі співавторами [15], а також аналіз реструктуризації європейської оборонно-промислової бази Д. Дженіні [16] і огляд ролі ЄС у формуванні оборонної промислової політики Й. Й. Андерссона і М. Бріц [17] разом із критичною оцінкою регуляторної ефективності *Critical Raw Materials Act* [18] утворюють розгалужену теоретичну мережу, у якій український випадок ще тільки шукає своє місце і саме через свою емпіричну насиченість здатний стати точкою зростання глобальної дискусії.



Формулювання цілей статті

Метою статті є концептуалізація виробничо-логістичної безпеки машинобудівного підприємства як інтегративної категорії економічної безпеки, обґрунтування авторської типології розривів ланцюгів постачання з урахуванням специфіки машинобудування, аналіз стану виробничо-логістичної безпеки українського машинобудування у 2022–2026 роках та інституційно-правової рамки її забезпечення на національному і європейському рівнях, критична оцінка інструментарію стійкості та формулювання сценарію інтеграції українського машинобудування в європейські ланцюги постачання на горизонті 2026–2030 років.

Виклад основного матеріалу

Виклад доцільно розпочати з рефлексії над категоріальним апаратом, оскільки сама постановка питання про виробничо-логістичну безпеку машинобудівного підприємства передбачає чітке розрізнення тих понять, які в українському науковому дискурсі часто змішуються, утворюючи термінологічний шум там, де має бути аналітична ясність. Категорія виробничо-логістичної безпеки залишається термінологічно нестабільною не випадково: вона утворюється на перетині трьох усталених, проте змістовно різних понять, кожне з яких має власну дослідницьку традицію, власний об'єкт і власну методологію. Економічна безпека підприємства традиційно трактується як стан захищеності ключових фінансово-економічних інтересів суб'єкта господарювання від внутрішніх і зовнішніх загроз, що дозволяє забезпечувати сталий розвиток і реалізацію стратегічних цілей [1], тоді як логістична безпека описує здатність логістичної системи зберігати цілісність і керованість матеріальних, інформаційних та фінансових потоків за умов впливу дестабілізуючих чинників [2]. Виробнича безпека у вузькому, інженерно-



технічному сенсі означає захищеність технологічних процесів і обладнання, проте в економічному дискурсі вона дедалі частіше тлумачиться як збереження виробничого потенціалу. Розмежування трьох категорій принципове не лише з академічної точки зору: економічна безпека описує цілі, виробнича – об'єкт захисту, логістична – канал їх досягнення, і лише в синтезі вони здатні описати ситуацію, в якій опинилося українське машинобудування, де загроза реалізується одночасно у всіх трьох вимірах.

Окремої уваги потребує термінологічна шкала *disturbance – disruption – shock*, оскільки в українському перекладі ці поняття нерідко зводяться до родового «розрив», що збіднює аналітичні можливості мови опису і перешкоджає тонкому управлінському реагуванню. *Disturbance*, або збурення, відбувається в межах нормального функціонування системи і поглинається буферами без зміни її структури; *disruption*, тобто переривання потоку, вимагає реактивних або адаптивних рішень і змінює оперативну логіку; *shock*, як катастрофічна подія, переформатовує саму архітектуру ланцюга, виводячи систему на новий режим існування. Концепції *supply chain resilience*, *robustness* і *antifragility* доповнюють цю шкалу за критерієм відгуку системи на збурення: робастність означає здатність протистояти впливу без зміни конфігурації, стійкість – спроможність відновити цільовий стан після порушення, антикрихкість – здатність виграти від волатильності, нарощуючи внутрішні спроможності внаслідок шоку [11; 12]. Українське машинобудування 2022–2026 років оперує на межі між *resilience* і *survivability*, тобто між стійкістю і виживанням як категорією, запропонованою для опису функціонування системи за екзистенційних загроз [8], причому це положення на межі не є тимчасовим, а становить нову стійку реальність, з якою доводиться рахуватися як з даністю.

На категоріальному перетині трьох безпекових понять, доповненому термінологічною шкалою розривів і концептуальною шкалою відгуку,



формується робоча авторська дефініція, що покликана зафіксувати функціональну єдність зазначених вимірів. Виробничо-логістична безпека машинобудівного підприємства, у запропонованому тлумаченні, є інтегративним станом системи господарювання, за якого синхронно забезпечуються безперервність вхідного, внутрішньозаводського та вихідного матеріального потоку, захищеність технологічних процесів від фізичних, кібер- та інформаційних загроз, а також збереження і відтворення виробничого потенціалу (основних фондів, технологій, кадрового ядра) у горизонті, достатньому для виконання стратегічних замовлень. Запропонована дефініція принципово відрізняється від суми трьох безпекових категорій тим, що фіксує функціональну єдність потоку і виробничого ядра, тобто описує не зовнішню оболонку захисту, а внутрішню структуру самозбереження, без якої окремі захисні заходи позбавляються свого онтологічного підґрунтя. Для машинобудування з його довгими циклами і кооперативною природою саме така інтегративна оптика виявляється найбільш адекватною, оскільки тут будь-яка локальна неспроможність потоку чи процесу швидко обертається загрозою існуванню всієї виробничої одиниці.

Запропонована дефініція потребує операціоналізації через типологію розривів, без якої концепція залишається абстрактною побудовою без аналітичної цінності. Емпірика 2020–2026 років, акумульована у моделях ripple-ефекту [9] та інтегрованих марковсько-байєсівських підходах до моделювання каскадних збоїв [10], дозволяє запропонувати тривимірну класифікацію, у якій кожен вимір висвітлює окремий аспект події розриву. За джерелом доцільно виокремлювати геополітичні розриви, спричинені війною, санкціями та експортними обмеженнями третіх країн, військово-фізичні, пов'язані з руйнуванням потужностей, окупацією та мінуванням територій, технологічні, що впливають з відмови обладнання та інженерних аварій, фінансові, котрі



породжуються банкрутствами постачальників і валютними шоками, кіберрозриви як наслідок атак на ERP/MES-системи, а також природно-екологічні розриви, актуальність яких зростає в умовах кліматичних змін. За тривалістю важливо розрізняти шоки, тобто короткі дискретні події, що випробовують систему на робастність, і хронічні розриви – стійкі структурні дисфункції, які формують нову нормальність і вимагають не реактивних, а архітектурних рішень. За глибиною продуктивним є поділ на точкові розриви, локалізовані на одному вузлі, і каскадні розриви, коли збій постачальника тиру N поширюється вгору і вниз ланцюгом, причому амплітуда поширення емпірично моделюється саме через згадані марковські процеси і динамічні байєсівські мережі (рис. 1).

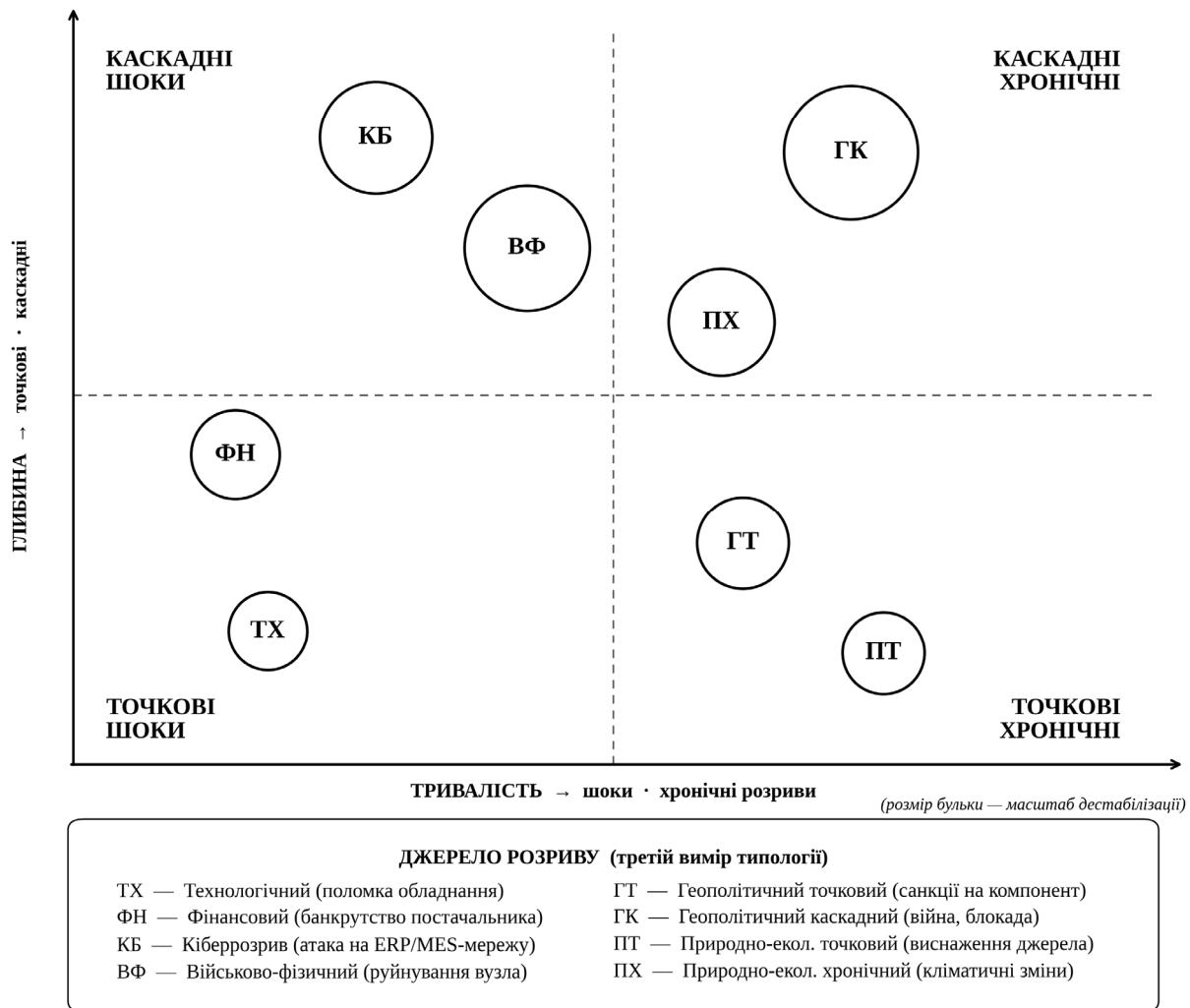


Рис. 1. Тривимірна типологія розривів ланцюгів постачання

Джерело: розроблено авторами

Машинобудування демонструє підвищену вразливість до всіх типів розривів через сукупність структурних особливостей галузі, які варто розглянути докладніше, оскільки саме в них криється пояснення того, чому теоретичні моделі стійкості, успішно застосовувані в інших секторах, потребують суттєвої адаптації для машинобудівних реалій. Тривалі технологічні цикли (від кількох місяців у виробництві компонентів до років у важкому машинобудуванні) роблять буферизацію економічно обтяжливою: запас критичних комплектуючих на півроку перетворюється на заморожений капітал, який у воєнних умовах ще й потребує захищеного зберігання, що додає до фінансового тягаря логістичний.



Висока питома вага імпорتنих компонентів (точних підшипників, легованих сталей, рідкісноземельних магнітів, мікроелектроніки, спеціалізованих мастил) створює залежність від глобальних ринків, де навіть ЄС, за визначенням Регламенту 2024/1252, визнає себе вразливим [19], і ця взаємна вразливість партнерів стає окремою категорією системного ризику, не описуваною в межах класичних теорій ризик-менеджменту. Кооперативна структура виробництва, властива саме машинобудуванню, означає, що відмова одного субпостачальника третього або четвертого тиру здатна зупинити фінальне складання, причому видимість ризиків за межами першого тиру у більшості компаній суттєво деградувала після 2022 року [20], що перетворює питання прозорості ланцюга на питання виживання, а не лише ефективності.

Якщо припустити, що ймовірність розриву пропорційна добутку геополітичної турбулентності на ступінь концентрації постачання, машинобудування України опинилося в зоні гранично високого ризику, оскільки концентрація для низки критичних позицій (високовольтних електродвигунів, прецизійних редукторів) історично сягала однієї-двох країн-постачальників, а геополітична турбулентність, очевидно, перебуває на історичному максимумі останніх десятиліть. Класична дилема ефективності та стійкості, яка в довоєнну добу схилялася на користь ефективності через тиск конкурентних ринків і вимогу мінімізації собівартості, у воєнних умовах розв'язується для машинобудування інакше: вартість простою фінального складання незрівнянно перевищує економію від single sourcing, що знімає попередню логіку і вимагає перебудови самих критеріїв стратегічного вибору. Видається обґрунтованим розглядати цю переоцінку не як тимчасове відступлення від оптимізаційних принципів, а як перехід до нової парадигми, у якій стійкість стає рівноправною з ефективністю, а в окремих секторах – пріоритетнішою, що становить суттєвий зсув у самій телеології промислової стратегії.



Перехід від теоретичних побудов до емпірики української війни вимагає докладного огляду того, як саме реалізувалися окреслені вище категорії розривів у практиці машинобудування, без чого концептуальні висновки залишилися б позбавленими ваги конкретного досвіду. Повномасштабна агресія Російської Федерації спричинила системний шок, який поєднав усі типи розривів одночасно, причому одночасність є ключовою характеристикою – саме вона унеможливила застосування звичних резервних схем, розрахованих на ізольовані події, і вимагала від менеджменту імпровізаційних рішень за відсутності готових моделей. Бойові дії пошкодили виробничі потужності насамперед у Харкові, Запоріжжі, Дніпропетровщині, Миколаївщині; за оцінками Національного інституту стратегічних досліджень, значна частина загроз економічній безпеці у 2022–2024 роках перейшла до критичної та помаранчевої зон через скорочення трудового потенціалу і фінансові обмеження [21]. Релокація стала вимушеним інструментом збереження потужностей: за програмами Міністерства економіки переміщено понад тисячу підприємств, проте машинобудівні комплекси з громіздким обладнанням переміщувалися фрагментарно, оскільки демонтаж важких верстатів технологічно тривалий, перевезення вимагає спеціалізованої техніки, а правовий режим релокації досі не врегульовано повноцінно [5], що породжує невизначеність майнових прав і інвестиційних рішень саме там, де визначеність є умовою будь-яких довгострокових зобов'язань.

Основні логістичні потоки перейшли на західний кордон, що породило колапс пропускної здатності пунктів пропуску, чергові блокади з боку польських перевізників і кратне зростання транспортних витрат, причому йдеться не про разові ускладнення, а про структурну зміну логістичної географії, наслідки якої виходять далеко за межі поточної воєнної ситуації. У дослідженнях фіксуються конкретні наслідки логістичних розривів: зростання трансакційних витрат,



вимивання обігових коштів, зниження конкурентоспроможності машинобудівної продукції на зовнішніх ринках [4], причому ці наслідки взаємно посилюються: дорожча логістика погіршує ціну, гірша ціна знижує обсяги, менші обсяги збільшують умовно-постійні витрати на одиницю, що замикає негативну петлю, з якої окреме підприємство не здатне вийти лише власними зусиллями. Мобілізація і зовнішня міграція спричинили кадровий розрив, який перетворився на структурну загрозу: машинобудування історично страждало від дефіциту висококваліфікованих верстатників і технологів – професій, що формуються роками практичного навчання, – а війна цей дефіцит загострила настільки, що в окремих сегментах він став обмежувальним фактором для самої можливості виконання замовлень [3], тобто перейшов із розряду економічних труднощів у розряд екзистенційних обмежень.

Емпіричні приклади ілюструють складність картини і виявляють, що джерела розривів далеко не завжди лежать поза межами підприємства, що змушує переосмислити саму межу між «зовнішніми» і «внутрішніми» загрозами. Кейс «Мотор Січ» демонструє, як виробничо-логістичну безпеку підриває не зовнішній розрив, а внутрішня колабораційна поведінка менеджменту: у 2022 році підприємство перейшло під управління Міноборони, що змінило всю модель управління [3] і поставило теоретичне питання про межі економічної безпеки як категорії – чи вона передбачає захист лише від зовнішніх загроз, чи охоплює й внутрішні чинники інституційної ненадійності, і відповідь на це питання значною мірою визначає всю архітектуру майбутньої безпекової політики. Кейс «Українських енергетичних машин» оголює іншу проблему – структуру власності з російським кінцевим бенефіціаром, яка потребувала примусового вилучення на користь держави, що виходить за межі класичної рамки економічної безпеки і апелює до питань суверенітету і національних інтересів, тобто до тих категорій, які лежать у підставі самого поняття безпеки.



Південмаш, верстатобудівні підприємства Полтавщини і Хмельниччини, оборонні заводи Укроборонпрому пройшли мобілізаційну реструктуризацію виробничих програм на користь дронів, артилерійських систем і ремонтної бази [22], що становить окрему теоретичну категорію – переорієнтацію виробничого потенціалу у відповідь на екзистенційну загрозу, яку умовно можна назвати мобілізаційною трансформацією. Наведені кейси засвідчують формування в Україні гібридної моделі: виробничо-логістична безпека дедалі більше залежить від поєднання ринкових і мобілізаційних інструментів, причому відсутність чіткого правового розмежування режимів сама стає джерелом ризику, оскільки правова невизначеність розхитує саму інституційну рамку, в якій ці інструменти мають діяти.

Емпіричний контекст набуває стратегічного сенсу лише в системі координат інституційно-правової рамки, оскільки правова норма виконує тут не декоративну, а конститутивну функцію – вона формує саму можливість тих чи інших управлінських рішень, окреслюючи поле допустимого і недопустимого. Українська рамка вибудовується довкола Стратегії економічної безпеки на період до 2025 року [23], Закону «Про критичну інфраструктуру» [24] і Закону «Про оборонні закупівлі» [25], кожен з яких репрезентує окремий аспект безпекової архітектури. Стратегія вводить категорії економічної стійкості та економічного суверенітету, встановлює критичні межі індикаторів виробничої, фінансової та зовнішньоекономічної безпеки, але робить це переважно на рівні принципів, без переведення в операційні стандарти, що залишає простір для управлінської інтерпретації – простір, який у спокійні часи був би продуктивним, а у воєнні породжує невизначеність. Закон №1882-IX визначає правовий режим об'єктів критичної інфраструктури і вимагає створення секторальних планів захисту, однак за два з лишком роки воєнної дії правова рамка не отримала достатньої деталізації для машинобудівної галузі, що породжує парадокс:



формально стратегічні підприємства захищені, фактично управлінського інструменту захисту не отримали. На практиці перелічені акти лише частково інтегрувалися у систему управління підприємством: машинобудівні підприємства навіть стратегічного значення не завжди отримують статус об'єкта критичної інфраструктури, а порядок реєстрації паспортів безпеки залишається обтяжливим, що утворює нормативну прогалину, в якій норма зобов'язує до управління, але не дає управлінського інструменту.

Європейський контур, на відміну від українського, демонструє квантифікований підхід, у якому правова норма безпосередньо переходить у параметри управлінського рішення, що становить істотну різницю двох регуляторних філософій. Регламент (ЄС) 2024/1252 встановлює бенчмарки до 2030 року: 10% видобутку, 40% переробки і 25% рециклінгу стратегічної сировини в межах ЄС, причому жодна третя країна не повинна забезпечувати понад 65% річної потреби [19], що задає чітку метрику для оцінки залежностей і робить безпеку обчислюваною величиною. Для українських виробників, що прагнуть інтегруватися в ЄС-ланцюги, виникає подвійний ефект: відкривається можливість стати кваліфікованим постачальником «друга-партнера», водночас CRMA встановлює вимоги ESG-сумісності, які українські виробники поки задовольняють частково, що породжує необхідність форсованої модернізації за параметрами, які ще декілька років тому виглядали факультативними. Європейський правовий дискурс уже піддав CRMA критичному обговоренню: низка експертів вказує на ризики надмірної політизації відбору стратегічних проєктів і слабкість механізмів примусу [18; 26], що засвідчує: навіть у європейській традиції правового регулювання сама регуляторна рамка перебуває в стані теоретичного осмислення і не може розглядатися як остаточно усталена, що додатково ускладнює орієнтацію українських акторів. Net-Zero Industry Act додає вимоги декарбонізації виробництва [27], що для енергоємного



машинобудування означає необхідність інвестицій у модернізацію, причому ці інвестиції конкурують за обмежений капітал з інвестиціями у безпекову модернізацію, утворюючи суперечність, яка потребує окремого політекономічного аналізу і не має очевидного розв'язку у звичайній логіці пріоритезації. Директива NIS2 уперше прямо охоплює виробничий сектор як важливих суб'єктів і вимагає системи кіберризик-менеджменту, інцидент-репортингу та оцінки безпеки ланцюга постачальників ІТ-компонентів [28], що інституціоналізує кібербезпеку як невід'ємну складову виробничо-логістичної безпеки, виводячи її з технічного допоміжного контуру у стратегічний. ASAP [29], EDIRPA [30] і новий EDIP, ухвалений у грудні 2025 року з бюджетом 1,5 млрд євро, з яких 300 млн призначені для Ukraine Support Instrument, формують фінансову інфраструктуру для інтеграції українського оборонно-промислового комплексу в європейський оборонно-промисловий ландшафт [31; 17], відкриваючи нові горизонти і водночас підпорядковуючи українське виробництво новим стандартам.

Корпоративний рівень управління безпекою спирається на тріаду стандартів ISO, які виконують функцію переходу від правової норми до операційної практики, забезпечуючи саме той зв'язок між регуляторним приписом і виробничою рутиною, без якого норма залишається декларативною. ISO 28000:2022 переорієнтовує управління безпекою ланцюга на ризик-орієнтовану модель PDCA з акцентом на захист персоналу, активів та інформаційних потоків [32], ISO 22301:2019 формалізує плани безперервності й відновлення бізнесу [33], ISO 31000:2018 встановлює рамковий підхід до ризик-менеджменту [34], і в сукупності ці три стандарти утворюють методологічну архітектуру, з якою має бути узгоджена практика будь-якого підприємства, що претендує на доступ до європейських ланцюгів. Інтеграція стандартів у практику українських машинобудівних підприємств обмежена, що ставить під сумнів



готовність до європейських ланцюгів і вимагає системних зусиль як на рівні держави, так і на рівні самих підприємств, причому йдеться не про формальне сертифікування, а про фактичну зміну управлінської культури, що завжди є складнішим і повільнішим процесом. Норма ISO у поєднанні з NIS2 формує конкретне управлінське рішення – створення посади Chief Security Officer і фактичне розширення фінансової функції на безпеку, що раніше було рідкістю в українському машинобудуванні, але стає неминучим у новому регуляторному просторі (рис. 2).

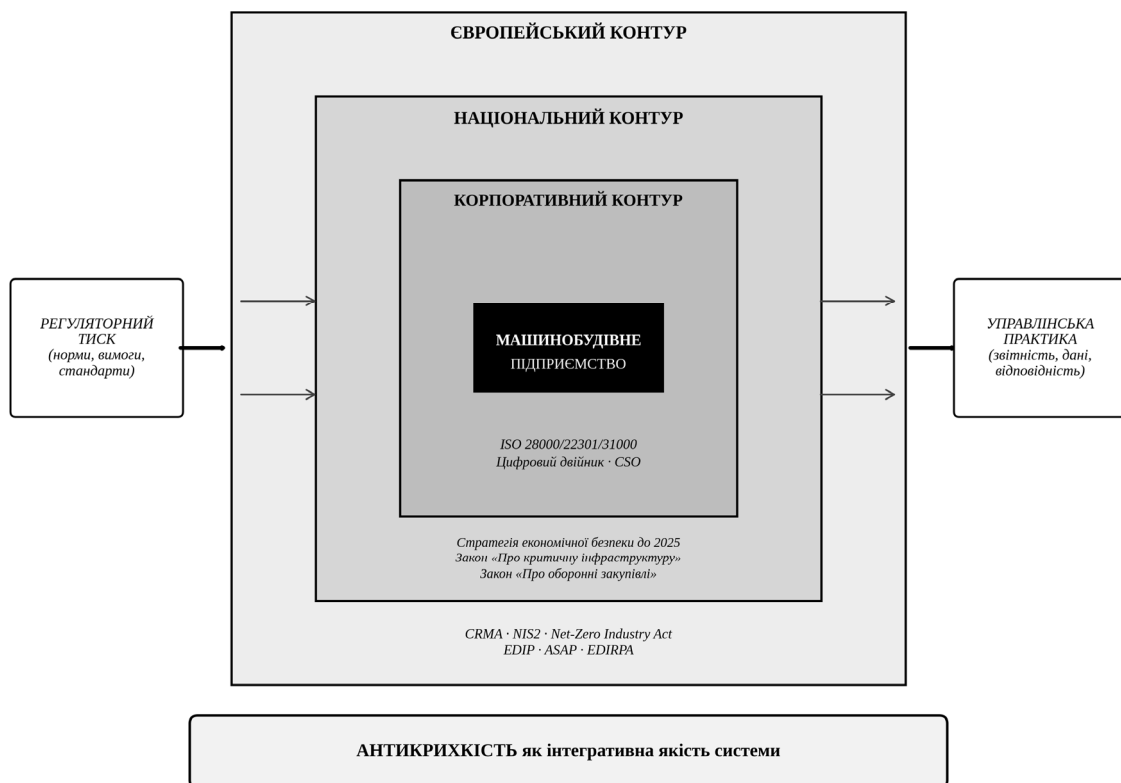


Рис. 2. Багаторівнева архітектура виробничо-логістичної безпеки
машинобудівного підприємства

Джерело: розроблено авторами

Інституційно-правова рамка задає вимоги до постачальників, проте її виконання неможливе без конкретного інструментарію стійкості, переходом до



якого доцільно завершити цю частину аналізу. Найдослідженішим серед стратегічних інструментів залишається диверсифікація постачальників, що, попри свою очевидність, виявляє низку нетривіальних рис при ближчому розгляді. Dual sourcing мінімізує ймовірність повного простою, водночас збільшує собівартість на 5–15% через втрату ефекту масштабу, що формує постійний конфлікт між безпековим і фінансовим контурами управління, який не має універсального розв'язку і потребує сценарної оцінки в кожному конкретному випадку. Multi-sourcing з трьома і більше постачальниками доцільний для критичних компонентів з високою вартістю простою, проте ускладнює якісний контроль і верифікацію відповідності, що особливо чутливо в оборонному машинобудуванні, де відхилення параметрів компонента може мати наслідки, далеко непропорційні розміру самого компонента. Географічна реконфігурація розгортається у формах nearshoring, friend-shoring і reshoring, причому квантифіковані дані 2015–2024 років підтверджують зростання саме політичного friend-shoring у відповідь на геополітичні шоки, тоді як суто економічний friend-shoring залишається непривабливим [14], – спостереження, яке ставить під питання саму ідею раціональності географічного розміщення виробництва в чисто економічних координатах і вимагає включення в аналіз політичних і безпекових змінних. Для українського машинобудування ця рамка має прикладне значення: інтеграція в європейські ланцюги – це фактично friend-shoring з боку ЄС, а для українських виробників – reverse nearshoring до європейського ринку, що додає аналітичності глибини банальній на перший погляд тезі про європейську інтеграцію.

Буферні запаси критичних компонентів – найдавніший інструмент управління розривами, який у новій нормальності перестає вважатися ознакою неефективності і відновлює свою стратегічну легітимність, втрачену в епоху панування ідеології just-in-time. Спільні закупівлі (joint purchasing) і стратегічні



резерви, передбачені CRMA, інституціоналізують цей підхід на рівні ЄС [19], що засвідчує визнання межі ефективності там, де ризики перевищують вигоди оптимізації. На рівні підприємства актуалізується перехід від моделі just-in-time до гібриду JIT з селективними буферами для матеріалів, де середньозважений строк постачання перевищує цикл виробництва – компромісного підходу, який намагається зберегти ефективність там, де це можливо, і ввести стійкість там, де це необхідно, причому саме мистецтво цього розрізнення стає окремою управлінською компетенцією, попит на яку зростає експоненційно. Цифрові двійники ланцюгів постачання і предиктивна аналітика на основі машинного навчання забезпечують моніторинг розривів у реальному часі та сценарне планування, проте їхня роль у системі управління не повинна перебільшуватися, інакше технологічний інструмент перетворюється на джерело хибної впевненості, що небезпечніше за повну її відсутність. Дослідження 2025 року, проведене для пластмасового виробничого ланцюга, демонструє, що SCDT-моделі дозволяють кількісно оцінювати стійкість за множинних коротко- і довготермінових збурень, проте обмежено ефективні при одночасному накладанні криз [15] – обмеження, яке варто розуміти як вказівку на принципову складність моделювання комбінованих ризиків, а не як суто технічну ваду інструмента. Цифровий двійник посилює прийняття рішень, але не замінює їх; якість моделі дорівнює якості даних, а помилки інпуту відтворюються у вихідних рекомендаціях [35], що повертає управлінську відповідальність туди, де вона історично була – на людську інстанцію, озброєну тепер новим інструментом. Блокчейн-трасування забезпечує верифікацію походження компонентів, що особливо цінно для виконання EU-content rules у EDIP (мінімум 65% компонентів з ЄС або асоційованих країн) [31], і саме тут технологічна інновація прямо обслуговує регуляторну вимогу. Вертикальна інтеграція як відповідь на хронічні розриви економічно виправдана лише для критичних компонентів з



високою специфічністю активу; для решти випадків трансакційні витрати власного виробництва перевищують вигоди від контролю [36], що утворює принцип селективної, а не суцільної інтеграції.

Зіставлення інструментів за критерієм витратності та ефективності дозволяє сформулювати робочу гіпотезу, яка має не лише академічне, але й практичне значення: для українського машинобудування 2026–2030 років максимальний синергетичний ефект дає не один інструмент, а пакет, побудований за принципом портфельного хеджування ризиків – буфер на критичну сировину, dual sourcing на компоненти середньої критичності, цифровий двійник для оперативного управління, страхування і державні гарантії для покриття катастрофічних ризиків. Антикрихість як стратегічна мета досяжна не через окремий технологічний інструмент, а через здатність підприємства інституціоналізувати навчання на шоках – формувати пам'ять про розриви і закладати її у проєктні рішення наступного циклу [11; 13], що зміщує акцент з технічної оптимізації на організаційну культуру і відкриває новий, антропологічний за своєю суттю, вимір управління безпекою.

Стратегічна траєкторія українського машинобудування виходить за межі окремих інструментів і веде до інтеграції в європейські ланцюги постачання, яка перетворюється з абстрактного гасла на квантифіковану програму дій із конкретними дедлайнами, бюджетами і метриками. Повоєнна архітектура виробничо-логістичної безпеки формуватиметься під впливом European Defence Industrial Strategy і пакета EDIP, причому Ukraine Support Instrument з бюджетом 300 млн євро, спрямований на модернізацію українського оборонно-промислового комплексу і його інтеграцію в європейську оборонно-технологічну та промислову базу, створює перший інституціоналізований канал спільного виробництва [31; 16], що задає прецедент для всього подальшого співробітництва. Ринкова логіка кардинально змінюється: український виробник



вступає в ланцюги, де домінують вимоги взаємосумісності за стандартами НАТО STANAG, EU-content rules і сертифікація за ISO 9001/AS 9100 для аерокосмічної галузі, причому ці вимоги перестають бути зовнішніми обмеженнями і перетворюються на внутрішні параметри виробничого процесу. Локалізація виробництва компонентів для ЄС (насамперед боєприпасів, безпілотників, систем РЕБ, бронетехніки і компонентів електроенергетичного машинобудування) стає реалістичним сценарієм, якщо припустити збереження європейського попиту на рівні нової нормальності оборонних видатків 2–3% ВВП, і саме на цій гіпотезі ґрунтується більшість поточних інвестиційних рішень, що робить її критично важливою для оцінки сценарних ризиків.

Спільні підприємства з європейськими оборонними концернами (Rheinmetall, KNDS, Saab, BAE Systems) уже формуються; у цивільному сегменті аналогічна динаміка спостерігається в енергетичному машинобудуванні через зв'язок з відновленням української енергетичної інфраструктури, що утворює подвійний канал інтеграції – оборонний і цивільний, кожен зі своєю логікою і своїми темпами. ESG-вимоги, продиктовані Net-Zero Industry Act [27] і Регламентом про CBAM, перетворюються з декларативного бар'єру на квантифікований показник: карбоновий слід продукції стає частиною цінової формули, і саме це переведення нефінансового параметра у фінансовий є тим механізмом, через який політика декарбонізації входить у щоденну виробничу логіку, без чого вона залишалася б благим побажанням. Технологічна модернізація під стандарти ЄС вимагатиме значних капіталовкладень, оцінюваних експертно у десятки мільярдів євро для машинобудівного сектору, що актуалізує питання інструментів фінансування (Ukraine Facility, ЄІБ, ЄБРР, SAFE, EDIP), причому архітектура цього фінансування саме зараз перебуває у фазі активного формування і її майбутні контури значною мірою визначатимуть швидкість і глибину української модернізації. Європейські практики підвищення



гнучкості ланцюгів постачання, описані у новітніх дослідженнях [7], можуть бути адаптовані до українських реалій з урахуванням специфіки воєнного контексту і кадрового дефіциту, тобто не як механічне перенесення, а як концептуальна адаптація з істотним переосмисленням, оскільки сама ідея гнучкості в умовах війни набуває іншого змісту, ніж у мирних обставинах.

Архітектура виробничо-логістичної безпеки на горизонті 2026–2030 років зазнає глибоких структурних змін, контури яких уже можна окреслити з достатньою впевненістю. Передусім фокус перенесеться з відновлення довоєнної конфігурації на побудову нової промислової бази, інтегрованої з ЄС, проте такої, що зберігає українське виробниче ядро, оскільки повне розчинення в європейських ланцюгах суперечило б самій ідеї національної економічної безпеки і повторило б ризики, від яких сьогодні намагається захиститися сам ЄС. Цифрові двійники інституціоналізуються як інфраструктура управління ризиками на рівні галузі, а не окремого підприємства, що відображає усвідомлення межі індивідуальних можливостей у системі, де ризики є мережевими за своєю природою і не редукуються до суми ризиків окремих учасників. Кібербезпека стане обов'язковою умовою доступу до європейських ланцюгів через NIS2 [28], тобто перетвориться з опціонального активу на конститутивну вимогу, без виконання якої будь-яке інше виконання вимог буде безпідставним. Однорівнева модель економічної безпеки поступиться багаторівневій, у якій національний, корпоративний і європейський контури взаємно посилюватимуться, а не конкуруватимуть за роль головної інстанції захисту, що становить істотний концептуальний зсув у самому розумінні безпеки як феномена. Нарешті, сформується внутрішній виробничий ринок критичних компонентів за участі держави як гаранта попиту, що адаптуватиме український досвід до практик функціонування ланцюгів постачання за умов воєнного стану [6], і саме цей внутрішній ринок стане підвалиною стійкості, без якої будь-яка



інтеграція в зовнішні ланцюги залишатиметься надто крихкою для довгострокової стратегічної опори.

Висновки

Проведений аналіз дозволяє стверджувати, що виробничо-логістична безпека машинобудівних підприємств України виходить за межі класичних рамок економічної безпеки і потребує тлумачення як інтегративної категорії, що поєднує безперервність матеріального потоку, захищеність технологічних процесів і збереження виробничого потенціалу, оскільки лише така інтегральна оптика здатна адекватно описати реальність, з якою стикається українська промисловість. Запропонована тривимірна типологія розривів за джерелом, тривалістю і глибиною дозволяє ідентифікувати найвразливіші вузли машинобудування (довгі цикли, імпортозалежність, кооперативність), і саме ці характеристики, які в довоєнну добу виглядали ознаками технологічної зрілості, в нинішньому контексті виявилися чинниками вразливості, що вимагає перегляду самої моделі індустріального успіху. Українська інституційно-правова рамка має концептуальну повноту, проте страждає на низьку інтегрованість з європейською: норми Стратегії економічної безпеки і Закону про критичну інфраструктуру слабо конвертуються в управлінські рішення на рівні підприємства, тоді як акти ЄС уже формують квантифіковані вимоги, що ставить українське машинобудування перед необхідністю одночасно адаптуватися до двох регуляторних контурів – національного, який ще тільки розгортається, і європейського, який вже діє з повною силою.

Виходячи з проведеного аналізу, можна окреслити пріоритетні напрями, які видаються виправданими для горизонту найближчого десятиліття. Йдеться про перехід від реактивного управління шоками до проактивної антикрихкості через інституціоналізацію навчання, оскільки саме здатність системи системно нарощувати компетенції у відповідь на кризи відрізняє антикрихку систему від



просто стійкої, та про пакетне впровадження інструментів стійкості замість пошуку універсального рішення, бо жоден окремо взятий інструмент не покриває весь спектр ризиків машинобудівної галузі. Обов'язкове сертифікування стратегічних підприємств за міжнародними стандартами безпеки має стати умовою доступу до європейських ланцюгів, а державна підтримка цифрових двійників на галузевому рівні – інструментом подолання індивідуальних обмежень окремих підприємств, оскільки інфраструктура цифрового моделювання за своєю природою є мережевою і вимагає координованого, а не атомарного, підходу. Правове оформлення режиму релокації як інструменту виробничо-логістичної безпеки залишається невідкладним завданням, оскільки правова невизначеність сама породжує ризики, не менш серйозні, ніж фізичні загрози.

Авторська позиція, яку дозволяє сформулювати проведений аналіз, полягає у тому, що для українського машинобудування антикрихкість досяжна не як технологічна, а як інституційно-управлінська якість – спроможність системи системно нарощувати компетенції у кожному циклі реагування на розрив, тобто перетворювати шок із загрози на джерело розвитку, що становить найвищий рівень безпекової зрілості. У горизонті 2026–2030 років саме ця спроможність визначатиме, чи стане Україна повноправним учасником європейського промислового простору, чи залишиться його сировинною і людською периферією, і саме від того, чи зможе українська промислова політика перейти від реактивних дій до системного інституційного будівництва, залежатиме розв'язання цієї історичної дилеми.

Список використаних джерел



1. Халіна О., Сидоренко Я. Соціально-економічна безпека підприємства як основа національної безпеки в умовах воєнних та структурних трансформацій економіки. *Економіка та суспільство*. 2026. Вип. 85. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2026-85-186>.
2. Логістична безпека підприємства: теоретичні підходи та інструменти забезпечення. *Наукові записки Львівського університету бізнесу та права. Серія економічна. Серія юридична*. 2022. Вип. 35. URL: <https://nzlubp.org.ua/index.php/journal/article/download/641/588>.
3. Файфер С. М., Марценюк Л. В. Економічна безпека бізнесу в умовах війни: виклики, стратегії адаптації та шляхи розвитку. *Управління проєктами. Перспективи розвитку проєктного та нейроменеджменту*. 2024. URL: <https://crust.ust.edu.ua/items/a794c1b8-f725-40d5-932b-4b65d3273d83>.
4. Беш В. Структурні дисфункції ланцюгів поставок у машинобудівному комплексі України. *Сталий розвиток економіки*. 2026. № 2 (59). С. 340–345. URL: <https://economdevelopment.in.ua/index.php/journal/article/view/1869>.
5. Кутко Т. Управління ланцюгами постачання в умовах релокації: цифрові рішення та механізми стійкості. *Економіка та суспільство*. 2025. № 78. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-78-142>.
6. Адаптація ланцюгів постачання до викликів воєнного стану. *Товари і ринки*. 2023. № 1. С. 4–17. URL: <https://www.researchgate.net/publication/369521057>.
7. Стратегії підвищення гнучкості ланцюгів постачання: практики європейських компаній. *Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління*. 2024. № 16. URL: https://reicst.com.ua/pmt/issue/view/issue_16_2024.
8. Ivanov D., Dolgui A. Viability of Intertwined Supply Networks: Extending the Supply Chain Resilience Angles Towards Survivability. *International Journal of Production Research*. 2020. Vol. 58, № 10. P. 2904–2915. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1750727>.



9. Dolgui A., Ivanov D. Ripple effect and supply chain disruption management: new trends and research directions. *International Journal of Production Research*. 2021. Vol. 59, № 1. P. 102–109. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1840148>.
10. Hosseini S., Ivanov D., Dolgui A. Ripple Effect Modeling of Supplier Disruption: Integrated Markov Chain and Dynamic Bayesian Network Approach. *International Journal of Production Research*. 2020. Vol. 58, № 11. P. 3284–3303. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1661538>.
11. Nikookar E., Varsei M., Wieland A. Gaining from disorder: Making the case for antifragility in purchasing and supply chain management. *Journal of Purchasing and Supply Management*. 2021. Vol. 27, № 3. Article 100699. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2021.100699>.
12. Nikookar E., Stevenson M., Varsei M. Building an antifragile supply chain: A capability blueprint for resilience and post-disruption growth. *Journal of Supply Chain Management*. 2024. Vol. 60, № 1. P. 13–31. DOI: <https://doi.org/10.1111/jscm.12313>.
13. Davari M. D. et al. Toward Antifragile Manufacturing: Concepts from Nature and Complex Human-Made Systems to Gain from Stressors and Volatility. *Production at the Leading Edge of Technology. WGP 2023*. Springer, 2024. P. 154–164. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-54700-3_16.
14. Ando M., Hayakawa K., Kimura F., Mukunoki H. Friend-shoring, near-shoring, and reshoring in factories America, Asia, and Europe amid rising geopolitical tensions. *European Journal of Political Economy*. 2026. Vol. 93. Article 102804. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejpoleco.2025.102804>.
15. Malekzadeh M., Torabi S. A., Sheikhalishahi M. A supply chain digital twin for resilience analysis under immediate and long-term disruptions: a case study in plastic parts' manufacturing. *International Journal of Production Research*. 2025. Vol. 63, № 24. P. 10445–10467. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2025.2551243>.



16. Genini D. Restructuring the EU's defence industrial base amid geopolitical shifts. *Maastricht Journal of European and Comparative Law*. 2025. Vol. 32, No. 5-6. P. 530–551. DOI: <https://doi.org/10.1177/1023263X251394132>.
17. Andersson J. J., Britz M. The European Union's role in European defence industry policy. *Defence Studies*. 2025. Vol. 25, No. 2. P. 322–341. DOI: <https://doi.org/10.1080/14702436.2025.2472694>.
18. The European Union's Critical Raw Materials Act: How Effective in Addressing Supply Chains Risks? *CELIS Institute Blog*. 2024. URL: <https://www.celis.institute/celis-blog/the-european-unions-critical-raw-materials-act-how-effective-in-addressing-supply-chains-risks/>.
19. Regulation (EU) 2024/1252 of the European Parliament and of the Council of 11 April 2024 establishing a framework for ensuring a secure and sustainable supply of critical raw materials (Critical Raw Materials Act). *Official Journal of the European Union*. OJ L, 2024/1252, 3.5.2024. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1252/oj>.
20. Decoding disruption to reshape manufacturing footprints. McKinsey & Company, 2025. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/decoding-disruption-to-reshape-manufacturing-footprints>.
21. Економічна безпека України в умовах довготривалої війни: експертно-аналітична доповідь. Київ: НІСД, 2024. URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2024-05/ad_ekonombezpeka_2024_220524.pdf.
22. Тренди машинобудування України у 2021–2024 роках. *Металобробка*. 2025. № 1. URL: <https://www.informdom.com/metalloobrabotka/2025/1/trendi-mashinobuduvannya-ukrayni-u-2021-2024-rokah.html>.
23. Про Стратегію економічної безпеки України на період до 2025 року: Указ Президента України від 11 серп. 2021 р. № 347/2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/347/2021>.



24. Про критичну інфраструктуру: Закон України від 16 листоп. 2021 р. № 1882-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1882-20>.
25. Про оборонні закупівлі: Закон України від 17 лип. 2020 р. № 808-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/808-20>.
26. Implementing the EU's Critical Raw Materials Act: EPRS Briefing. European Parliament, 2024. URL: <https://epthinktank.eu/2024/11/20/implementing-the-eus-critical-raw-materials-act/>.
27. Regulation (EU) 2024/1735 on establishing a framework of measures for strengthening Europe's net-zero technology manufacturing ecosystem (Net-Zero Industry Act). URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1735/oj>.
28. Directive (EU) 2022/2555 of the European Parliament and of the Council of 14 December 2022 on measures for a high common level of cybersecurity across the Union (NIS2 Directive). *Official Journal of the European Union*. OJ L 333, 27.12.2022. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2022/2555/oj>.
29. Regulation (EU) 2023/1525 of 20 July 2023 on supporting ammunition production (ASAP). URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1525/oj>.
30. Regulation (EU) 2023/2418 of 18 October 2023 on establishing an instrument for the reinforcement of the European defence industry through common procurement (EDIRPA). URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/2418/oj>.
31. European Defence Industry Programme (EDIP): Regulation of the European Parliament and of the Council, adopted 8 December 2025. URL: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2025/12/08/european-defence-industry-programme-council-gives-final-approval/>.
32. ISO 28000:2022 Security and resilience – Security management systems – Requirements. Geneva: ISO, 2022.
33. ISO 22301:2019 Security and resilience – Business continuity management systems – Requirements. Geneva: ISO, 2019.



34. ISO 31000:2018 Risk management – Guidelines. Geneva: ISO, 2018.
35. Digital twins: The key to unlocking end-to-end supply chain growth. McKinsey & Company, 2024. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/digital-twins-the-key-to-unlocking-end-to-end-supply-chain-growth>.
36. Supply chain resilience amid global disruptions. Deloitte Insights, 2024. URL: <https://www.deloitte.com/us/en/insights/industry/manufacturing-industrial-products/global-supply-chain-resilience-amid-disruptions.html>.