

Аналіз ризиків небереженості вантажів при автомобільних перевезеннях

Савченко Л.¹, Загурський О.¹, Бондарев С.¹

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України
Надійшла: 02.03.2026. Прийнято: 17.05.2026. Опубліковано: 20.05.2026. Відкритий доступ: CC BY 4.0.

Анотація. Висока ймовірність пошкодження, псування вантажу під час перевезення призводить до зниження ефективної ролі автомобільного транспорту в економіці країни і негативно впливає на конкурентоспроможність транспортно-експедиторських компаній. У статті проведено дослідження джерел ризику небереженості вантажів при автомобільних перевезеннях та розглянуто основні елементи системи управління ними. Обґрунтовано, що ефективність збереження вантажів при автомобільних перевезеннях залежить від узгодженості дій усіх учасників перевізного процесу, які мають забезпечити раціональну організацію перевезення з урахуванням зовнішніх факторів, що не підлягають усуненню, але можуть бути частково нейтралізовані завдяки правильним управлінським, технічним і технологічним рішенням.

Ключові слова: автомобільні перевезення, ефективність, ланцюг постачань, небереженість вантажу; ризик; транспортно-експедиторська діяльність.

Вступ

Транспортна складова логістичного ланцюга впливає як на загальний рівень логістичних витрат, так і на якість обслуговування клієнтів. При цьому транспортні витрати формуються не лише за рахунок безпосереднього виконання перевезень, але й включають витрати, пов'язані з порушенням термінів постачань, простоем транспортних засобів, додатковими операціями перевантаження, а також втратами від пошкодження, псування або повної втрати вантажів. Значну частку в цій структурі займають саме витрати, обумовлені реалізацією транспортних ризиків, зокрема ризиків небереженості вантажів.

Автомобільний транспорт посідає провідне місце у вантажних перевезеннях завдяки своїй універсальності, мобільності та можливості забезпечення доставки за принципом «від дверей до дверей». Разом із тим саме автомобільні перевезення характеризуються підвищеною чутливістю до впливу широкого спектра ризикоутворювальних факторів (технічних, організаційних, технологічних, людських та факторів, пов'язаних із впливом зовнішнього середовища). Це зумовлює достатньо високу поширеність випадків небереженості вантажів у процесі автомобільних перевезень, які негативно впливають на економічні результати діяльності

перевізників, рівень задоволеності клієнтів та ефективність функціонування ланцюгів постачань у цілому. Тому забезпечення ефективної системи управління ризиками небереженості вантажів відіграє вирішальну роль у зниженні цих ризиків та ефективній діяльності транспортно-експедиторських компаній.

Аналіз публікацій

Аналіз наукових досліджень щодо управління ризиками небереженості вантажів показує, що більшість робіт цієї тематики присвячена окремим аспектам проблеми, а саме:

– дослідженню причин небереженості конкретних видів вантажів, де розглядаються звіти про втрати вантажів та заходи щодо зниження ризиків небереженості вантажів у контексті крадіжок чи зменшення впливу зовнішнього середовища; Так Р. Бернс, Ч. Кроуфорд аналізують звіти про крадіжки вантажів у США з 2013 по 2021 рік та виявляють суттєві відмінності між цими звітами та тим, що ФБР визнає підтвердженими випадками крадіжки вантажів [1]. М. Клопот, поєднуючи розрізнені дані про крадіжки вантажів у період з 2019 по 2025 рік та інтерпретуючи їх за допомогою міждисциплінарної аналітичної структури, визначає це явище системним. За результатами досліджен-

ня авторка виявляє три стійкі структурні тенденції: географічна концентрація крадіжок вздовж основних транспортних коридорів, збереження інцидентів, пов'язаних з недостатнім забезпеченням безпеки паркування та розширення операцій, що здійснюються з використанням кіберзлочинів та шахрайства. Авторка пропонує проведення інтегрованих превентивних заходів, що поєднують фізичну безпеку, цифрову верифікацію та управління ризиками на основі страхування [2]. Й. Кубанова та І. Кубасакова зазначають, що значна частина інцидентів пов'язана з недостатнім рівнем безпеки під час стоянки транспортних засобів, що зумовлено дефіцитом належно обладнаних та захищених паркувальних зон. У зв'язку з цим авторка пропонує у ланцюгах постачань розвивати мережі сертифікованих безпечних стоянок і широко використовувати інформаційно-аналітичні системи моніторингу та прогнозування ризиків [3];

– аналізу технічних рішень збереження вантажів, в яких досліджуються інноваційні системи пакування, завантаження/розвантаження та кріплення вантажів, інформаційні програми та технології забезпечення збереженості вантажів під час руху та на стоянках. Зокрема Н. Долженко і співавтори пропонують для забезпечення високого рівня захисту та безпеки вантажу під час транспортування використовувати розроблену ними інноваційну систему фіксації вантажів, яка здатна ефективно розподіляти навантаження та знижувати вплив інерційних сил, забезпечуючи стабільність та надійність при транспортуванні вантажів різних типів та розмірів [4]. Х. Маті та П. Тамаш розробляють базову концепцію інноваційної системи управління пакуванням, яка може бути використана для вибору оптимального обладнання для обробки одиничних вантажів на основі потреб компанії, визначених за допомогою оптимізації на основі моделювання [5]. П. Мора Лозано та Дж. Монтойя-Торрес аналізують та порівнюють роботу передових методів забезпечення безпеки, що пропонуються різними програмами безпеки в Латинській Америці (С-ТРАТ, АЕО, BASC та ISO 28000) і визначають, що обмін інформацією з використанням систем глобального позиціонування (GPS) у наземних вантажних транспортних засобах, електронних пристроїв безпеки для контейнерів, блокчейну, Інтернету речей (IoT), розробка платформ відстеження вантажів та транспортних засобів, серед іншого, стали необхідними умовами для забезпечення збереженості товарів протягом усього ланцюга постачань [6]. Б. Рашмі та С. Марісамінатан проводять всебічне дослідження факторів, що впли-

вають на різні аномальні моделі поведінки водіїв вантажівок, та їх вплив на ризики для безпеки вантажів [7];

– або нормативних вимог щодо збереженості вантажів під час перевезень автомобільним транспортом. Так П. Циок досліджує правові особливості відповідальності перевізника в мультимодальних перевезеннях вантажів, зокрема у випадках пошкодження або втрати вантажу під час транспортування різними видами транспорту. Особливу увагу приділено автомобільним перевезенням, які регулюються положеннями Конвенції CMR та часто виступають початковим або завершальною ланкою логістичного ланцюга [8]. А у дослідженні Л. Янковської та І. Петрик наголошується, що автомобільні перевезення характеризуються значною кількістю ризиків втрат вантажу та недосконалістю нормативно-правового регулювання. Шляхи їх подолання авторка вбачає у впровадженні систем управління нормами та гармонізації національного законодавства України з європейськими транспортними стандартами [9].

Комплексний підхід до проблеми ризиків незбереженості вантажів під час автомобільних перевезень застосований у дослідженні П. Панджі, В. Кеччуканг та С. Аморнсавадватана [10], де розглядаються нові технологічні рішення щодо зменшення ризиків незбереженості вантажів: передиктивна аналітика, моніторинг з використанням Інтернету речей та передові розробки пакування. Але й у ньому основна увага приділена огляду ризиків втрати вантажів, натомість питання аналізу цих ризиків та впровадження методик їх оцінки не розглядаються.

Таким чином, науковою прогалиною сучасних досліджень є відсутність інтегрованого методичного підходу до аналізу ризику незбереженості вантажів під час автомобільних перевезень. Недостатньо розробленими залишаються положення щодо комплексної оцінки незбереженості вантажів у всіх фазах транспортного процесу. Запропонований у дослідженні підхід, що базується на систематизації ключових факторів ризику, їх структуризації, ієрархії та взаємозв'язку дозволяє усунути визначені прогалини та підвищити обґрунтованість управлінських рішень щодо забезпечення збереженості вантажів у ланцюгах постачань.

Мета та постановка задачі

Метою роботи є дослідження основних джерел ризику незбереженості вантажів під час перевезення автомобільним транспортом та визначення ключових елементів комплексної систе-

ми управління ними.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- дослідити джерела ризику незбереженості вантажів при автомобільних перевезеннях;
- провести аналіз ризиків незбереженості вантажів у різних фазах процесу автомобільних перевезень;
- визначити основні елементи системи управління ризиками незбереженості вантажів.

Проблема незбереженості вантажів

Стрімке зростання втрат вантажів, зокрема пов'язаних із пошкодженням, крадіжками та кібершахрайством стає однією з головних проблем вантажно-експедиторської діяльності. Так у звіті Американського інституту транспортних досліджень (ATRI) зазначається, що кількість

стратегічних крадіжок – обману, шахрайства та кіберзлочинів, спрямованих на те, щоб змусити відправників вантажу, брокерів і перевізників передати вантажі злодіям замість законних одержувачів, починаючи з 2022 року стрімко зростає (на 1500%). Загальні втрати перевізників склали понад 520 000 доларів США на рік, а для компанії, що надають логістичні послуги понад 1,84 мільйона доларів США на рік. Щорічні втрати від крадіжок вантажів для галузі сягають 6,6 мільярда доларів США, або понад 18 мільйонів доларів США на день [11].

Це особливо позначилось на категоріях товарів високої вартості (електроніка, косметика, алкоголь тощо). Зростання подібних інцидентів останніми роками підтверджують і наукові дослідження, узагальнені дані яких представлені в табл. 1.

Таблиця 1. Основні фактори незбереженості вантажів під час перевезення автомобільним транспортом

Фактор незбереженості	Характеристика
Стоянки без охорони	65–74 % нападів відбуваються саме на таких майданчиках
Тривалі міжнародні маршрути	Збільшення часу експозиції вантажу до злочинних посягань
Висока вартість або ліквідність товарів	Залучення організованих злочинних груп
Нестача безпечної інфраструктури	Відсутність альтернатив для безпечного відпочинку водіїв
Людський фактор	Втома, страх та обмежені можливості водіїв впливати на безпеку

Джерело: складено на основі [3, 10, 12]

Серед найбільш критичних факторів незбереженості вантажів виділяють:

- категорію вантажу (особливо тютюнові вироби, продукти харчування, вантажі з високою ліквідністю);
- тип локації (в «дорозі», неохоронювані стоянки, об'єкти відправлення та призначення);
- рік і регіон перевезення, що відображає динамічну зміну кримінальних ризиків;
- спосіб вчинення крадіжки, зокрема проникнення та крадіжки з транспортних засобів [3].

Відповідно незбереженість вантажів стає глобальною проблемою, яку необхідно ефективно та системно вирішувати, щоб уникнути фінансових втрат та збоїв у роботі ланцюгів постачань. Адже навіть за одиничного випадку втрати або псування вантажу, витрати на весь ланцюг постачань у шість разів перевищують вартість самого вантажу, оскільки це призводить до збільшення витрат на заміну продукції, врегулювання наслідків аварії, підвищення страхових премій, втрати продажів та негативного впливу на репутацію бізнесу [13]. Окрім фінансових витрат, крадіжка вантажу може також призвести до травм/смерті та насильства щодо водіїв транспортних засобів [2, 14], що у

свою чергу погіршує умови праці та їхню привабливість, особливо для жінок, збільшуючи нестачу робочої сили, а також гендерну нерівність. Крім того, злочинні організації, що стоять за нападами на транспортний сектор, зростають у могутності, масштабах та впливі на суспільство, що має очевидні наслідки для бізнесу, а саме: зниження економічного зростання та несумлінна ринкова конкуренція [15].

Джерела ризику незбереженості вантажів

Слід зазначити, що незбереженість вантажів належить до транспортних ризиків техногенного характеру, що проявляються у вигляді механічних пошкоджень, деформацій, псування, втрати товарних властивостей або повної втрати вантажу. Формування таких ризиків має складний багатофакторний характер і є результатом взаємодії умов перевезення, характеристик вантажу, технічного стану транспортних засобів, якості пакування й кріплення, рівня організації транспортного процесу та дій персоналу. Вони безпосередньо залежать від відстані перевезення: чим більша відстань, тим вища ймовірність пошкодження або втрати вантажу.

Особливо сприйнятливими до ризику незбе-

реженості вантажів є магістральні перевезення. Основні джерела ризику незбереженості ванта-

жів під час магістральних перевезень автомобільним транспортом відображено на рис. 1.

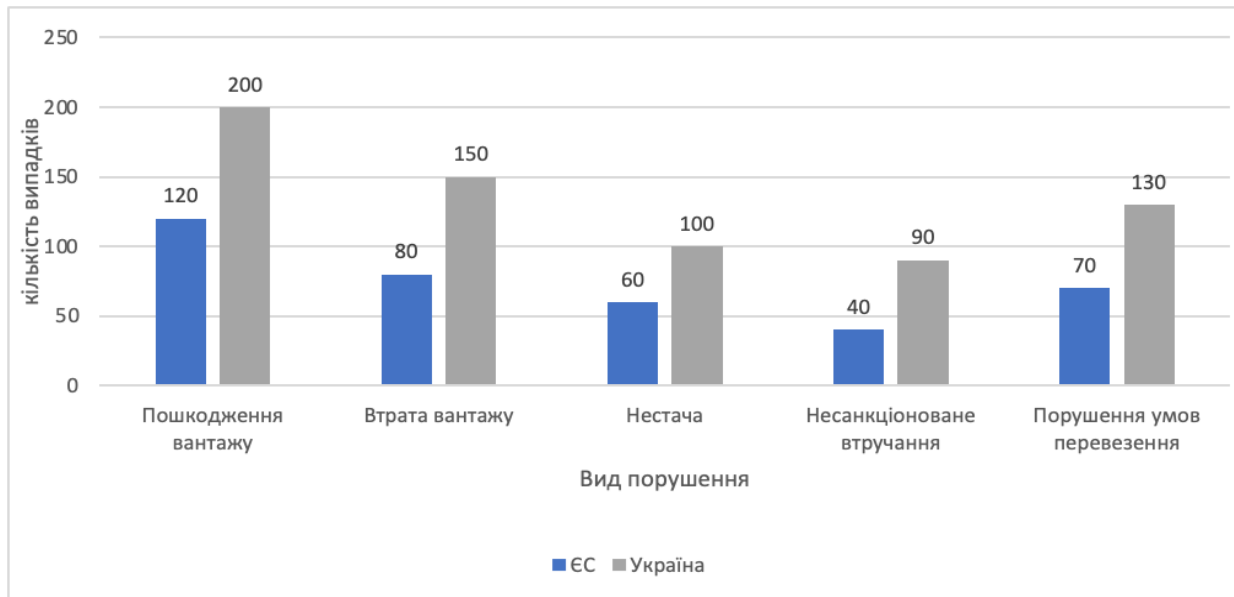


Рис. 1 Діаграма порушень збереженості вантажів в ЄС та Україні за видами за 2024 рік
Джерело: складено на основі [16, 17]

Аналіз даних, представлених на рис. 1, свідчить про відмінності у структурі порушень збереженості вантажів між країнами ЄС та Україною. Зокрема, в Україні переважають порушення, пов'язані з організаційними та інфраструктурними чинниками (недостатній рівень безпеки стоянок, контроль доступу до транспортних засобів), тоді як у країнах ЄС більша частка припадає на технологічні та процедурні аспекти, зокрема недотримання стандартів пакування та кріплення вантажів.

Враховуючи вище визначене «ризик незбереженості вантажів» при автомобільних перевезеннях можна визначити як ймовірність часткової або повної втрати товарних, фізичних або економічних властивостей вантажу внаслідок управлінських, технічних, кадрових, правових та зовнішніх чинників у процесі транспортування. А його ключовими джерелами є недосконале правове поле, низька культура ризик-менеджменту, економію на безпеці, слабкий контроль і нагляд та високий рівень аварійності.

Ризики незбереженості вантажів тісно пов'язані з трьома поняттями:

1) Невизначеність. Виникає через брак інформації відповідно чим більше обмін інформацією – тим нижче ризик.

2) Варіабельність. Спільне створення знань та обмін досвідом знижує варіабельність і ризики.

3) Довіра. Брак довіри породжує опортунізм

й суперечки і навпаки взаємні інвестиції та узгодження цілей різко знижують ризик постачання.

Щодо їх класифікації, то найбільш комплексно вона подана у П. Панджі, В. Кеччуакнанга та С. Аморнсавадватана [10], які усі ризики незбереженості вантажів при автомобільних перевезеннях поділяють за п'ятьма основними доменами: людина, метод, машина, матеріали та навколишнє середовище.

1. Ризики, пов'язані з людиною (вплив людського фактору на транспортний процес). Виникають через дії або поведінку водіїв та персоналу:

- втома водія, що знижує швидкість реакції та уважність;

- недостатня підготовка та досвід персоналу;

- небезпечна поведінка на дорозі, включаючи використання мобільного телефону під час руху.

2. Ризики, пов'язані з методом (організацією транспортного процесу). Виникають через неправильну організацію роботи з вантажем:

- неправильне кріплення вантажу;

- грубе поводження з вантажем при навантаженні та розвантаженні;

- використання некоректних методів пакування;

- нестійке штабелювання або перевантаження;

- несумісність із стандартами та вимогами кріплення вантажу.

3. Ризики, пов'язані з машинами (транспортними засобами та обладнанням). Фактори,

пов'язані з конструктивними та експлуатаційними особливостями транспортного засобу:

- динамічні навантаження на вантаж при гальмуванні або проходженні поворотів;
- недостатня міцність кріпильних елементів;
- відмови обладнання (замки, кріплення, амортизаційні системи);
- конструктивні недоліки транспортних засобів та систем кріплення.

4. Ризики, пов'язані з матеріалами. Основні ризики виникають через характеристики самого вантажу та пакування:

- крихка або недостатньо міцна упаковка, що підвищує ймовірність пошкодження;
- недостатня стійкість вантажів до вібрації, ударів або зміни положення під час транспортування.

5. Зовнішнє середовище. Фактори, пов'язані з умовами експлуатації та зовнішніми загрозами:

- погані дорожні умови та погодні фактори (лід, дощ, сніг);
- дорожньо-транспортні пригоди;
- ризики крадіжки, викрадення або пошкодження вантажу третіми особами.

Слід зазначити, що окремі ризики можуть мати подвійний характер. Наприклад, порушення кріплення вантажу формально належить до домену «метод», однак його виникнення часто

обумовлено людським фактором (недостатня кваліфікація, неуважність персоналу тощо). У зв'язку з цим у дослідженні розмежування створюється за принципом спільного механізму виникнення ризику.

Крім того, усі перелічені ризики взаємопов'язані і можуть підсилювати наслідки один одного. Відповідно ефективне зменшення втрат вантажу потребує комплексного підходу: підготовки персоналу, стандартизації методів кріплення та пакування, технічного обслуговування транспортних засобів, використання надійних пакувальних матеріалів та урахування зовнішніх факторів при плануванні маршруту тощо.

Причому у процесі здійснення вантажоперевезень ризик присутній на будь-якому етапі і пов'язаний із:

- недотриманням правил підготовки та пакування вантажу;
- невідповідністю технічних характеристик та стану транспортного засобу, а також спеціального обладнання вантажного відділення;
- відсутністю застосування підприємством правил і стандартів маркування;
- завантаженням, розміщенням та кріпленням вантажу у вантажному засобі тощо.

Таблиця 2. Аналіз ризиків незбереженості вантажів у різних фазах процесу автомобільних перевезень

Фаза процесу	Ризик	Наслідки (прояви незбереженості)	Заходи мінімізації
Підготовка до перевезення та планування маршруту	Проходження криміногенних регіонів; відсутність інформації про ризики на маршруті	Підвищена ймовірність крадіжки вантажу, нападу на ТЗ, шахрайського заволодіння	Використання баз даних інцидентів (ТАРА IIS); попередній аналіз маршрутів за рівнем безпеки
Завантаження та виїзд з пункту відправлення	Недостатній контроль доступу до ТЗ; відсутність пломбування	Часткова або повна втрата вантажу; складність ідентифікації моменту втрати	Контроль доступу; використання пломб і засобів фіксації втручання
Рух транспортного засобу	Напади під час руху; зупинки у невизначених місцях	Крадіжка з рухомого ТЗ; насильницьке заволодіння вантажем	Обмеження несанкціонованих зупинок; дотримання безпечних маршрутів
Стоянка / відпочинок водія (ключова критична фаза)	Паркування на неохоронюваних майданчиках; відсутність освітлення та охорони	До 65–74 % усіх крадіжок; злам кузова, викрадення вантажу, пошкодження упаковки	Використання безпечних і охоронюваних стоянок; класифікація стоянок за рівнями безпеки
Нічна стоянка	Тривалий неконтрольований час простою	Повна або часткова втрата вантажу; значні страхові збитки	Планування нічних зупинок лише на сертифікованих стоянках
Прикордонні та транзитні зони	Незаконне проникнення сторонніх осіб у ТЗ	Порушення цілісності вантажу; вторинні втрати, штрафи	Посилений контроль; вибір безпечних зон очікування штрафи
Під'їзд до пункту призначення	Шахрайське отримання вантажу	Повна втрата вантажу без фізичного пошкодження ТЗ	Перевірка отримувачів; документальний контроль
Увесь транспортний процес	Втома водія, психологічний тиск, дефіцит безпечної інфраструктури	Зростання імовірності ризикових рішень, що ведуть до незбереженості вантажу	Поліпшення умов праці; інтеграція безпеки вантажів із соціальними умовами водіїв

Аналіз ризиків небережності вантажів у різних фазах процесу автомобільних перевезень (табл. 2) свідчить, що невизначеність проявляється у вигляді неповноти чи неточності реалізації процесу перевезення за умови його інваріантності.

Отже існування ризику небережності вантажів безпосередньо пов'язане з наявністю невизначеності [18], оскільки спонтанність прояву факторів ризику небережності вантажу та випадковість настання подій, зумовлених цим ризиком, визначають різні результати перебігу транспортного процесу навіть за ідентичних параметрів організації перевезення.

Разом з тим слід відзначити, що сучасні ланцюги постачання характеризуються зростаючою роллю міських вантажних перевезень, що пов'язано з розвитком електронної комерції, сервісної економіки тощо.

Особливо уразливою з позицій збереженості вантажів є фаза «останньої милі», яка характеризується високою концентрацією транспортних, організаційних та просторових ризиків. Так у дослідженні Центру безпечних та стійких систем США остання миля визначається як:

- найбільш аварійно небезпечна;
- найменш стандартизована;
- найбільш уразлива з точки зору збереженості вантажу [19].

За цих умов на ризики небережності вантажів суттєво впливає рівень безпеки дорожнього руху в міському просторі. Відповідно дорожньо-транспортні пригоди за участю вантажних

транспортних засобів слід розглядати як один із ключових зовнішніх факторів ризиків небережності вантажів. Адже аварійні події призводять не тільки до фізичного пошкодження транспортних засобів, але й спричиняють механічні деформації вантажу, порушення цілості пакування, внутрішньої якості товару або повну втрату партії товару. У логістичному вимірі це трансформується у прямі матеріальні збитки, зрив строків постачання та порушення договірних зобов'язань.

Використання великовантажних автомобілів у щільному міському середовищі супроводжується зростанням тяжкості наслідків дорожньо-транспортних пригод, що, у свою чергу, призводить до масштабніших втрат вантажу. Натомість застосування малих і середніх комерційних транспортних засобів, а також альтернативних форматів доставки, хоча і збільшує кількість задіяних транспортних засобів, дозволяє зменшити як аварійність, так і рівень небережності вантажів за рахунок кращої маневреності та меншої кінетичної енергії під час зіткнення.

Проте часті зупинки, маневрування у щільному міському трафіку, обмежена видимість та взаємодія з уразливими учасниками дорожнього руху (пішоходами, велосипедистами) істотно підвищують імовірність аварійних ситуацій. Крім того різкі гальмування та постійне маневрування створюють додаткове динамічне навантаження на вантаж, що може бути критичним для крихкої, нестійкої або високоартісної продукції.

Таблиця 3. Фактори ризику небережності вантажів під час перевезення автомобільним транспортом у міському середовищі

Фактор	Вплив на безпеку дорожнього руху	Наслідки для збереженості вантажу
Зростання інтенсивності міських вантажних перевезень	Підвищення аварійності в міському середовищі, зростання кількості ДТП за участю комерційного транспорту	Збільшення імовірності механічних пошкоджень вантажу, втрат партій, порушення строків доставки
Тип транспортного засобу (великовантажні ТЗ)	Вища тяжкість наслідків ДТП, більша зона ураження	Значні пошкодження вантажу, руйнування пакування, повна втрата товарної придатності
Використання малих і середніх комерційних ТЗ (фургони, легкі вантажівки)	Зниження тяжкості аварій, краща маневреність у щільному трафіку	Зменшення динамічних навантажень на вантаж, нижчий рівень пошкоджень
Фаза «останньої милі»	Часті маневри, паркування у невизначених місцях, конфлікти з уразливими учасниками руху	Підвищений ризик локальних пошкоджень, крадіжок, порушення умов зберігання
Взаємодія з уразливими учасниками руху (пішоходи, велосипедисти)	Підвищення ймовірності аварій у житлових і комерційних зонах	Аварійні зупинки та удари призводять до пошкодження крихких і нестійких вантажів
Швидкісні режими та середовище руху	Вищі швидкості – тяжчі наслідки ДТП	Різке зростання рівня деформацій і втрат вантажу при зіткненнях
Урбаністичні умови (щільна забудова, вузькі вулиці)	Обмежена видимість, складні умови маневрування	Часткові пошкодження вантажу при маневрах, наїздах, притисканні

Таким чином, безпеку міських вантажних перевезень доцільно розглядати як складову системи управління ризиками незбереженості вантажів. Зниження аварійності та підвищення рівня організації дорожнього руху створюють передумови для мінімізації витрат вантажів, підвищення стійкості ланцюгів постачання та забезпечення їх функціональної надійності в умовах урбанізованого середовища.

Напрями забезпечення збереження вантажів

Для дослідження характеру ризиків незбереженості вантажів було сформовано вибірку з 50 задокументованих інцидентів незбереженості вантажу що виникли у процесі автомобільних перевезень 5-х логістичних компаній України.

Емпіричною базою дослідження стали: внутрішні акти компаній про пошкодження вантажу, претензійні матеріали клієнтів та страхові звіти щодо настання страхових випадків. До вибірки включені випадки незбереженості вантажів, що мали місце протягом 2022-2024 років. Трирічний інтервал дозволив охопити різні економічні та операційні умови функціонування логістичних систем включаючи зміну інтенсивності перевезень.

До аналізу включалися інциденти, які відповідали наступним умовам: наявність документально підтвердженого факту пошкодження, втрати або часткової втрати вантажу; подія відбулася безпосередньо в процесі автомобільного перевезення та/або при навантаженні чи розвантаженні; наявність встановленої або ймовірної причини інциденту; завершене службове розслідування. Не включалися випадки форсмажорних обставин, пов'язаних із військовими діями.

Структура вибірки за типами перевезень показала, що більшість випадків (близько 70%) незбереженості вантажів стосуються магістральних перевезень, тоді як решта 30% – міської логістики, включаючи фазу «останньої милі». Це дозволяє розглядати наведені результати як репрезентативні переважно для міжміських перевезень, водночас аналіз ризиків міських перевезень теж має місце.

Класифікація причин здійснювалася за принципом домінуючого фактору з використанням структурно-функціонального підходу групування причин у наступні категорії: неналежне пакування; порушення при навантаженні/розвантаженні; порушення технології кріплення вантажу; технічна несправність транспортного засобу; дорожньо-транспортні пригоди; вплив зовнішніх чинників. У випадках множин-

них причин пріоритет надавався чиннику, що мав найбільший причинно-наслідковий вплив на пошкодження вантажу.

Для забезпечення узгодженості класифікації використовується єдиний підхід до ідентифікації домінуючого фактора, що визначався на основі матеріалів службових розслідувань. Усі компанії надали дані в стандартному форматі, що дозволило забезпечити їх уніфікацію для подальшого аналізу.

Обробка даних здійснювалася із дотриманням принципів конфіденційності та узагальнення без розкриття комерційної інформації.

Дослідження містить і низку обмежень, а саме: кількісна база дослідження (50 випадків незбереженості вантажів у 5-ти логістичних компаніях) не дозволяє робити статистично репрезентативні висновки стосовно усієї логістичної сфери; класифікація причин здебільшого базується на внутрішніх розслідуваннях компаній, що потенційно містить суб'єктивний компонент; кореляційний аналіз між типом вантажу та ймовірністю настання конкретного типу ризику його незбереження не проводився. Разом з тим навіть з урахуванням обмежень отримані у результаті дослідження дані дають змогу сформулювати первинну структуровану емпіричну базу для ідентифікації домінуючих факторів ризику незбереженості вантажів при автомобільних перевезеннях.

Результати аналізу проведеного дослідження відображені на рис. 2.

Як видно з рис. 2 для вітчизняного ринку вантажних перевезень лівова частина ризиків незбереженості вантажів пов'язана із неправильним або недостатнім кріпленням вантажу (60% випадків). Наступними за значимістю категоріями виявилися вплив зовнішнього середовища (20% випадків) та неналежне пакування (10% випадків). На всі інші види ризиків незбереженості вантажів сумарно припадає 10%.

Отримані дані дозволяють не тільки виділити основні фактори ризику а і визначити напрями вдосконалення організаційних, технологічних та технічних заходів для забезпечення збереження вантажів при автомобільних перевезеннях. Так для запобігання або зменшення ймовірності виникнення подібних ситуацій необхідний комплексний аналіз, для якого ми пропонуємо обрати 4 основні параметри:

1. Події, які можуть статися та несприятливо вплинути на перевезення.
2. Наслідки, що можуть спричинити дані події.
3. Ймовірність виникнення подій.
4. Оцінка рівня ризику наслідків (і чи потріб-

не застосування будь-яких заходів щодо зменшення ймовірності виникнення події).

Виходячи з визначених факторів ризику незбереженості вантажів та згідно з визначеною

нами класифікацією розроблено матрицю управління ризиками незбереженості вантажів (табл. 4).

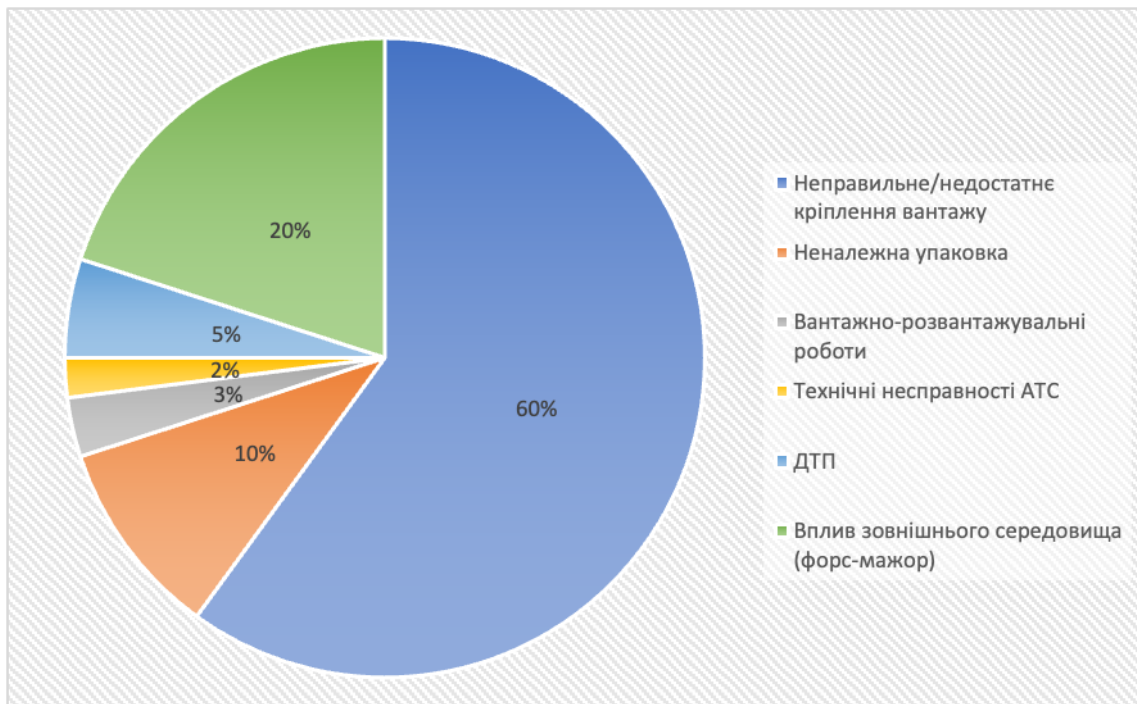


Рис. 2. Розподіл випадків незбереженості вантажу

У якій для оцінки ефективності запропонованих заходів одним з КРІ використовується система ключових критеріїв безпеки (ККБ), що ха-

рактеризують рівень захищеності вантажів, транспортних засобів та процесів перевезення.

Таблиця 4. Матриця управління ризиками незбереженості вантажів

Фактор	Напрямок зниження ризику	КРІ (показник ефективності)	Джерела даних
Людина	AI-моніторинг стану водія, ADAS, персоналізоване навчання	– частка рейсів без інцидентів (%) – кількість ККБ/100 тис. км	DMS, телематика, ADAS-логи, відеоаналітика
Метод	AR-навчання, стандартизація, сенсорний контроль	– відсоток правильного кріплення – кількість порушень	AR-платформи, чек-листи, сенсори вібрації
Машина	IoT-кріплення, предиктивне ТО, автоматизоване закріплення вантажу	– відмови обладнання – частота зміщень вантажу	Датчики натягу, CAN-шина, CMMS
Матеріал	Інноваційна тара, віброгасяча упаковка, CFD-моделювання	– рівень пошкоджень вантажу (%) – втрати маси/якості	IoT-датчики вологості, температури, ударів
Зовнішнє середовище	ECTS, 5G/GNSS, безпечні парковки	– кількість крадіжок – час незапланованих зупинок	GPS, Електронна система відстеження вантажів (ECTS), CCTV, IoT-інфраструктура

Технологічні та технічні досягнення відображені в ній, у поєднанні з інституціональними змінами, політичними й економічними реформами та глобальною співпрацею, матимуть вирішальне значення для створення стійких та безпечних систем, які ефективно усунуть ризики та забезпечать безпеку вантажів при автомобільних перевезеннях. Дослідження даних параметрів здійснюється різними методами або

комплексом методів, які згодом зводять до одного – оцінки впливу конкретної ситуації на рівень ризику та можливість запобігання виникненню негативних наслідків.

В останні роки проривні досягнення в галузі цифрових технологій відкрили принципово нові можливості для підвищення безпеки та зниження ризиків незбереженості вантажів під час автомобільних перевезень [20,21]. Передиктивна

аналітика, інтелектуальні системи моніторингу в реальному часі, а також інноваційні технології пакування і кріплення вантажів суттєво розширюють інструментарій транспортно-експедиторської діяльності. Наприклад, цифрові датчики та пристрої Інтернету речей дають змогу постійно відстежувати стан довікля, вібраційні та температурні коливання, технічну продуктивність транспортних засобів і фактичну безпеку вантажу. Зібрані в реальному часі дані забезпечують оперативне реагування та створюють підґрунтя для запобігання потенційним інцидентам ще до того, як вони можуть спричинити втрати.

Паралельно з цим методології на основі великих даних і алгоритмів машинного навчання пропонують надійні інструменти для глибокого аналізу закономірностей, прогнозування потенційних ризиків, вибору оптимальних маршрутів та підвищення ефективності транспортних операцій. Інтелектуальні системи можуть оцінювати ризик у режимі реального часу, враховуючи як історичні дані, так і поточні обставини руху, що підсилює можливості проактивного управління логістичними процесами.

Висновки

Проблемою вантажних автомобільних перевезень останніх років є стрімке зростання ризиків небезпечності вантажів, які можна визначити як ймовірність часткової або повної втрати товарних, фізичних або економічних властивостей вантажу внаслідок управлінських, технічних, кадрових, правових та зовнішніх чинників у процесі транспортування. Формування цих ризиків має складний багатофакторний характер і є результатом взаємодії умов перевезення, характеристик вантажу, технічного стану транспортних засобів, якості пакування і кріплення, рівня організації транспортно-логістичного процесу та дій персоналу.

У різних фазах процесу перевезень існування ризику небезпечності вантажу безпосередньо пов'язане із: недотриманням правил підготовки та пакування вантажу; невідповідністю технічних характеристик та стану транспортного засобу, а також спеціального обладнання вантажного відділення; відсутністю застосування підприємством правил і стандартів маркування; завантаженням, розміщенням та кріпленням вантажу у вантажному засобі.

Дослідження випадків небезпечності вантажу що виникли у процесі автомобільних перевезень засвідчило, що більшість ризиків пов'язана із неправильним або недостатнім кріпленням вантажу (60% випадків), впливами зовнішнього середовища (20% випадків) та нена-

лежним пакуванням (10% випадків).

Збереженість вантажу на етапі транспортування є похідною від організаційних заходів, здійснених на попередніх етапах. Для зменшення ймовірності виникнення ризиків небезпечності вантажу пропонується застосування комплексного підходу з урахуванням: 1) події, які можуть статися та несприятливо вплинути на перевезення. 2) наслідків, що можуть спричинити дані події. 3) ймовірність виникнення подій. 4) оцінка рівня ризику наслідків (і чи потрібне застосування будь-яких заходів щодо зменшення ймовірності виникнення події).

Наукова новизна роботи полягає у систематизації джерел ризику небезпечності вантажів на основі доменного підходу, розробленого фазового аналізу ризиків транспортно-логістичного процесу та формування матриці ризиків управління з використанням KPI, орієнтованих на практичне застосування в діяльності транспортно-експедиторських компаній.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів щодо публікації цієї статті.

Література

1. Burns, R., & Crawford, C. (2025). Moving forward in the study of cargo theft: Data collection, extent, and crime control theater. *Journal of Applied Security Research*, 20, 1–25. <https://doi.org/10.1080/19361610.2025.2472072>
2. Klopott, M. (2025). Cargo theft as a systemic risk in global supply chains: Data, modus operandi and emerging trends (2019–2025). *European Research Studies Journal*, XXVIII(4), 1298–1313. <https://doi.org/10.35808/ersj/4219>
3. Kubanova, J., & Kubasakova, I. (2020). Security risks in the trucking sector. *Transportation Research Procedia*, 44, 234–239. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.02.048>
4. Dolzhenko, N., Imasheva, G., Berkesheva, A., Garmash, O., & Beketov, T. (2025). Development of innovative cargo safety systems for vehicles. *Journal of Studies in Science and Engineering*, 5(2), 124–143. <https://doi.org/10.53898/josse2025536>
5. Matyi, H., & Tamás, P. (2023). Operational concept of an innovative management framework for choosing the optimal packaging system for supply chains. *Sustainability*, 15, 3432. <https://doi.org/10.3390/su15043432>
6. Mora Lozano, P. E., & Montoya-Torres, J. R. (2024). Global supply chains made visible through logistics security management. *Logistics*, 8, 6. <https://doi.org/10.3390/logistics8010006>
7. Rashmi, B. S., & Marisamynathan, S. (2023). Factors affecting truck driver behavior on a road safety context: A critical systematic review of the evidence.

- Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 10(5), 835–865. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2023.04.006>
8. Ciok, P. (2017). The carrier's liability for damage to cargo in multimodal transport with special focus on the Rotterdam Rules. *Studia Iuridica Toruniensia*, 19, 23–51. <https://doi.org/10.12775/SIT.2016.014>
 9. Yankovska, L., & Petyk, I. (2022). Safety of cargo transportation in the Ukrainian supply chain: Risk management and legal issues. *Law, Business and Sustainability Herald*, 2(1), 49–56. <https://doi.org/10.46489/lbsh.2022-2-1-5>
 10. Panjee, P., Kaewchueaknang, V., & Amornsawadwatana, S. (2025). A systematic literature review of cargo loss risks in road transportation: Impacts and future directions. *Safety*, 11, 20. <https://doi.org/10.3390/safety11010020>
 11. International Road Transport Union. (n.d.). *New research confirms the high costs of cargo theft to industry*. <https://www.iru.org/news-resources/newsroom/new-research-confirms-high-costs-cargo-theft-industry>
 12. Ting, N. (2025). Risk prediction of container cargo loss and damage based on machine learning. In *Proceedings of the 2024 International Conference on Big Data Mining and Information Processing (BDMIP '24)* (pp. 168–172). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3735014.3735893>
 13. Burges, D. (2012). *Cargo theft, loss prevention, and supply chain security*. Butterworth-Heinemann.
 14. Liang, X., Fan, S., Lucy, J., & Yang, Z. (2022). Risk analysis of cargo theft from freight supply chains using a data-driven Bayesian network. *Reliability Engineering & System Safety*, 226, 108702. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2022.108702>
 15. Urciuoli, L. (2016). What are the causes of transport insecurity? Results from a survey with transport operators. *Transport Policy*, 47, 189–202. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.01.012>
 16. WTW. (2024). *High-value shipments at risk: The growing threat of strategic cargo theft*. <https://www.wtco.com/en-hk/insights/2024/12/high-value-shipments-at-risk-the-growing-threat-of-strategic-cargo-theft>
 17. Center for Transport Strategies. (2025, January 13). *U 2024 rotsi v Kyievi skladeno 729 aktiv cherez porushennia u sferi vantazhnykh perevezhen*. https://cfts.org.ua/news/2025/01/13/u_2024_rotsi_v_kyievi_skladeno_729_aktiv_cherez_porushennya_u_sf_eri_vantazhnykh_perevezhen_81652
 18. Matsiuk, V., Opalko, V., Savchenko, L., Zagurskiy, O., & Matsiuk, N. (2023). Optimisation of transport and technological system parameters of an agricultural enterprise in conditions of partial uncertainty. *Machinery & Energetics*, 14(3), 61–71. <https://doi.org/10.31548/machinery/3.2023.61>
 19. Center for Secure and Resilient Systems. (2021). *Urban freight and road safety: Trends and innovative strategies*. Washington, DC. https://www.roadsafety.unc.edu/wp-content/uploads/2021/12/CSCRS_urban-Freight_Report_12_9_21_508C.pdf
 20. Bayguzhina, G., & Sagatbekova, A. (2023). The main indicators of ensuring the quality of cargo transportation by road. *Vestnik of M. Kozybayev North Kazakhstan University*, 81–86. <https://doi.org/10.54596/2958-0048-2023-1-81-86>
 21. Kayikci, Y., Subramanian, N., & Kuppusamy, S. (2024). Exploring digitalization, resilience, and sustainability challenges in the cargo transportation and logistics industry through topic modelling and empirical evidence in the aftermath of COVID-19. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 1–62. <https://doi.org/10.1109/TEM.2024.3433368>
- Савченко Лілія**¹, к.т.н., доцент. завідувачка каф. транспортних технологій та засобів у АПК, тел. +38 067-580-40-77, lilya_savchenko@ukr.net, ORCID: 0000-0002-4336-4416
- Загурський Олег**¹, д.е.н., проф. каф. транспортних технологій та засобів у АПК, тел. +38 0503343574, zagurskiy@nubip.edu.ua, ORCID: 0000-0002-5407-8466
- Бондарев Сергій**¹, к.т.н., доцент каф. транспортних технологій та засобів у АПК, тел. +38 066-787-64-70, bondarevgall@meta.ua, ORCID: 0000-0002-9626-6633
- ¹Національний університет біоресурсів і природокористування України, 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15.

Risk Analysis of Cargo Loss and Damage in Road Transportation

Abstract. Problem. The growing share of road freight transportation has revealed serious problems in ensuring the safety and efficiency of road cargo transport. Road transport is associated with numerous risks that can lead to the loss of cargo, including accidents, theft, improper packaging, vibration, and environmental exposure. These risks not only pose a threat to the health and life of people and the quality and integrity of transported goods, but also lead to economic losses, reduced efficiency of supply chains, and negatively affect the competitiveness of freight forwarding companies. **Goal.** The aim is to study the main sources of cargo insecurity risk during road transportation and to identify the key elements of an integrated system for managing them. **Methodology.** The study uses systemic and evolutionary approaches, which require a hierarchical and synergistic understanding of cargo insecurity problems, and also involve studying them in their entirety, with the identification of various characteristic features, direct and feedback relationships, and dependencies that influence the risk of cargo insecurity in road transport processes. **Results.** An analysis was conducted of 50 cases of cargo insecurity that occurred during road transportation by five logistics companies in Ukraine. Based on this, the key factors of cargo insecurity risk in road transportation were identified. The sources of cargo insecurity risk in road transportation were examined, and the main elements of the risk management system were characterized. **Originality.** The theoretical

provisions regarding cargo insecurity as a complex, systemic phenomenon have been further developed. It requires significant changes not only in the field of technical safety and technology, but also in the field of management. A comprehensive analysis of cargo insecurity risks at different stages of the road transportation process was carried out. **Practical value.** It is substantiated that the effectiveness of ensuring cargo safety during road transportation depends on the coordination of actions of all participants who aim to ensure the rational organization of transportation, including consideration of external factors that cannot be eliminated but can be partially neutralized through proper managerial and technical decisions.

Key words: road freight transportation; efficiency; cargo insecurity; risk; freight forwarding activity.

Lilya Savchenko¹, Ph.D., Associate Professor, Head of the Department of Transport Technologies and Means in the Agricultural Complex, tel. +38 067-580-40-77, lilya_savchenko@ukr.net, ORCID: 0000-0002-4336-4416

Oleg Zagurskiy¹, D.Sc. (economics), professor of the department Transport technologies and facilities in the agroindustrial complex, тел. +38 0503343574, zagurskiy@nubip.edu.ua ORCID: 0000-0002-5407-8466

Serhii Bondariev¹, Ph.D., Associate Professor of the Department of Transport Technologies and Means in the Agricultural Complex, тел. +38 066-787-64-70, bondarevgall@meta.ua, ORCID: 0000-0002-9626-6633

¹National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 03041, Kyiv, Heroiv Oborony Str. 15.