

УДК 656.2:624.042.8

Н. С. ЧЕРНОВА^{1*}, Р. Б. НОВІК^{2*}

^{1*}Кафедра «Економіка та менеджмент», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, 49010, г. Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 373 15 80, ел. пошта n.s.chernova@ust.edu.ua, ORCID 0000-0001-8461-498X

^{2*}Факультет військової підготовки Державної спеціальної служби транспорту, Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (050) 480-41-71, ел. пошта r.b.novik@ust.edu.ua, ORCID 0000-0002-2571-6641

МІЖНАРОДНІ ПІДХОДИ ДО ВІДНОВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ПІСЛЯ ЗБРОЙНИХ КОНФЛІКТІВ

Мета. У статті узагальнено міжнародні підходи до відновлення об'єктів залізничної інфраструктури після збройних конфліктів із фокусом на управлінських та інженерно-організаційних рішеннях, які дозволяють поєднати швидке відновлення сполучення з довгостроковим підвищенням стійкості мережі. **Методика.** Дослідження виконано на основі порівняльного аналізу документів міжнародних організацій (Світовий банк, Європейська Комісія, ООН), матеріалів фінансових інституцій та відкритих кейсів відновлення залізниць у країнах, що пережили збройні конфлікти (Україна, Грузія, Азербайджан, Ірак, Шрі-Ланка, країни Західних Балкан). Застосовано контент-аналіз підходів «швидке відновлення» (rapid repair), «реабілітація» та «відбудова з модернізацією»; а також метод структурного синтезу для формування рамки пріоритезації об'єктів. **Результати.** Запропоновано типологію відновлення залізничної інфраструктури у постконфліктних умовах, яка охоплює три взаємопов'язані фази: аварійне відновлення пропускної спроможності та безпеки руху; реабілітація ключових коридорів із відновленням технічних параметрів; відбудова «краще, ніж було» із інтеграцією сучасних систем сигналізації, захисту та цифрових інструментів управління активами. Обґрунтовано, що ефективність відновлення визначається не лише обсягом інвестицій, а й правилами пріоритезації, здатністю до швидких закупівель, та інституційною координацією між оператором, державою та донорами. На основі міжнародних прикладів показано: у короткостроковій перспективі вирішальними є тимчасові мости/обхідні схеми та оперативне відновлення критичних вузлів; у середньостроковій — відновлення швидкостей і систем безпеки; у довгостроковій — модернізація коридорів під нову логістику та кліматичну стійкість. Сформовано матрицю пріоритетів для відбору об'єктів (мости, перегони, вузли, системи СЦБ і зв'язку) за критеріями критичності маршруту, безпекового ризику, впливу на експортно-імпорتنі потоки, часу відновлення та вартості життєвого циклу. **Наукова новизна.** Розроблено інтегровану рамку прийняття рішень щодо відновлення залізничних об'єктів після конфлікту, що поєднує фазовий підхід, інструменти пріоритезації та вимоги стійкості. **Практична значимість.** Результати можуть бути використані органами управління транспортом, оператором інфраструктури та міжнародними партнерами для формування портфеля проєктів відновлення, визначення КРІ (час відновлення, відновлена пропускна спроможність, підвищення швидкостей, зниження аварійності) та підготовки технічних завдань у межах програм післявоєнної реконструкції.

Ключові слова: відновлення, залізнична інфраструктура, постконфліктна реконструкція, стійкість, критична інфраструктура, пріоритезація, коридори, управління активами, безпека руху, донорська координація.

Вступ

Залізнична інфраструктура у збройних конфліктах стає одночасно ціллю та критичним ресурсом: вона забезпечує мобільність населення, гуманітарні перевезення, військово-логістичні потоки, а також експортно-імпорتنі коридори, що підтримують макроекономічну стабільність. Пошкодження мостів, стрілочних переводів, систем сигналізації та електропостачання швидко фрагментують мережу, зменшують пропускну спроможність і підвищують операційні ризики. Досвід України засвідчує, що навіть за тривалих бойових дій базову дорожньо-залізничну

доступність у звільнених регіонах можливо оперативно відновлювати, але масштаби накопичених втрат і потреб у реконструкції залишаються надзвичайно високими [1-3].

Сучасні дослідження постконфліктного відновлення транспортної інфраструктури зміщують акцент від «повернення до стану до руйнувань» до концепції «build back better», що передбачає підвищення стійкості активів, цифровізацію управління та поліпшення безпеки [4, 19]. Водночас у залізничному секторі проблема ускладнюється необхідністю забезпечити технологічну сумісність, керованість руху та дотримання норм безпеки на всій довжині коридорів.

У літературі недостатньо систематизовано саме інструменти пріоритезації об'єктів (мости, вузли, СЦБ) та інституційні механізми швидких рішень у ситуації, коли ресурси обмежені, а загроза повторних уражень зберігається.

Однак упродовж 2020–2025 рр. сформувався помітний корпус рецензованих досліджень, що розкриває саме «інфраструктурно-мережевий» вимір відновлення та стійкості транспортних систем у кризових умовах. Зокрема, запропоновано конфліктно-орієнтовані рамки відбудови критичної інфраструктури із застосуванням дистанційних даних та підходу *resilience-by-assessment* для пріоритезації реконструкції (на прикладі транспортної мережі України) [20]. Для портфельного відновлення активів у конфліктних регіонах розробляються інтегровані системи оцінювання, що поєднують показники стійкості та сталості (зокрема, для мостових портфелів) [21]. У напрямі транспортної/залізничної стійкості активно розвиваються моделі оцінювання деградації та відновлення мереж, які враховують одночасні збої та взаємозалежності, включно з задачами оптимізації відновлення інфраструктури і управління перевезеннями [22, 23]. Огляди останніх років узагальнюють метрики стійкості, підходи моделювання та відновлювальні стратегії для рейкових систем і ширших інтегрованих транспортних мереж [24–26].

Попри це, залишається «невирішена частина», критична для практики відновлення залізниць у зонах бойових дій: відсутність уніфікованої матриці пріоритезації саме для залізничних об'єктів (мости, вузли, СЦБ/зв'язок, енергоживлення) з явним урахуванням ризику повторних уражень і обмежень доступу; (2) недостатня формалізація KPI, що безпосередньо відображають відновлення пропускної спроможності/продуктивності коридорів (поїздів/добу, тоннажу/добу, знятих обмежень швидкості) у зв'язку з рішеннями щодо черговості ремонтів. Саме ці прогалини зумовлюють потребу у прикладній рамці, що поєднує фазовість відновлення та формалізоване ранжування об'єктів для портфеля проєктів.

Мета

Метою статті є узагальнення міжнародних підходів до відновлення об'єктів залізничної інфраструктури після збройних конфліктів та формування прикладної рамки пріоритезації й планування, що поєднує швидке відновлення сполучення із довгостроковою модернізацією та підвищенням стійкості.

Методика

Дослідження виконано з використанням порівняльного аналізу кейсів та документів міжнародних організацій і фінансових інституцій. Зокрема, використано матеріали *Rapid Damage and Needs Assessment* для України (RDNA3...RDNA4) та похідні програмні документи щодо транспортного сектору [1, 3, 4, 15], а також публічні дані про відновлення залізничних об'єктів у Грузії (2008), Шрі-Ланці (після завершення громадянського конфлікту), Азербайджані (відбудова інфраструктури на територіях після конфлікту), та Іраку (інвестиційна програма модернізації залізниць) [13, 14, 16, 7, 10, 11]. Метод структурного синтезу застосовано для розроблення типології фаз відновлення та матриці пріоритетів, придатної для використання оператором інфраструктури й органами державного управління.

Результати

Типологія підходів до відновлення. Узагальнення міжнародного досвіду дозволяє виділити три фази відновлення залізничних об'єктів після конфлікту. Перша фаза – аварійне відновлення (*emergency/rapid repair*) – має на меті мінімально достатню пропускну спроможність і безпечний рух на критичних ділянках. Типові рішення: тимчасові мости, відновлення колії за спрощеними технічними умовами, обхідні схеми організації руху, мобільні засоби зв'язку, тимчасові системи контролю швидкості та ручне керування стрілками у вузлах.

Друга фаза – реабілітація коридорів (*rehabilitation*) – спрямована на повернення технічних параметрів (швидкості, осьові навантаження, надійність СЦБ) і стабілізацію експлуатації. На цьому етапі встановлюється пріоритетність коридорів і вузлів із найбільшим соціально-економічним ефектом, а також формуються рамкові контракти для прискорення закупівель і зниження транзакційних витрат.

Третя фаза – відбудова з модернізацією (*«build back better»*) – передбачає довгострокові інвестиції у системи сигналізації та зв'язку, підвищення стійкості мостів і земляного полотна, впровадження цифрового управління активами (*asset management*), а також інтеграцію вимог кібер- та фізичної безпеки. У програмних документах для України прямо підкреслюється потреба пріоритезації та координації інвестицій у транспортний сектор, який має одну з найбільших часток у загальних потребах відновлення [4, 15].

Інженерно-організаційні рішення «швидкого відновлення». Практика воєнних уражень демонструє, що залізничні мости та вузлові станції є об'єктами найвищого ризику, оскільки їх вихід з ладу призводить до «розриву» коридорів. У конфлікті в Грузії 2008 року пошкодження мостової споруди на ключовій лінії спричинило зупинку руху, але лінію було відновлено у стислий термін, що ілюструє ефективність оперативних ремонтів та тимчасових рішень за умови доступу до ресурсів і безпеки робіт [13]. Для аварійної фази критичною є наявність резерву матеріалів верхньої будови колії, мобільних мостових конструкцій, а також заздалегідь підготовлених планів обходу вузлів.

Для України міжнародні оцінки фіксують масштабі руйнування у транспортному секторі та необхідність поєднання аварійних ремонтів із системним «перепроєктуванням» під нову логістику [1, 3]. Важливий висновок полягає в тому, що аварійні роботи мають виконуватися за стандартизованими технічними рішеннями, щоб

уникнути накопичення «тимчасових» обмежень швидкості на роки: кожне тимчасове рішення повинно мати визначений горизонт заміни на капітальне та бути відображене у портфелі проєктів.

Відновлення як портфель проєктів: пріоритетизація та КРІ. Постконфліктне відновлення є багатокритеріальною задачею: одночасно потрібно мінімізувати час відновлення коридорів, забезпечити безпеку руху, зберегти вантажні потоки та раціонально використати дефіцитні ресурси. На основі узагальнення практик запропоновано матрицю пріоритетів (табл. 1), яка дозволяє ранжувати об'єкти за інтегральною оцінкою. До критеріїв доцільно включати: критичність маршруту для гуманітарних та експортних потоків; рівень безпекового ризику (повторні ураження, мінування, доступність); вплив на пропускну спроможність мережі та альтернативність маршрутів; тривалість і складність відновлення; вартість життєвого циклу та потенціал модернізації.

Таблиця 1

Узагальнена матриця підходів і показників ефективності відновлення залізничних об'єктів

Група об'єктів	Аварійне відновлення	Реабілітація	Модернізація	Типові КРІ
Мости/переходи	тимчасові конструкції, обмеження швидкості	капітальний ремонт/відбудова	підвищення стійкості, моніторинг	дні до відновлення сполучення; % мостів без обмежень
Колія та земляне полотно	локальний ремонт, обхідні схеми	відновлення проєктних параметрів	підвищення несучої здатності, дренаж	км знятих обмежень; осягові навантаження
Вузли/станції	тимчасова схема роботи, ручне керування	відновлення стрілок, електропостачання	оптимізація пропускну спроможності	поїздів/добу; затримки
СЦБ/зв'язок	мобільні засоби, резервні канали	відновлення систем безпеки	ERTMS/цифровізація (за потреби)	інциденти; рівень автоматизації
Енергопостачання	резервні джерела, локальні підключення	відновлення тягових підстанцій	стійкість, резервування	години простою; частота відмов

Для уніфікації відбору об'єктів відновлення запропоновано багатокритеріальне ранжування за зваженою сумою балів. Для кожного об'єкта і визначається інтегральний пріоритетний бал:

$$P_i = \sum_{k=1}^K (w_k \cdot s_{ik})$$

де w_k – вага k -го критерію ($\sum_{k=1}^K w_k = 1$),

s_{ik} – нормований бал для об'єкта i за критерієм k у шкалі 0...5 (5 — найвищий пріоритет),

K – кількість критеріїв.

У постконфліктних умовах застосовано $K = 6$ критеріїв і ваги: С1 – критичність коридору/вузла ($w_1 = 0,25$); С2 – безпековий ризик і ризик

повторних уражень ($w_2 = 0,20$); С3 – вплив на пропускну спроможність та альтернативність маршруту ($w_3 = 0,20$); С4 – тривалість відновлення (коротші строки – вищий бал) ($w_4 = 0,15$); С5 – вартість життєвого циклу/ремонтпридатність ($w_5 = 0,10$); С6 – потенціал модернізації/підвищення стійкості ($w_6 = 0,10$). Шкали балів задаються на рівні оператора/держави (наприклад, С4: 5 балів – ≤ 7 діб; 4 – 8...30 діб; 3 – 1...3 міс.; 2 – 3...6 міс.; 1 – > 6 міс.). КРІ портфеля доцільно прив'язувати до С1–С3 і фаз відновлення: відновлена пропускну спроможність (поїздів/добу, тон/добу); км ділянок зі знятими обмеженнями швидкості; кількість/частка

відновлених «вузьких місць» у вузлах; час відновлення сполучення (дні) для об'єктів аварійної фази.

Кількісний приклад наведено в табл. 2. Узгодження метрик і задач відновлення з сучасною науковою дискусією обґрунтовується у працях 2022-2025 рр. [20-26].

Таблиця 2

Приклад розрахунку інтегрального пріоритету P_i для об'єктів коридору (шкала 0...5)

Об'єкт	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P_i
СЦБ ділянки C1	4	5	4	5	4	4	4.35
Міст M1 (коридор експорт)	5	4	5	3	2	4	4.1
Тягова підстанція E1	4	4	4	4	3	3	3.8
Стрілочні переводи T1	4	4	4	4	3	3	3.8
Станційний вузол S1	5	3	5	2	2	4	3.75
Перегін П1 (земполотно)	3	3	3	3	3	3	3.0

Алгоритм відновлення залізничної інфраструктури після збройних конфліктів доцільно реалізовувати як послідовність трьох взаємопов'язаних фаз, які формують логіку пріоритезації об'єктів і побудови портфеля проєктів.

У межах Фази 1 (аварійне відновлення, *garid geraig*) здійснюється відновлення мінімально необхідної функціональності для забезпечення безпечного руху та запуску базової пропускної спроможності на критичних ділянках. Для цього застосовуються тимчасові інженерні рішення (обхідні схеми, тимчасові мости або підсилення), спрощені регламенти експлуатації, резервні канали зв'язку та організаційні заходи, які дозволяють швидко відновити сполучення за умов дефіциту часу та ресурсів.

Далі реалізується Фаза 2 (реабілітація коридорів), метою якої є повернення технічних параметрів експлуатації до нормативних або цільових значень для ключових коридорів і вузлів.

На цьому етапі відновлюються параметри колії та земляного полотна, стрілочні переводи, електропостачання, системи сигналізації, централізації та блокування, а також забезпечується стабільність технології перевезень. Організаційно Фаза 2 передбачає формування

переліку пріоритетних коридорів, використання прискорених процедур закупівель (у межах чинних правил), а також застосування рамкових контрактів для типових робіт і матеріалів.

Фаза 3 (модернізація / *build back better*) інтегрує інструменти підвищення стійкості та якості інфраструктури, щоб зменшити ризики повторних відмов, прискорити майбутнє відновлення та підвищити ефективність експлуатації. У межах цієї фази впроваджуються сучасні підходи до управління активами (*asset management*), системи моніторингу стану критичних споруд, рішення з резервування та захисту, а також цифрові інструменти планування ремонтів і управління пропускною спроможністю.

Ключовим елементом, що поєднує всі фази та забезпечує об'єктивну пріоритезацію, є «паспорт об'єкта» – стандартизований профіль (картка) об'єкта інфраструктури, який формується до ухвалення рішень щодо черговості відновлення. Паспорт включає:

1. ідентифікаційні дані об'єкта та його роль у мережі (тип, географія, належність до коридору/вузла);
2. технічний стан і характер пошкодження (функціональні обмеження, рівень деградації параметрів);
3. критичність для перевезень (вплив на гуманітарні, пасажирські, експортно-імпорتنі потоки);
4. наявність альтернативних маршрутів і можливості об'їзду (ступінь мережевої заміності);
5. безпековий ризик, включно з імовірністю повторних уражень, мінуванням та доступністю робіт;
6. орієнтовні ресурси та строки відновлення (матеріали, техніка, персонал, тривалість);
7. очікувані результати та KPI після відновлення (відновлена пропускна спроможність, зняття обмежень швидкості, зниження затримок, відновлення надійності систем безпеки).

У підсумку рішення щодо черговості робіт приймаються на основі порівняння «паспортів об'єктів» у межах обраної моделі пріоритезації (зважена сума балів або інший багатокритеріальний підхід). Така логіка дозволяє узгодити оперативні потреби аварійного відновлення з системною реабілітацією та довгостроковою модернізацією, забезпечуючи прозорість, відтворюваність і керованість портфеля проєктів у постконфліктних умовах.

Міжнародні приклади та їх інтерпретація. Практична цінність кейсів полягає у відмінностях контексту, інституційних моделей та джерел

фінансування, які зумовлюють різні траєкторії відновлення.

Україна. Спільна оцінка RDNA3 визначає, що період оцінювання охоплює 24.02.202 – 31.12.2023, а серед пріоритетів є відновлення транспортної доступності та критичних мереж [1, 2]. Подальша оцінка RDNA4 (до 31.12.2024) фіксує подальше зростання прямої шкоди та загальної потреби відновлення, що підкреслює необхідність довгострокового програмування інвестицій у транспорт [3]. У планових документах з реалізації Ukraine Facility наголошено на значній частці транспортного сектору у потребах відбудови та потребі координації донорів і пріоритезації [15].

Грузія (2008). Пошкодження залізничної інфраструктури під час активної фази конфлікту спричинило переривання важливих вантажних потоків. Відновлення роботи ключової лінії після підриву мосту у серпні 2008 року демонструє типовий алгоритм «rapid repair»: швидке відновлення функціональності з подальшим переходом до капітальної реконструкції [13]. Кейс також підкреслює, що для транзитних країн критичним є резервування маршрутів та тимчасові рішення для збереження експортної логістики.

Азербайджан (після конфлікту). Прикладом відбудови «з нуля» на постконфліктних територіях є проєкт Horadiz–Aghband: будівництво розпочато у 2021 році, а довжина лінії становить 110,4 км (140,6 км з урахуванням колій роз'їздів і допоміжних шляхів) [7, 20]. Проєктна документація передбачає значну кількість штучних споруд, що ілюструє ресурсомісткість відбудови в умовах необхідності повної інженерної інфраструктури [9]. Важливий урок полягає у тому, що відновлення може бути інтегроване з розвитком нових коридорів, але потребує надійних механізмів управління проєктом і контролю якості.

Ірак. Світовий банк схвалив фінансування для проєкту розширення і модернізації залізниць, який має посилити вантажну спроможність коридору між портом Umm Qasr і Мосулом [10]. Технічні матеріали проєкту вказують на проблеми стану інфраструктури на півночі та потребу комплексної реабілітації окремих відрізків (зокрема, ділянки поблизу Мосула) [11]. Для постконфліктних умов це показовий приклад переходу від відновлення функціональності до інвестицій у національну зв'язність і економічну диверсифікацію.

Шрі-Ланка. Після завершення внутрішнього конфлікту відновлення Північної залізничної лінії розглядалось як чинник реінтеграції

територій. У 2009 році уряд оголосив про початок реконструкції лінії на північ (Vavuniya–Kankesanthurai через Jaffna) [14], а в подальшому відновлення експлуатації на окремих ділянках і робота станцій на півночі відображені у звітних матеріалах державних інституцій [17]. Кейс підкреслює, що відновлення залізниці у постконфліктному середовищі виконує не лише транспортну, а й соціальну функцію – відновлення доступності та економічних зв'язків.

Країни ЄС/Балкани. Відновлення інфраструктури може поєднуватися з підвищенням технічних параметрів до стандартів безпеки та швидкості. Показовим є проєкт на кордоні Хорватії та Сербії, де відновлення 33,5 км лінії супроводжувалося підвищенням допустимої швидкості з 50 до 160 км/год і встановленням сучасних систем безпеки [6]. Це ілюструє практику реабілітації коридорів із «закладанням» модернізації у проєкт відновлення, що є релевантним для формування портфелів проєктів у післявоєнній реконструкції.

Узагальнена рамка прийняття рішень. На основі наведених прикладів пропонується рамка, що складається з чотирьох послідовних блоків: оцінка пошкоджень і безпекових умов; визначення критичних коридорів і вузлів; формування портфеля проєктів із прив'язкою до фаз; управління реалізацією через KPI та прозорі процедури закупівель. Ключовим інструментом є «паспорт об'єкта», який містить технічний стан, ризик повторних уражень, альтернативність маршрутів, план тимчасового рішення та план капітального відновлення. Рамка узгоджується з міжнародними підходами до відновлення транспортної інфраструктури в умовах тривалих ризиків та обмежених ресурсів [19].

Наукова новизна та практична значимість

Наукова новизна полягає у систематизації підходів до відновлення залізничних об'єктів після збройних конфліктів у вигляді фазової типології та розробленні матриці пріоритетів, яка інтегрує інженерні, економічні та безпекові критерії. Практична значимість визначається можливістю застосування запропонованої рамки для формування портфеля проєктів відновлення, підготовки технічних завдань, обґрунтування донорського фінансування та моніторингу результативності через KPI (час відновлення сполучення, відновлена пропускна спроможність, зняті обмеження швидкості, надійність СЦБ).

Висновки

1. Міжнародний досвід підтверджує доцільність фазового підходу до відновлення залізничної інфраструктури після конфліктів: від аварійного відновлення функціональності до реабілітації коридорів і відбудови з модернізацією. Кожна фаза потребує власних інструментів планування, закупівель та контролю якості.

2. Найвищий пріоритет у постконфліктних умовах мають мости, вузлові станції та системи СЦБ/зв'язку як «точки відмови» коридорів. Ефективність швидкого відновлення підвищується за наявності стандартизованих тимчасових рішень і матеріальних резервів.

3. Перехід від «ремонту» до «відбудови краще, ніж було» є економічно обґрунтованим за умови, що модернізація інтегрується у проекти реабілітації коридорів і супроводжується КРІ та прозорим управлінням портфелем. Приклади Хорватії та Азербайджану демонструють, що відновлення може одночасно підвищувати швидкості й безпеку та формувати нові логістичні можливості [6, 7].

4. Запропонована матриця пріоритетів і рамка прийняття рішень є придатними для застосування в Україні та інших країнах, що відновлюють залізничну інфраструктуру після конфліктів, з урахуванням специфіки ризиків, структури вантажних потоків і доступності фінансування.

5. У постконфліктному відновленні залізничних коридорів ключовим принципом пріоритетзації має бути максимізація відновленої пропускної спроможності (поїздів/добу, тон/добу) на одиницю часу та/або бюджету за умов збереження прийняттого рівня безпеки руху і врахування ризику повторних уражень. Практично це означає, що в першу чергу мають виконуватися роботи на об'єктах, які є «точками відмови» коридору (мости, вузли, СЦБ/зв'язок, тягові підстанції), забезпечують найбільший приріст КРІ коридору (відновлення/зростання поїздів/добу, зняття обмежень швидкості на критичних перегонах, скорочення затримок у вузлах), і можуть бути реалізовані у найкоротші строки в межах наявних ресурсів. В ілюстративному прикладі ранжування (табл. 2) пріоритетність відновлення СЦБ ділянки та мостового переходу випереджає менш критичні роботи на земполотні, оскільки саме ці елементи визначають технологічну керованість руху й «вузькі місця» коридору, а отже – безпосередньо впливають на КРІ пропускної спроможності. Такий КРІ-орієнтований підхід підвищує відтворюваність

рішень і дозволяє прозоро обґрунтовувати черговість проєктів для держави та донорів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Ukraine Third Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA3): February 2024 / Government of Ukraine, World Bank Group, European Commission, United Nations. 2024. URL: <https://ukraine.un.org/sites/default/files/2024-02/UA%20RDNA3%20report%20EN.pdf>
2. Updated Ukraine Recovery and Reconstruction Needs Assessment released / The World Bank. 15.02.2024. URL: <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2024/02/15/updated-ukraine-recovery-and-reconstruction-needs-assessment-released>
3. Updated Ukraine Recovery and Reconstruction Needs Assessment released (RDNA4) / The World Bank. 25.02.2025. URL: <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2025/02/25/updated-ukraine-recovery-and-reconstruction-needs-assessment-released>
4. Ukraine Plan 2024–2027 (Ukraine Facility). 2024. URL: <https://www.ukrainefacility.me.gov.ua/wp-content/uploads/2024/03/ukraine-facility-plan.pdf>
5. UNOPS and World Bank support restoration of Ukraine's transport network / ReliefWeb. 23.03.2024. URL: <https://reliefweb.int/report/ukraine/unops-and-world-bank-support-restoration-ukraines-transport-network>
6. Rail improvement project at the Croatian-Serbian border rebuilds war-damaged infrastructure / European Commission. URL: https://ec.europa.eu/regional_policy/en/projects/croatia/rail-improvement-project-at-the-croatian-serbian-border-rebuilds-war-damaged-infrastructure
7. Horadiz-Aghband railway 68% ready in Azerbaijan / Report.az. 06.11.2025. URL: <https://report.az/en/infrastructure/horadiz-aghband-railway-68-ready-in-azerbaijan/>
8. Azerbaijan's Horadiz-Aghband railway advances as design work completes / Tunnels & Tunnelling International. 24.01.2025. URL: <https://www.tunnelsandtunnelling.com/news/azerbaijans-horadiz-aghband-railway-advances-as-design-work-completes/>
9. Designing of the Horadiz–Agband railway project (technical parameters) / InnoPro. URL: <https://innopro.az/en/projects/view/49>
10. World Bank approves over \$1 billion for projects in Lebanon, Syria and Iraq (Iraq railway financing) / AP News. 25.06.2025. URL: <https://apnews.com/article/7ca26740ae09cb997fc405e948bf42bc>
11. Iraq Railways Extension and Modernization (IREM) Project: Technical Note / The World Bank. 01.12.2025. URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099113025221558008/pdf/P507282-c321fb93-70d9-4732-9b46-03d12ca95b70.pdf>

12. Key Georgian Rail Line Reopens After Explosion / Radio Free Europe/Radio Liberty. 25.08.2008. URL: https://www.rferl.org/a/Key_Georgian_Rail_Line_Reopens_After_Explosion/1193565.html

13. Sri Lanka: Work on Northern railway line begins / ReliefWeb. 14.03.2009. URL: <https://reliefweb.int/report/sri-lanka/sri-lanka-work-northern-railway-line-begins>

14. Signing of an agreement for restoration of Pallai-Kankesanthurai railway line / High Commission of India, Colombo. 11.07.2015. URL: <https://www.hcicolombo.gov.in/section/press-releases/signing-of-an-agreement-for-restoration-of-pallai-kankesanthurai-railway-line-in-northern-province-of-sri-lanka/>

15. Performance Report – Department of Sri Lanka Railway. 2015. URL: <https://www.parliament.lk/uploads/documents/paperspresented/performance-report-department-of-srilanka-railway-2015.pdf>

16. Fourth Rapid Damage and Needs Assessment in Ukraine: total cost of reconstruction and recovery estimated at €506 billion / EU Neighbours East. 25.02.2025. URL: <https://euneighbourseast.eu/news/latest-news/forth-rapid-damage-and-needs-assessment-in-ukraine-total-cost-of-reconstruction-and-recovery-estimated-at-e506-billion/>

17. Bosnia and Herzegovina Regional Railway Project / European Bank for Reconstruction and Development (EBRD). URL: <https://www.ebrd.com/home/work-with-us/projects/psd/35418.html>

18. Poliukh A. Transport Infrastructure Amid Protracted War: Challenges and Recovery Pathways. Kyiv School of Economics. 2025. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2025/08/Transport-Infrastructure-Amid-Protracted-War_Poliukh-Artem.pdf

19. Azerbaijan's Horadiz-Aghband railway construction nears completion / Trend.az. 06.01.2026. URL: <https://www.trend.az/business/4138631.html>

20. Mitoulis S.-A., Argyroudis S., Panteli M. et al. Conflict-resilience framework for critical infrastructure peacebuilding. Sustainable Cities and Society. 2023. Vol. 91. 104405. DOI: 10.1016/j.scs.2023.104405.

21. Kopiika N., Di Bari R., Argyroudis S., Ninic J., Mitoulis S.-A. Sustainability and resilience-driven prioritisation for restoring critical infrastructure after

major disasters and conflict. Transportation Research Part D: Transport and Environment. 2025. Vol. 139. 104592. DOI: 10.1016/j.trd.2025.104592.

22. Bešinović N., Goverde R.M.P., Quaglietta E. et al. Resilience assessment of railway networks: Combining infrastructure restoration and transport management. Reliability Engineering & System Safety. 2022. Vol. 220. 108245.

23. Ilalokhoin O., Thaduri A., Kumar U. A model and methodology for resilience assessment of interdependent rail networks – Case study of Great Britain's rail network. Reliability Engineering & System Safety. 2023. Vol. 231. 108978.

24. Yang Y., Zhou X., Zhang Y. et al. A systematic review of resilience assessment and enhancement of urban integrated transportation networks. Journal of Transport Geography. 2025. (Article in press).

25. Hu J., Yang M., Zhen Y. A Review of Resilience Assessment and Recovery Strategies of Urban Rail Transit Networks. Sustainability. 2024. 16(15): 6390. DOI: 10.3390/su16156390.

26. Wei Y., Wang S., Zhou X. et al. Understanding the Resilience of Urban Rail Transit: Concepts, Reviews, and Trends. Engineering. 2024. DOI: 10.1016/j.eng.2024.01.022.

27. Azerbaijan Railways (ADY). Horadiz-Aghband railway line (офіційна сторінка проєкту). URL: <https://corp.ady.az/en/ady-2/projects/horadiz-aghband>

28. European Commission. Rail improvement project at the Croatian-Serbian border rebuilds war-damaged infrastructure. URL: https://ec.europa.eu/regional_policy/en/projects/croatia/rail-improvement-project-at-the-croatian-serbian-border-rebuilds-war-damaged-infrastructure

29. World Bank, Government of Ukraine, European Commission, United Nations. Ukraine Third Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA3). 2024. URL: <https://ukraine.un.org/sites/default/files/2024-02/UA%20RDNA3%20report%20EN.pdf>

30. Department of Sri Lanka Railway. Performance Report 2014. URL: <https://www.parliament.lk/uploads/documents/paperspresented/performance-report-department-of-srilanka-railway-2014.pdf>

Надійшла в редколегію 26.10.2025

Прийнята до друку 14.01.2026

N. CHERNOVA, R. NOVIK

INTERNATIONAL APPROACHES TO THE RECONSTRUCTION OF RAILWAY INFRASTRUCTURE FACILITIES AFTER ARMED CONFLICTS

Purpose. The article summarizes international approaches to the restoration of railway infrastructure facilities after armed conflicts, focusing on managerial and engineering-organizational solutions that allow combining rapid restoration of traffic with long-term improvement of network stability. **Methodology.** The study was conducted based on a comparative analysis of documents from international organizations (World Bank, European Commission, UN),

materials from financial institutions, and open cases of railway restoration in countries that have experienced armed conflicts (Ukraine, Georgia, Azerbaijan, Iraq, Sri Lanka, and the Western Balkan countries). Content analysis of the approaches of “rapid repair,” “rehabilitation,” and “reconstruction with modernization” was applied, as well as the method of structural synthesis to form a framework for prioritizing objects. A typology of railway infrastructure restoration in post-conflict conditions is proposed, covering three interrelated phases: emergency restoration of traffic capacity and safety; rehabilitation of key corridors with restoration of technical parameters; rebuilding “better than before” with the integration of modern signaling, protection, and digital asset management tools. It is argued that the effectiveness of restoration is determined not only by the volume of investment, but also by prioritization rules, the ability to make rapid purchases, and institutional coordination between the operator, the state, and donors. Based on international examples, it has been shown that in the short term, temporary bridges/bypasses and the rapid restoration of critical nodes are crucial; in the medium term, the restoration of speeds and safety systems is crucial; and in the long term, the modernization of corridors for new logistics and climate resilience is crucial. A matrix of priorities has been developed for the selection of objects (bridges, sections, nodes, signaling and communication systems) based on the criteria of route criticality, security risk, impact on export and import flows, restoration time, and life cycle cost. **Scientific novelty.** An integrated decision-making framework for post-conflict railway restoration has been developed, combining a phased approach, prioritization tools, and sustainability requirements. **Practical significance.** The results can be used by transport authorities, infrastructure operators, and international partners to form a portfolio of restoration projects, define KPIs (restoration time, restored throughput capacity, speed increases, accident reduction), and prepare technical tasks within post-war reconstruction programs.

Keywords: recovery, railway infrastructure, post-conflict reconstruction, resilience, critical infrastructure, prioritization, corridors, asset management, traffic safety, donor coordination.