

**ТЕЗИ СТЕНДОВИХ ДОПОВІДЕЙ ТА ВИСТУПІВ
УЧАСНИКІВ КОНФЕРЕНЦІЇ**

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

Стратегія розвитку	Відсутня	Європейські стандарти, сталий розвиток	Є, але реалізується нерівномірно
--------------------	----------	--	----------------------------------

Таким чином, приміські залізничні перевезення в Україні має стратегічну потребу в оновленні рухомого складу, підвищенні регулярності рейсів, інтеграції з іншими видами транспорту. Необхідна тарифна реформа, яка буде мати на меті справедливі ціни, абонементи, знижки для соціальних груп. Досвід розвинутих країн показує, що важливим кроком може стати регіональна децентралізація, тобто передача управління приміськими перевезеннями на рівень обласних адміністрацій та територіальних громад, що сприятиме створенню регіональних приміських операторів, співфінансуванню та формуванню конкурентного середовища.

Перелік посилань:

1. До питання організації залізничного приміського сполучення між містами Вишгород і Київ / Ломотко Д.В., Красноштан О.М., Кава О.С., Новицький Б.О., Беспалов Д.О. // Залізничний транспорт України. – 2023. – № 4. – С. 4-14 DOI: 10.34029/2311-4061-2023-149-4-04-14

УДК 656.2: 621.3: 614.8

к.т.н. В.Ф. Кустов (УкрДУЗТ)

ПРОБЛЕМИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ ПРИСТРОЇВ І СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Однією з головних функцій призначення технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів є забезпечення їх безпеки функціонування, у тому числі у разі дії різних видів електромагнітних завад. Для нормування функціональної безпечності в Україні введено в дію стандарти серії ДСТУ EN 50126, ДСТУ EN 50129 [1,2].

У процесі впровадження та кількісного оцінювання вимог вказаних стандартів безпеки щодо допустимих значень ймовірності небезпечної відмови на годину (PFH) виявлено суттєві недоліки. Зокрема, при збільшенні кількості відповідальних функцій у таких системах (контроль вільності колій, стрілок, відсутності ворожих маршрутів тощо), кожна з яких відповідає рівню функціональної безпеки SIL3 або SIL4, загальна оцінка системи може

формально знижуватись до SIL1 або навіть нижче — через механічне підсумовування значень PFH. У результаті більш безпечна, контрольована система виглядає менш безпечною за формальними критеріями, ніж система з мінімальним охопленням ризиків, а спроби підвищити безпеку руху поїздів шляхом запровадження додаткових відповідальних функцій безпеки (не другорядних або інформаційних) призводять до зниження формального рівня SIL. Це створює методологічний парадокс: чим більше функцій, що знижують ризик, тим нижчий формальний рівень функціональної безпечності.

Для оцінки функціональної безпечності систем керування рухом поїздів згідно вказаних стандартів використовуються на практиці експоненціальні моделі законів розподілу. Проведені розрахунки показали [3], що протягом більшості життєвого циклу систем залізничної автоматики спостерігається суттєва недооцінка ймовірностей небезпечних відмов при використанні базового експоненціального закону:

- у 5–7 разів — для нормального розподілу;
- у 1,5–3,5 рази — для інших «істинних» (не експоненціальних) моделей.

Виявлені недоліки вимог стандартів створюють ризик:

- викривлених управлінських рішень у виборі систем,
- відхилення технічно обґрунтованих рішень при оцінці,
- втрати довіри до стандартів у практичному застосуванні.

У доповіді надається кількісна оцінка методологічних прорахунків у оцінці безпеки функціонування систем з різною кількістю відповідальних функцій, що ставить під сумнів вимоги європейських стандартів серії EN5012X та міжнародних стандартів серії MEK 61508-X щодо кількісної оцінки функціональної безпеки. Також надані результати досліджень та графіки прорахунків оцінки рівня безпечності (SIL) у разі використання експоненціального закону розподілу небезпечних відмов замість «істинних», особливо після 10-15 років експлуатації виробів та їх старіння, а також пропозиції до перегляду стандартів функціональної безпеки серії EN 5012X та MEK 61508-X.

У стандарті EN 50129 прямо зазначено, що PFH для електронної апаратури може бути визначено за експоненціальним розподілом, якщо немає достовірних даних щодо старіння. Аналогічно, у ДСТУ EN 50129 [9] випадковій (random) відмові в

електронних компонентах також передбачено моделювати експоненційно. Таким чином, у практиці функціональної безпеки залізничної автоматики експоненціальна модель трактується як допустима і консервативна за відсутності підтвердженого впливу старіння або деградації.

З практичної точки зору, спрощеність експоненціального моделювання і його відповідність мінімальним вимогам стандартів призводить до його широкого поширення в сертифікаційних процедурах для систем залізничної автоматики.

Міжнародний стандарт ІЕС 61508 також дозволяє використовувати експоненціальний розподіл для оцінки PFH, якщо відсутня верифікована інформація про зношення компонентів (частина 6, додаток В). У розділі В.3.2 цієї частини стандарту експоненціальна модель наводиться як базова для прикладів оцінки показників функціональної безпечності PFH та PFDavg.

Пропонується:

1. Впровадити в EN 50129 або супровідні методичні документи системну норму на гранично допустимий PFH для всієї системи, незалежно від кількості функцій.

2. Розробити підхід до інтегрованої оцінки функціональної безпечності безпеки масштабованих систем на рівні архітектури, з урахуванням резервування, зон впливу, захисту від загальних причин відмов.

3. Уточнити методики для централізованих систем, що об'єднують сотні або тисячі об'єктів керування, щоб не допустити формального зниження їх SIL при дотриманні високих критеріїв безпеки.

Перелік посилань

1. ДСТУ EN 50126-1:2019 Залізничний транспорт. Специфікація та демонстрування надійності, доступності, безпеки та ремонтпридатності (РАМН). Частина 1. Основні вимоги та загальний процес. (EN 50126-1:2017, IDT) Чинний від 01.01.2020.
2. ДСТУ EN 50129:2019 Залізничний транспорт. Системи зв'язку сигналізації та оброблення даних. Електронні сигналізаційні системи безпеки (EN 50129:2018, IDT). Чинний від 01.01.2020.
3. Кустов В.Ф. /Фундаментальні недоліки базових моделей небезпечних відмов для розрахунку функціональної безпеки систем керування рухом поїздів//Збірник наукових праць УкрДУЗТ, 2025.- Вип. 212. — С. 301-314. <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/2408946>

УДК 621.39:004.75

канд. тех. наук С.В. Індик, канд. тех. наук
О.С. Жученко

Український державний університет
залізничного транспорту, (Україна)

Дослідження методів багаторівневої кластеризації для підвищення ефективності телекомунікаційних систем з розподіленою обробкою даних

Сучасні телекомунікаційні системи, зокрема 5G, 6G, а також мережі Інтернету речей і Smart City, відзначаються високою динамічністю топології, неоднорідністю трафіку та зростаючими вимогами до якості обслуговування. У таких умовах традиційні методи керування потоками даних і розподілу ресурсів поступово втрачають ефективність. Для підвищення продуктивності, масштабованості та відмовостійкості розглядаються нові підходи до структуризації й самоорганізації мережі. Одним із таких напрямів є методи багаторівневої ієрархічної кластеризації.

У наукових дослідженнях значна увага приділяється принципам побудови багаторівневих структур управління, які дозволяють формувати локальні, регіональні та глобальні рівні керування. Така організація сприяє зменшенню навантаження на центральні вузли, рівномірному розподілу обчислювальних задач і забезпечує масштабованість мережі у випадку зростання кількості користувачів та пристроїв.

Одним із ключових інструментів дослідження виступають графові моделі, у яких вузли відповідають мережевим елементам, а ребра — каналам зв'язку з їх характеристиками. Кластеризацію в такій постановці можна розглядати як задачу пошуку оптимальних спільнот у графі з урахуванням пропускну здатності, затримки та надійності каналів. Використання графових моделей дозволяє інтегрувати статичні властивості мережі з актуальними параметрами трафіку та робить процес аналізу більш прозорим і формалізованим.

У сучасних роботах активно вивчаються можливості застосування графових нейронних мереж (GNN) для кластеризації. Цей підхід дозволяє поєднати локальні характеристики вузлів із глобальною структурою мережі. На основі історичних даних GNN здатні передбачати оптимальні структури кластерів, швидко адаптуватися до змін навантаження та забезпечувати самонавчання системи. Це робить їх перспективним