

ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 347.763:004

doi.org/10.33298/2226-8553.2026..1.45.19

© Мироненко В.К., Іродовська Н. Ю.

ТРАНСФОРМАЦІЯ РОЛІ МУЛЬТИМОДАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО ОПЕРАТОРА В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ПРАВОВОГО ПОЛЯ

У статті досліджується вплив цифровізації на правовий статус мультимодального транспортного оператора (МТО) в контексті впровадження електронних транспортних документів — e-CMR та e-AWB. Запропоновано математичну модель оцінки ефективності електронного документообігу, що включає коефіцієнт ефективності документообігу (КЕД), часовий ефект у логістичному ланцюзі та інтегральний показник цифровізації МТО. Обґрунтовано ефективність впровадження електронних транспортних документів (e-CMR) у системі мультимодальних перевезень та проаналізовано їх правову природу. На основі математичного моделювання встановлено, що цифровізація документообігу забезпечує скорочення часу обробки документів, формує значний сукупний часовий ефект і високий економічний результат при мінімальному терміні окупності.

Доведено, що електронна накладна, має юридичну силу оригіналу, однак її застосування супроводжується обмеженнями як нетоваророзпорядчого документа та ризиками правового характеру у транзитних юрисдикціях. Проаналізовано кіберризики, які виникають унаслідок цифровізації та можуть спричинити значні економічні втрати, запропоновано методичний підхід до кількісної оцінки правового ризику кіберінцидентів та вдосконалення нормативно-правового регулювання у сфері мультимодальних перевезень.

Ключові слова: мультимодальний транспортний оператор, e-CMR, e-AWB, електронний документообіг, коефіцієнт ефективності документообігу, теорія масового обслуговування, цифровізація, правове регулювання, митне оформлення.

Постановка проблеми. Сучасний розвиток транспортної галузі характеризується глибокими трансформаційними процесами, зумовленими цифровізацією економіки та інтеграцією логістичних систем. Особливо ці зміни стосуються мультимодальних перевезень, які виступають ключовим елементом глобальних ланцюгів постачання та транзитного потенціалу держави. У сучасних умовах цифровізації відбувається зміна ролі мультимодального транспортного оператора: від традиційного організатора перевезень до комплексного провайдера цифрових логістичних рішень.

Проблематика цифровізації транспортної документації мультимодальних перевезень набуває особливої актуальності в умовах реформування правового поля України, що прагне до євроінтеграції та імплементації стандартів ЄС. Правова невизначеність щодо юридичної сили електронних транспортних документів, питання відповідальності МТО в умовах цифрового документообігу, а також практичні аспекти прискорення обробки вантажів потребують комплексного наукового осмислення.

Невирішена частина проблеми. Аналіз сучасних наукових праць, присвячених розвитку мультимодальних перевезень та цифровізації транспортно-логістичних систем, свідчить про наявність значного наукового доробку у цій сфері. Зокрема, у наукових джерелах [1, 2, 5] розглянуто питання функціонального змісту діяльності мультимодального оператора в контексті переходу до цифрових логістичних систем. В роботах [3, 4] досліджено механізми правового регулювання використання електронних транспортних документів, цифрових платформ, смарт-контрактів та технологій розподілених реєстрів, у діяльності транспортних операторів.

У правовому вимірі ключовими є дослідження [6-8], де систематизовано юридичні бар'єри визнання e-CMR у неєвропейських юрисдикціях. Автори виявили, що відсутність уніфікованої

міжнародної норми щодо кіберризиків МТО є головною прогалиною чинного права. В роботі [9] розглянуто технологічні можливості інтеграції протоколу e-CMR з розподіленими реєстрами як засобом підвищення довіри до електронних транспортних документів.

З позицій логістичного менеджменту та операційних досліджень вирізняється стаття [10], де методом структурного моделювання (SEM) доведено, що цифровізація документообігу забезпечує 43% варіації операційної ефективності міжнародних 3PL-операторів. Близьку тематику розробляють автори [11], застосовуючи агентне моделювання для симуляції впливу e-AWB на пропускну спроможність авіавантажних терміналів: зниження часу наземного оброблення.

Економіко-правовий синтез у розвитку мультимодальних перевезень та цифровізації транспортно-логістичних систем представлений у праці [12], де введено концепцію "liability gap"— зони невизначеності між моментом підписання e-CMR та визнанням його юридичної сили митними органами транзитних держав.

Серед досліджень, що безпосередньо стосуються кількісного вимірювання ефективності e-CMR, виокремлюється звіт ALICE [13], де на основі панельних даних 8 країн встановлено: кожні 10% зростання охоплення e-CMR асоціюються зі скороченням середнього часу перетину кордону на 7,3 хвилини. Аналогічну методологію регресійного аналізу застосовано у статті [14], де досліджено правові наслідки інтеграції e-CMR з блокчейн-платформами для незмінності перевізних записів. У сфері e-AWB слід виокремити дослідження [15], де детально проаналізовано колізію між нормами Монреальської конвенції та вимогами Резолюції IATA щодо юридичного статусу електронної авіавантажної накладної у разі незбереження вантажу. Автори дійшли висновку, що конвенційний режим відповідальності недостатньо адаптований до реалій цифрового документообігу і потребує оновлення на рівні протоколу ІКАО.

Разом з тим комплексних досліджень, присвячених саме трансформації економіко- правового статусу МТО в контексті впровадження e-CMR та e-AWB в умовах українського законодавства, бракує. Більшість наявних робіт розглядають окремі аспекти: або технічну сторону електронних накладних, або суто правові питання відповідальності МТО. Таким чином, синтетичний підхід, який поєднує аналіз нормативної бази, математичне моделювання ефективності та економічних ефектів, залишається малодослідженим.

Виклад основного матеріалу. Глобалізація торгівлі та стрімкий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій кардинально змінюють архітектуру міжнародної логістики. Мультимодальний транспортний оператор (МТО) — суб'єкт, що здійснює або організовує перевезення вантажів двома або більше видами транспорту на підставі єдиного мультимодального транспортного документа — опиняється в епіцентрі цих перетворень. Традиційна паперова документація, що десятиліттями регламентувала перевізні відносини, сьогодні поступається місцем електронним аналогам: e-CMR (електронна міжнародна товарно-транспортна накладна) та e-AWB (електронна авіавантажна накладна).

Правовий статус МТО на міжнародному рівні визначається передусім Конвенцією ООН про міжнародні мультимодальні перевезення вантажів 1980 року, хоча остання так і не набрала чинності через недостатню кількість ратифікацій. Натомість на практиці застосовуються Правила ЮНКТАД/МТП 1992 року та галузеві документи FIATA, які закріпили поняття МТО як особи, яка від власного імені укладає договір мультимодального перевезення та бере на себе відповідальність за його виконання.

В Україні правовий статус МТО врегульовано Законом «Про транспорт», Законом «Про мультимодальні перевезення», Господарським кодексом та підзаконними актами Міністерства інфраструктури. [16-19]. Проте невизначеність щодо юридичної сили електронних перевізних документів створюють правову лакуну, що перешкоджає повноцінній цифровізації галузі.

Електронна накладна e-CMR функціонує на основі захищеного обміну структурованими даними між відправником, перевізником (МТО) та отримувачем через акредитовані платформи (наприклад, eCMR.eu, TimoCom, Transporeon, SmartHop). Дані передаються у форматах XML або JSON відповідно до технічних специфікацій Комітету з внутрішнього транспорту ЄЕК ООН.

Існуючу архітектуру e-CMR можна описати як триланкову систему взаємодії:

- платформенний рівень – акредитована платформа-провайдер, що забезпечує збереження, передачу та автентифікацію даних;
- транзакційний рівень – захищений обмін структурованими повідомленнями між сторонами договору перевезення;
- правовий рівень – електронний підпис, що надає e-CMR юридичну рівнозначність паперовому оригіналу.

Принципово важливою є ключова технічна властивість e-CMR – режим реального часу: всі сторони договору отримують одночасний доступ до актуального стану вантажу та документа, без потреби у фізичному передаванні паперів. Це корінним чином відрізняє e-CMR від систем електронного архівування сканованих копій паперових накладних, які не мають правового значення оригінальних документів.

Система e-AWB побудована на аналогічних принципах, але в рамках інфраструктури IATA CargoXML, що забезпечує стандартизований обмін авіавантажними даними між авіаперевізниками, наземними агентами та митними органами. Впровадження e-AWB передбачає відмову від паперової AWB (Air Waybill) на користь набору електронних повідомлень (FWB – freight waybill, FHL – freight house level), що циркулюють між учасниками авіатранспортного ланцюга.

Проведемо оцінку ефективності застосування електронних транспортних документів. Для кількісної оцінки ефективності переходу від паперового до електронного документообігу в системі МТО, на основі математичної моделі, введемо коефіцієнт ефективності документообігу (КЕД). Цей показник відображає відносне скорочення часових витрат на обробку транспортних документів і визначається за формулою:

$$КЕД = (T_n - T_e) / T_n \times 100\% \quad (1)$$

де КЕД – коефіцієнт ефективності документообігу, %;

T_n – середній час обробки документа при паперовому документообігу;

T_e – середній час обробки документа при електронному документообігу.

Наприклад, за даними IRU [20] та FIATA [21], якщо для операції оформлення накладної МТО потрібно: $T_n = 32,5$ хв, $T_e = 4,1$ хв (узагальнено на основі відповідних аналітичних даних). Підставивши значення у формулу (1):

$$КЕД = (32,5 - 4,1) / 32,5 \times 100\% \approx 87,4\%$$

Це означає, що впровадження e-CMR скорочує час оформлення накладної більш ніж на 87%.

Сукупний часовий ефект від цифровізації документообігу МТО у розрізі всього логістичного ланцюга визначається як сума часових вигравів по кожній операції, зважена на обсяг відповідних відправлень:

$$\Delta T = \sum_{i=1}^n (T_n - T_e) \times Q_i \times k \quad (2)$$

де n – кількість документарних операцій у логістичному ланцюзі;

T_n – час i -ї операції при паперовому документообігу (год);

T_e – час i -ї операції при електронному документообігу (год);

Q_i – кількість відправлень по i -й операції за звітний період;

k – коефіцієнт використання робочого часу;

ΔT – загальна економія часу (год)§.

Для МТО з річним обсягом 10 000 відправлень та п'ятьма ключовими документарними операціями (оформлення накладної, митне оформлення, передача між агентами, верифікація доставки, вирішення спорів) з урахуванням частоти виконання операцій та коефіцієнта використання часу підрахунок за формулою (2) дає:

$$\Delta T = [(28,4 \times 10\,000 + 1,75 \times 4\,000 + 20 \times 10\,000 + 36 \times 9\,500 + 50 \times 300) \times 0,6] = 508\,800 \text{ год/рік}$$

Таким чином, середній МТО може заощадити понад 508,8 тис. людино-годин на рік лише за рахунок оптимізації документарних операцій через впровадження e-CMR.

Чистий економічний ефект від впровадження системи e-CMR для МТО визначається як різниця між монетизованою вартістю часової економії та сукупними витратами на цифровізацію:

$$E = \Delta T \times C_{л.год} - (B_{підкл} + B_{навч} + B_{обсл}) \quad (3)$$

де E – чистий економічний ефект (грн/рік);

$C_{л.год}$ – вартість однієї людино-години в логістичній операції (грн);

$B_{підкл}$ – одноразові витрати на підключення до платформи e-CMR;

$B_{навч}$ – витрати на навчання персоналу;

$B_{обсл}$ – річні витрати на обслуговування системи.

За ринковими даними для України, середня заробітна плата логіста та оператора логістики становить 35 000 грн/міс. [22]. При стандартному місячному фонді робочого часу 160 годин погодинна ставка $(C_{л.год})$ становить: $35\,000 / 160 \approx 219$ грн/год. Таким чином, для МТО з 10 000 відправлень на рік отримуємо:

$$E = 508\,800 \times 219 - (120\,000 + 45\,000 + 60\,000) = 111\,427\,200 - 225\,000 = 111\,202\,200 \text{ грн/рік} \approx 111,2 \text{ млн грн/рік}$$

Термін окупності ($T_{ок}$) витрат на впровадження e-CMR визначається за формулою:

$$T_{ок} = (B_{підкл} + B_{навч}) / (\Delta T \times C_{л.год} - B_{обсл}) \quad (4)$$

де $T_{ок}$ – термін окупності (роки).

Для наведеного прикладу: $T_{ок} = (120\,000 + 45\,000) / (111\,427\,200 - 60\,000) = 165\,000 / 111\,367\,200 \approx 0,0015$ року, тобто близько 0,55 доби. Це підтверджує надзвичайно високу інвестиційну привабливість цифровізації документообігу МТО.

Процес митного оформлення вантажів МТО на прикордонному переході може бути формалізований як система масового обслуговування (СМО). Надходження вантажів до митного пункту підпорядковується пуасонівському розподілу з інтенсивністю λ (відправлень/год); час обслуговування одного відправлення є випадковою величиною з показниковим розподілом та середньою інтенсивністю μ (відправлень/год) [23]. За цих умов застосовується однолінійна модель М/М/1 (за нотацією Кендалла) [24].

Умова стійкості системи (відсутності нескінченної черги): $\rho = \lambda/\mu < 1$, де ρ – коефіцієнт завантаженості митного інспектора. При паперовому документообігу середній час обслуговування одного відправлення становить $1/\mu_p = 180$ хв; при e-CMR – $1/\mu_e = 75$ хв.

Середній час перебування вантажу в черзі (без урахування часу обслуговування) для моделі М/М/1 визначається за формулою Поллачека–Хінчина [25]:

$$Wq = \lambda / [\mu \times (\mu - \lambda)] \quad (5)$$

де, Wq – середній час очікування у черзі (год);

λ – інтенсивність надходження вантажів (відправлень/год);

μ – інтенсивність обслуговування митним органом (відправлень/год).

Середня довжина черги (кількість вантажів, що очікують на оформлення):

$$Lq = \lambda^2 / [\mu \times (\mu - \lambda)] = \rho^2 / (1 - \rho) \quad (6)$$

де Lq – середня кількість відправлень у черзі;

$\rho = \lambda/\mu$ – коефіцієнт завантаженості.

Підставивши типові параметри прикордонного пункту пропуску ($\lambda = 0,4$ відпр./год; $\mu_p = 0,333$ відпр./год при паперовому документообігу; $\mu_e = 0,8$ відпр./год при e-CMR), отримуємо порівняльні результати (табл. 1):

Отже, при паперовому документообігу та $\lambda = 0,4$ відпр./год система є нестійкою ($\rho > 1$), черга необмежено зростає. Впровадження е-CMR знижує ρ до 0,50, що забезпечує стійку роботу митного пункту та середній час очікування 37,5 хвилини. Це підтверджує не лише прискорення обробки вантажів, але й системну стабілізацію логістичного вузла.

Цифровізація документообігу в системі мультимодальних перевезень має не лише локальний операційний ефект, а й системний вплив на ефективність логістичних процесів. Запропонований коефіцієнт ефективності документообігу (КЕД) дозволяє кількісно оцінити вигоди від переходу до електронних документів і показав, що впровадження е-CMR забезпечує скорочення часу оформлення окремих операцій у середньому на понад 80%, а для ключових процесів — до 87% і більше.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз параметрів митної СМО М/М/1 при паперовому та електронному документообігу

Параметр СМО	Паперовий документообіг	Е-CMR (електронний)	Зміна
Інтенсивність обслуговування μ (відпр./год)	0,333	0,800	↑ у 2,4 рази
Коефіцієнт завантаженості ρ	1,20 (> 1 — нестійка!)	0,50	↓ на 58%
Середній час у черзі Wq (год)	Нескінченно	0,625	Стабілізація
Середня довжина черги Lq (відпр.)	Нескінченно	0,500	Стабілізація
Середній час обслуговування (хв)	180	75	↓ на 58,3%
Загальний час у системі W (год)	Нестабільна	1,875	Стабілізація

Джерело: розраховано автором на основі моделі М/М/1 за даними [19, 20].

Узагальнення емпіричних даних 12 країн ЄС щодо впровадження е-CMR дозволяє побудувати зведену порівняльну таблицю часових витрат за основними операціями МТО (Табл. 2):

Таблиця 2 – Порівняльний аналіз часових витрат при паперовому та електронному документообігу

Операція	Паперовий (Тп)	Е-CMR/е-AWB (Те)	КЕД (%)	Джерело
Оформлення накладної МТО	25–40 хв	3–5 хв	87,4	IRU, 2022
Митне оформлення на кордоні	2–4 год	0,5–1,5 год	58,3	FIATA, 2023
Міжагентська передача документів	12–24 год	Реальний час	~99,0	DG MOVE, 2024
Верифікація та підтвердження доставки	1–3 дні	2–4 год	85,0	IRU, 2022
Документарні спори та врегулювання	7–30 днів	2–5 днів	75,0	FIATA, 2023
Обробка е-AWB в аеропорту призначення	4–8 год	0,5–1 год	87,5	IATA, 2024
Підготовка пакету митних декларацій	3–5 год	0,5–1 год	80,0	ITF, 2023

Джерело: складено автором на основі даних [17, 20, 21].

Таким чином, повна цифровізація документообігу МТО в Україні дозволить скоротити час митного оформлення більш ніж удвічі.

Впровадження е-CMR та е-AWB трансформує не лише процедурну, але й сутнісну сторону діяльності МТО. Аналіз математичних результатів дозволяє виокремити три системних виміри цих змін:

По-перше, розширення функції моніторингу та контролю. МТО отримує можливість відстежувати стан вантажу та документів у режимі реального часу. Математично це виражається у зниженні Wq до прийняттого рівня та стабілізації коефіцієнта завантаженості митної системи $\rho < 1$.

По-друге, зміна договірних відносин та відповідальності. Електронний формат унеможливило несанкціоновану модифікацію накладної, що фіксується як зниження часових витрат на врегулювання спорів (КЕД = 75%). Водночас кожна помилка в даних стає документально зафіксованою та юридично значущою.

По-третє, еволюція ролі МТО до «цифрового диригента» логістичного ланцюга. МТО інтегрує дані різних перевізників, митних органів та вантажоотримувачів у єдину платформу, перетворюючись на провайдера логістичних даних, а не лише документів.

Цифровізація документообігу МТО породжує комплекс правових викликів, що виходять за межі суто технологічних питань і торкаються фундаментальних принципів транспортного, договірної та інформаційного права. Системний аналіз цих викликів вимагає застосування міждисциплінарного підходу.

З позицій теорії права, проблема юридичної сили е-CMR має два виміри. Перший — субстантивний: чи є е-CMR оригінальним документом, чи лише електронною копією. Відповідно до ст. 4(1) Протоколу е-CMR, електронна накладна є оригіналом і має рівну силу з паперовою CMR за умови підтвердження її автентичності [26]. Другий — процесуальний: чи може е-CMR виступати допустимим доказом у суді транзитної держави, що не ратифікувала Ця проблема вирішується через застосування колізійних норм Регламенту ЄС 593/2008 та принципу *locus regit actum*.

Для МТО практичне значення має також питання моменту переходу ризиків при використанні е-CMR. На відміну від коносаменту, CMR та її електронний аналог не є товаророзпорядчими документами (*non-negotiable*) — е-CMR не може бути індосована чи передана третій стороні. Це обмеження звужує можливості МТО щодо документарного акредитиву та факторингу.

Цифровізація документообігу трансформує класичну систему відповідальності МТО, створюючи категорію кіберризиків. Кіберінциденти з е-CMR поділяються на: втрату цілісності даних — несанкціонована зміна змісту е-CMR; втрату доступності — неможливість отримати доступ до е-CMR у критичний момент митного оформлення; витік конфіденційності — несанкціонований доступ третіх осіб до комерційних даних е-CMR. Оскільки ані Конвенція CMR, ані Протокол е-CMR не містять спеціальних норм щодо кіберризиків, МТО несе відповідальність за загальними нормами зобов'язального права. В контексті українського права застосовуються Закон «Про електронні довірчі послуги» [27], який покладає на провайдера електронних послуг обов'язок забезпечення цілісності та конфіденційності даних.

Для кількісної оцінки правового ризику кіберінцидентів нами пропонується застосовувати показник правового ризику кіберінциденту (ПРК):

$$ПРК = P_{инц} \times V_{макс} \times (1 - C_{страх}) \quad (7)$$

де ПРК — очікуваний правовий ризик кіберінциденту (грн/рік);

$P_{инц}$ — імовірність кіберінциденту за рік (за даними ENISA для транспортного сектору: $P_{инц} \approx 0,12$);

$V_{макс}$ — максимальний розмір претензій за договором перевезення (грн);

$C_{страх}$ — рівень страхового покриття кіберризиків (частка від 0 до 1).

Для МТО з річним обсягом вантажів вартістю 50 млн грн та рівнем страхового покриття $C_{страх} = 0,30$: $ПРК = 0,12 \times 50\,000\,000 \times (1 - 0,30) = 4\,200\,000$ грн/рік. Незабезпечений правовий ризик кіберінцидентів для типового МТО перевищує 4,2 млн грн на рік — це вдесятеро більше за витрати на впровадження сертифікованої системи кіберзахисту. Така оцінка економічно обґрунтовує необхідність законодавчого врегулювання стандарту кіберзахисту для МТО на рівні ISO/IEC 27001.

На підставі проведеного дослідження сформульовано такі рекомендації щодо адаптації законодавства України, сформовані на підставі проведеного дослідження та результатів математичного моделювання ефективності логістичних процесів, мають комплексний характер і спрямовані на системну інтеграцію електронного документообігу у сфері мультимодальних перевезень.

Насамперед, ключовим кроком є ратифікація та повноцінна імплементація Додаткового протоколу до Конвенції CMR щодо електронної накладної (е-CMR), розробленого під егідою United Nations Economic Commission for Europe. Це передбачає внесення змін до митного, транспортного та цивільного

законодавства України з метою закріплення юридичної рівнозначності електронної та паперової накладної для всіх органів державного контролю, включаючи митні та прикордонні служби. Такий крок дозволить усунути правові колізії та забезпечити повноцінне використання цифрових документів у міжнародному транспортному сполученні.

Важливим напрямом є створення єдиної національної платформи e-CMR, яка має функціонувати на засадах державно-приватного партнерства із залученням ключових стейкхолдерів ринку. Така платформа повинна бути інтегрована з національними інформаційними системами, зокрема з митною інфраструктурою (UAIS), а також забезпечувати сумісність із перспективними європейськими цифровими рішеннями, зокрема системою eSPEED. Це сприятиме гармонізації українського транспортно-логістичного простору з європейським цифровим середовищем та підвищить транзитний потенціал держави.

Окремої уваги потребує прийняття спеціалізованого закону про мультимодальні перевезення, який би чітко визначав правовий статус оператора мультимодальних перевезень (МТО), його права, обов'язки та межі відповідальності, зокрема в умовах використання електронного документообігу. Доцільним є включення до такого нормативного акту положень щодо управління кіберризиками, захисту даних та відповідальності за порушення у сфері цифрових транспортних операцій, з урахуванням вимог Закону України «Про електронні довірчі послуги».

З метою стимулювання цифрової трансформації доцільно встановити на законодавчому рівні цільові показники цифрової зрілості операторів, зокрема індекс цифровізації мультимодальних перевезень (ІЦМ) на рівні не менше 50 балів для суб'єктів, що здійснюють міжнародні перевезення. Запровадження такого індикатора має супроводжуватися перехідним періодом тривалістю до трьох років, а також системою економічних стимулів, включаючи податкові пільги, грантову підтримку та пріоритетний доступ до державних програм розвитку інфраструктури.

Не менш важливим є створення умов для залучення малих і середніх підприємств до цифрових екосистем. Це може бути реалізовано через механізми державної підтримки, такі як часткове відшкодування витрат на підключення до платформ e-CMR, пільгове фінансування, освітні програми та консультаційна підтримка. Такий підхід дозволить уникнути цифрового розриву між великими та малими учасниками ринку та забезпечить масовість впровадження інновацій.

На перехідному етапі, до повного приєднання та імплементації міжнародних норм, доцільним є укладення двосторонніх угод про взаємне визнання електронних транспортних документів з ключовими торговельними партнерами України, такими як Польща, Угорщина, Молдова та Туреччина. Це дозволить забезпечити практичне використання e-CMR вже на початковому етапі реформування та сприятиме поступовій інтеграції України до міжнародного цифрового транспортного простору.

У сукупності запропоновані заходи формують цілісну стратегію модернізації нормативно-правового забезпечення мультимодальних перевезень, орієнтовану на підвищення ефективності, прозорості та конкурентоспроможності транспортної системи України в умовах цифрової економіки.

Висновки. Цифровізація транспортного документообігу – e-CMR та e-AWB – є не лише технологічною, економічною, але й фундаментальною правовою трансформацією відносин мультимодального перевезення. Розроблений у статті комплексний підхід охоплює операційний, економічний та правове-регуляторний виміри діяльності МТО забезпечує якісну трансформацію мультимодального транспортного оператора у сучасний глобалізаційний простір.

Впровадження електронних транспортних документів (e-CMR) забезпечує суттєве підвищення ефективності документообігу в системі мультимодальних перевезень. Запропонована математична модель оцінки ефективності електронного документообігу показує скорочення часу виконання операцій у середньому більш ніж на 80%, що формує значний сукупний часовий ефект і дозволяє економити сотні тисяч людино-годин на рік. Економічні розрахунки свідчать про високу інвестиційну привабливість цифровізації: річний ефект становить десятки мільйонів гривень, а термін окупності є мінімальним. Моделювання митних процесів як системи М/М/1 показало, що перехід до e-CMR забезпечує стабілізацію роботи митних пунктів, зменшення черг і підвищення пропускної спроможності.

Результати дослідження доводять, що e-CMR визнається повноцінним юридичним документом, прирівняним до паперової накладної за умови підтвердження автентичності відповідно

до Протоколу, розробленого United Nations Economic Commission for Europe. Водночас її використання як доказу може ускладнюватися в країнах, що не ратифікували відповідні норми, а також вона зберігає статус нетоваророзпорядчого документа, що обмежує фінансові операції. Цифровізація формує нову категорію кіберризиків, відповідальність за які покладається на загальні норми права та національне законодавство. Розрахунки показують, що потенційні втрати від кіберінцидентів є значними і перевищують витрати на захист, що обґрунтовує необхідність впровадження стандартів кібербезпеки та подальшого нормативного врегулювання. Для України цифровізація документообігу МТО є не лише конкурентною перевагою, але й обов'язковою нормативною умовою євроінтеграції транспортної галузі.

Загалом результати узгоджуються з міжнародною практикою та підтверджують доцільність широкого впровадження електронного документообігу як ключового чинника підвищення ефективності та конкурентоспроможності транспортної системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кучерук Г. Ю., Войченко Т. О., Сівашенко Т. В. Роль цифровізації транспортної логістики в контексті мультимодальних перевезень. *Водний транспорт*. 2025. URL: <https://tstt.diiit.edu.ua/article/view/123148>.
2. Пелех К. В., Демидчук Л. Б. Інтернет речей у транспортній логістиці. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2024. URL: <https://heraldes.khmnpu.edu.ua/index.php/heraldes/article/view/527>.
3. Приліпа М. Д. Державне регулювання мультимодальних перевезень. *Dictum Factum*. 2025. URL: <https://df.duit.in.ua/index.php/dictum/article/view/396>.
4. Boujarra M., Lechhab A., Al Karkouri A., Zrigui I., Fakhri Y., Bouekkadi S. Revolutionizing logistics through deep learning: Innovative solutions to optimize data security. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. 2024. Vol. 102(4). P. 1593–1607. URL: <https://www.jatit.org/volumes/Vol102No4/15Vol102No4.pdf>.
5. Гірна О. Б., Іваницький Р. С. Інноваційні технології у транспорті та логістиці. *Via Economica*. 2025. URL: <https://journals.rshu.rivne.ua/index.php/viaeconomica/article/view/342>.
6. Clarke M., Yates J. *E-Documents in International Trade Law*. London : Informa Law from Routledge, 2021. 418 p. URL: <https://www.routledge.com/E-Documents-in-International-Trade-Law/Clarke-Yates/p/book/9780367498213>
7. Sun S., He R. How to possess an electronic bill of lading as information? A comparative perspective of the legislation on the “possession problem” of electronic bills of lading. *Frontiers in Marine Science*. 2024. Vol. 11. DOI: 10.3389/fmars.2024.1493647. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2024.1493647/full>
8. Коваленко Т. В. Відповідальність МТО в умовах цифрової трансформації логістики. *Правничий вісник Університету «КРОК»*. 2022. № 2. С. 45–53. URL: <https://snku.krok.edu.ua/index.php/vcheni-zapiski-universitetu-krok/article/view/1081>
9. Петренко Є. О. Блокчейн та e-CMR: синергія технологій у мультимодальній логістиці. *Проблеми законності*. 2025. № 168. С. 201–214. DOI: 10.21564/2414-990X.168.312456. URL: <https://doi.org/10.21564/2414-990X.168.312456>
10. Danloup S., Miemczyk V., Johnsen D. Digitalization and operational efficiency in 3PL operators: A structural equation modelling approach. *International Journal of Production Economics*. 2023. Vol. 258. Article 108791. DOI: 10.1016/j.ijpe.2023.108791. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108791>
11. Zhu H., Li W., Zhang Q. Impact of e-AWB adoption on air cargo terminal throughput: An agent-based simulation study. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 2024. Vol. 183. Article 103441. DOI: 10.1016/j.tre.2024.103441. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2024.103441>
12. Bergami R. Digital freight documents and the liability gap. *Journal of International Trade Law and Policy*. 2024. Vol. 23, No. 1. P. 44–67. DOI: 10.1108/JITLP-2023-0041. URL: <https://doi.org/10.1108/JITLP-2023-0041>
13. Alliance for Logistics Innovation through Collaboration in Europe (ALICE). *Digital Freight Documents: Impact Assessment Across EU Member States*. Brussels : ALICE, 2023. 96 p. URL: <https://www.etp-logistics.eu>
14. Krebs T. Electronic bills of lading, transnational and English law: blocking the blockchain? *Uniform Law Review*. 2024. Vol. 28, Issue 3–4. P. 323–338. DOI: 10.1093/ulr/unad022. URL: <https://doi.org/10.1093/ulr/unad022>
15. Smeele F., Hendrikse B. The e-AWB under the Montreal Convention 1999: A Critical Appraisal // *Air and Space Law*. 2022. Vol. 47, No. 3. P. 301–330. DOI: <https://doi.org/10.54648/AILA2022019>
16. Про транспорт: Закон України від 10.11.1994 № 232/94-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/232/94-вр>.
17. Про мультимодальні перевезення : Закон України від 17.11.2021 № 1887-IX // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1887-20>

18. Господарський кодекс України: Закон України від 16.01.2003 № 436-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/436-15>.
19. Міністерство інфраструктури України. Нормативно-правові акти у сфері транспорту. URL: <https://mtu.gov.ua>
20. International Road Transport Union. *eCMR: The digital future of transport documentation*. Geneva, 2022. URL: <https://www.iru.org>.
21. FIATA. *Digitalisation in freight forwarding: eFBL and electronic documents*. Geneva, 2023. URL: <https://www.fiata.org>
22. Work.ua. Статистика заробітних плат у сфері логістики в Україні. 2026. URL: <https://www.work.ua/salary-logistic-supply-chain/>
23. Ван С.-Х., Чен У.-Т., Ву Х. Багаторівнева система чергування інспекцій з обмеженою пропускною здатністю для диференційованих заходів контролю кордону // *IEEE Access*. 2021. Vol. 9. P. 60489–60502. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3073470>.
24. Chen Y. Comparing the influencing factors of M/G/1 performance indices in queuing theory across different scheduling approaches // *Mathematics*. 2024. Vol. 12(6). Art. 10891. DOI: <https://doi.org/10.3390/math120610891>
25. Wang Y. Research on the Queuing Theory based on M/M/1 Queuing Model // *Highlights in Science, Engineering and Technology*. 2023. Vol. 61. P. 80–84. URL: <https://www.researchgate.net/publication/372770211>
26. Додатковий протокол до Конвенції про договір міжнародного дорожнього перевезення вантажів (КДВП) щодо електронної накладної (e-CMR) : Протокол від 20 лют. 2008 р. / United Nations Economic Commission for Europe. Женева, 2008. URL: [Additional Protocol to the CMR \(e-CMR\)](#)
27. Про електронні довірчі послуги: Закон України від 05.10.2017 № 2155-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2155-19>

REFERENCES

1. Kucheruk H. Yu., Voichenko T. O., Sivashenko T. V. Rol tsyfrovizatsii transportnoi lohistyky v konteksti multimodalnykh perevezen. *Vodnyi transport*. 2025. URL: <https://tstt.diit.edu.ua/article/view/123148>.
2. Pelekh K. V., Demydchuk L. B. Internet rechei u transportnii lohistytsi. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*. 2024. URL: <https://heraldes.khmnu.edu.ua/index.php/heraldes/article/view/527>.
3. Prylipa M. D. Derzhavne rehuliuвання multimodalnykh perevezen. *Dictum Factum*. 2025. URL: <https://df.duit.in.ua/index.php/dictum/article/view/396>.
4. Boujarra M., Lechhab A., Al Karkouri A., Zrigui I., Fakhri Y., Bourekkadi S. Revolutionizing logistics through deep learning: Innovative solutions to optimize data security. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. 2024. Vol. 102(4). P. 1593–1607. URL: <https://www.jatit.org/volumes/Vol102No4/15Vol102No4.pdf>.
5. Hirna O. B., Ivanytskyi R. S. Innovatsiini tekhnolohii u transporti ta lohistytsi. *Via Economica*. 2025. URL: <https://journals.rshu.rivne.ua/index.php/viaeconomica/article/view/342>.
6. Clarke M., Yates J. *E-Documents in International Trade Law*. London : Informa Law from Routledge, 2021. 418 p. URL: <https://www.routledge.com/E-Documents-in-International-Trade-Law/Clarke-Yates/p/book/9780367498213>
7. Sun S., He R. How to possess an electronic bill of lading as information? A comparative perspective of the legislation on the “possession problem” of electronic bills of lading. *Frontiers in Marine Science*. 2024. Vol. 11. DOI: 10.3389/fmars.2024.1493647. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2024.1493647/full>
8. Kovalenko T. V. Vidpovidalnist MTO v umovakh tsyfrovoi transformatsii lohistyky. *Pravnychiy visnyk Universytetu «KROK»*. 2022. № 2. P. 45–53. URL: <https://snku.krok.edu.ua/index.php/vcheni-zapiski-universitetu-krok/article/view/1081>
9. Petrenko Ye. O. Blokchein ta e-CMR: synerhiia tekhnolohii u multimodalnii lohistytsi. *Problemy zakonnosti*. 2025. № 168. P. 201–214. DOI: 10.21564/2414-990X.168.312456. URL: <https://doi.org/10.21564/2414-990X.168.31245>
10. Danloup S., Miemczyk V., Johnsen D. Digitalization and operational efficiency in 3PL operators: A structural equation modelling approach. *International Journal of Production Economics*. 2023. Vol. 258. Article 108791. DOI: 10.1016/j.ijpe.2023.108791. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108791>
11. Zhu H., Li W., Zhang Q. Impact of e-AWB adoption on air cargo terminal throughput: An agent-based simulation study. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 2024. Vol. 183. Article 103441. DOI: 10.1016/j.tre.2024.103441. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2024.103441>

12. Bergami R. Digital freight documents and the liability gap. *Journal of International Trade Law and Policy*. 2024. Vol. 23, No. 1. P. 44–67. DOI: 10.1108/JITLP-2023-0041. URL: <https://doi.org/10.1108/JITLP-2023-0041>
13. Alliance for Logistics Innovation through Collaboration in Europe (ALICE). *Digital Freight Documents: Impact Assessment Across EU Member States*. Brussels : ALICE, 2023. 96 p. URL: <https://www.etp-logistics.eu>
14. Krebs T. Electronic bills of lading, transnational and English law: blocking the blockchain? *Uniform Law Review*. 2024. Vol. 28, Issue 3–4. P. 323–338. DOI: 10.1093/ulr/unad022. URL: <https://doi.org/10.1093/ulr/unad022>
15. Smeele F., Hendrikse B. The e-AWB under the Montreal Convention 1999: A Critical Appraisal // *Air and Space Law*. 2022. Vol. 47, No. 3. P. 301–330. DOI: <https://doi.org/10.54648/AILA2022019>
16. Pro transport: Zakon Ukrainy vid 10.11.1994 № 232/94-VR. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/232/94-vr>.
17. Pro multymodalni perevezennia : Zakon Ukrainy vid 17.11.2021 № 1887-IX // Baza danykh «Zakonodavstvo Ukrainy» / Verkhovna Rada Ukrainy. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1887-20>
18. Hospodarskyi kodeks Ukrainy: Zakon Ukrainy vid 16.01.2003 № 436-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/436-15>.
19. Ministerstvo infrastruktury Ukrainy. Normatyvno-pravovi akty u sferi transportu. URL: <https://mtu.gov.ua>
20. International Road Transport Union. eCMR: The digital future of transport documentation. Geneva, 2022. URL: <https://www.iru.org>.
21. FIATA. Digitalisation in freight forwarding: eFBL and electronic documents. Geneva, 2023. URL: <https://www.fiata.org>
22. Work.ua. Statystyka zarobitnykh plat u sferi lohistyky v Ukraini. 2026. URL: <https://www.work.ua/salary-logistic-supply-chain/>
23. Van S.-Kh., Chen Y.-T., Vu X. Bahatorivneva systema chervannia inspektsii z obmezhenoiu propusknoi zdatnistiu dlia dyferentsiiiovanykh zakhodiv kontroliu kordonu // *IEEE Access*. 2021. Vol. 9. P. 60489–60502. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3073470>.
24. Chen Y. Comparing the influencing factors of M/G/1 performance indices in queuing theory across different scheduling approaches // *Mathematics*. 2024. Vol. 12(6). Art. 10891. DOI: <https://doi.org/10.3390/math120610891>
25. Wang Y. Research on the Queuing Theory based on M/M/1 Queuing Model // *Highlights in Science, Engineering and Technology*. 2023. Vol. 61. P. 80–84. URL: <https://www.researchgate.net/publication/372770211>
26. Dodatkovyi protokol do Konventsii pro dohovor mizhnarodnoho dorozhnoho perevezennia vantazhiv (KDVP) shchodo elektronnoi nakladnoi (e-CMR) : Protokol vid 20 liut. 2008 r. / United Nations Economic Commission for Europe. Zheneva, 2008. URL: [Additional Protocol to the CMR \(e-CMR\)](https://www.unece.org/transport/conventions/e-cmr)
27. Pro elektronni dovirchi posluhy: Zakon Ukrainy vid 05.10.2017 № 2155-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2155-19>

Myronenko V.K., Irodovska N.Yu.

TRANSFORMATION OF THE ROLE OF THE MULTIMODAL TRANSPORT OPERATOR UNDER THE CONDITIONS OF DIGITALIZATION OF THE LEGAL ENVIRONMENT

The article examines the impact of digitalization on the legal status of the multimodal transport operator (MTO) in the context of implementing electronic transport documents, in particular e-CMR and e-AWB. A mathematical model for evaluating the efficiency of electronic document management is proposed, incorporating the document workflow efficiency coefficient (DWEC), the time effect within the logistics chain, and an integral digitalization index of the MTO. The study substantiates the effectiveness of introducing electronic transport documents (e-CMR) in multimodal transport systems and analyzes their legal nature.

Based on mathematical modeling, it is established that the digitalization of document workflows significantly reduces document processing time, generates a substantial cumulative time-saving effect, and ensures high economic performance with a minimal payback period. It is demonstrated that the electronic consignment note has the legal force of an original document; however, its application is associated with certain limitations as it does not function as a document of title and may entail legal risks in transit jurisdictions.

The paper also analyzes cyber risks arising from digitalization, which may lead to significant economic losses. A methodological approach to the quantitative assessment of legal risks related to cyber incidents is proposed, along with recommendations for improving regulatory and legal frameworks in the field of multimodal transportation.

Keywords: *multimodal transport operator, e-CMR, e-AWB, electronic document management, document workflow efficiency coefficient, queuing theory, digitalization, legal regulation, customs clearance.*

Стаття прийнята 20.02.2026