

УДК 656.073

DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2026.1.1/46>

Миронюк І.І.

<https://orcid.org/0009-0002-2452-5031>

Національний транспортний університет

Васілова Г.С.

<https://orcid.org/0000-0002-4168-1434>

Національний транспортний університет

Горецький О.А.

<https://orcid.org/0000-0002-2656-6120>

Національний транспортний університет

Юрченко Д.О.

<https://orcid.org/0009-0006-5528-1278>

Національний транспортний університет

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ТА ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ У ХОЛОДНИХ ЛАНЦЮГАХ ЕКСПОРТУ ШВИДКОПСУВНОЇ ПРОДУКЦІЇ УКРАЇНИ ДО ЄС

У статті проаналізовано експорт швидкопсувної продукції України до країн ЄС у період воєнного стану, коли після 2022 року основні вантажопотоки були переорієнтовані на сухопутні коридори та порти ЄС. Для температурно чутливих вантажів (м'ясо і м'ясопродукти, молочна продукція, риба, ягоди, свіжі овочі та фрукти, заморожені товари) ключовим обмеженням визначено не «відстань маршруту», а варіативність транзитного часу та зростання частки простоїв у загальному циклі доставки. Пікові затримки на кордоні до 7 діб трансформують логістику з планової у стохастичну: підвищуються витрати на підтримання холоду в режимі очікування, зростає ризик температурних відхилень у критичних точках, порушується ритмічність постачань і прогнозованість контрактного сервісу.

Методологічну основу становить порівняльний аналіз двох транспортно-технологічних конфігурацій – «road-only» та комбінованої «rail-road» – із виділенням критичних точок холодового ланцюга (пункти пропуску, інтермодальні термінали, стики видів транспорту) та оцінюванням керованості температурного режиму через джерела енергоживлення, процедурну дисципліну і контрольні механізми. Показано, що рефрижераторні автомобілі залишаються необхідними для first/last mile, однак на довгих міжнародних плечах їх ефективність обмежується регламентованими режимами праці водіїв і зростанням енергетичних та екологічних витрат у режимах простою, коли автономні холодильні установки працюють тривалий час без транспортної продуктивності.

Обґрунтовано доцільність використання рефрижераторних контейнерів як стандартизованої холодової вантажної одиниці для мультимодальних схем із залізничним плечем на магістральній дистанції та автомобільним сегментом на «останній милі». Контейнеризація зменшує кількість маніпуляцій із продукцією на стиках, переносить критичні операції у термінальне середовище з можливістю мережевого живлення та контрольованого накопичення, підвищує відтворюваність температурного режиму і знижує залежність холодового ланцюга від випадкових дорожніх затримок.

Ключові слова: холодний ланцюг, швидкопсувні вантажі, вантажні перевезення, експортна логістика, експлуатація транспортних засобів, комбіновані перевезення, рефрижераторний транспорт, транспортні технології.



Постановка проблеми. Після 2022 року зовнішньоторговельна логістика України була вимушено перебудована з морськоорієнтованої моделі на систему сухопутних коридорів і портів ЄС, що різко підвищило частку транзитних операцій, стиків видів транспорту та некерованих простоїв у загальному циклі доставки. За офіційними даними Європейської Комісії, «*Solidarity Lanes*» з травня 2022 р. забезпечили переміщення понад 200 млн т товарів, значна частка яких припадала на аграрну продукцію, тобто саме на номенклатуру з підвищеною чутливістю до часу і температури [1]. Для швидкопсувних вантажів така структурна переорієнтація означає не «зміну маршруту», а зміну профілю ризику: транзитні цикли подовжуються, частішають зупинки на прикордонних та вузлових ділянках, зростають вимоги до енергетичної стійкості перевезення і доказовості дотримання температурних режимів. У результаті ключовим фактором збереження якості стає не номінальна тривалість перевезення, а співвідношення часу руху до часу простою та здатність системи підтримувати стабільний режим під час затримок, які не додають цінності продукту, але формують прямі витрати та втрати.

Проблема набуває прикладної гостроти через те, що ризики для холодового ланцюга тепер концентруються саме в зонах, де транспорт «не працює як транспорт»: у чергах на кордоні, на підходах до терміналів, у режимі очікування зміни тяги або перевантаження. Європейська Бізнес Асоціація фіксувала періоди, коли затримки на кордоні для швидкопсувних товарів зростали до 7 діб, а компанії зазнавали суттєвих втрат унаслідок простоїв і зривів графіків постачання [2]. За таких умов автомобільний рефрижераторний транспорт зберігає незамінність на етапах підвезення та розвезення, однак «road-only» модель на довгих експортних плечах дедалі частіше виявляється економічно вразливою й операційно ризиковою: зростає собівартість через додаткове споживання пального для підтримання холоду в простої, посилюються обмеження режимів праці водіїв у ЄС, а також підвищується ймовірність температурних відхилень і претензій за якістю в ланцюгу постачання [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідницьке поле, в межах якого формується проблема експортної логістики швидкопсувної продукції України до ЄС, у 2022–2025 рр. демонструє зсув від «географії маршрутів» до «інженерії надійності ланцюга», де визначальними стають не номінальні кілометри, а керованість часу,

енергетики та температури в умовах прикордонних і транзитних дисфункцій [1].

На рівні емпіричних сигналів ринку ключову роль відіграють публікації бізнес-інституцій, які квантифікують не «складність», а граничні режими функціонування ланцюга. Повідомлення *European Business Association* про зростання затримок швидкопсувних вантажів на кордоні до 7 діб задає параметр, який у термінах холодової логістики означає різке збільшення частки часу простою у загальному циклі доставки та перенесення центру ризику з руху на очікування [2]. Підхід до *temperature management* як центрального механізму забезпечення якості в ланцюгах постачання швидкопсувних продуктів, де критичні точки формуються саме там, де контроль слабшає, а варіативність температури зростає; автори розглядають управління температурою як умову відтворюваності якості, а не як допоміжну операцію транспортування [6]. Економічне обґрунтування вразливості «road-only» моделі в умовах блоkad і черг запропоновано підхід до оцінювання збитковості міжнародних автоперевезень швидкопсувних вантажів за наявності прикордонної блокади [3]. Регуляторно-експлуатаційний вимір обмежень дорожнього сегмента системно окреслений у матеріалах EUR-Lex, що інтерпретують вимоги Regulation (EC) No 561/2006 щодо часу керування та відпочинку [4]. Додатково, екологічний компонент «дорожнього холоду» як прихована складова собівартості і ризиків підкріплюється звітом Robinson (Zemo Partnership), який фокусується на викидах від дизельних допоміжних холодильних установок (auxTRU) і тим самим демонструє, що режим «холод у простої» несе непропорційно високий екологічний тягар порівняно з режимом руху [5]. Технічні брошури СМА CGM щодо рефрижераторних контейнерів формують прикладний опис функціональної спроможності контейнера як автономної холодильноконтрольованої вантажної одиниці, здатної зберігати режим у мультимодальному циклі та інтегруватися в термінальну інфраструктуру [7]. Натомість АТР (UNECE) задає правовий «каркас» вимог до перевезення швидкопсувних харчових продуктів і спеціального обладнання, що забезпечує легітимність та уніфікацію процедур контролю незалежно від модальності [8]. На рівні політики сталого транспорту, публікації European Environment Agency аргументують переваги залізничного й водного транспорту як низьковуглецевих модальностей, що перетворює інтермодальні рішення з «опцій» на напрям структурної адаптації логістики під екологічні пріо-

ритети ЄС [9]. Практична реалізованість таких рішень підтверджується кейсовими матеріалами UIRR щодо контейнерного поїзда з України до Іспанії, де демонструється наявність регулярних/організованих сервісів контейнеризації та можливість транспортування «на далеку Європу» без залежності від критичних вузлів дорожнього трафіку [10].

Наявні публікації та аналітичні матеріали переконливо фіксують масштаб переорієнтації українського експорту на сухопутні коридори ЄС та інституційне оформлення нових маршрутів у межах «*Solidarity Lanes*» [1], а також засвідчують критичність прикордонних затримок для швидкопсувних вантажів (до 7 діб) і пов'язані з цим прямі втрати бізнесу [2]. Окремі наукові роботи обґрунтовують економічну вразливість дорожньої моделі перевезень у разі блокад, демонструючи механізми формування збитковості через простої й порушення ритмічності поставок [3], тоді як регуляторні джерела визначають жорсткі часові обмеження для автотранспорту на довгій дистанції [4]. Водночас у наявному дискурсі недостатньо розв'язаною залишається прикладна частина проблеми, а саме технологічно-економічне зіставлення «road-only» та інтермодальної контейнерної схеми для холодного експорту за умов воєнного часу з опорою на операційні параметри, які фактично визначають якість і собівартість: структуру транзитного часу (частка простоїв), режими та джерела енергозабезпечення холоду під час затримок, ризики температурних відхилень у вузлових точках, а також можливості доказового контролю режиму в логіці вимог до перевезення швидкопсувних харчових продуктів і спеціального обладнання (АТР) [8]. Не отримали достатньої уваги й умови відтворюваності інтермодальних рішень у практиці українських експортерів: які інфраструктурні передумови необхідні на прикордонних і тилових терміналах (підключення reefer, накопичення, операційні слоти), які процедурні вимоги є критичними (передрейсова підготовка, стандартизація документування режимів), та як ці умови корелюють із екологічними та економічними вимогами ринку ЄС з огляду на відмінності в інтенсивності викидів для різних модальностей [9].

Постановка завдання. Метою статті є обґрунтування доцільності використання рефрижераторних контейнерів і комбінованих перевезень у системі експорту швидкопсувної продукції України до країн ЄС шляхом порівняльного аналізу технологічних, економічних і екологічних

параметрів інтермодальної моделі (залізничний транспорт на магістральному плечі та автомобільний транспорт на етапах підвезення/розвезення) з моделлю виключно автомобільного рефрижераторного перевезення на довгій дистанції.

Для досягнення поставленої мети у статті вирішуються такі завдання: здійснити систематизацію ризиків холодового ланцюга для швидкопсувних вантажів в умовах переорієнтації експорту на сухопутні коридори ЄС з урахуванням фактора багатоденних затримок на кордоні [2] та інституційних параметрів функціонування «*Solidarity Lanes*» [1]; визначити експлуатаційні та регуляторні обмеження автомобільних рефрижераторних перевезень на довгих міжнародних маршрутах, включно з впливом режимів праці водіїв [4] і додаткових витрат/викидів від роботи холодильного обладнання в режимах простою [5]; обґрунтувати технологічні переваги рефконтейнерів як стандартизованої холодової вантажної одиниці для інтермодальних ланцюгів з урахуванням технічних характеристик reefer-обладнання [7] та нормативних вимог АТР до перевезення швидкопсувних продуктів [8]; зіставити потенціал інтермодальних схем із пріоритетами низьковуглецевого транспорту, акцентуючи на доцільності перенесення магістрального плеча на залізницю/водний транспорт [9]; узагальнити прикладні передумови реалізації контейнерних сервісів між Україною та віддаленими ринками ЄС на основі практик запуску контейнерних поїздів і маршрутів [10] та сформулювати прикладні рекомендації щодо вибору транспортної технології для експортерів швидкопсувної продукції залежно від маршруту й профілю ризику.

Виклад основного матеріалу. Для обґрунтування вибору транспортно-технологічних рішень у системі експорту швидкопсувної продукції до країн ЄС доцільно насамперед проаналізувати фактичну структуру експортних потоків за видами транспорту. На основі статистичних даних Eurostat узагальнено динаміку обсягів експорту швидкопсувної продукції України у 2021–2024 рр. з виділенням автомобільного, залізничного та морського транспорту (рис. 1).

Отримані результати свідчать про домінування автомобільного транспорту в експорті швидкопсувної продукції України до країн ЄС у 2021–2024 рр., що зумовлено його гнучкістю, можливістю доставки «від дверей до дверей» та адаптивністю до змін прикордонної логістики. Подібні висновки щодо ключової ролі автомобільного транспорту у забезпеченні сталих ланцюгів

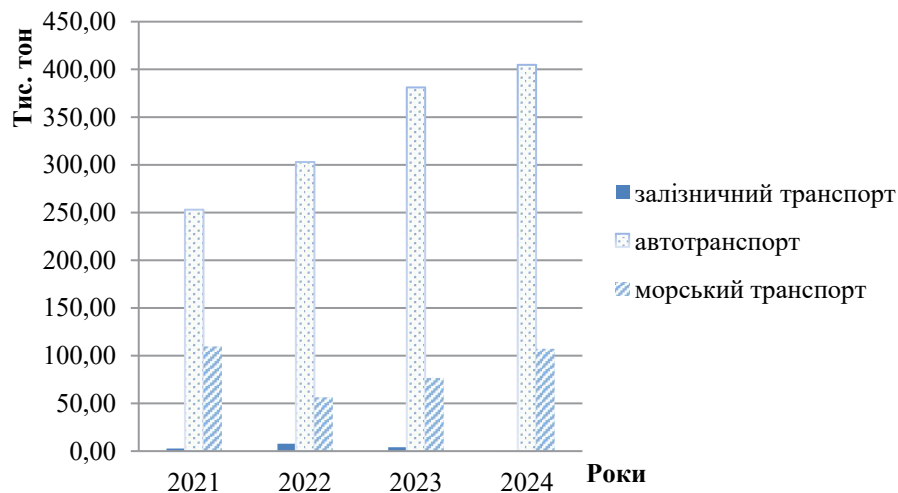


Рис. 1. Структура експорту України швидкопсувної продукції до ЄС за видами транспорту (2021–2024 рр.)

постачання швидкопсувних вантажів в умовах обмежень інфраструктури та зростання невизначеності наведені також у дослідженні [11]

Використання морського транспорту характеризується значною нестабільністю. Після різкого скорочення обсягів у 2022 р., що було зумовлено обмеженнями функціонування морських портів, у 2023–2024 рр. спостерігається часткове відновлення експортних потоків. Однак навіть за умов відновлення морський транспорт не забезпечує необхідної регулярності та надійності для більшості ланцюгів холодних поставок.

Обсяги перевезень залізничним транспортом залишаються порівняно незначними та характеризуються різкими коливаннями. Така ситуація свідчить про недостатній рівень використання залізничного транспорту у перевезеннях швидкопсувної продукції, що значною мірою пов'язано з обмеженою кількістю спеціалізованого рухомого складу та слабкою інтеграцією рефрижераторних контейнерів у міжнародні логістичні ланцюги.

Таким чином, емпіричні дані підтверджують структурну залежність експорту швидкопсувної продукції України до країн ЄС від автомобільного транспорту, водночас демонструючи обмежене використання залізничного та нестабільність морського сегментів. За умов зростання тривалості транзиту та частоти простоїв така модель підсилює ризики для холодового ланцюга. Це обумовлює необхідність пошуку транспортно-технологічних рішень, здатних поєднати гнучкість автомобільного підвезення з більшою передбачуваністю магістрального плеча, зокрема шляхом застосування рефрижераторних контейнерів у комбінованих перевезеннях.

Рефрижераторний автомобіль (ізотермічний кузов/напівпричіп з холодильним агрегатом) є базовим інструментом «холодного підвезення» на коротких і середніх відстанях. Його ключова перевага – висока оперативність та можливість точкового доступу до відправника/одержувача, що критично для партій з високою частотою відвантаження та вимогами до часу (свіжа продукція, охолоджене м'ясо, молочні продукти, фармацевтика). Разом із тим на маршрутах Україна–ЄС саме автомобільний сегмент акумулює основні ризики затримок і температурних відхилень, оскільки перебуває у прямій залежності від пропускної спроможності пунктів пропуску та режиму праці водіїв.

Регламент (ЄС) № 561/2006 встановлює обмеження на час керування, перерви та відпочинок водіїв у міжнародних автоперевезеннях. Практично це означає, що навіть за «ідеальних» дорожніх умов довге автомобільне плече має жорстку верхню межу продуктивності; будь-які черги на кордоні або об'їзди швидко трансформуються у додаткові цикли відпочинку, зміну екіпажу та/або необхідність стоянок із підтриманням температури [4].

Експлуатаційні обмеження посилюються специфікою холодильних установок. Зокрема, автономні дизельні агрегати (TRU) працюють під час руху і стоянки та генерують додаткові викиди NOx і PM у порівнянні з базовими викидами тягача/вантажівки; у звіті *Zemo Partnership* наведено результати вимірювань емісій для допоміжних холодильних двигунів на рефрижераторних транспортних засобах і підкреслено, що «холод» формує окремий екологічний і регуляторний профіль перевезення [5]. В умовах воєнного часу та блокад це перетворюється на прямі витрати:

підтримання режиму під час простоїв, додаткові заправки, сервіс агрегату та ризик відмови при тривалому навантаженні.

З точки зору якості, критичним є не лише «середня температура», а й амплітуда відхилень у часі. Температурні екскурсії прискорюють мікробіологічні та фізико-хімічні процеси, скорочують «залишковий ресурс» придатності та підвищують частку браку. У дослідженнях показано, що керування температурою в ланцюгах швидкопсувних продуктів має розглядатися як елемент забезпечення якості на всій довжині маршруту, а не як «опція» на окремих ділянках [6].

Рефрижераторний контейнер (ISO-reefer) є транспортною тарою, в якій холод створюється та контролюється в межах однієї «замкненої оболонки» незалежно від виду транспорту. На відміну від автомобільного рефрижератора, де «холод» функціонує у складі транспортного засобу, контейнер дозволяє уніфікувати вантажне місце для комбінованих схем: автомобільне підвезення–термінал–залізниця–термінал–розвезення. Це зменшує кількість перевантажень продукції як такої, і, відповідно, знижує ймовірність порушення температурного режиму через дверні операції, помилки комплектування або затримки на стику видами транспорту.

Технічні можливості сучасних контейнерів підтверджуються матеріалами операторів контейнерних ліній. Наприклад, у технічних брошурах СМА СGM описано діапазони температур та функції керування повітрообміном (*fresh air*), а також елементи енергоефективності (зокрема зменшення питомого споживання електроенергії за рахунок конструктивних рішень та управління режимами роботи) [7]. Це важливо для українського експортера, оскільки у мультимодальній схемі електроживлення може забезпечуватися стаціонарними «reefer plugs» на терміналі/станції, або автономним *genset* на автомобільній ділянці – з чітким розрахунком енергобалансу і часу безпечної автономності.

Нормативною основою для міжнародних перевезень швидкопсувних продуктів є Угода АТР, яка встановлює вимоги до спеціального обладнання для перевезення при контрольованій температурі та принципи підтвердження придатності такого обладнання. Для практики це означає необхідність керованості й документованості: класифікації транспортних засобів/контейнерів, періодичних перевірок, відповідності ізотермічних властивостей та функціонування холодильної установки [8].

Логіка комбінованої моделі полягає у винесенні «довгого плеча» на залізницю, а автомо-

біль залишити для гнучких ділянок *first/last mile*. У такій конфігурації контейнер стає єдиним носієм холодного режиму, а залізниця забезпечує більшу передбачуваність графіка на дистанції у сотні–тисячі кілометрів та знижує залежність від лімітів керування/відпочинку водія на основній частині маршруту. Додатковою перевагою є декарбонізація: за оцінками Європейського агентства з довкілля, залізничні та водні перевезення мають нижчу вуглецеву інтенсивність, ніж автомобільні, що робить інтермодальні схеми природним інструментом виконання «зеленої» логістики при збереженні якості продукту [9].

Під час блоkad і пікових черг комбінована схема також є інструментом управління ризиком. Дослідження українських авторів на матеріалах міжнародних перевезень вказують, що тривалі простої на кордоні прямо трансформуються у зростання собівартості та втрати від зриву контрактних графіків; у певні періоди ринок фіксував падіння обсягів автологістики та зростання «питомої» вартості одного рейсу [3]. Для швидкопсувних вантажів ключовим є те, що у контейнері можна будувати стандартизовану «програму виживання» на випадок затримки: запас енергоресурсу, перевірені точки підключення до живлення, алгоритм зміни режимів (наприклад, перехід з «*continuous*» на «*cycle*» за умови певної температури продукту), контроль точності датчиків і план взаємодії з терміналом.

Практика показує, що відмови холодного ланцюга найчастіше пов'язані не з «поломкою агрегату», а з порушенням процедур. Мінімальний набір операційних правил для експортера/перевізника включає: *pre-cooling* контейнера/кузова до цільового *setpoint* до завантаження; підтвердження коректності режимів та калібрування датчиків під час передрейсового контролю; контроль «температури продукту» (не лише повітря) у репрезентативних точках; управління дверними операціями (обмеження часу відкриття, використання штор/теплових завіс, планування митних процедур без зайвих відкриттів); резервні сценарії на випадок затримки (пункти підключення, сервісна підтримка, запас пального/*genset*, інструкція для водія) [6; 8].

Особливої уваги потребує енергетична складова. На автомобільній ділянці автономні холодильні двигуни можуть працювати тривалий час у режимі простою (черги, відстійники, нічні обмеження руху), формуючи додаткові витрати та викиди. З позиції екологічної відповідальності й майбутнього регуляторного тиску (вимоги до міських зон низьких викидів, обмеження на допо-

міжні двигуни) це посилює аргумент на користь перенесення довгого плеча на залізницю та стандартизації «холоду» у контейнері з живленням від мережі на терміналах [5; 9].

Публічні повідомлення бізнес-асоціацій фіксували ситуації, коли строки доставки зростали на 2–7 діб для продовольчих товарів, а логістичні витрати майже подвоювалися; для швидкопсувних вантажів це прямо конвертується у ризик зниження якості та втрату товарної вартості [2]. На прикладі регулярного контейнерного маршруту Україна–Іспанія (публікація UIRR) показано можливість проходження багатокраїнового плеча близько 2400 км з перевезенням 40-футових контейнерів у межах одного організованого сервісу (включно з транзитом через кілька держав ЄС) [10]. Хоча кейс описує аграрний вантаж, інфраструктурно та технологічно аналогічна модель може застосовуватися для рефрижераторних контейнерів за умови наявності «reefer plugs» на терміналах і керованого енергоживлення.

Ключові бар'єри впровадження рефконтейнерів у експорті швидкопсувної продукції до ЄС мають організаційно-інфраструктурний характер: доступність контейнерного обладнання та genset на автомобільному плечі; достатня кількість точок електроживлення на терміналах; синхронізація графіків поїздів та автопідвезення; уніфікація документування температури та відповідальності сторін (експортер–експедитор–перевізник–термінал). Нормативно важливо забезпечити відповідність АТР та внутрішнім вимогам ЄС до гігієни та простежуваності харчових продуктів, що передбачає наявність протоколів контролю і можливість аудиту [4; 8].

З практичної точки зору доцільно розглядати інтермодальну модель як портфельне рішення, а не як заміну автоперевезень «взагалі»: автомобільний рефрижератор залишається оптимальним у радіусі підвезення до 200–300 км і для невеликих партій з високою частотою відвантаження; рефконтейнер та залізничне плече – для стабільних потоків на далекі відстані та експорту у «вікнах ризику» (черги, сезонні піки, обмеження руху). Економічну доцільність слід підтверджувати розрахунком повної вартості володіння (ТСО), враховуючи витрати на очікування/простій, енергоре-

сурс, втрати від погіршення якості та штрафи за зрив контрактних термінів [2; 3; 5].

Висновки. Сухопутна переорієнтація експорту після 2022 року змінила характер ризиків для швидкопсувних вантажів: визначальним став не кілометраж, а нестабільність транзитного часу на автомобільних ділянках, що збільшує частку простою у загальному циклі доставки, підвищує собівартість та знижує керованість температурного режиму. Рефрижераторні автомобілі залишаються необхідними для підвезення і розвезення, однак на довгих маршрутах їх ефективність зменшується через регламентовані обмеження роботи водіїв і високу енергоємність підтримання холоду під час затримок, що додатково посилює екологічні витрати перевезення.

Комбінована модель rail–road із використанням рефрижераторних контейнерів є більш стійкою для магістрального плеча, оскільки забезпечує стандартизовану вантажну одиницю з автономним холодом, мінімізує маніпуляції з продукцією на стиках, переносить критичні операції в термінальну інфраструктуру та зменшує залежність ланцюга від дорожніх «вузьких місць». Практична результативність цієї моделі визначається не самим фактом контейнеризації, а наявністю інфраструктури підключення та накопичення на терміналах, регулярністю інтермодальних сервісів, достатністю парку рефконтейнерів і дисципліною експлуатаційних процедур: попереднім охолодженням, передрейсовим контролем, безперервним моніторингом температури та регламентом дій на випадок затримок.

Перспективи розвитку напряму пов'язані з нарощуванням прикордонних і тилових інтермодальних вузлів із гарантованим електроживленням для рефконтейнерів, стандартизацією сервісних параметрів інтермодальних перевезень (час обробки, слоти, порядок підтвердження режимів), масштабуванням регулярних контейнерних поїздів для температурно чутливих вантажів та впровадженням доказового цифрового контролю температури як обов'язкового елементу контрактної якості. Це дозволяє перейти від реактивного «гасіння» затримок до керованої логістики, де простій не руйнує холодний ланцюг і не формує непрогнозовані втрати.

Список літератури:

1. European Commission. Solidarity Lanes – key results (as of 18.12.2025). URL: https://transport.ec.europa.eu/news-events/news/solidarity-lanes-latest-figures-september-2025-2025-10-27_en (дата звернення: 25.01.2026).
2. Delays of perishable goods at the border increased to 7 days. European Business Association. URL: <https://eba.com.ua/en/zatrymky-shvydkopsuvnyh-tovariv-na-kordoni-zbilshylys-do-7-dib/> (дата звернення: 25.01.2026).

3. Dmytriv D., Dmytriv O., Repak O., Michailyshyn B. Assessment of unprofitability of road transport of perishable goods in international traffic under the conditions of border blockade. *Galician Economic Journal*. 2024. № 2 (87). P. 84–92. DOI: https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2024.02.084
4. Driving time and rest periods in the road transport sector (Summary of Regulation (EC) No 561/2006). EUR-Lex. URL: <https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/driving-time-and-rest-periods-in-the-road-transport-sector.html> (дата звернення: 25.01.2026).
5. Robinson B. Diesel-powered fridge testing: Emissions from refrigerated vans and auxTRU. Zemo Partnership. 2024. URL: https://www.zemo.org.uk/assets/reports/Refrigerated_Van_and_HGV_Auxiliary_Engines_Report_2024.pdf (дата звернення: 25.01.2026).
6. Aung M. M., Chang Y. S. Temperature management for the quality assurance of a perishable food supply chain. *Food Control*. 2014. Vol. 40. DOI: 10.1016/j.foodcont.2013.11.016 (дата звернення: 25.01.2026).
7. CMA CGM Group. Reefer: Container Technical Brochures. URL: <https://www.cma-cgm.com/assets/public/documents/Container%20Technical%20Brochures.pdf> (дата звернення: 25.01.2026).
8. International agreement on the carriage of perishable foodstuffs and on the special equipment to be used for such carriage (ATP): information and documents. URL: https://unece.org/DAM/trans/main/wp11/ATP_publication/ATP-2016e_def-web.pdf (дата звернення: 25.01.2026).
9. European Environment Agency. Rail and waterborne – best for low-carbon motorised transport. URL: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/rail-and-waterborne-best-for-low-carbon-motorised-transport> (дата звернення: 25.01.2026).
10. Four facts about container train from Ukraine to Spain (Moving grain in boxes). UIRR. URL: <https://www.uirr.com/web-news/four-facts-about-container-train-ukraine-spain> (дата звернення: 25.01.2026).
11. Myronenko, V., Myronenko, V., Yurchenko, O., Vasilova, H. Multimodal Logistics Chains for international transportation of dangerous and Perishable Goods. *MATEC Web of Conferences*. 2024. Vol. 390. Art. 03009. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/202439003009>

Myroniuk I.I., Vasilova H.S., Goretskyi O.A., Yurchenko D.O. TRANSPORT AND OPERATIONAL SOLUTIONS FOR COLD CHAIN EXPORT OF UKRAINIAN PERISHABLE PRODUCTS TO THE EU

The article examines Ukraine's exports of perishable goods to EU countries under martial law, when after 2022 the main freight flows were rerouted to overland corridors and EU seaports. For temperature-sensitive cargo (meat and meat products, dairy products, fish, berries, fresh vegetables and fruits, frozen goods), the key constraint is not the nominal route distance but the variability of transit time and the growing share of idle time within the total delivery cycle. Peak border delays of up to seven days shift logistics from a scheduled to a stochastic regime, increasing costs of maintaining the cold chain during waiting periods, raising the probability of temperature deviations at critical points, and undermining delivery rhythm and contractual service predictability.

The methodological framework relies on a comparative analysis of two transport-technological configurations—road-only and combined rail–road—by identifying critical nodes of the cold chain (border crossing points, intermodal terminals, and modal interfaces) and assessing temperature-control manageability through power-supply options, procedural discipline, and control mechanisms. The study shows that refrigerated trucks remain indispensable for first/last mile operations; however, on long international hauls their performance is constrained by regulated drivers' working time and by increased energy and environmental burdens during idle periods, when autonomous refrigeration units operate for extended hours without transport productivity.

The paper substantiates the feasibility of using refrigerated containers as a standardized cold-chain loading unit for multimodal schemes with rail as the long-haul backbone and road transport for last-mile distribution. Containerization reduces product handling at interfaces, relocates critical operations to a terminal environment with access to grid power and controlled buffering, improves the reproducibility of temperature regimes, and decreases the cold chain's exposure to random road delays. Operational prerequisites for achieving these effects are specified, including pre-cooling, pre-trip inspection (PTI), continuous temperature monitoring, secured power supply (grid/genset), and a formalized delay-response plan.

Keywords: cold chain, perishable cargo, freight transportation, export logistics, vehicle operation, combined transport, refrigerated transport, transport technologies.

Дата першого надходження статті до видання: 21.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 13.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 08.04.2026