

УДК 658.5:658.7:339.5

Швець Федір Дмитрович

*кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри менеджменту та публічного
врядування*

*Національний університет водного
господарства та природокористування*
ORCID: 0000-0001-9163-142X

Савицька Ольга Володимирівна

*кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри менеджменту та публічного
врядування*

*Національний університет водного
господарства та природокористування*
ORCID: 0000-0002-5806-7473

DOI: <https://doi.org/10.25313/3083-7782-2026-6-08>

МЕТОДОЛОГІЯ АДАПТИВНОГО РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ВИРОБНИЧОЇ ЛОГІСТИКИ В ЗЕД

Анотація. Вступ. Масштабна інтеграція національних виробничих комплексів у глобальні ланцюги гідної вартості потребує від суб'єктів господарювання високої гнучкості внутрішнього операційного середовища. Проведення зовнішньоекономічної діяльності (ЗЕД) супроводжується жорсткими вимогами до просторово-часової синхронізації матеріальних, інформаційних та фінансових потоків. Оскільки параметри міжнародного ринку характеризуються високим рівнем невизначеності через постійні коливання фрахтових ставок, зміни митних регламентів і трансформацію транскордонних маршрутів, традиційні статичні підходи до управління внутрішньо-виробничими логістичними циклами втрачають свою дієвість. Постає системна науково-практична суперечність: внутрішні технологічні структури підприємств залишаються жорстко детермінованими, тоді як макроекономічні чинники ЗЕД потребують високої динаміки та адаптивності. Наявні дослідження переважно розглядають виробничу логістику та інструменти ЗЕД як автономні підсистеми, що створює методологічний вакуум. Виникає об'єктивна необхідність у формуванні цілісної методології розвитку технологічних систем виробничої логістики, спроможних забезпечити операційну стійкість підприємств перед викликами глобального ринку.

Мета. Метою дослідження є теоретичне обґрунтування та розроблення цілісної методології розвитку технологічних систем виробничої логістики суб'єктів ЗЕД, спрямованої на подолання десинхронізації потоків, формування гнучких модульних структур в умовах макроекономічних обмежень, а також на визначення та моделювання їхнього адаптаційного потенціалу для забезпечення операційної стійкості підприємств.

Матеріали і методи. Інформаційною базою дослідження є: 1) нормативно-правове забезпечення, міжнародні стандарти, митні регламенти і тарифні обмеження щодо регулювання ЗЕД та транскордонних логістичних потоків; 2) праці вітчизняних та зарубіжних науковців у царині менеджменту, виробничої логістики, теорії систем та міжнародних економічних відносин з питань оптимізації технологічних систем й управління ланцюгами постачання в умовах ЗЕД.

У процесі дослідження було використано такі наукові методи: теоретичного узагальнення та групування (для характеристики складових технологічних систем, функцій логістики та визначення структури логістичних витрат); формалізації, аналізу та синтезу (для побудови схеми взаємодії та формування інформаційно-матеріальних потоків між внутрішніми циклами й зовнішніми логістичними структурами); математичного моделювання (для розроблення мультиплікативної моделі визначення адаптаційного потенціалу); логічного узагальнення результатів (для обґрунтування концептуальних положень методології та формування остаточних висновків).



Copyright © The Author(s).

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Результати. У науковій статті сформульовано базові методологічні принципи розвитку технологічних систем виробничої логістики суб'єктів ЗЕД, до яких віднесено принципи гнучкості модулів, превентивного резервування та наскрізної цифрової інтеграції. Обґрунтовано мультиплікативну модель визначення адаптаційного потенціалу технологічної системи на основі середнього геометричного показників технологічної гнучкості, логістичної синхронності та операційної стійкості до дестабілізаційних чинників, що дає змогу виявляти ефект «вузького місця». Розроблено класифікаційну матрицю стратегічних інструментів адаптації, диференційовану за векторами ЗЕД. Для проактивного експортного вектора розкрито сутність концепції «Late Customization», яка передбачає серійне виробництво продукції з її фінальною модифікацією та пакуванням на прикордонних хабах, що забезпечує ефект масштабу й скорочує час реагування на замовлення іноземного контрагента. Для захисної системи імпорتنих постачань обґрунтовано концепцію «Just-in-Case», яка завдяки формуванню пулу постачальників-дублерів та розрахунку динамічних безпекових резервів гарантує безперебійну роботу виробничих цехів в умовах митно-тарифних або логістичних обмежень на кордоні.

Перспективи. У подальших наукових дослідженнях пропонується зосередити увагу на практичній апробації розробленої мультиплікативної моделі на прикладі промислових підприємств різних галузей, а також на проектуванні алгоритмів штучного інтелекту для динамічного перерахунку безпекових резервів у режимі реального часу залежно від інтенсивності затримок вантажопотоків на митних пунктах пропуску.

Ключові слова: виробнича логістика, зовнішньоекономічна діяльність, технологічна система, адаптаційний потенціал, десинхронізація потоків, Late Customization, Just-in-Case.

Постановка проблеми. В умовах динамічної інтеграції національних виробничих систем у глобальні ланцюги доданої вартості спроможність підприємств ефективно функціонувати на зовнішніх ринках безпосередньо залежить від гнучкості їхнього внутрішнього середовища. ЗЕД висуває жорсткі вимоги до просторово-часової синхронізації матеріальних, інформаційних та фінансових потоків. Оскільки параметри міжнародного ринку постійно змінюються, традиційні підходи до управління внутрішньовиробничими процесами втрачають свою дієвість.

На перший план виступає проблема наростання розриву на системному рівні: внутрішні технологічні структури підприємств залишаються статичними, тоді як макроекономічні інструменти ЗЕД вимагають високої динаміки. Сучасна виробнича логістика суб'єктів ЗЕД стикається з високим рівнем невизначеності (зміни митних регламентів, коливання фрахтових ставок, трансформації логістичних маршрутів). Наявні технологічні системи найчастіше спроектовані як локальні структури й не мають інструментів адаптації до непередбачуваних трансформацій зовнішнього середовища.

Ситуація ускладнюється відсутністю цілісної методології розвитку таких систем. Існуючі наукові підходи переважно розглядають виробничу логістику та ЗЕД як дві окремі підсистеми, що керуються автономно. Як наслідок, виникає методологічний вакуум: підприємства не мають системного інструментарію та моделей для трансформації своїх технологічних ліній і логістичних циклів під специфіку митних, тарифних та сертифікаційних бар'єрів міжнародної торгівлі.

Трансформація виробничо-логістичних процесів у межах ЗЕД досі має фрагментарний, ситуативний характер. Потребує теоретичного обґрунтування та практичного розроблення нової методології, яка дозволить розглядати технологічні системи виробництва та логістику ЗЕД як єдиний еволюційний комплекс, здатний до самоорганізації та стратегічного розвитку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Фундаментальні теоретичні засади дослідження сутності та еволюції технологічних систем, а також концептуальні основи логістичного управління закладено в працях багатьох вітчизняних та іноземних учених. Зокрема, питання інтеграції виробничої логістики в систему глобальних ланцюгів постачання активно досліджували такі відомі іноземні науковці, як М. Крістофер [1], Д. Вауерсокс, Д. Клосс [2], а також провідні українські фахівці: Є. Крикавський [3], Н. Чухрай, Р. Патора [4], О. Тридід [5]. Їхні праці сформували розуміння логістики як наскрізного процесу оптимізації потоків. Проблематика формування гнучких виробництв і технологічних комплексів на засадах системного аналізу висвітлюється у широкому спектрі джерел: від класичної загальної теорії систем Л. фон Берталанфі до сучасних концепцій технологічного менеджменту. Особливості функціонування підприємств в умовах ЗЕД, управління ризиками міжнародної торгівлі та адаптація до вимог світових ринків розкриті в працях таких науковців, як Т. Орехова [6], О. Швиданенко [7], А. Поручник, Т. Кулаковський [8] та інші. Водночас, попри значну кількість основоположних праць, більшість авторів розглядають ці напрями ізольовано: логісти розробляють маршрути поставок, технологи — внутрішньозаводські цикли, а фахівці із ЗЕД — митні та контрактні процедури.

Метою статті є теоретичне обґрунтування та розроблення цілісної методології розвитку технологічних систем виробничої логістики суб'єктів ЗЕД, яка спрямована на подолання десинхронізації потоків, формування гнучких структур в умовах обмежень і моделювання їхнього адаптаційного потенціалу для забезпечення стійкості підприємств до дестабілізаційних чинників глобального ринку.

Матеріали і методи. Матеріалами дослідження є: 1) нормативно-правове забезпечення, міжнародні стандарти, митні регламенти і тарифні обмеження щодо регулювання ЗЕД та транскордонних логістичних потоків суб'єктів господарювання; 2) праці вітчизняних та зарубіжних авторів, що провадять свої науково-практичні дослідження у царині менеджменту, виробничої логістики, теорії систем та міжнародних економічних відносин, зокрема щодо оптимізації технологічних систем та управління ланцюгами постачання в умовах ЗЕД.

В процесі здійснення дослідження було використано наступні наукові методи: теоретичного узагальнення та групування (для характеристики складових технологічних систем та функцій виробничої логістики як об'єкта системного аналізу, а також визначення складу і структури логістичних витрат підприємства для цілей стратегічного планування ЗЕД); формалізації, аналізу та синтезу (для побудови схеми взаємодії та формування інформаційно-матеріальних потоків між внутрішньовиробничими циклами та зовнішніми логістичними структурами у фінансово-господарській системі підприємства-суб'єкта ЗЕД); логічного узагальнення результатів (для обґрунтування концептуальних положень методології розвитку та формування підсумкових висновків дослідження).

Виклад основного матеріалу. В умовах глобалізації архітектура виробничо-логістичного комплексу підприємства втрачає свою операційну ізольованість. Технологічна система (як сукупність засобів виробництва, процесів та персоналу) безпосередньо стикається з макроекономічними чинниками ЗЕД (табл. 1).

Таблиця 1

Класифікація макроекономічних чинників ЗЕД

Група чинників ЗЕД	Складові елементи впливу	Характер десинхронізації технологічної системи
1. Інституційно-регуляторні	Митно-тарифне регулювання, квотування, сертифікація ISO/CE, екологічні стандарти	Спричинення вимушених технологічних зупинок через тривале очікування дозвільних документів на кордоні
2. Кон'юнктурні	Волатильність фрахтових ставок, коливання валютних курсів, стрибки попиту	Порушення ритмічності завантаження потужностей, змушує екстрено змінювати обсяги виробничих партій та переглядати графіки відвантажень
3. Геоекономічні	Трансформація транспортних коридорів, затори на прикордонних переходах	Збільшення часу логістичного циклу руйнує концепцію постачання (Just-in-Time) «точно в строк»

Джерело: розроблено авторами на основі [1; 6]

Точками десинхронізації потоків виступають стики «внутрішнього такту виробництва» та «зовнішнього такту поставок». Якщо внутрішнє середовище прагне до стабільності (мінімізація переналаштувань обладнання, сталі партії випуску), то зовнішнє — вимагає високої динамічності та миттєвої адаптації до вимог іноземного контрагента або затримок на митниці.

Характеристику складових логістичного процесу та функцій управління витратами технологічних систем як об'єкта обліково-аналітичного супроводження ЗЕД наведено на рис. 1.

Традиційна методологія логістики базується на мінімізації локальних витрат, тоді як розвиток систем у межах ЗЕД вимагає переходу до принципів еволюційної адаптивності та динамічної стійкості. Відповідно до цього обґрунтовано такі базові методологічні принципи:

1. Принцип гнучкості модулів, передбачає, що технологічні лінії та логістичні ланцюги мають формуватися за блочно-модульним типом. Це дозволяє миттєво переорієнтувати виробництво з одного стандарту на інший без капітальної зупинки процесів.

2. Принцип превентивного резервування передбачає створення динамічних резервів (інформаційних, матеріальних, часових), розрахованих не за статичними нормами, а на основі математичного моделювання ризиків зриву поставок на кордоні.

3. Принцип цифрової інтеграції передбачає об'єднання системи планування ресурсів підприємства з міжнародними системами відстеження вантажів (наприклад, супутниковим моніторингом фрахту) для отримання випереджальних сигналів про відхилення у ланцюгу постачань.

Для оцінки готовності підприємства до викликів ЗЕД запропоновано інтегральну модель визначення адаптаційного потенціалу технологічної системи ($АП_{tex}$). Розрахунок інтегрального показника здійснюється на основі мультиплікативної моделі зведення показників (через середнє геометричне), що дозволяє врахувати критичний вплив кожного окремого чинника на систему загалом (формула 1):

$$АП_{tex} = \sqrt[3]{I_{f(tex)} \cdot I_{лог.синхрон.} \cdot I_{ризик}} \quad (1)$$

де: $I_{f(tex)}$ — індекс технологічної гнучкості (здатність ліній змінювати номенклатуру продукції під вимоги експорту);

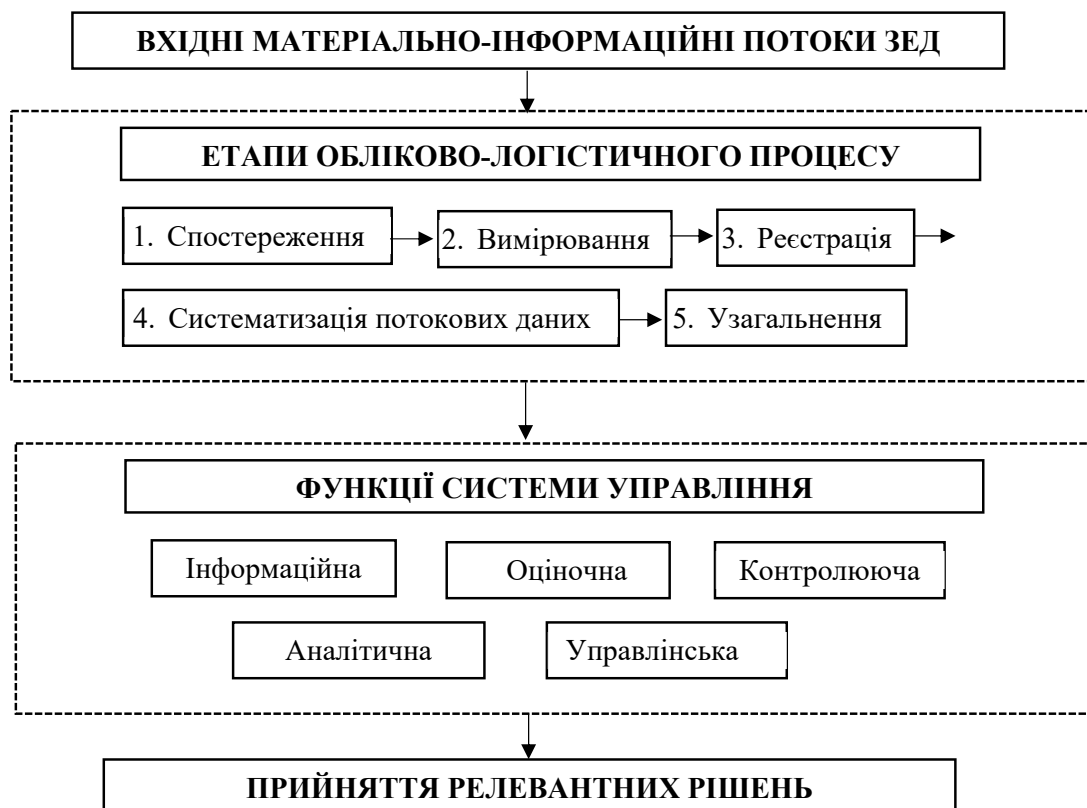


Рис. 1. Етапи та функції обліково-аналітичного супроводження матеріально-інформаційних потоків у ЗЕД

Джерело: узагальнено авторами на основі [9; 10; 11]

$I_{\text{лог.синхрон.}}$ — індекс логістичної синхронності (ступінь координації складських запасів із графіком подання транспортних засобів під митне оформлення);

$I_{\text{ризик}}$ — індекс міцності до дестабілізаційних чинників (фінансова та ресурсна спроможність системи утримувати темп роботи в разі затримок імпорتنих поставок сировини).

Якщо показник адаптаційного потенціалу технологічної системи перебуває в критичній зоні ($АП_{\text{тех}} < 0,50$), то система потребує негайної методологічної трансформації, оскільки будь-яка макроекономічна криза призведе до зриву експортних контрактів. Відтак головним вектором таких змін має стати перехід від детермінованих виробничих циклів до динамічних блочно-модульних структур, що забезпечить диверсифікацію ризиків та збереження операційної стійкості підприємства за умов митно-тарифних або логістичних обмежень.

Практичне застосування розробленої методології розвитку технологічних систем виробничої логістики потребує впровадження конкретного інструментарію, диференційованого за векторами ЗЕД підприємства. Для візуалізації стратегічних інструментів адаптації — зокрема концепцій «Late Customization» (відтермінування фінальної модифікації продукту під вимоги конкретного ринку) та «Just-in-Case» (формування

Таблиця 2

Класифікація стратегічних інструментів адаптації технологічних систем суб'єктів ЗЕД

Напрямок адаптації	Базовий інструмент	Сутність логістичного маневру	Ефект для технологічної системи підприємства
Експортний вектор (проактивний)	Концепція «Late Customization» (відкладена адаптація)	Серійне виробництво базового напівфабрикату з його наступною фінальною модифікацією та пакуванням під стандарти конкретної країни безпосередньо на прикордонному хабі	Зниження собівартості продукції завдяки ефекту масштабу; скорочення тривалості виконання замовлення іноземного контрагента з кількох тижнів до кількох днів
Імпортний вектор (захисний)	Концепція «Just-in-Case» (на випадок ризику)	Відмова від концепції нульових запасів з формуванням пулу диверсифікованих постачальників-дублерів та розрахунком динамічних резервів	Забезпечення безперебійної роботи виробничих цехів навіть у разі повної блокади або тривалого митного огляду в основному логістичному каналі

Джерело: розроблено авторами на основі [2]

превентивних матеріальних резервів і диверсифікація постачальників) — а також для типізації їхнього впливу на технологічну систему, розроблено класифікаційну матрицю (табл. 2).

Представлені в таблиці 2 інструменти дозволяють нівелювати десинхронізацію потоків на макро- та мікрорівнях. Зокрема, проактивний експортний вектор у формі «*Late Customization*» мінімізує ризики технологічної негнучкості, що дає змогу підприємству зберігати високі темпи серійного виробництва без ризику накопичення готової продукції, яка може виявитися неліквідною на конкретному географічному ринку. Натомість захисний інструментарій «*Just-in-Case*» формує високу стійкість системи до дестабілізаційних чинників, трансформуючи класичну логістичну концепцію «*Just-in-Time*» («точно в строк»), яка є надто вразливою в умовах сучасних митно-тарифних обмежень та затримок на пунктах пропуску, у систему динамічних безпекових резервів.

Висновки і перспективи подальших досліджень. У результаті проведеного дослідження сформульовано теоретико-методологічні узагальнення та практичні рекомендації щодо розвитку технологічних систем виробничої логістики суб'єктів ЗЕД в умовах деструктивного впливу чинників макросередовища, які спричиняють десинхронізацію потоків і нівелюють операційну спроможність концепції «*Just-in-Time*» («точно в строк»). Задля мінімізації негативного впливу цих чинників обґрунтовано три базові методологічні принципи — блочно-модульної гнучкості, превентивного резервування та наскрізної цифрової інтеграції ERP-систем з глобальними трекерами, — а також запропоновано мультиплікативну модель визначення адаптаційного потенціалу ($АП_{mex}$). Використання середнього геометричного для зведення показників технологічної гнучкості, логістичної синхронності та стійкості до дестабілізаційних чинників дозволило математично підтвердити ефект «вузького місця»: падіння інтегрального показника в критичну зону ($АП_{mex} < 0,50$) сигналізує про високий рівень ризику й вимагає негайної структурної та функціональної перебудови операційних процесів. Прикладним базисом такої перебудови визначено диференційований стратегічний інструментарій. Зокрема, для проактивного експортного напрямку в межах концепції «*Late Customization*» доведено доцільність перенесення фінальної модифікації та пакування продукції на прикордонні хаби задля зниження складських ризиків. Тоді як для захисної системи імпорتنих постачань обґрунтовано перехід до концепції «*Just-in-Case*» через розрахунок динамічних безпекових резервів і формування пулу постачальників-дублерів, що гарантує технологічну незалежність виробництва в умовах активізації зовнішніх дестабілізаційних чинників.

ДОДАТКОВА ІНФОРМАЦІЯ

ВНЕСОК АВТОРІВ: Усі автори зробили внесок порівну.

ФІНАНСУВАННЯ: Автори не отримували фінансування для цього дослідження.

ЗАЯВА ПРО ДОСТУПНІСТЬ ДАНИХ: Не застосовується.

КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ: Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Література

1. Christopher M. Logistics & Supply Chain Management. 5th ed. London: Pearson Education, 2016. 317 p.
2. Bowersox D.J., Closs D.J., Cooper M.B. Supply Chain Logistics Management. 5th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2019. 512 p.
3. Крикавський Є.В. Логістичне управління: підручник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2005. 684 с.
4. Чухрай Н.І., Патора Р. Інновації та логістика товарів : монографія. Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2001. 264 с.
5. Тридід О.М., Таньков К.М., Леонова Ю.О. Логістика : навч. посіб. Київ : ВД «Професіонал», 2008. 176 с.
6. Орехова Т.В. Глобальні логістичні стратегії транснаціональних корпорацій та їх еволюція. *Міжнародна економічна політика*. 2011. Вип. 1–2. С. 209–233.
7. Швиданенко О.А. Глобальна конкурентоспроможність: теоретичні та прикладні аспекти : монографія. Київ : КНЕУ, 2007. 312 с.
8. Поручник А.М., Кулаковський Т.Ю. Інтернаціоналізація та адаптація виробничих систем підприємств в умовах глобалізації. *Економіка та підприємництво*. 2014. № 32. С. 45–53.
9. Сумець О.М. Логістичні витрати підприємства: теоретичний аспект : монографія. Харків : КП «Міськдрук», 2013. 224 с.
10. Шинкаренко В.Г., Левченко О.П. Формування логістичних систем автотранспортних підприємств : монографія. Харків : ХНАДУ, 2012. 184 с.

11. Скрипник Н.В. Обліково-аналітичне забезпечення управління зовнішньоекономічною діяльністю підприємств. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. 2017. Вип. 14(2). С. 138–142.

References

1. Christopher, M. (2016). *Logistics & supply chain management* (5th ed.). Pearson Education.
2. Bowersox, D. J., Closs, D. J., & Cooper, M. B. (2019). *Supply chain logistics management* (5th ed.). McGraw-Hill Education.
3. Krykavskiy, Ye. V. (2005). *Logistychne upravlinnia [Logistics management: A textbook]*. Lviv: Publishing House of Lviv Polytechnic [in Ukrainian].
4. Chukhrai, N. I., & Patora, R. (2001). *Innovatsii ta logistyka tovariv [Innovations and logistics of goods: A monograph]*. Lviv: Publishing House of Lviv Polytechnic National University [in Ukrainian].
5. Trydid, O. M., Tankov, K. M., & Leonova, Yu. O. (2008). *Logistyka [Logistics: A study guide]*. Kyiv: VD «Profesional» [in Ukrainian].
6. Oriehova, T. V. (2011). Globalni logistychni stratehii transnatsionalnykh korporatsii ta yikh evoliutsiia [Global logistics strategies of transnational corporations and their evolution]. *Mizhnarodna ekonomichna polityka*, (1–2), 209–233 [in Ukrainian].
7. Shvydanenko, O. A. (2007). *Globalna konkurentospromozhnist: teoretychni ta prykladni aspekty [Global competitiveness: Theoretical and applied aspects: A monograph]*. Kyiv: KNEU [in Ukrainian].
8. Poruchnyk, A. M., & Kulakovskiy, T. Yu. (2014). Internatsionalizatsiia ta adaptatsiia vyrobnychykh system pidpriemstv v umovakh globalizatsii [Internationalization and adaptation of enterprise production systems in the context of globalization]. *Ekonomika ta pidpriemnytstvo*, (32), 45–53 [in Ukrainian].
9. Sumets, O. M. (2013). *Logistychni vytraty pidpriemstva: teoretychnyi aspekt [Logistics costs of the enterprise: Theoretical aspect: A monograph]*. Kharkiv: KP “Miskdruk” [in Ukrainian].
10. Shynkarenko, V. H., & Levchenko, O. P. (2012). *Formuvannia logistychnykh system avtotransportnykh pidpriemstv [Formation of logistics systems of motor transport enterprises: A monograph]*. Kharkiv: KhNADU [in Ukrainian].
11. Skrypnyk, N. V. (2017). Oblikovo-analitychne zabezpechennia upravlinnia zovnishnioekonomichnoiu diialnistiu pidpriemstv [Accounting and analytical support for managing foreign economic activity of enterprises]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Serii: Mizhnarodni ekonomichni vidnosyny ta svitove hospodarstvo*, 14(2), 138–142 [in Ukrainian].

Дата першого надходження статті до видання: 02.05.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 25.05.2026

Дата публікації: 01.06.2026

Shvets Fedir

*PhD in Engineering, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of
Management and Public Administration
National University of Water and
Environmental Engineering*

Savytska Olha

*PhD in Economic Sciences,
Associate Professor,
Associate Professor of the Department of
Management and Public Administration
National University of Water and
Environmental Engineering*

METHODOLOGY FOR ADAPTIVE DEVELOPMENT OF PRODUCTION LOGISTICS TECHNOLOGICAL SYSTEMS IN FEA

Summary. Introduction. The large-scale integration of national production complexes into global value chains requires business entities to maintain high flexibility within their internal operating environment. Engaging in foreign economic activity (FEA) is accompanied by stringent requirements for the spatiotemporal synchronization of material, information, and financial flows. Since international market parameters are characterized by a high level of uncertainty due to constant fluctuations in freight rates, changes in customs regulations, and the transformation of cross-border routes, traditional static approaches to managing in-house production logistics cycles are losing their efficacy. A systemic scientific and practical contradiction arises: the internal technological structures of enterprises remain rigidly determined, whereas the macroeconomic factors of foreign economic activity demand high dynamics and adaptability. Existing research predominantly views production logistics and foreign economic activity tools as autonomous subsystems, thereby creating a methodological vacuum. Consequently, an objective necessity emerges to formulate a holistic methodology for the development of technological systems in production logistics that are capable of ensuring the operational resilience of enterprises against the challenges of the global market.

Purpose. The purpose of the study is to theoretically substantiate and develop a holistic methodology for the development of production logistics technological systems of foreign economic activity (FEA) entities, aimed at overcoming flow desynchronization, forming flexible modular structures under macroeconomic constraints, and identifying and modeling their adaptive potential to ensure the operational resilience of enterprises.

Materials and methods. The information base of the study comprises: 1) the regulatory and legal framework, international standards, customs regulations, and tariff restrictions governing foreign economic activity (FEA) and cross-border logistics flows; 2) the works of domestic and foreign scholars in the fields of management, production logistics, systems theory, and international economic relations regarding the optimization of technological systems and supply chain management within the context of FEA.

The following scientific methods were employed in the course of the research: theoretical generalization and grouping (to characterize the components of technological systems and logistics functions, and to determine the logistics cost structure); formalization, analysis, and synthesis (to construct the interaction scheme and map information and material flows between internal cycles and external logistics structures); mathematical modeling (to develop a multiplicative model for determining adaptive potential); and logical generalization of results (to substantiate the conceptual provisions of the methodology and formulate final conclusions).

Results. The scientific paper formulates the core methodological principles for the development of production logistics technological systems of FEA entities, which include the principles of module

flexibility, preemptive buffering, and end-to-end digital integration. A multiplicative model for determining the adaptive potential of a technological system is substantiated based on the geometric mean of technological flexibility, logistics synchronicity, and operational resilience to destabilizing factors, enabling the detection of the 'bottleneck' effect. A classification matrix of strategic adaptation tools differentiated by FEA vectors has been developed. For the proactive export vector, the essence of the 'Late Customization' concept is disclosed, which entails the mass production of goods with their final modification and packaging at border hubs, thereby ensuring economies of scale and reducing response time to foreign counterparties' orders. For the protective import supply system, the 'Just-in-Case' concept is substantiated; by establishing a pool of backup suppliers and calculating dynamic safety stocks, it guarantees the uninterrupted operation of production shops under customs-tariff or logistical constraints at the border.

Discussion. In further scientific research, it is proposed to focus attention on the practical approbation of the developed multiplicative model using the example of industrial enterprises across various industries, as well as on designing artificial intelligence algorithms for the real-time dynamic recalculation of safety stocks depending on the intensity of cargo flow delays at customs checkpoints.

Key words: production logistics, foreign economic activity, technological system, adaptive potential, flow desynchronization, Late Customization, Just-in-Case.