

**ТЕЗИ СТЕНДОВИХ ДОПОВІДЕЙ ТА ВИСТУПІВ
УЧАСНИКІВ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**HIGHLIGHTS OF REPORTS AND PRESENTATIONS OF
PARTICIPANTS TO THE CONFERENCE**

9. Wang Z. et al. CBAM-SwinT-BL: An Enhanced Swin Transformer with Bottleneck Layer and CBAM for Rail Surface Defect Detection. arXiv preprint arXiv:2409.20113. 2024. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2409.20113>.

УДК 004.946:625.2:378

М.В. Ушаков

*Український державний університет
залізничного транспорту*

НИЗКОБЮДЖЕТНЕ VR/AR СЕРЕДОВИЩЕ З ВІДКРИТИМ КОДОМ У ПІДГОТОВЦІ ІНЖЕНЕРІВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ

Системи залізничної автоматики (світлофори, стрілочні переводи, автоблокування) є складними для засвоєння студентами без доступу до реального обладнання. Системи віртуальної (VR) та доповненої реальності (AR) вже зарекомендували себе в технічній освіті. Вони підвищують мотивацію студентів, дозволяють відпрацьовувати аварійні сценарії та формують навички роботи з автоматикою без ризику пошкодження обладнання [1, 2]. Водночас вартість сучасних тренажерів на основі VR/AR технологій залишається високою: професійні VR-системи (Oculus Rift, HTC Vive) коштують сотні доларів, що обмежує їх застосування у вищих навчальних закладах України. Тому актуальним є пошук доступних і низькобюджетних рішень з використанням відкритого ПЗ.

Існують відкриті платформи для розробки VR/AR додатків: Unity (безкоштовна версія для освіти), Godot Engine (повністю open source), Blender для 3D моделювання,

AR.js та Google ARCore для мобільних AR-сценаріїв.

Дослідження показують, що навіть прості VR-рішення на основі смартфонів забезпечують значний навчальний ефект [3]. Пропонується створення низькобюджетного VR/AR середовища для навчання спеціальностей залізничної автоматики, що включає:

- апаратна частина: смартфон + картонна гарнітура (типу Google Cardboard, ціна ≈

10–15 \$);

- програмна частина: Unity або Godot для моделювання залізничних пристроїв;
- AR-режим: використання камери смартфона для накладення підказок на схеми, друковані плакати, макети при роботі в аудиторії.

Очікувані результати та ефективність: гнучкість - використання відкритого ПЗ дозволяє викладачам модифікувати контент під власні навчальні плани; практична користь - можливість відпрацювання аварійних сценаріїв, які неможливо змоделювати у реальній лабораторії; перспективність: такі рішення можна масштабувати для дистанційної освіти, коли не тільки студенти виконують лабораторні завдання з дому але й працівники залізничного транспорту можуть підвищувати кваліфікацію у зручний час.

Подальші дослідження можуть бути пов'язані з:

- інтеграцією VR/AR з системами SCADA,
- створенням мультикористувачьких VR-лабораторій,
- використанням елементів штучного інтелекту для аналізу дій студентів.

Література

- 1 Скларов, М. В., Шаповалов, О. І., Черненко, П. В., Семенченко, С. В., Кашканов, А. А., Кашканов, В. А. Використання технології доповненої реальності у підготовці фахівців з експлуатації та ремонту багатоцільової броньованої військової техніки. Вісник машинобудування та транспорту, 17(1), 153–162. <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-17-1-153-162>
- 2 Змій С. О. Розробка спеціалізованих навчальних програм для фахівців із залізничної автоматики в Україні з використанням симуляції та віртуальної реальності / С. О. Змій, Міхрібан Алмамедова // Міжнародна транспортна інфраструктура, індустріальні центри та корпоративна логістика: матеріали двадцять першої наук.-практ. міжнарод. конф. (5-6 червня 2025 р.). - Харків: УкрДУЗТ, 2025. - С. 40-42.
- 3 Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., Wohlgenannt, I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design

elements, lessons learned, and research agenda // Computers & Education. – 2020. – Vol. 147. – 103778.

УДК 330.565.(477)

О.М. Харламова¹

¹ *Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

БАР'ЄРИ МАСШТАБУВАННЯ РІШЕНЬ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ: ТЕХНІЧНІ, ОРГАНІЗАЦІЙНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ

BARRIERS TO THE SCALPING OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE SOLUTIONS IN RAIL TRANSPORT: TECHNICAL, ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC ASPECTS

Штучний інтелект (ШІ) стає одним із ключових напрямів розвитку залізничного транспорту. Йому приписують здатність забезпечити автономне керування поїздами, прогнозне технічне обслуговування та оптимізацію операційних процесів. Потенціал таких рішень пояснюється високою складністю залізничних систем, значними обсягами даних і потребою підвищення ефективності за обмежених ресурсів.

Однак, попри значну увагу до теми та численні пілотні проекти, масштабне впровадження ШІ у галузі відбувається повільно. Технічні, організаційні, фінансові й культурні бар'єри залишаються суттєвими перешкодами для переходу від експериментальних ініціатив до системного використання технологій. Це зумовлює необхідність дослідження реальних факторів, що стримують інтеграцію штучного інтелекту в залізничні перевезення.

Інтерес до впровадження технологій штучного інтелекту (ШІ) у залізничну галузь зумовлений очікуваннями щодо їхнього впливу на ефективність і безпеку перевезень. Основні напрями передбачуваного застосування охоплюють:

- прогнозне технічне обслуговування для раннього виявлення відмов і запобігання збоям у роботі обладнання;
- автономні та напіваавтономні системи керування, спрямовані на підвищення безпеки, точності руху та пропускної спроможності;

- оптимізацію планування та управління ресурсами з метою більш повного використання інфраструктури;
- покращення клієнтського досвіду через надання інформації в реальному часі, динамічне ціноутворення та персоналізовані сервіси.

Технічна здійсненність таких рішень підтверджується результатами пілотних проектів і експериментальних досліджень. Зокрема, за даними McKinsey & Company [1], у світовій залізничній галузі ідентифіковано понад 20 активних прикладів використання ШІ — від аналізу геометрії колій до автоматизованого складання графіків роботи персоналу. Водночас технічна доцільність не гарантує практичної готовності: перехід від лабораторних випробувань до промислової експлуатації залишається складним і багаторівневим процесом.

Залізничний сектор накопичує значні обсяги даних, проте їхня готовність для навчання моделей штучного інтелекту обмежена. Ефективне використання даних потребує їх широкої доступності, очищення від помилок і дублікатів, детального маркування, синхронізації між потоками сенсорів, коректного зв'язку з активами та репрезентативності для всіх умов експлуатації. Недостатня якість даних часто гальмує проекти, особливо при інтеграції з багаторічними операційними технологіями.

Інфраструктура залізниці відрізняється довговічністю та високою капіталомісткістю, а системи сигналізації та управління мають індивідуальні конфігурації, що створює гетерогенне середовище. Впровадження штучного інтелекту у критично важливі для безпеки процеси вимагає обґрунтування безпеки, лабораторних випробувань, «тіньового» режиму та регуляторного схвалення. Прикладом складної інтеграції є багаторічне впровадження системи позитивного керування поїздами (PTC) [2] у США, яке демонструє поєднання нового програмного забезпечення з широким спектром застарілих систем і обладнання.

Прогнозне обслуговування (Predictive Maintenance) використовує сенсорні дані та алгоритми машинного навчання для раннього виявлення потенційних відмов і запобігання дефектам. Реальна експлуатація ускладнюється рідкісністю збоїв, різною швидкістю старіння активів, сезонними коливаннями та специфікою маршрутів. Хибнопозитивні сигнали марнують ресурси та порушують планове обслуговування. Моделі, ефективні у лабораторних умовах, потребують регулярного оновлення якісними даними для підтримання продуктивності.