

**ТЕЗИ СТЕНДОВИХ ДОПОВІДЕЙ ТА ВИСТУПІВ
УЧАСНИКІВ КОНФЕРЕНЦІЇ**

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

13, No.18, Sep., 2020, pp. 1-18.
<https://doi.org/10.3390/en13184724>.

5. Guo MF, Yang NC, You LX. Wavelet-transform based early detection method for short-circuit faults in power distribution networks. Int J Electr Power Energy Syst 2018; 99:706–21.
<https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2018.01.013>.

УДК 004.75: 519.854: 006

к.т.н. Бутенко В. М., студ. Светош В. Ю.
Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків

ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ДОПОМІЖНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПОЇЗДІВ

USE OF SPECIALIZED COMPUTER NETWORKS FOR AUXILIARY PROVISION OF TRAIN SAFETY

Вступ. Зростання швидкостей руху, численні руйнування інфраструктури та інтеграція у європейський транспортний простір висувають зміну вимог до безпеки. Як підкреслюють звіти Міжнародного союзу залізниць [1, с. 57], одним із найбільш ефективних рішень для забезпечення додаткової надійності є впровадження спеціалізованих комп'ютерних мереж (СКМ). Вони забезпечують стійкий, високошвидкісний і захищений обмін даними між поїздами, інфраструктурою та диспетчерськими центрами, що дозволяє мінімізувати вплив людського фактора і підвищити рівень функціонування комп'ютерних систем управління рухом поїздів та, як наслідок, всього залізничного транспорту [2, с. 80].

Результати досліджень. Європейська система GSM-R, розроблена на основі стандарту 2G, тривалий час виконувала функцію єдиного цифрового каналу зв'язку між поїздами та інфраструктурою. Проте, як зазначає Європейський інститут телекомунікаційних стандартів [3, с. 11], її функціональні можливості вже не відповідають сучасним потребам: пропускна здатність є недостатньою, затримки сигналів перевищують допустимі межі, а рівень захисту від кіберзагроз затребується підвищеним. Перехід до системи LTE-R у Південній Кореї довів свою ефективність, адже, як показано у дослідженнях [4, с. 5], на високошвидкісних магістралях вдалося забезпечити стабільний зв'язок навіть при русі зі швидкістю понад 300 км/год та суттєво зменшити кількість відхилень від графіка [5, с. 1]. У свою чергу,

китайський досвід упровадження 5G Rail у поєднанні з алгоритмами штучного інтелекту підвищує ефективність використання таких технологій для прогнозування відмов обладнання і підвищення надійності інфраструктури. Досвід провідних країн доводить, що спеціалізовані комп'ютерні мережі стають фундаментом інтелектуальної транспортної інфраструктури. Перехід до LTE-R дозволив значно покращити якість зв'язку і швидкість обміну даними, а використання 5G Rail забезпечує поєднання комунікаційних можливостей із функціями прогнозування технічних відмов. Європейська концепція FRMCS, за даними UIC, передбачає створення універсальної платформи, яка замінить GSM-R до 2035 року і стане єдиним стандартом для країн ЄС, інтегрованим у систему ERTMS (European Rail Traffic Management System). Це забезпечить не лише безпечний рух поїздів, а й повну сумісність у міжнародних перевезеннях та кіберфізичних систем управління рухом поїздів на полігонах залізниць. Саме поєднання кіберфізичних систем з інформаційно-вимірювальними компонентами контролю технологічних процесів на базі сучасної елементної бази та спеціалізованих комп'ютерних мереж є базою для розвитку індустрії 5.0 на транспорті в майбутньому.

Окремим важливим напрямом досліджень є кіберзахист. Цифровізація транспорту створює нові вектори атак: порушення синхронізації часу, втручання у канали зв'язку, підробка сигналів. Для їхнього запобігання пропонуються багаторівневі системи шифрування та алгоритми штучного інтелекту, які можуть виявляти аномалії у мережевому трафіку ще на ранніх стадіях. Також слід зазначити роль прогнозних моделей, які інтегруються у сучасні комп'ютерні мережі. Завдяки великій кількості датчиків, сенсорів і систем збору даних мережі стають здатними не лише передавати інформацію, а й проводити її аналіз у режимі реального часу. Це дозволяє автоматично визначати потенційні відмови обладнання й попереджати аварійні ситуації.

Для України актуальною є стратегія поетапного переходу. Збереження наявних засобів на малонавантажених ділянках може забезпечити базовий рівень зв'язку, тоді як на головних, безпечних магістралях доцільно впроваджувати LTE-R. В перспективі необхідно готувати інфраструктуру до переходу на FRMCS, що дозволить інтегрувати українську залізницю у європейський транспортний простір.

Висновок. Проведений аналіз доводить, що спеціалізовані комп'ютерні мережі є основою для допоміжного підвищення безпеки руху поїздів у сучасних умовах. Міжнародний досвід демонструє ефективність поетапного переходу від GSM-R до

LTE-R і далі до FRMCS, що дозволяє суттєво підвищити рівень надійності та ефективності залізничних перевезень. Важливою складовою нових систем стають і користувацькі сервіси, які завдяки інтеграції з інформаційно-керуючими підсистемами впливають не лише на комфорт пасажирів, а й на рівень безпеки транспортних операцій. Для України оптимальним є поетапний сценарій модернізації: використання старих систем на малонавантажених ділянках, запровадження LTE-R на магістральних напрямках та поступовий перехід в перспективі до FRMCS. Реалізація цієї стратегії, у поєднанні з розвитком цифрових сервісів та систем кіберзахисту, дозволить сформувати сучасну інтелектуальну транспортну інфраструктуру, інтегровану у європейський транспортний простір.

Література.

1. Feleke F. B., Demissie B. Cybersecurity of Railway Network Management and Partitioning // Problemy Kolejnictwa. 2023. №189. С. 57–65. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://problemykolejnictwa.pl/images/PDF/189_6E.pdf
2. Бутенко В.М., Мойсеєнко В.И., Кузьменко Д.М. Компьютерная система управления движением поездов // Залізнич. трансп. України.– 2000.– № 5 – 6. – С. 80 – 82.
3. ETSI. GSM-R: Railway Mobile Communication. Sophia Antipolis: European Telecommunications Standards Institute, 2024. 37 p. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.etsi.org>
4. Aboud M. A., Zangar N., Langar R., Berbineau M., Madec J. Optimizing Resource Allocation and Scheduling towards FRMCS and GSM-R networks coexistence in Railway Systems. arXiv preprint, 2025. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2503.21300>
5. Zhang X., He R., Ai B., et al. Cluster-Based Time-Variant Channel Characterization and Modeling for 5G-Railways. arXiv preprint, 2024. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2412.20943>

Мойсеєнко В. І., Бутенко В. М., Соколов А. К., Яранцев В. Р. Розробка мобільного додатку подорожувальника // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2024. №2. С. 18–24. ISSN: 2413-3833

УДК 004.75: 519.854: 006

*к.т.н. Бутенко В. М., студенти Пліщенко П. В.,
Голіков Д. В.*

*Український державний університет залізничного
транспорту, м. Харків*

ВРАЗЛИВОСТІ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ДОПОМІЖНИХ ПЕОМ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТРАНСПОРТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

VULNERABILITIES WHEN USING AUXILIARY PC INFORMATION SYSTEMS OF COMPUTER ENGINEERING FOR TRANSPORT PURPOSES

Вступ. Численні руйнування інфраструктури та інтеграція у європейську транспортну систему української залізничної галузі підтверджують вірність раніше вибраного напрямку модернізації інформатизації залізниць [1, с. 8]. Впроваджувана концепція давно вимагала застосування комп'ютерних систем управління рухом поїздів [2, с. 80]. Для зменшення часу розробки, виготовлення та мінімізації витрат з експлуатації комп'ютерних систем, які в той час розроблялись авторами роботи [3, с. 24], було запропоновано застосовувати для комунікації зазначених спеціалізованих кіберфізичних систем корпоративного рівня сімейство стандартизованих протоколів TCP/IP загального застосування з технологічною назвою RailWayNet (відповідний домен .rwn).

Результати досліджень. Сучасний транспортний простір вимагає зміну вимог до безпеки як основних ЕОМ, які забезпечують інформатизацію з керування транспортом, так і допоміжних які використовуються в індивідуальному режимі користування але під'єднанні до мережі Інтернет. Як підкреслюють звіти Міжнародного союзу залізниць [4, с. 57], одним із найбільш ефективних рішень для забезпечення додаткової надійності є впровадження спеціалізованих комп'ютерних мереж (СКМ). При такому впровадженні основні ЕОМ обчислювально-інформаційних центрів забезпечуються як ліцензійним програмним забезпеченням (операційні системи, прикладні та антивірусні програми) так і кваліфікованим персоналом з високою культурою дотримання стандартів безпечної роботи в мережі. Тож одним з вразливих місць кіберфізичних систем транспортного призначення є СКМ, технологічні моделі та допоміжні комп'ютери.

Удосконалення моделювання руху транспортних засобів у комп'ютерних інформаційно-керуючих системах та шляхи такої реалізації наведені в роботі

[5, с. 36]. Опубліковані матеріали висвітлюють удосконалення моделювання та модернізації через адаптацію сучасних систем транспорту до досвіду європейських країн, як одних з передових розробок з окремими покращеннями. А ось робота [6, с. 15] пропонує удосконалення принципових схем інформаційно-вимірювальних та комутаційних компонентів кіберфізичних систем комп'ютерної