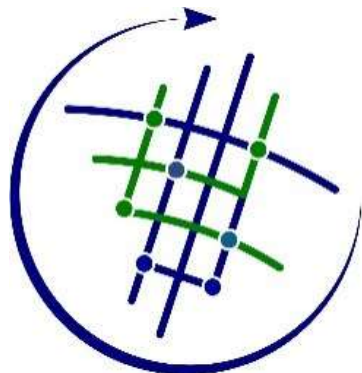


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
КАФЕДРА ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ**



INTERMARIUM
FUNDACJA

**П'ЯТА ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЯ**

У СПІВПРАЦІ З ФОНДОМ INTERMARIUM

**«ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВИТКУ МАШИНОБУДУВАННЯ ТА
ЕФЕКТИВНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ»**

25–27 ЖОВТНЯ 2023 р.

РІВНЕ – 2023

УДК 621:656.13:347.763:378:001.895

I–66

Рецензенти:

Савіна Н. Б., проректор з наукової роботи та міжнародних зв'язків Національного університету водного господарства та природокористування, д.е.н., професор;
Сорока В. С., проректор з науково-педагогічної та навчальної роботи Національного університету водного господарства та природокористування, к.с.-г.н., доцент;
Марчук М. М., директор навчально-наукового механічного інституту Національного університету водного господарства та природокористування, к.т.н., професор;
Кравець С. В., д.т.н., професор кафедри будівельних, дорожніх та меліоративних машин Національного університету водного господарства та природокористування;
Кристончук М. Є., к.т.н., доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу Національного університету водного господарства та природокористування;
Козяр М. М., д.пед.н., професор, завідувач кафедри теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства Національного університету водного господарства та природокористування.

*Рекомендовано вченою радою Національного університету водного господарства та природокористування.
Протокол № 11 від 24 листопада 2023 р.*

Відповідальний за випуск:

Никончук В. М., д.е.н., в.о. завідувача кафедри транспортних технологій і технічного сервісу Національного університету водного господарства та природокористування.

I–66 Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем: матеріали тез V Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції 25–27 жовтня 2023 р. [Електронне видання]. Рівне : НУВГП, 2023. 177 с.

ISBN 978-966-327-571-0

У збірнику представлені теоретичні та практичні результати напрацювань в царині інноваційних технологій в машинобудуванні, ефективного функціонування транспортних систем, логістичного забезпечення транспортних процесів, конструювання, технічної експлуатації і ремонту транспортних засобів, а також вітчизняного та зарубіжного досвіду підготовки фахівців у закладах вищої освіти, виконаних науково-педагогічними та науковими працівниками, докторантами, аспірантами та студентами закладів освіти, науки та інших організацій.

УДК 621:656.13:347.763:378:001.895

ISBN 978-966-327-571-0

© Національний університет водного господарства та природокористування, 2023

Никончук Вікторія Яценюк Микола	Дослідження впливу впровадження мережі перехоплюючих паркінгів на інтенсивність руху в місті Рівне	91
Остапіна Катерина	Особливості застосування транспортних тарифів на видах транспорту	94
Пестременко-Скрипка Оксана Ложечка Олена Коваленко Олена	Перспективні напрямки удосконалення технології роботи на прикордонних передавальних станціях при застосуванні засобів інформатизації	97
Пестременко-Скрипка Оксана Одінцова Аліна Бестіянець Аліна	Впровадження системи управління ризиками при здійсненні міжнародних залізничних вантажних перевезень	99
Півторак Галина Славінський Роман Микитюк Владислав	Нові виклики перед доставкою останньої милі	101
Плекан Уляна Цьонь Олег	Вивчення поведінки пасажирів як ключовий фактор підвищення конкурентоспроможності автомобільного транспорту	103
Прасоленко Олексій Чумаченко Віталій	Взаємозв'язок шуму прискорення та кількості конфліктних ситуацій на вуличній мережі	105
Птиця Наталія Вернигора Олексій	Застосування принципів зеленої логістики при управлінні ланцюгами постачань	107
Сташук Світлана Пашкевич Світлана	Логістичне управління	109
Штемпель Іван Вознюк Юрій Радюк Анна	Аналіз сучасного стану інтермодальних контейнерних перевезень	112

СЕКЦІЯ 3

МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ТА ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Воронков Олексій	Алгоритм моделювання технології транспортного процесу перевезення зернового збіжжя	115
Жук Микола Пруський Євген Скиба Микола	Можливості використання нейронних мереж та штучного інтелекту у транспортних дослідженнях	117
Нерубацький Володимир Гордієнко Денис	Топологія уніфікованої системи керування електричним рухомим складом	119
Подворний Владислав Хітров Ігор	До питання моделювання транспортного потоку	123
Яценюк Микола	Формування транспортної макромоделі пропозиції на прикладі міста Рівне в програмному комплексі PTV VISION VISUM	125

УДК 681.5

ТОПОЛОГІЯ УНІФІКОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ РУХОМИМ СКЛАДОМ

Володимир Нерубацький, Денис Гордієнко

*Український державний університет залізничного транспорту,
майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків, 61050*

На даний час розроблено та впроваджено багато систем керування електричним рухомих складом [1; 2]. Хоча такі системи було винайдено відповідно до вимог залізниць і залізничних ліній, а також відповідно до доступних на той час технологій, вони мають спільну фундаментальну архітектуру. Зокрема, такі системи створюються з фундаментальних компонентів, що включають:

- системи блокування для контролю відстані між поїздами, що курсують по станціям;
- системи керування напрямком руху поїздів на одноколіній ділянці;
- системи автоматичного захисту поїздів (АЗП), пов'язані з системами блокування;
- пристрої централізації для здійснення маршрутного контролю в межах станції.

Системи відрізняються залежно від того, як вони виконують виявлення поїздів і як вони реалізують автоматичний захист поїздів [3; 4]. Однак, хоча ці системи варіюються від систем із низьким рівнем безпеки лише з системою автоматичною попередження до найдосконаліших систем радіокерування електричним рухомих складом (системи керування поїздів на основі зв'язку (СКПЗ)), вони однакові в тому, що блокувальні пристрої відповідають за контроль маршруту та забезпечення безпеки руху поїздів у межах вокзалів.

Поточні системи керування електричним рухомих складом, які постійно вдосконалювалися, представляють собою надійні системи, що складаються з багатьох апаратних пристроїв і підсистем [5; 6]. Розробка нових систем керування електричним рухомих складом повинна відбуватися на основі сучасних інформаційних і комунікаційних технологій. Найбільш перспективною архітектурою є уніфікована система керування поїздами (УСКП), у якій всі пристрої безпеки розглядаються як пристрої для забезпечення безпеки маршрутів поїздів, щоб поїзди отримували інформацію за рахунок обробки головним процесором.

Основними функціями системи керування поїздом є функція блокування та функція централізації [7; 8]. Окрім організації маршруту, найважливішою місією обох функцій є уникнення аварій, таких як зіткнення поїздів. Таким чином, принцип АЗП побудовано на основі контролю для усунення контакту з іншим поїздом, а тому містить складну та завершену сучасну блокову систему та пристрої блокування.

З метою вирішення проблем, у тому числі запобігання аварій на залізничних переїздах, деякі системи повинні піддаватися радикальним та інноваційним змінам, щоб бути ефективними [9; 10]. У відомих сигнальних системах керування поїздом передається через сигнали, знаки та покажчики, сама робота поїзда здійснюється на основі інформації про маршрути та блок-сигнали, а також відповідно до додаткової інформації, такої як обмеження швидкості. З них інформація про маршрути та блок-сигнали передається на поїзд у тому ж інформаційному форматі, що й сигнальні аспекти та сигнали автоматичного керування поїздом, тому процеси можуть бути стандартизовані.

На рис. 1 наведено топологію уніфікованої системи керування електричним рухомих складом, що складається з центрального процесора (функціональний рівень), блоку інтерфейсу до пристрою (термінальний рівень) і блоку передачі для обміну інформацією між ними (мережевий рівень). В УСКП логічна обробка пристроїв, таких як пристрій блокування, блокова система та АЗП, агрегується та уніфікується в центральному процесорі на

функціональному рівні. У результаті усувається необхідність у процесорах, розміщених вздовж колії. Крім того, в результаті уніфікації процесів в УСКП схожі функції, які наразі включені в декілька пристроїв, наприклад функція відстеження поїздів, також уніфіковані, а логіку можна спростити.

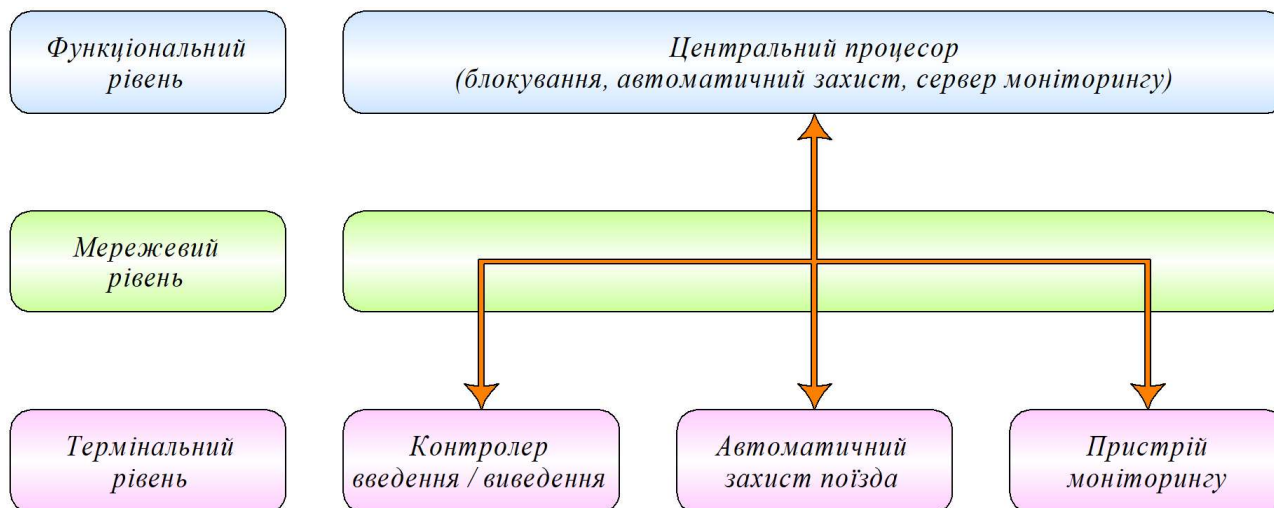


Рис. 1. Топологія уніфікованої системи керування електричним рухом складом

На рис. 2 наведено схему процесів системи керування поїздами на основі зв'язку. Для стандартизації процесів вводиться поняття «авторизована команда» для поїзда. Маршрут визначає граничну позицію, до якої можливий рух, і виходить з пов'язаного попереднього поїзда. З цієї причини процеси руху поїздів за допомогою уніфікованих процесорів реалізуються за рахунок відстеження поїздів, пошуку маршруту та процесів керування, які ініціюються процесами пошуку маршруту.

Коли маршрути для поїздів (Поїзд 1 та Поїзд 2) визначено, авторизована команда запуску з додатковою інформацією про обмеження швидкості на шляху прямування також генерується та надсилається на відповідний термінальний пристрій термінального рівня. Пошук шляху створює пошук граничної точки, до якої можливий рух (шлях) у напрямку руху поїзда. Проте у випадку знаходження на станції пошук здійснюється відповідно до запланованого маршруту руху, отриманого від пристрою керування рухом на функціональному рівні. Шлях у цей час базується на кінцевому маршруті руху та визначається станом точкових систем попереднього поїзда. З іншого боку, у випадку середньої точки між станціями, положення хвоста попереднього поїзда або стан існуючого залізничного переїзду пов'язується з визначенням шляху. Якщо залізничний переїзд контролюється відповідним поїздом і статус вказує на «проїзд дозволено», що означає завершення закриття та відсутність перешкод, пошук розширюється до подальшої віддаленої точки.

Хоча бортові пристрої відповідають за обробку безпеки на борту, безперервну перевірку швидкості за шаблоном реалізовано в поїзді у будь-якому випадку. Більше того, у випадку УСКП функцію перевірки швидкості високого рівня може бути реалізовано за рахунок встановлення кінцевого пристрою в поїзді, а не наданням термінального пристрою АЗП на землі.

У реалізації УСКП важливу роль відіграє мережевий рівень. Мережа Інтернет-протоколу (IP) використовується як мережа для УСКП. Вимоги до продуктивності IP-мережі відрізняються залежно від ділянки залізниці, яка буде використовуватися. Оскільки на ділянці залізниці з високою щільністю передачі інформації необхідно гарантувати швидкий і надійний період часу, необхідна мережа, орієнтована на продуктивність, розроблена спеціально для керування електричним рухом складом. З іншого боку, у випадку залізничної ділянки з низькою щільністю, для якої необхідна висока надійність при збереженні витрат на

впровадження та обслуговування під контролем, необхідно розглянути можливість використання мережі загального призначення, орієнтованої на витрати. Крім того, навіть у випадку, коли залізнична ділянка з високою щільністю та ділянка залізниці з низькою щільністю з'єднані, можливе просте підключення завдяки з'єднанням між мережами IP.

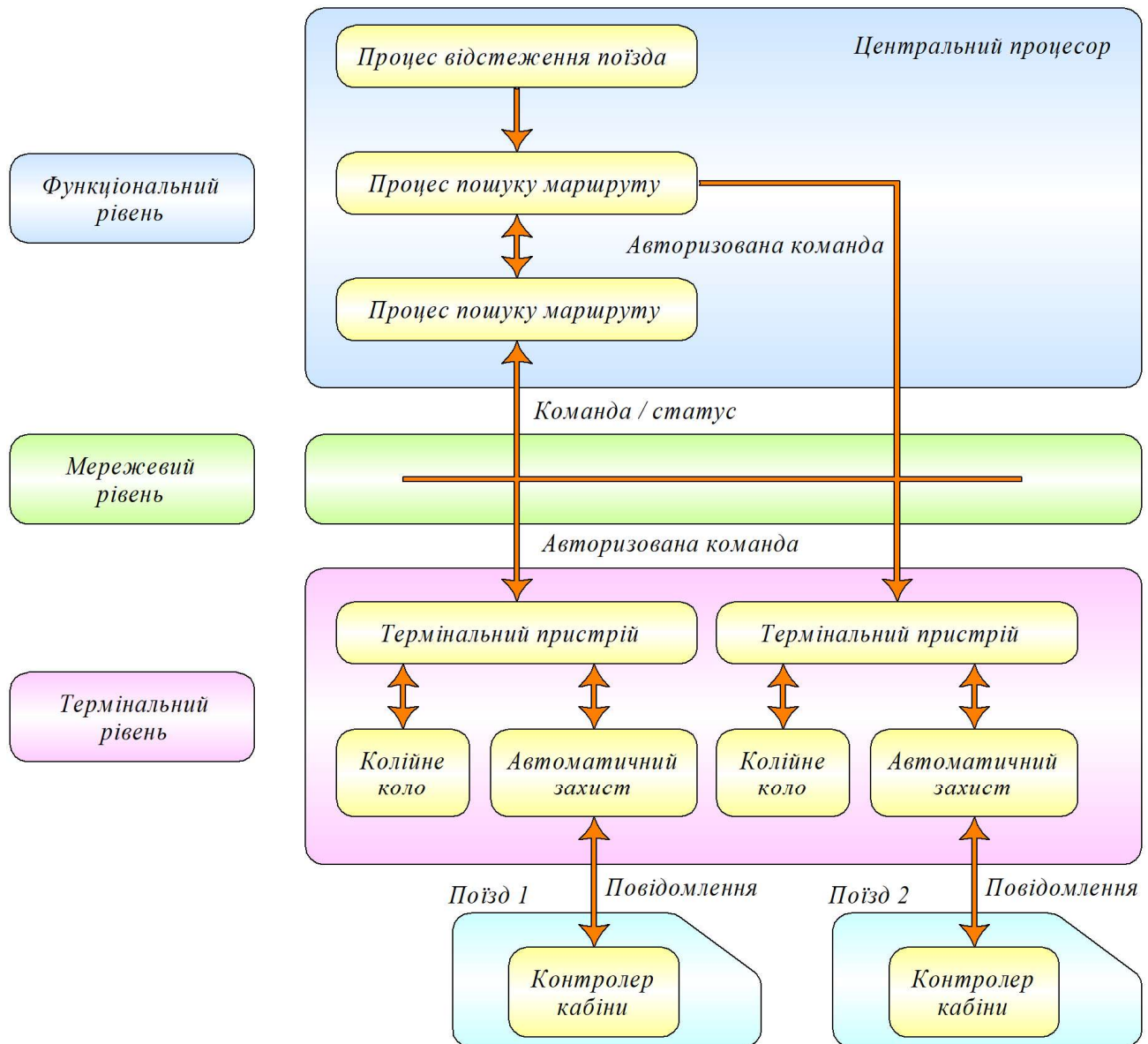


Рис. 2. Схема процесів системи керування поїздами на основі зв'язку

IP-мережа для залізничних ліній високої щільності створює вузол передачі, розроблений виключно для керування електричним рухомих складом, через оптичну лінію. Потім кожен пристрій і вузол передачі з'єднуються через лінію Ethernet. Дана IP-мережа також може гарантувати час зв'язку між вузлами передачі та найдовший час зв'язку за короткий період часу, що дорівнює або менше ніж 1/10 періоду часу ретрансляції. Як наслідок, кожен пристрій може реалізувати обробку з частотою, що дорівнює або перевищує швидкість ретрансляційного інтерфейсу, незважаючи на фізичну відстань між пристроями.

Хоча IP-мережу в основному побудовано у вигляді єдиної конфігурації, дві або більше IP-мереж може бути налаштовано з резервуванням, щоб підвищити коефіцієнт доступності. Оскільки окремі IP-мережі повністю незалежні одна від одної, утворюючи паралельну подвійну конфігурацію, центральний процесор і термінальний пристрій можуть вільно вибирати маршрут для зв'язку. Оскільки коефіцієнт доступності IP-мережі безпосередньо

пов'язаний з фактором доступності системи, слід також звернути увагу на надійність. Апаратне забезпечення для вузлів передачі знаходиться в стадії розробки відповідно до технології сигнальної локальної мережі.

Оскільки витрати на впровадження та технічне обслуговування є важливими на ділянках місцевої залізниці, лінію мобільного зв'язку, наприклад, можна використовувати як IP-мережу. Незважаючи на те, що лінії мобільного зв'язку можуть зменшити високі витрати на прокладання кабелю, витрати на обладнання та витрати на обслуговування, необхідно враховувати обмеження часу зв'язку, який не може бути гарантований, а також вартість зв'язку. Під час використання лінії мобільного зв'язку на місцевій залізниці безперервний зв'язок ускладнюється. Однак система керування поїздом, яка має функції, що виходять за межі поточного рівня, може бути реалізована, навіть якщо точка, в якій здійснюється обмін інформацією з центральним процесором, обмежена сусідніми станціями на ділянці однієї лінії.

Таким чином, розглянута система керування електричним рухомих складом, що реалізована в ієрархічній структурі функціонального рівня, мережевого рівня та термінального рівня, може бути ефективною у підвищенні надійності та конкурентоспроможності залізничних систем.

1. Dmitrienko V., Noskov V., Zakovorotniy A., Mezentsev N., Leonov S., Gasanov M. Proactive control of rolling stock with traction asynchronous electric motors. *IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*. 2021. P. 407–411. DOI: 10.1109/KhPIWeek53812.2021.9570017.

2. Nerubatskyi V., Plakhtii O., Hordiienko D., Podnebenna S. Synthesis of a regulator recuperation mode a DC electric drive by creating a process of finite duration. *IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON)*. 2021. P. 272–277. DOI: 10.1109/UKRCON53503.2021.9575792.

3. Tour R. S., Narwade S. S., Sathe A. R., Ghuge N. N. Development of automatic railway train safety system. *9th International Conference on Electrical Energy Systems (ICEES)*. 2023. P. 5–8. DOI: 10.1109/ICEES57979.2023.10110041.

4. Lipare S., Bhavathankar P. Railway emergency detection and response system using IoT. *Communication and Networking Technologies (ICCCNT) : 11th International Conference on Computing*. 2020. P. 1–7. DOI: 10.1109/ICCCNT49239.2020.9225434.

5. Nerubatskyi V. P., Plakhtii O. A., Hordiienko D. A., Syniavskyi A. V., Philipjeva M. V. Use of modern technologies in the problems of automation of data collection in intellectual power supply systems. *Modern engineering and innovative technologies*. 2022. Part I. Issue 19. P. 38–51. DOI: 10.30890/2567-5273.2022-19-01-058.

6. Vatulia G., Lovska A., Pavliuchenkov M., Nerubatskyi V., Okorokov A., Hordiienko D., Vernigora R., Zhuravel I. Determining patterns of vertical load on the prototype of a removable module for long-size cargoes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. Vol. 6, No. 7 (120). P. 21–29. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.266855.

7. Feigang T., Xiaoju Z., Quanmi L. A robust detection of foreign matter between train doors and psd of subway station. *12th International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation (ICMTMA)*. 2020. P. 246–248. DOI: 10.1109/ICMTMA50254.2020.00062.

8. Nerubatskyi V. P., Plakhtii O. A., Tugay D. V., Hordiienko D. A. Method for optimization of switching frequency in frequency converters. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2021. No. 1 (181). P. 103–110. DOI: 10.33271/nvngu/2021-1/103.

9. Ahmed K. R., Hossain M. A., Akter A., Akthar L. A secure automated level crossing and train detection system for bangladesh railway. *International Conference on Advancement in Electrical and Electronic Engineering (ICAEEE)*. 2022. P. 1–4. DOI: 10.1109/ICAEEE54957.2022.9836361.

10. Singh G., Kumar P., Mishra R., Sharma S., Singh K. Security system for railway crossings using machine learning. *Communication Control and Networking (ICACCCN) : 2nd International Conference on Advances in Computing*. 2020. P. 135–139. DOI: 10.1109/ICACCCN51052.2020.9362976.