

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

Секція
**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ, СЕРВІС ТА ОХОРОНА ПРАЦІ В
ТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ**

УДК 656.2.021.1:620.9

**АДАПТИВНА ОПТИМІЗАЦІЯ СТАНЦІЙНИХ ГОРЛОВИН ІЗ
УРАХУВАННЯМ ЕКСПЛУАТАЦІЙНО-РЕСУРСНИХ І ЕНЕРГЕТИЧНИХ
ФАКТОРІВ**

**ADAPTIVE OPTIMIZATION OF STATION THROATS CONSIDERING
OPERATIONAL, RESOURCE AND ENERGY FACTORS**

д.т.н., професор О.М. Огар, канд. техн. наук А.О. Ковальов, *аспірант*
Продащук М.В.

Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

Dr.Sc., professor O. Ohar, A. Kovalov PhD (Tech.), M. Prodashchuk
postgraduate

Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

Залізнична система України залишається ключовою опорою економіки, гуманітарної логістики й оборонного забезпечення. В умовах війни залізниця виконує функції енергетичної, логістичної та гуманітарної артерії країни. Її стійкість визначається не лише станом магістралей, а й ефективністю роботи станційних горловин. Традиційні методи проектування, орієнтовані на геометричну мінімізацію довжини та зменшення кількості стрілочних переводів, не враховують експлуатаційно-ресурсні та енергетичні фактори, які сьогодні стають вирішальними [1]. Тому проблема формування раціональних конструкцій горловин набуває особливого значення в сучасних умовах, коли транспортна система України зазнає серйозних випробувань унаслідок війни та масових руйнувань інфраструктури. У таких умовах постає потреба не лише у проектуванні нових об'єктів, але й у швидкому відновленні, адаптації та оптимізації існуючих.

У світовій практиці широко застосовуються методики Міжнародного союзу залізниць (UIC 406), цифрове планування на основі BIM-моделей [2] та концепції інженерії життестійкості (resilience engineering) [3]. Вони спрямовані на створення транспортних систем, здатних швидко адаптуватися до зовнішніх загроз і відновлюватися після пошкоджень. Однак більшість цих підходів розраховані на мирний період, тоді як для України актуальним є врахування кризових і післявоєнних сценаріїв.

У таких умовах актуальним є формування адаптивних конструкцій, здатних функціонувати у різних сценаріях – від мирної експлуатації до кризового або відновлювального періоду [1]. Саме тому запропоновано нову модель – адаптивної геометричної оптимізації з урахуванням експлуатаційно-ресурсного фактору (АГО+ЕРФ), яку доповнено компонентом енергетично-ресурсної адаптації.

Сутність моделі полягає у створенні багатокритеріальної функції оцінки ефективності конструкції горловини. Вона враховує не лише геометричні характеристики, але й інтенсивність використання, залишковий технічний ресурс, вартість монтажу та експлуатації, енергетичні витрати, а також стійкість конструкції до пошкоджень.

$$F(x) = \sum_{s \in S} \pi_s \left[w_1 G(x, s) + w_2 C(x, s) + w_3 T(x, s) + w_4 E(x, s) + w_5 (1 - A(x, s)) + w_6 S(x, s) \right],$$

$$\text{при обмеженнях} \quad \begin{cases} G(x, s) \leq G_{\max} - \text{геометричні обмеження;} \\ C(x, s) \leq C_{\max} - \text{бюджетні обмеження;} \\ T(x, s) \leq T_{\max} - \text{допустимий час проходження;} \\ E(x, s) \leq E_{\max} - \text{допустимий рівень енергоспоживання;} \\ A(x, s) \geq A_{\min} - \text{мінімальний рівень надійності;} \\ S(x, s) \leq S_{\max} - \text{допустимий рівень втрати стійкості,} \end{cases} \quad (2)$$

де $x = (x_1, \dots, x_n)$, де $x_i \in \{0, 1\}$ – змінна вибору i -го елемента (стрілки, ділянки чи іншого компонента);

$w_1 \dots w_6$ – вагові коефіцієнти, що визначають значущість кожного критерію;

$G(x, s)$ – геометричні параметри горловини (довжина, кількість стрілочних переводів, конфігурація);

$C(x, s)$ – витрати життєвого циклу (будівництво, обслуговування, ремонт);

$T(x, s)$ – середній час проходження маршруту;

$E(x, s)$ – енергоспоживання під час маневрових операцій;

$A(x, s)$ – коефіцієнт технічної надійності;

$S(x, s)$ – індекс стійкості інфраструктури.

Модель АГО+ЕРФ дозволяє розглядати процес проектування горловини як задачу багатокритеріальної оптимізації, у якій одночасно враховуються геометричні, технічні, експлуатаційні, економічні та ризик-орієнтовані чинники. Важливою перевагою є можливість адаптації вагових коефіцієнтів під конкретні сценарії функціонування – мирний час, воєнні дії або післявоєнна відбудова. Для кожного сценарію визначаються обмеження за часом проходження поїздів, допустимими витратами та мінімальними рівнями надійності.

Для підвищення точності оцінювання використано цифрове моделювання типу Scan-to-BIM, що забезпечує інтеграцію просторових, експлуатаційних та енергетичних характеристик у єдину цифрову модель станції. Це дозволяє

прогнозувати зміни енергоспоживання при різних конфігураціях та виявляти «вузькі місця» у структурі горловини [2].

Для перевірки ефективності запропонованої моделі було розглянуто умовну станцію «Х» із двома варіантами горловини:

- 1) варіант А – класичний (традиційний проєкт без урахування АГО+ЕРФ);
- 2) варіант Б – оптимізований за методикою АГО+ЕРФ.

Оцінювання проводилося за трьома сценаріями: стабільна експлуатація, воєнний період і післявоєнне відновлення.

Порівняльне моделювання на прикладі умовної станції показало, що оптимізована за принципами АГО+ЕРФ конструкція горловини має низку переваг над традиційною. Довжина стрілочних вулиць скорочена на 8 %, витрати на монтаж знижено на 25 %, споживання енергії – на 18 %, коефіцієнт залишкового технічного ресурсу збільшено на 8 %. У кризовому сценарії адаптивна горловина зберігає працездатність навіть за відключення окремих елементів, тоді як класична втрачає до 40 % ефективності. Розрахований індекс енергетичної життєздатності (Energy Resilience Index, ERI) для оптимізованої системи становив 0,82, тоді як для базової – 0,64. Отримані результати підтверджують, що впровадження енергетично-ресурсної адаптації дозволяє не лише економити ресурси, а й підвищувати здатність інфраструктури до відновлення.

Таким чином, модель АГО+ЕРФ дозволяє не лише знайти оптимальну конфігурацію горловини в звичайних умовах, але й оцінити її стійкість у кризових ситуаціях. Це робить підхід придатним для планування, реконструкції та адаптивного розвитку залізничної інфраструктури.

Запропонована модель АГО+ЕРФ із компонентом енергетично-ресурсної адаптації забезпечує багатокритеріальний підхід та комплексну оцінку варіантів конфігурацій горловин за сукупністю технічних, експлуатаційних, економічних і ресурсних показників. Її застосування дозволяє підвищити енергоефективність до 25 %, зменшити витрати на обслуговування та скоротити час відновлення станцій після руйнувань. Вона дозволяє швидко приймати обґрунтовані рішення щодо реконструкції станцій, враховуючи обмеження ресурсів, ризики пошкоджень та необхідність швидкого відновлення руху. Запропонована модель забезпечує проєктування станційних горловин на основі технічних, експлуатаційних та енергетичних аспектів.

Практичне впровадження можливе у проєктах реконструкції вузлів, модернізації сортувальних гірок і побудови математичних моделей станцій. Методика узгоджується з положеннями Національної транспортної стратегії України до 2030 року [3], рекомендаціями UIC 406 [4], а також підходами Європейської комісії TEN-T щодо відновлення критичної інфраструктури.

Розроблений підхід може бути використаний не лише в Україні, а й у будь-якій країні, де важливим є забезпечення життєстійкості критичних транспортних об'єктів. Застосування моделі сприятиме підвищенню ефективності, надійності

та енергоефективності залізничних станцій, а також інтеграції України до європейського транспортного простору та зміцненню національної безпеки.

Отже, модель АГО+ЕРФ є універсальним інструментом для адаптивної оптимізації конструкцій горловин залізничних станцій, який поєднує технічні, експлуатаційні, економічні та ресурсні аспекти, забезпечуючи підвищення ефективності й стійкості залізничної інфраструктури в сучасних умовах.

- [1] Огар О. М., Берестов І. В., Бантюков С. Є., Круглова Н. С. Напрями удосконалення методів формування конструкцій колійного розвитку залізничних станцій та їх техніко-технологічної оцінки. *Збірник наукових праць Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна «Транспортні системи та технології перевезень»*. Дніпро, 2021. Вип. 21. С. 60-67. URL: <https://doi.org/10.15802/tstt2021/237664>
- [2] Продашук М.В., Квасов П.В. Модернізація станційних горловин із застосуванням цифрових технологій Scan-to-Bim. *Матеріали двадцять першої науково-практичної міжнародної конференції «МІЖНАРОДНА ТРАНСПОРТНА ІНФРАСТРУКТУРА, ІНДУСТРІАЛЬНІ ЦЕНТРИ ТА КОРПОРАТИВНА ЛОГІСТИКА»* (5 - 6 червня 2025р. м. Харків) Український державний університет залізничного транспорту. Харків, 2025.
- [3] Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1550-2024-%D0%BF#Text>
- [4] Landex A., Schittenhelm B., Kaas A. H., Schneider-Tilli J. Capacity measurement with the UIC 406 capacity method. *WIT Transactions on The Built Environment. Computers in Railways XI*, Vol 103, 2008, p. 55-64.

УДК 004.94:625.8

ІНТЕГРАЦІЯ BIM-ТЕХНОЛОГІЙ У ТРАНСПОРТНЕ БУДІВНИЦТВО

INTEGRATION OF BIM-TECHNOLOGIES INTO TRANSPORT CONSTRUCTION

канд. техн. наук, доц. М.М. Балака,

канд. техн. наук, доц. Д.О. Міщук

Київський національний університет будівництва і архітектури (м. Київ)

Cand. Sc. (Engineering), Assoc. Prof. M. Balaka,

Cand. Sc. (Engineering), Assoc. Prof. D. Mishchuk

Kyiv National University of Construction and Architecture (Kyiv)

Розвиток транспортної інфраструктури України характеризується активним впровадженням цифрових технологій управління будівництвом, що узгоджується з європейським курсом на формування «розумного будівельного простору». Традиційні методи планування та виконання земляних робіт не забезпечують належної точності та інтеграції даних, що ускладнює контроль і підвищує ризик перевитрат ресурсів [1–3]. В умовах скорочення термінів будівництва, потреби у геодезичній точності та безпечному управлінні механізованими процесами особливого значення набуває інформаційне моделювання будівництва (BIM).

Метою цього дослідження є узагальнення принципів інтеграції технологій інформаційного моделювання у систему управління транспортним будівництвом, зокрема у процеси виконання, контролю та моніторингу земляних робіт, з метою підвищення точності, ефективності та безпеки виробничих операцій.