

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту



ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

VI МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

ПРОГРАМА КОНФЕРЕНЦІЇ



ITT2025

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ

**Тези доповідей 6-ої міжнародної
науково-технічної конференції**

«ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

Харків 2025

6-а міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології», Харків, 24–26 листопада 2025 р.: Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ, 2025. – 300 с.

Збірник містить тези доповідей науковців вищих навчальних закладів України та інших країн, підприємств транспортної та машинобудівної галузей за чотирьма напрямками: розвиток інтелектуальних технологій при управлінні транспортними системами; транспортні системи та логістика; інтелектуальне проектування та сервіс на транспорті; функціональні матеріали та технології при виготовленні та відновленні деталей транспортного призначення.

© Український державний університет
залізничного транспорту, 2025

УДК 656.2

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СКЛАДНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ЗА ДОПОМОГОЮ ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ

RELIABILITY ENHANCEMENT OF COMPLEX TRANSPORTATION SYSTEMS USING DIGITAL TWINS

канд. техн. наук В.М. Прохоров

Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

V.M. Prokhorov, PhD (Tech.)

Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

Ефективність сучасної транспортної системи України залежить не лише від надійності окремих видів транспорту, але й від їх безшовної взаємодії. Залізничний транспорт, як основа вантажопотоку та ключовий елемент пасажирських перевезень на далекі відстані, часто стає «вузьким місцем» через відсутність оперативної синхронізації з автомобільним, міським та річковим транспортом. Ця системна розбалансованість призводить до неоптимальних простоїв, зриву логістичних вікон та критичного зниження загальної надійності мережі.

Цифрова трансформація вимагає переходу до якісно нового рівня управління. Впровадження цифрових двійників залізничної інфраструктури та рухомого складу є ключовим інструментом для підвищення надійності всієї транспортної системи шляхом створення інтелектуального середовища для проактивного прогнозування, оперативного управління та мультимодальної інтеграції.

Ключові аспекти впровадження цифрових двійників із акцентом на залізницю та системну стійкість:

1. *Проактивне управління ризиками та забезпечення технологічної пропускної здатності.* Цифровий двійник, інтегруючи прогнози функціонального стану інфраструктури та рухомого складу, дозволяє системі до настання фактичного збою оцінити вплив потенційних технологічних відмов на пропускну та переробну спроможність вузлів. На основі цих даних система оперативно обирає рухові та маневрові рішення (перенаправлення, зміна черговості), які раціонально мінімізують потенційні обмеження на рух, запобігаючи невиробничим простоям у процесі перевезень.

2. *Оптимізація пропускної спроможності вузлів та хабів.* Створення цифрового двійника великих сортувальних станцій, морських портів із залізничними під'їздами та логістичних центрів дозволяє моделювати й

оптимізувати всі внутрішні процеси. Система в режимі, близькому до реального часу, здатна координувати маршрутизацію рухомого складу, усуваючи конфлікти та створюючи «зелені коридори» для критично важливих вантажопотоків.

3. *Синхронізація розкладів у єдиний логістичний ланцюг.* Цифровий двійник виступає як єдине середовище для тестування різних сценаріїв руху. Це дає змогу не просто скласти розклад руху поїздів, а інтегрувати його з графіками роботи суміжних видів транспорту (автобусні підвози до вокзалів, міський електротранспорт, обробка контейнерів у портах), максимізуючи частку часу функціонування системи у штатному режимі.

4. *Управління наслідками та відновленням після збоїв.* У разі технологічних відмов (наприклад, збою графіка руху через технічну несправність) цифровий двійник дозволяє швидко розробити оптимальний план відновлення. Система моделює альтернативні маршрути та організовує перерозподіл потоків, значно скорочуючи час повернення до нормального функціонування.

5. *Формалізація управління наслідками* на основі семантичних онтологій. Для оперативного реагування на системні збої використовується онтологія транспортної мережі. Ця формальна модель, що описує зв'язки та правила, дозволяє системі автоматично, шляхом логічного виводу, визначати всі порушені маршрути, доступні альтернативи та формувати формалізований план відновлення для інтелектуальних планувальників.

Таким чином, цифровий двійник залізничної системи виступає не як ізольований інструмент, а як системоутворююче ядро, що забезпечує глибоку мультимодальну інтеграцію. Використання формальних математичних моделей (онтологій, предикативних обмежень) перетворює управління транспортною системою з реактивного на проактивне, забезпечуючи принципово новий рівень надійності, ефективності та стійкості всієї транспортної мережі країни.

[1] Krmar, E., Djordjevic, B. Digital Twins for Railway Sector: Current State and Future Directions. *IEEE Access*. 2024. 99, 1-1. doi:10.1109/ACCESS.2024.3439471.